

308917

39
201



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERIA

con estudios incorporados a la Universidad
Nacional Autónoma de México

**PROPUESTA PARA EL AHORRO DE ENERGIA
DEL HOTEL PARAISO RADISSON,
CANCUN, QUINTANA ROO.**

T E S I S

**Que para obtener el Título de
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
AREA INGENIERIA MECANICA**

p r e s e n t a

OCTAVIO PONCE TREJO

Director: Fís. Mariano Romero Valenzuela

MEXICO, D. F.

1995

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

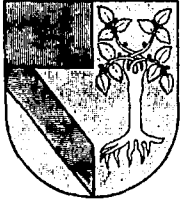


UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD PANAMERICANA
ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNIVERSIDAD
NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

PROPUESTA PARA EL AHORRO DE ENERGIA DEL HOTEL
PARAISO RADISSON,
CANCUN, QUINTANA ROO.

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO
MECANICO ELECTRICISTA, AREA INGENIERIA MECANICA,
PRESENTA:

OCTAVIO PONCE TREJO.

DIRECTOR: FIS. MARIANO ROMERO VALENZUELA.

MEXICO, D.F.

1995.

**Agradezco al Ing. José Ramírez Cervántes
su apoyo y amistad, que hicieron posible
la elaboración de esta tesis.**

INTRODUCCION GENERAL.

En México desde la década pasada se ha puesto un mayor énfasis en buscar un óptimo aprovechamiento de los recursos energéticos, tanto de los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) como de las fuentes de energía renovables (geotermia, hidráulica, solar, eólica, biomasa, etc.).

Esto no sólo se debe a una conciencia ecológica por parte de empresarios y autoridades, quienes se interesaron en ello principalmente debido a las perspectivas de incrementar la capacidad productiva con los recursos con que contamos actualmente; o al menos, mantener los estándares actuales de producción y servicios, con un menor consumo de materias primas, lo que permite obtener una mayor utilidad del trabajo y ser más competitivos.

En el ámbito internacional, el objetivo de hacer más productos con menos costos y consumo, forma parte de las políticas de planeación. Los países desarrollados actualmente presentan un gran adelanto en sus procesos de producción y de satisfacción de servicios, muchos de los cuales se encuentran automatizados y adecuadamente diseñados para reducir al mínimo los desperdicios de energía y materias primas.

Pero todo esto descansa sobre la base de la tecnología, que debe ocupar un lugar preponderante dentro de los presupuestos de los países, ya que su constante renovación forma parte de la clave del progreso.

Ante tal situación, en México además de buscar la creación de empresas con un elevado nivel tecnológico, buscamos modernizar y eficientar nuestros procesos productivos existentes, que nos permiten asegurar el desarrollo sin recurrir a grandes inversiones de capital, recursos humanos y financieros. Para ello, a nivel estatal, se han creado diversas corporaciones cuyo objetivo es el de apoyar la realización de proyectos demostrativos que permitan inducir y promover el ahorro y uso racional de la energía en las industrias, comercio y servicios.

Un medio para lograr la administración racional de la energía, es la auditoría energética, que analiza y determina los balances de energía. En ella se contabilizan los flujos básicos de producción, intercambio, transformación, pérdidas y consumo de energía; expresándolos en una unidad de medida homogénea y para un período cronológico determinado. Con ello se establecen además puntos de referencia para la consideración de ajustes específicos y periódicos.

Es con tal interés de eficientar los procesos productivos en México, que se elaboró la auditoría energética y propuesta para el ahorro de energía en el hotel Paraíso Rádisson, Cancún, Quintana Roo, de cuyo proyecto esta tesis forma parte.

El análisis completo es un proyecto muy extenso y que abarca muchas disciplinas, por lo que la presente tesis se limita a mostrar algunos de los resultados obtenidos, para que sirvan de futuras referencias sobre el tema.

La estructura de la presente se divide en dos grandes secciones, la primera es la sección teórica donde se describe el proceso de la auditoría energética; y la segunda, es el resultado de la aplicación de los conceptos incorporados en la primera mitad, al caso específico del hotel Paraíso Rádisson, Cancún, Quintana Roo.

Dentro de la sección teórica, primeramente se describe lo que se entiende por una auditoría energética; qué datos deben ser recopilados y cómo organizarlos, para que permitan obtener valiosas conclusiones.

Posteriormente se describe y justifica el análisis del sistema de acondicionamiento ambiental dentro de la auditoría energética; mostrándose los diversos tipos de ventilación, el cómo afecta la situación geográfica y el clima, el cálculo de ganancias (o pérdidas) de calor, entre otros.

Más adelante se trata el sistema de iluminación, donde brevemente se muestran los diversos sistemas de iluminación, ventajas y desventajas, de acuerdo con la aplicación requerida.

En seguida se analizan los conceptos del factor de potencia eléctrica y lo que representa en el consumo de energía, que a su vez tiene repercusiones económicas.

Dentro del siguiente apartado, muy ligado al anterior, se describe el control de la demanda eléctrica, mostrando la estructura tarifaria que depende del tipo de consumo y situación geográfica, entre otros aspectos. También muestra las posibilidades de control de la demanda para reducir la facturación, siendo esto un aspecto importante para todo directivo de la empresa.

Y como parte final de la sección teórica se muestran algunos procedimientos interesantes para efectuar un análisis económico a partir de los datos y conclusiones obtenidos en las anteriores etapas del proyecto.

Por último, y después de haber descrito el caso práctico en la segunda sección de esta tesis, se muestran las conclusiones generales del proyecto, que reportan el valor potencial de un estudio de esta naturaleza y tratan de justificar la creciente aceptación e implantación de cambios de modernidad en las empresas de México.

INDICE

Portada	1
Agradecimientos	ii
Introducción general	iii

SECCION TEORICA

Página

1 Administración de la energía.....	2
1.1 Auditoría energética.....	2
1.2 El acondicionamiento ambiental.....	7
1.3 Iluminación.....	38
1.4 Factor de Potencia.....	57
1.5 Control de la demanda eléctrica.....	63
1.6 Análisis económico.....	81
1.7 Conclusiones.....	97

SECCION PRACTICA

2 Evaluación y propuestas de ahorro.....	99
2.1 Antecedentes del hotel.....	99
2.2 Revisión de instalaciones e identificación de equipos.....	101
2.3 Medición de cargas y determinación de perfiles reales de demanda y consumo.....	104
2.4 Análisis de la ganancia solar y térmica del inmueble.....	147
2.5 Evaluación general de sistemas de iluminación, bombeo, aire acondicionado, transporte vertical y otros.....	157
2.6 Costumbres de operación en los servicios del inmueble.....	229
2.7 Estimación de ahorros potenciales y sistemas de control integral.....	233
3 Conclusiones generales.....	238
4 Tablas y anexos.....	240
5 Abreviaturas y definiciones.....	267
6 Bibliografía.....	269

1 ADMINISTRACION DE LA ENERGIA.

1.1 AUDITORIA ENERGETICA.

Dentro de la administración de energía, una fase muy importante es la auditoría energética; donde se analizan y determinan balances de energía, que básicamente son un conjunto de relaciones de equilibrio. En ella se contabilizan los flujos básicos de producción, intercambio, transformación, pérdidas y consumo de energía, expresándolos en una unidad de medida homogénea y para un período cronológico determinado. Con ello se establecen además, puntos de referencia para la consideración de ajustes específicos y periódicos.

Todo este proceso comienza recabando la información y datos pertinentes para el proyecto.

1.1.1 INFORMACION Y DATOS A RECABAR.

El auditor es responsable de recolectar la información relativa al uso de la energía en una determinada empresa o industria. Esta información se considera como la base de datos de la auditoría, y consiste en lo siguiente:

- 1) Descripción de la industria.
- 2) Consumo histórico de energía.
- 3) Utilización de cada tipo de energético.
- 4) Inspección en la industria.
- 5) Mediciones, balances y asesoramiento.

Además de todos los datos que puedan ser de utilidad para poder elaborar la siguiente fase del proyecto, que consta principalmente de:

- 1) Listados de medidas de conservación de energía.
- 2) Implantación de cambios en procedimientos de operación y mantenimiento.
- 3) Análisis económico de las modificaciones o medidas para la conservación de la energía.
- 4) Implantación de las modificaciones o las medidas para la conservación de la energía.
- 5) Verificación de los ahorros de energía.

No existe una secuencia única a seguir; algunos de los puntos antes mencionados están interrelacionados y se llevan a cabo de manera más o menos simultánea.

1.1.2 DESCRIPCION DE LA INDUSTRIA.

Consiste en determinar las partes principales de la industria y sus funciones; registrar el nombre y localización de la instalación, la fecha de construcción, así como la superficie de la construcción. Ubicar en un plano general (vista de planta) el espacio destinado a las diversas actividades.

Así mismo, registrar el tiempo de operación por día, de los departamentos y los procesos de alto consumo de energía que intervienen en cada uno de ellos.

1.1.3 CONSUMO HISTORICO DE ENERGIA.

Aquí se trata de elaborar una gráfica de consumo mensual de energía durante un año. Esta gráfica se deberá hacer para electricidad, combustibles y vapor (en su caso); que ingresan como energéticos externos a la industria y tienen un costo de adquisición.

Estas gráficas o perfiles de consumo de energía se compararán con las de producción mensual, durante el mismo año, y de ser posible con las de temperatura ambiente, con el objeto de determinar la relación entre el consumo de los diferentes energéticos con la producción y la situación ambiental prevaleciente (que afecta al sistema de acondicionamiento ambiental, entre otros).

Dentro de este análisis, debe evaluarse la demanda máxima mensual de energía eléctrica, el factor de carga y la demanda promedio; comparando esto con los procedimientos de operación, para evaluar la posibilidad de administrar la carga conectada.

Con la información de consumo de energéticos se calculan los índices de consumo de energía dividiendo el consumo total por unidad de producción. También se pueden obtener índices de consumo de energía por unidad de área que ocupa la empresa o índices de bien o servicio por unidad de energía. Los índices se determinan, tanto para consumo de energía como por tipo de energético. Dependiendo del caso en particular, algunos índices serán más útiles que otros.

La comparación de los índices antes y después de la implantación de un programa de conservación de la energía permite conocer rápidamente el impacto que ha tenido el mismo.

1.1.4 UTILIZACION DE CADA TIPO DE ENERGETICO.

Sirve para determinar cuáles son los sistemas principales de consumo de energía. Efectuar una investigación de los equipos y elaborar un diagrama de cargas para cada corriente de energía o energético.

También se puede elaborar un diagrama en donde se muestre gráficamente el porcentaje de utilización de las corrientes de energía en los procesos o servicios que tienen lugar en la industria.

Es necesario, por tanto, determinar el nivel de instrumentación propio de la industria y efectuar un análisis de utilización de cada tipo de energético durante la fase de inspección.

Este análisis permitirá seleccionar la instrumentación necesaria para:

- Cuantificar la energía en diversos puntos.
- Controlar los equipos que consumen energía para hacer más eficiente su operación.
- Controlar las condiciones del equipo para satisfacer las especificaciones del proceso.
- Efectuar balances de energía y cálculo de eficiencias.
- Para propósitos de seguridad, control de calidad y de contaminación ambiental.

1.1.5 INSPECCION EN LA INDUSTRIA.

Durante la inspección en la industria se efectúan recorridos en planta, identificando los lugares donde se desperdicia energía. Para ello es conveniente utilizar una lista de verificación de posibles medidas de conservación de energía.

Aquí también se evalúa la capacidad del sistema de alumbrado y si es adecuado para las tareas que se realizan en diferentes zonas de la industria.

Se entrevista al personal con objeto de determinar cómo se realiza la operación de los equipos y si existen desviaciones con respecto a los procedimientos de fabricantes o los propios de cada industria.

A continuación se describirán algunas de las áreas en donde es factible obtener mayores ahorros potenciales; y se definirán en su caso algunos de estos potenciales de ahorro energético.

1.1.5.1 Puntos de interés durante la inspección en la planta.

A continuación se enlistan las áreas y procesos susceptibles de revisión y en seguida de los encabezados se proporcionan algunas sugerencias para el mantenimiento y el ahorro energético.

- PROCESO DE CALENTAMIENTO:

- Revisar posibles excesos de temperatura.
- Considerar cuando sea necesario, la reducción de los niveles de calentamiento o la interrupción del proceso en horas no laborables.
- Revisar el aire acondicionado en espacios no utilizados por la empresa y eventualmente, eliminar su suministro.
- Evitar que puertas y ventanas estén abiertas sin necesidad.
- Revisar los sistemas de ventilación y constatar la posibilidad de un exceso innecesario de flujo.
- Revisar el desperdicio de agua caliente en las plantas procesadoras y en los cuartos de baño y cocinas (si las hay).

- PLANTAS PROCESADORAS U OPERADORAS:

- Tratar de que el vapor condensado regrese a las calderas de origen.
- Reciclar cualquier material de desecho como combustible suplementario.
- Revisar los hornos industriales y quemadores para evitar la pérdida de calor y subsanar la falla.
- Revisar los actuales sistemas de mantenimiento de las plantas procesadoras.
- Revisar que el vapor no se esté filtrando a través de las válvulas y otros orificios.
- Revisar que los compensadores de aire no tengan una presión más elevada que la realmente necesaria.
- Revisar el horario de utilización de los equipos.
- Evitar paros innecesarios en los procesos de producción, ya que esto trae fuertes cargas y descargas de energía eléctrica.
- Buscar la actualización continua del personal calificado encargado de la planta.
- Utilización en cascada o uso secundario de la energía.

- AISLAMIENTO:

- Revisar el aislamiento térmico tanto para altas como para bajas temperaturas.
- Revisar que el aislamiento existente sea el adecuado; por lo regular en la instalación se deben de aplicar todas las especificaciones. Revisar que continúen operando eficientemente.
- Revisar el revestimiento de los hornos y calderas a fin de evitar cualquier otro deterioro.

- LUZ Y FUERZA:

- Revisar los desperdicios de energía en las fábricas.
- Verificar si es necesario mantener en funcionamiento las máquinas cuando no estén en uso.
- Revisar si existe excesiva centralización en la instalación de interruptores.
- Procurar que las luces de prevención y seguridad estén en un circuito separado.
- Instalar interruptores de tiempo en la iluminación, si es necesario.
- Mantener en buen estado de limpieza y mantenimiento los sistemas de iluminación.

- EN LAS AREAS ADMINISTRATIVAS:

- Verificar los sistemas de acondicionamiento ambiental y su adecuada graduación.
- Revisar que los termostatos estén adecuadamente situados.
- Revisar los programas de mantenimiento del equipo de aire acondicionado.
- Tratar de no tener espacios desocupados con aire acondicionado.
- Revisar el aislamiento térmico.
- No dejar las puertas y ventanas abiertas innecesariamente.

- ILUMINACION Y SERVICIOS:

- Revisar el desperdicio de agua caliente.
- Revisar si no existen fugas o goteras en los cuartos de baño.
- Procurar que el agua no se encuentre calentada en exceso.
- Verificar los niveles de iluminación adecuados.
- No dejar luces encendidas innecesariamente.
- Evitar la excesiva centralización de los interruptores de iluminación.
- Actualización continua de las nuevas tecnologías sobre el acondicionamiento ambiental.
- Procurar que los equipos en operación sean eficientes; no buscar que sean económicos, sino adecuados.

- EN EL TRANSPORTE:

- Revisar el mantenimiento de vehículos.
- Verificar que los motores estén correctamente afinados.
- Verificar que las llantas se encuentren a la presión adecuada.
- Verificar que las ruedas estén alineadas correctamente.
- Buscar métodos alternos de transporte.
- Revisar el horario de las rutas para asegurar un mínimo de kilometraje para recolección y entregas.
- Verificar si los viajes de carga individuales son necesarios.

- PARA EL PERSONAL:

Los encargados de la administración de la energía dentro de una empresa, deberán concientizar al personal a su cargo en el uso racional de energía y sus beneficios, a través de charlas que enfatizen los métodos para conservar la energía.

1.2 EL ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL.

1.2.1 INTRODUCCION AL ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL.

Bajo el punto de vista del aire acondicionado, la comodidad de las personas depende de cuatro factores principales, que son:

- Temperatura del aire.
- Humedad del aire.
- Movimiento del aire.
- Y pureza del aire.

El comportamiento fisiológico del cuerpo humano demanda que la cantidad de calor interno producido por el cuerpo, sea igual a la cantidad de calor externo perdido.

El cuerpo humano tiene un sistema de control de temperatura para regular sus pérdidas que ocurren por convección, radiación y evaporación. La proporción relativa de cada una depende de la cantidad de calor generado por el cuerpo, que a su vez depende de la actividad; también depende de la ropa, de la temperatura y de las condiciones del aire.

Así por ejemplo, el exceso de ropa reduce la pérdida de radiación y convección, pero la aumenta por evaporación. Del mismo modo entre paredes muy frías una persona puede estar muy incómoda aunque el aire ambiente esté relativamente caliente, pero la radiación del cuerpo a las paredes produce una desagradable sensación de frío.

A continuación se esboza brevemente la naturaleza de los cuatro factores principales del acondicionamiento ambiental citados anteriormente.

Con respecto a la temperatura del aire, se puede decir que si no hubiera control de la temperatura tendríamos graves problemas para poder realizar nuestras labores satisfactoriamente. Por eso, el control artificial de la temperatura dentro de un espacio cerrado es un intento más para lograr la comodidad humana.

Respecto a la humedad del aire se puede decir que parte del calor del cuerpo humano se pierde por evaporación a través de la piel. La evaporación se debe a la baja humedad relativa del aire; las altas humedades la retardan.

Los excesos de la humedad relativa producen no solamente reacciones fisiológicas molestas, sino que también afectan las propiedades de algunos materiales.

La ventilación o el movimiento del aire sobre el cuerpo humano incrementa la pérdida de calor y humedad, y modifica la sensación de frío o calor. Además produce una sensación de "chiflón" agradable o desagradable.

La pureza del aire tiene que ver con su composición química y física, que es muy importante.

Poco interesa que aumente el CO_2 o que disminuya el oxígeno debido a la combustión fisiológica, ya que con poca ventilación se resuelve el problema. La nulificación de olores requiere, sin embargo, mucha ventilación, o bien, la purificación del aire por medio de algún recurso artificial.

Nulificar partículas sólidas en el aire es de vital importancia no sólo para la salud, sino porque disminuye los gastos de limpieza y mantenimiento.

Como se acaba de mencionar, un aspecto importante del acondicionamiento ambiental es la ventilación; que será tratado en el siguiente punto.

1.2.2 VENTILACION.

El propósito de la ventilación en lugares cerrados es el de proporcionar confort o seguridad a los ocupantes. En general se pueden encontrar normas que especifican los requisitos de ventilación para lugares públicos e instalaciones industriales con objeto de garantizar el nivel de oxígeno requerido para poder llevar a cabo las actividades que se realicen en ellos, así como diluir la concentración de contaminantes, remover el calor generado y eliminar olores.

Las dos tablas siguientes presentan los requisitos de ventilación de acuerdo con la ASHRAE.

Los valores de flujos de ventilación requeridos son independientes de la climatización que se proporcione a un determinado espacio.

Por otra parte las siguientes reglas generales se deben aplicar en el diseño de cualquier instalación:

- 1) La orientación de la construcción no se debe seleccionar sobre la base de la dirección de los vientos, ya que dicha dirección no puede garantizarse.
- 2) Las entradas de ventilación no deben obstruirse.
- 3) Las trayectorias de ventilación deben estar libres de obstrucciones para permitir una mezcla completa con el aire del interior.
- 4) El área de las aberturas de entrada y salida debe ser aproximadamente la misma.
- 5) Deben evitarse los "cortos circuitos" entre las entradas y salidas de aire en el área a ventilar.
- 6) En caso de utilizar ventilación natural, la salida del aire debe situarse a mayor altura que la entrada.

A continuación se presenta la Tabla 1 seguida de la Figura 1, donde se muestran los valores (requisitos) de ventilación recomendados para diversos lugares, y su relación con la temperatura.

Con lo que podemos apreciar cuantitativamente, qué tan importante es la ventilación de acuerdo con la actividad realizada y cómo se interrelaciona ésta con las temperaturas de diseño que se pretendan manejar.

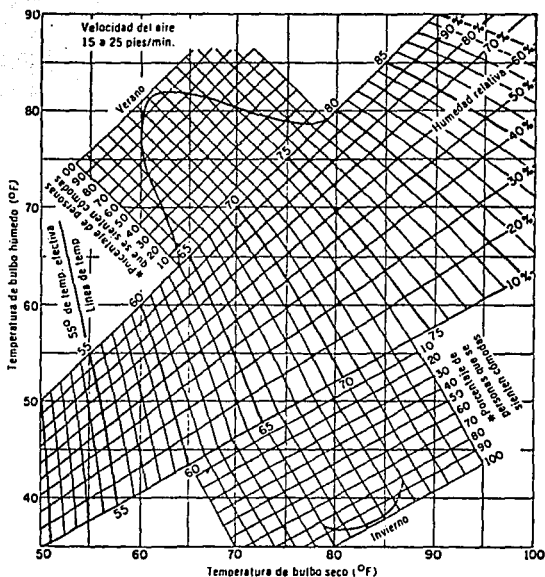
TABLA 1.

Ventilación recomendada para diferentes lugares

APLICACION	Humo de cigarros	ft ³ /min. por persona		ft ³ /min. mínimos de aire por ft ² de techo
		Recomendado	Mínimo	
Departamentos {normales de lujo	Poco	20	15	—
	Poco	30	25	0.33
Bancos	Ocasional	10	7.5	—
Peluquerías	Considerable	15	10	—
Salones de belleza	Ocasional	10	7.5	—
Bares	Mucho	30	25	—
Corredores	—	—	—	0.25
Sala de juntas	Excesivo	50	30	—
Departamentos de tiendas	Nada	7.5	5	0.05
Garajes	—	—	—	1.0
Fábricas	Nada	10	7.5	0.10
Funerarias (salones)	Nada	10	7.5	—
Cafetería	Considerable	10	7.5	—
Hospitales {quirófanos cuartos privados salas de espera	Nada	—	—	2.0
	Nada	30	25	0.33
	Nada	20	15	—
Habitaciones de hotel	Mucho	30	25	0.33
Cocinas {restaurantes residencias	—	—	—	4.0
	—	—	—	2.0
Laboratorios	Poco	20	15	—
Salones de reunión	Mucho	50	30	1.25
	Poco	15	10	—
Oficinas {generales privadas privadas	Nada	25	15	0.25
	Considerable	30	25	0.25
	Considerable	12	10	—
Restaurantes {cafetería comedor	Considerable	12	10	—
	Considerable	15	12	—
Salones de clase	—	—	—	—
Teatros	Nada	7.5	5	—
Teatros	Poco	15	10	—
Tocadores	—	—	—	2.0

De *Modern Air Conditioning, Heating, and Ventilating*, 3ª edición, por Willis H. Carrier, Realto E. Cherne, Walter A. Grant y William H. Roberts.

FIGURA 1.



Carta de comodidad de la ASHRAE para aire tranquilo. Zonas de comodidad para invierno y verano. La de invierno no se puede utilizar en cuartos calentados por calefacción radiante. La aplicación de la zona de comodidad está limitada a casas, oficinas y lugares similares, donde los ocupantes se adaptan completamente a las condiciones del aire interior. Esta zona no es aplicable a teatros, tiendas y otros lugares en donde la permanencia es menor de dos horas. — Debe aumentar en 1°F aproximadamente la temperatura efectiva por cada 5 grados de reducción de latitud norte, a partir de la zona sur de Canadá y el norte de Estados Unidos. De *Air Conditioning and Refrigeration*, 4ª edición, por Burgess H. Jennings y Samuel R. Lewis,

1.2.3 TIPOS DE SISTEMAS DE VENTILACION.

Se pueden distinguir tres sistemas de ventilación:

Extracción: El aire se renueva mediante su extracción del espacio ocupado, utilizando ventiladores axiales o centrífugos. Con este sistema el espacio ventilado tenderá a estar a una presión menor que la exterior.

Impulsión: Al contrario que en el anterior, el aire fresco se introduce al espacio mediante ventiladores. El aire viciado sale por cualquier abertura disponible. Con este sistema el espacio ventilado se encontrará a una presión mayor que la exterior, con lo que se reducen las entradas de aire de otras fuentes que no sean las dispuestas para ello.

Balancedo: Es una combinación de los sistemas descritos anteriormente, usando ventiladores de impulsión y de extracción. El espacio se puede mantener a presión mayor o menor que la exterior, según convenga. Permite un mejor control de los cambios de aire en el espacio a ventilar.

1.2.4 CONDICIONES DE DISEÑO DEL ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL.

El acondicionamiento ambiental implica proporcionar calefacción o enfriamiento del aire exterior que se haga ingresar al recinto a acondicionar.

Para conocer la energía necesaria para calentar o enfriar el aire a ingresar y mantener las condiciones internas de temperatura y humedad, es necesario evaluar las ganancias o pérdidas del calor que se tengan tanto internas como a través de las barreras que confinan dicho recinto.

Básicamente las condiciones internas de diseño varían dependiendo de si se trata de calefacción o enfriamiento y del tipo de actividad a realizar en el lugar a acondicionar. Existen casos en los que es necesario controlar la temperatura y la humedad en función del equipo o del proceso que se tenga en el espacio a acondicionar.

El confort del ser humano depende de la temperatura de bulbo seco, de la humedad relativa (o bien, de la temperatura de bulbo húmedo) y de la velocidad del aire. La velocidad del aire considerada, para propósito de confort en espacios ocupados, debe estar entre 5 y 16 metros por minuto. Con esta velocidad existen diversas combinaciones de temperatura de bulbo seco y humedad relativa que proporcionan una sensación aceptable de confort. Dichas combinaciones han sido ya evaluadas y se describen en la Carta de Confort de la ASHRAE.

En general se puede considerar que las condiciones internas de diseño son:

Invierno: Temperatura máxima 20°C.
Humedad relativa máxima 45%.

Verano : Temperatura máxima 25°C.
Humedad relativa máxima 55%.

Las condiciones externas de diseño y por lo tanto del aire que se utilizará para acondicionarse, dependen de las condiciones climáticas en la zona en que estará localizado el espacio a condicionar. Las condiciones de temperatura y humedad del ambiente experimentan variaciones a lo largo de los días, meses y años, de tal manera que es necesario elegir aquellos valores que permitan la selección del equipo adecuado para proporcionar el servicio de acondicionamiento operando la mayor parte del tiempo a su carga nominal. Por lo tanto, es importante contar con información y datos climáticos fehacientes de la zona.

1.2.5 GANANCIAS (PERDIDAS) DE CALOR.

Definidas las condiciones de diseño externas e internas, es necesario evaluar las ganancias de calor (para enfriamiento) o las pérdidas (para calefacción) que se tendrán en el local, para determinar la capacidad del equipo.

Las cargas importantes a evaluar son las siguientes:

- Radiación de calor a través de vidrios.
- Transmisión de calor a través de barreras (paredes y techo).
- Transmisión de calor a través de vidrios.
- Ganancia de calor debido a iluminación, motores, aparatos, etc.
- Ganancias o pérdidas de calor en ductos.
- Ganancias de calor debidas a personas.
- Humidificación o deshumidificación.

Habiendo evaluado las cargas anteriores y conociendo la temperatura del aire de ingreso al espacio a acondicionar, se determina el flujo de aire de recirculación y la capacidad del equipo.

La temperatura del aire de ingreso al espacio debe ser, para el caso de enfriamiento, menor que la interna de diseño o, para calefacción, mayor que ésta. Por supuesto, existen restricciones para estos valores ya que con temperaturas de entrada muy bajas en verano, o muy altas en invierno, se requiere mayor cantidad de aire a manejar en el equipo, y se podría provocar falta de confort a los ocupantes.

1.2.5.1 RADIACION SOLAR A TRAVES DE VIDRIOS.

El calor del Sol que recibe la Tierra, varía desde un mínimo de cerca de 415 a 445 [BTU/(hft²)]. La cantidad que llega a la superficie terrestre se disminuye considerablemente por dispersión o reflexión al espacio, y por absorción de la atmósfera.

El calor del Sol que llega a la Tierra a través de la atmósfera se conoce como radiación directa, y el calor que se dispersa se llama radiación del cielo o espacio.

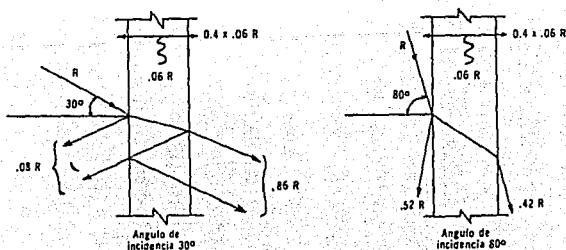
Los factores que afectan la ganancia de calor o radiación solar, se refieren a:

- 1) La cantidad de radiación incidente, que depende de la latitud del lugar y de la orientación de los cristales y de la claridad de la atmósfera.
- 2) El almacenamiento térmico de los materiales con que está construido el edificio.
- 3) El sombreado asociado al vidrio.
- 4) El área del vidrio y el material del cual está hecho.

Un cristal ordinario absorbe alrededor del 6% de la energía solar y refleja o trasmite el resto. La radiación incidente pico (máxima) depende de la orientación del vidrio, de la hora del día, del mes y de la altitud.

La relación de energía transmitida con la energía reflejada depende del ángulo de incidencia, como se aprecia en la siguiente figura del comportamiento de un cristal ordinario.

FIGURA 2.



Comportamiento de los rayos solares al chocar contra el cristal de una ventana.

1.2.5.2 ALMACENAMIENTO TERMICO.

El almacenamiento térmico se refiere a que la radiación solar que penetra por un vidrio requiere incidir sobre una superficie sólida para calentarla y entonces producir la ganancia de calor al aire en el espacio ocupado.

El proceso, denominado efecto de almacenamiento, produce un retardo y un aumento en la carga del equipo de enfriamiento. Eventualmente toda la radiación que penetra por el vidrio será removida por el equipo de enfriamiento; pero el efecto de almacenamiento hará que la carga se reparta en un período de tiempo más largo.

1.2.5.3 EL SOMBREADO ASOCIADO CON EL VIDRIO.

El sombreado externo es el medio más efectivo de sombreado ya que evita que la radiación directa incida sobre el vidrio; todo vidrio con sombreado externo debe considerarse como si estuviera expuesto hacia el norte.

El sombreado interno es menos efectivo, porque el dispositivo de sombreado debe reflejar la radiación de nuevo a través del vidrio.

En caso de tener sombreado externo mediante toldo (o techado), es necesario evaluar el área sombreada del vidrio, que depende del ángulo de incidencia de la radiación sobre la superficie, de la hora del día y de la orientación que el vidrio tenga.

1.2.5.3.1 EL AREA DEL VIDRIO.

El área del vidrio debe calcularse con las dimensiones totales de la ventana o puerta donde se tiene instalado el mismo.

El cálculo de las ganancias de calor por radiación solar se realiza con la siguiente expresión:

$$Q = SHGF * SF * A \quad [1]$$

[1] Nota: Las fórmulas expuestas dentro de esta sección son de uso común en libros de transferencia de calor, aire acondicionado, refrigeración, y otros temas afines; por lo que el lector podrá corroborarlas en los mismos. Algunos de los cuales se mencionan en la bibliografía de la presente.

1.2.5.4 TRANSMISION DE CALOR A TRAVES DE BARRERAS.

La ganancia o pérdida de calor a través de vidrios, paredes, techos, etc., depende de los materiales de que estén contruidos, de la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior, y de la superficie.

En el caso general, se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$Q = U * A * TD$$

Donde,

U= Coeficiente global de la transferencia de calor
[BTU/(hrft²°F)].

A= Superficie de la barrera [ft²].

TD= Diferencia de temperaturas [°F].

En el caso de barreras en que una de las superficies está expuesta a la intemperie, para cálculo de la ganancia de calor, el flujo de calor incluye los siguientes efectos:

- a) La diferencia de temperaturas a través de la barrera.
- b) El efecto de la radiación solar que incide en la barrera.
- c) La habilidad del material para almacenar calor.

En este caso, la fórmula de cálculo de la ganancia de calor es:

$$Q = U * A * ETD$$

Donde,

ETD es la diferencia de temperatura equivalente [°F], que combina los efectos mencionados previamente.

La siguiente Tabla ilustra la ETD, y se ha desarrollado para encontrar el calor ganado por paredes y techos, proveniente del sol.

Las Tablas están basadas en 15° F diferenciales de temperatura de diseño; en caso de que la diferencia sea otra, debe corregirse agregando o disminuyendo a la temperatura equivalente la diferencia entre 15 y la diferencia del lugar.

Así mismo si la diferencia de temperatura exterior durante el día es distinta de 20° F, debe añadirse 1° F a la temperatura equivalente por cada 2° F abajo de 20 y disminuirse 1° F por cada 2° F arriba de 20.

En la siguiente hoja se muestra la TABLA 3.

Temperatura diferencial total equivalente, para calcular la ganancia de calor a través de paredes

Latitud norte	TIEMPO SOLAR												Latitud sur		
	A.M.				P.M.									Latitud sur	
	8	10	12	2	4	6	8	10	12	8	10	12			
Pared hacia el:	Color exterior de la pared (O=oscuro, C=claro)												Pared hacia el:		
	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	

Partición																			
NE	2	2	10	24	12	14	10	12	10	14	14	14	10	10	6	4	2	2	SE
E	30	14	36	18	32	16	12	12	14	14	14	14	10	10	6	6	2	2	E
SE	13	6	26	16	28	18	14	16	16	14	14	14	10	10	6	4	2	2	NE
S	-4	-4	4	0	22	12	30	20	26	20	16	14	10	10	6	4	2	2	N
SO	-4	-4	0	-2	6	4	26	22	20	28	42	25	24	20	6	4	2	2	NO
O	-4	-4	0	0	6	6	20	12	40	25	48	34	22	22	8	8	2	2	O
NO	-4	-4	0	0	6	4	12	10	24	20	40	26	34	24	6	4	2	2	SO
N (sombra)	-4	-4	-2	-2	4	4	10	14	14	12	12	8	8	4	4	0	0	0	S (sombra)

Tabique de 4 plg ó 6 plg

NE	-2	-4	24	12	10	10	6	12	10	14	14	12	12	10	6	4	2	2	SE
E	2	0	30	14	31	17	14	14	12	14	14	12	12	10	8	6	4	2	E
SE	2	-2	20	10	28	16	26	16	18	14	14	12	12	10	8	6	4	2	NE
S	-4	-4	-2	-2	12	6	24	16	26	18	20	16	12	12	8	4	4	2	N
SO	0	-2	0	-2	2	2	12	8	32	22	26	26	34	24	10	8	6	4	NO
O	0	-2	0	0	4	2	10	8	26	18	40	28	42	28	16	14	6	6	O
NO	-4	-4	-2	-2	2	2	8	6	12	12	30	22	31	24	12	6	6	6	SO
N (sombra)	-4	-4	-2	-2	0	0	6	6	10	10	12	12	12	8	8	4	4	0	S (sombra)

Ladrillo hueco de 8 plg

NE	0	0	0	0	20	10	16	10	10	6	12	10	14	12	12	10	6	4	SE
E	4	2	13	4	24	12	26	14	20	12	12	10	14	12	10	10	6	4	E
SE	2	0	3	0	16	8	20	12	20	14	14	12	14	12	12	10	6	4	NE
S	0	0	0	0	2	0	12	6	24	14	26	16	20	14	12	10	6	4	N
SO	2	0	2	0	2	0	6	4	12	10	26	18	30	20	26	18	8	6	NO
O	4	2	4	2	4	2	6	4	10	8	18	14	30	22	32	22	15	11	O
NO	0	0	0	0	0	0	2	2	6	4	2	8	6	12	10	22	15	30	SO
N (sombra)	-2	-2	-2	-2	-2	-2	0	0	6	6	10	10	10	10	10	6	6	6	S (sombra)

Tabique de 8 plg—Ladrillo hueco de 12 plg

NE	2	2	2	2	2	16	8	14	8	10	6	10	8	10	10	6	4	2	SE
E	6	4	6	4	6	14	8	15	10	18	10	8	14	10	14	10	6	4	E
SE	4	2	4	2	4	6	4	14	10	18	12	16	12	12	10	10	6	4	NE
S	4	2	4	2	4	2	4	2	10	6	16	12	16	12	10	10	6	4	N
SO	8	4	6	4	6	4	6	4	10	6	12	8	20	12	24	16	20	14	NO
O	8	4	6	4	6	4	6	4	10	6	14	8	20	16	24	16	24	16	O
NO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	6	4	6	4	6	4	6	4	SO
N (sombra)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	S (sombra)

Tabique de 12 plg

NE	8	8	8	8	8	4	8	4	10	4	12	6	10	6	10	6	6	6	SE
E	12	8	12	8	12	8	10	6	12	8	11	10	14	10	14	8	14	8	E
SE	10	6	10	6	10	6	10	6	10	6	12	8	14	10	14	10	12	8	NE
S	8	6	8	6	8	6	4	6	4	6	4	8	4	10	6	12	6	6	N
SO	10	6	10	6	10	6	10	6	10	6	10	8	12	8	14	10	10	10	NO
O	12	8	12	8	12	8	10	6	10	6	10	6	10	6	10	6	10	6	O
NO	8	6	8	6	8	4	8	4	8	4	8	4	8	4	8	6	10	6	SO
N (sombra)	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	S (sombra)

Temperatura diferencial total equivalente, para calcular la ganancia de calor a través de paredes (conclusión)

Latitud norte	TIEMPO SOLAR												Latitud sur		
	A.M.				P.M.									Latitud sur	
	8	10	12	2	4	6	8	10	12	8	10	12			
Pared hacia el:	Color exterior de la pared (O=oscuro, C=claro)												Pared hacia el:		
	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	

Concreto ó piedra de 8 plg ó bien bloque de concreto de 6 u 8 plg

NE	4	2	4	0	16	8	14	8	10	6	12	8	12	10	10	8	8	6	SE
E	6	4	14	8	24	12	24	12	18	10	14	10	14	10	12	10	10	8	E
SE	6	2	6	4	16	10	18	12	18	12	14	12	12	10	12	10	10	8	NE
S	2	2	2	1	4	1	12	6	16	12	18	12	14	12	10	8	8	6	N
SO	6	2	4	2	6	8	4	14	10	22	16	24	16	22	16	10	8	6	NO
O	6	4	6	4	6	4	8	6	12	8	10	14	28	18	26	18	14	10	O
NO	4	2	4	0	4	2	4	4	6	6	12	10	20	14	22	16	8	6	SO
N (sombra)	0	0	0	0	0	0	2	2	4	4	6	6	8	6	6	4	4	0	S (sombra)

Concreto ó piedra de 12 plg

NE	6	4	6	2	6	2	14	8	14	8	10	8	10	8	12	10	10	6	SE
E	10	6	8	6	10	6	18	10	18	12	16	10	14	10	14	10	10	8	E
SE	8	4	8	4	6	4	14	8	16	10	16	10	14	10	12	10	10	8	NE
S	8	4	4	2	4	2	10	6	8	14	10	16	12	14	10	10	8	6	N
SO	10	6	8	4	8	4	6	4	8	6	10	8	18	14	20	14	18	12	NO
O	8	4	8	4	8	6	10	6	12	8	16	10	24	14	22	14	14	10	O
NO	6	4	6	2	6	2	6	4	6	4	8	6	10	8	10	12	10	8	SO
N (sombra)	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	4	4	6	6	8	6	6	4	S (sombra)

NOTAS:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Ganancia total de calor} \\ \text{debida a la radiación so-} \\ \text{lar y a la diferencia de} \\ \text{temperaturas en: Btu/h-} \\ \text{pie}^2 \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{Coeficiente de trans-} \\ \text{misión de calor de la} \\ \text{pared en Btu/h-pie}^2 \cdot \text{F} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{Temperatura dife-} \\ \text{rencial tomada de} \\ \text{la tabla} \end{array} \right\}$$

De Air Conditioning and Refrigeration, 4ª edición, por Burgess H. Jennings y Samuel R. Lewis, con autorización de International Textbook Company.

FALLA DE ORIGEN

1.2.5.5 GANANCIA DE CALOR POR OCUPANTES.

Las personas que ocupan el espacio a acondicionar contribuyen con cantidades significativas de calor tanto sensible como latente a la carga total de enfriamiento.

Los cálculos de la carga por ocupantes deben hacerse considerando el promedio de personas en el espacio durante el período de máxima carga de diseño. Las contribuciones de calor dependen de la actividad que las personas realicen. En caso de no disponer de información más confiable, se puede recurrir a tablas de estimación de ocupación, como las mostradas a continuación.

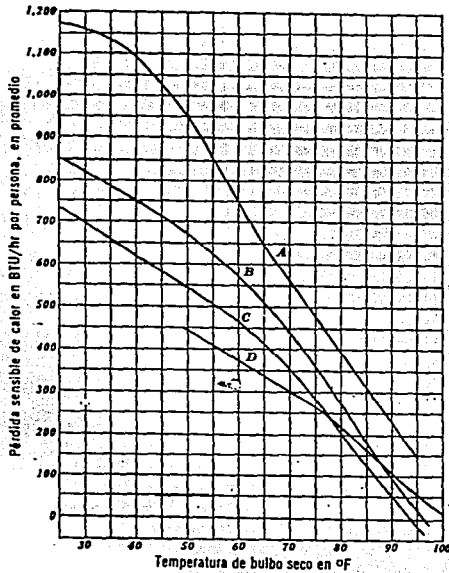
La Tabla 4, nos sirve para encontrar el calor producido por personas en diversas situaciones; cuya información puede complementarse con los Gráficos 1, 2 y 3 siguientes.

TABLE 4.
Calor producido por las personas.

Grado de actividad	Aplicación típica	Relación metabólica de un hombre adulto Btu/h	Grupo de personas			Promedio de la relación metabólica Btu/h		Temperaturas del cuarto (°F, BS)									
			% de composición del grupo					82°F	80°F	78°F	75°F	70°F					
			Hombre	Mujer	Niño			Btu/h	Btu/h	Btu/h	Btu/h	Btu/h					
						Sens. Lat.	Sens. Lat.	Sens. Lat.	Sens. Lat.	Sens. Lat.							
Sentado	Teatro	390	45	45	10	350	175	175	195	155	210	140	230	120	260	90	
Sentado; trabajo ligero	Escuela	450	50	50	0	400	180	220	195	205	215	185	240	160	275	125	
Trabajo de oficina, actividad moderada	Oficinas, hoteles, departamentos	475	50	50	0	450	200	270	200	250	215	235	245	205	285	165	
Parados; caminando despacio	Tienda de ropa, almacenes	550	10	70	20	450	200	270	200	250	215	280	245	205	285	165	
Caminando; sentado, de pie; caminando despacio	Cafeterías, Bancos	550	20	70	10	500	180	320	200	300	220	280	255	245	290	210	
Trabajo sedentario	Restaurantes	500	50	50	0	550	190	360	220	330	240	310	280	270	320	230	
Trabajo ligero	Fábrica, trabajo ligero	800	60	40	0	750	190	560	220	530	245	505	295	455	365	285	
Baile moderado	Salas de baile	900	50	50	0	850	220	630	245	605	275	575	325	525	400	450	
Caminando, 3 mph	Fábricas, trabajo algo pesado	1,000	100	0	0	1,000	270	730	300	700	330	670	380	620	460	540	
Jugando	Bolíche	1,500	75	25	0	1,450	450	1,000	465	985	485	965	525	925	605	845	

De *Modern Air Conditioning, Heating, and Ventilating*, 3ª edición, por Willis H. Carrier, Realto E. Cheme, Walter A. Grant y William H. Roberts.

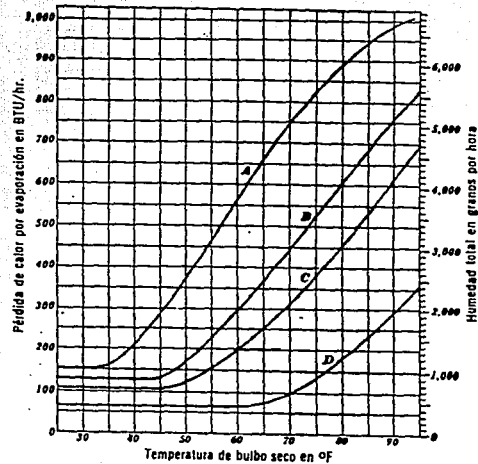
En la siguiente hoja se muestran los **GRAFICOS 1 y 2.**



Pérdida de calor sensible de un ser humano a varias temperaturas de bulbo seco en aire quieto.

De *Air Conditioning and Refrigeration*, 4ª edición, por Burgess H. Jennings y Samuel R. Lewis,

- A) hombre trabajando (66,150 lb pie/h)
- B) hombre trabajando (33,075 lb pie/h)
- C) hombre trabajando (16,538 lb pie/h)
- D) hombre sentado y descansando.

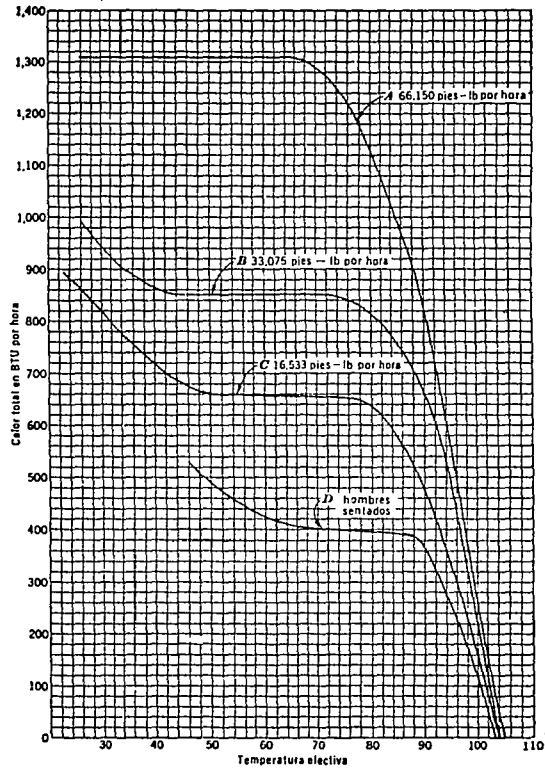


Pérdida de calor latente del ser humano por evaporación y humedad evaporada a varias temperaturas de bulbo seco en aire quieto.

De *Air Conditioning and Refrigeration*, 4ª edición, por Burgess H. Jennings y Samuel R. Lewis,

- A) hombre trabajando (66,150 lb pie/h)
- B) hombre trabajando (33,075 lb pie/h)
- C) hombre trabajando (16,538 lb pie/h)
- D) hombre sentado y descansando.

GRAFICO 3.



Pérdida de calor total del cuerpo humano a varias
- temperaturas efectivas en aire quieto.

De *Air Conditioning and Refrigeration*, 4ª edición, por Burgess H. Jennings y Samuel R. Lewis.

1.2.5.6 GANANCIAS DE CALOR POR OTRAS FUENTES INTERNAS.

Entre las principales fuentes de calor que contribuyen a la carga de enfriamiento se encuentran: motores, iluminación, máquinas de escribir, aparatos de cocina y aparatos domésticos.

Las aportaciones pueden ser tanto de calor sensible solamente, como de calor sensible y latente; y en ausencia de mediciones reales, se pueden emplear los datos de tablas como la siguiente, para efectuar los cálculos pertinentes.

TABLA 5.

Ganancia de calor debida al equipo misceláneo

Dispositivo	Calor disipado durante el funcionamiento (Btu/h)	
	Calor sensible	Calor latente
Luz eléctrica y aparatos eléctricos, por kw instalado	3,413
Motores con la carga aplicada en el mismo cuarto, por HP *		
De 1/4 — 1/2 HP	4,250
De 1/2 — 3 HP	3,700
De 3 — 20 HP	2,950
Cafetera eléctrica (3 galones)	2,200	1,500
Cafetera eléctrica (5 galones)	3,400	2,300
Estufa de gas	3,100	1,700
Calentador de agua	3,150	3,850
Horno doméstico de gas	8,100	4,000
Cafetera de gas (3 galones)	2,500	2,500
Cafetera de gas (5 galones)	3,900	3,900
Equipo calentado por vapor, por pie cuadrado **		
Superficies calentadas por vapor:		
Pulida	130
Sin pulir	330
Superficie aislada	80
Secadores de pelo para sala de belleza:		
Tipo soplador	2,300	400
Tipo casco	1,870	330
Restaurantes, por comida servida	30 (Btu)

* Con carga conectada fuera del cuarto, reste 2,544 Btu/h.

** Para equipo cubierto, reduzca los valores un 50 %.

De *Air Conditioning and Refrigeration*, 4ª edición, por Burgess H. Jennings y Samuel R. Lewis,

1.2.5.7 ILUMINACION.

La ganancia de calor debida a iluminación incandescente se calcula de la siguiente forma:

$$Q = 3.4 * \text{Potencia instalada en Watts} \quad [\text{BTU/hr}]$$

Para iluminación fluorescente:

$$Q = 4.1 * \text{Potencia instalada en Watts} \quad [\text{BTU/hr}].$$

1.2.5.8 MOTORES ELECTRICOS.

La ganancia de calor debida a la operación de motores eléctricos se puede evaluar con la tabla anterior (Tabla 5).

Dicha ganancia depende de la ubicación del motor y la máquina que mueve. Los valores se deben afectar por un factor de carga del motor (en general no operan al 100% de su capacidad) y por un factor de utilización (es común que no operen el 100% del tiempo).

1.2.5.9 GANANCIA O PERDIDA POR INFILTRACION Y VENTILACION.

La infiltración se refiere a la fuga de aire externo hacia el espacio a acondicionar a través de ranuras, uniones de puertas y ventanas, etc. El flujo de infiltraciones depende del tipo de construcción, la condición física del espacio, los vientos predominantes y de si el espacio se encuentra a presión mayor, igual o menor que la externa.

La infiltración en verano produce cargas sensible y latente que se calculan mediante las siguientes fórmulas:

Ganancia de calor sensible:

$$Q = 1.1 * \text{CFM} * \text{TD}$$

Donde,

CFM= Flujo de infiltración [ft³/min].

TD= Diferencia de temperatura entre el exterior y el interior [°F].

Ganancia de calor latente:

$$Q = 0.68 * \text{CFM} * \text{GR}$$

Donde,

GR= Diferencia en humedad absoluta entre el exterior y el interior [granos].

La infiltración en invierno produce carga sensible en el equipo de calefacción. La pérdida de calor se calcula con la misma fórmula que para la ganancia de calor sensible en verano.

La ventilación no produce ganancias o pérdidas de calor propiamente en el espacio a acondicionar, sino más bien en el equipo ya que el ingreso de aire es intencional, para proporcionar aire fresco al espacio, y usualmente se introduce haciéndolo pasar por el equipo de calentamiento o enfriamiento.

Un espacio se puede presurizar mediante ventilación si se eliminan las descargas de aire o si el flujo a través de éstas es menor que el 10% del suministro.

Las ganancias o pérdidas de calor se determinan con las mismas fórmulas que se usan para infiltración en las que se sustituye el flujo de ventilación en CFM (pies cúbicos por minuto).

1.2.5.10 GANANCIA O PERDIDA DE CALOR POR DESHUMIDIFICACION Y HUMIDIFICACION.

DESHUMIDIFICACION.

La remoción de humedad del aire que se introduce en un espacio a enfriar se realiza en el serpentín de enfriamiento. La condensación requiere llevar al aire a su punto de rocío y remover aproximadamente 1070 BTU/lb de agua condensada. Las cargas de calor latente asociado con esta condensación son las que se calcularon previamente.

HUMIDIFICACION.

Aunque la humedad relativa por encima de 20% es adecuada para el confort de personas o para ciertos materiales y procesos, la humidificación de edificios comerciales se debe realizar con precaución. El nivel de humedad que un edificio puede tolerar sin que se presente condensación oculta, puede ser menor de lo que indica la condensación visible en vidrios y ventanas.

En caso de requerirse humidificación en invierno, la adición de agua al aire que se introduce a un espacio requiere aproximadamente 1070 BTU/lb de agua evaporada.

1.2.5.11 GANANCIA O PERDIDA DE CALOR EN DUCTOS.

La ganancia o pérdida de calor en ductos localizados en espacios no acondicionados puede llegar a ser considerable. Los valores no se pueden calcular con precisión hasta que el sistema se haya diseñado, sin embargo, se pueden evaluar a partir del cálculo de la ganancia o pérdida del calor sensible total.

1.2.6 HORA DEL DIA DE CARGA PICO DE ENFRIAMIENTO.

La hora en la que ocurre la carga pico de enfriamiento no es inmediatamente evidente, esto se debe a que los principales componentes de la carga no llegan a sus valores pico simultáneamente.

Mientras que las temperaturas externas alcanzan sus máximos a las 15:00 hrs. las ganancias debidas a radiación solar pueden llegar a su máximo a cualquier hora entre las 7:00 y las 17:00 hrs. y las debidas a los ocupantes y fuentes internas pueden llegar a su valor pico en cualquier momento. Por esta razón es necesario realizar el cálculo de las cargas de calor para diferentes horas del día para determinar la carga máxima.

Un aspecto importante de calcular las cargas de calor a diferentes horas del día es el corregir la temperatura de bulbo seco externa. Si la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior es máxima a las 15:00 hrs., obviamente a otra hora será menor.

1.2.6.1 EJEMPLO DE CALCULO DE CARGA DE CALENTAMIENTO Y ENFRIAMIENTO.

1.2.6.1.1 Datos.

Una tienda de diversos artículos, con cafetería, ubicada a 38° de latitud norte tiene los siguientes datos ambiente de diseño:

- Para enfriamiento:

Temperatura de Bulbo Seco 95°F
 Temperatura de Bulbo Húmedo 74°F
 Humedad absoluta 28 granos/lb de aire seco.

- Condiciones de diseño internas:

Temperatura de Bulbo Seco 75°F
 Humedad relativa 50 %

- Características del edificio:

Paredes. Construcción estructural de madera con acabados interiores en yeso de 1/2 pulgada. Color oscuro. Aislamiento tipo R-7, de acuerdo con la Tabla 7⁽²⁾.

Techo-plafón. Plano. Color oscuro de 1" de espesor, con 2" de aislamiento, plafón suspendido. La altura de éste es 10 ft.

Piso. Construcción estructural con aislamiento de 2.5" sobre un sótano de 8 ft.

Ventanas. Vidrio sencillo de 1/4 de pulgada. La ventana Oeste está protegida por toldo (sombreada totalmente). La ventana Este posee persianas internas.

Puertas. De vidrio de 1/4 de pulgada. La puerta Este se encuentra normalmente cerrada.

Iluminación. Fluorescente. De 600 watts. Suspendida por debajo del plafón.

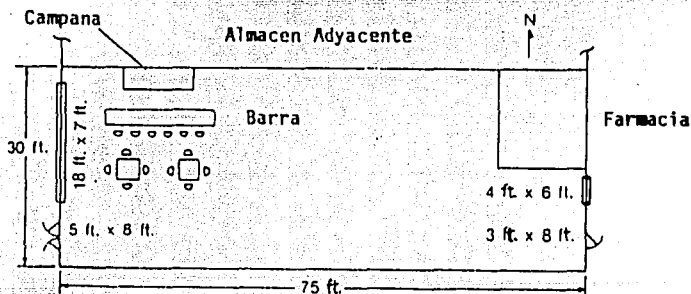
Aparatos. Una cafetera a gas. Una parrilla de vapor a gas de 8 ft², campana sobre ambos, escape de 600 CFM (pies cúbicos por minuto), un refrigerador con un motor de 1/4 HP (caballo de fuerza) y otro de 1/8 HP.

Ocupantes. Veinte personas a medio día, con un tiempo promedio de estancia de una hora.

- El sótano no se acondicionará en verano.

La figura muestra la planta de la tienda y sus dimensiones principales.

FIGURA 3.



1.2.6.1.2 Radiación solar a través del vidrio.

- a) Area ventana Este: $6\text{ft} \cdot 4\text{ft} = 24\text{ft}^2$
 b) Area puerta Este: $3\text{ft} \cdot 8\text{ft} = 24\text{ft}^2$

(2) Debido a que las referencias para los datos aquí presentados se encuentran en inglés, las tablas de las que se han extraído se han dispuesto dentro del apartado de Tablas y Anexos, al final de esta tesis.

- c) Area puerta Oeste: $5\text{ft} * 8\text{ft} = 40\text{ft}^2$
 d) Area ventana Oeste: $18\text{ft} * 7\text{ft} = 126\text{ft}^2$

El cálculo para los factores se hará para el medio día, hora en que se alcanza la máxima cantidad de ocupantes; sin embargo, es necesario verificar que sucede cuando la temperatura y el efecto solar externos alcanzan su máximo (15:00 hr).

De la Tabla 2² y 3² se obtienen los siguientes factores:

Ventana Este.

Factor de calentamiento por ganancia solar (SHGF) = 51; según Tabla 2b(2)

Para una ventana con persianas internas, el factor de sombra para la ganancia de calor a través del vidrio por la radiación solar es 0.64.

Puerta Este:

SHGF = 77

Factor de sombra = 0.95

Puerta Oeste:

SHGF = 26

Factor de sombra = 0.95

Ventana Oeste (por el toldo se considera como Norte):

SHGF = 17

Factor de sombra = 0.95

La multiplicación del área de la ventana, la radiación y los factores de corrección, dan como resultado las siguientes cargas:

Ventana Este:	$24\text{ ft}^2 * 51\text{ BTUH/ft}^2 * 0.64 =$	783.36 BTU/hr
Puerta Este:	$24\text{ ft}^2 * 77\text{ BTUH/ft}^2 * 0.95 =$	1755.6 BTU/hr
Puerta Oeste:	$40\text{ ft}^2 * 26\text{ BTUH/ft}^2 * 0.95 =$	988 BTU/hr
Ventana Norte:	$126\text{ ft}^2 * 17\text{ BTUH/ft}^2 * 0.95 =$	2034.9 BTU/hr

1.2.6.1.3 Ganancia por transmisión de calor.

a) Vidrio:

Total de área de vidrio sin sombra = 190 ft^2

Total de área de vidrio sombreado = 24 ft^2

De la Tabla 5(2), los valores del Factor de Transmisión de Calor para vidrio (U) sin sombra son 1.06 y para sombreado 0.81.

Como el cálculo se hace para una hora (12:00hr) diferente a la que se presenta la temperatura externa de diseño, es necesario corregir esta función de la variación promedio de temperatura en el día que es de 23°F (dato).

Calcúlese la diferencia de temperatura exterior e interior (ver Tabla 6(2)) a medio día:

$$\text{Temperatura externa} = 95^{\circ}\text{F} - (23^{\circ}\text{F} * 0.23) = 89.71 \text{ ó } 90^{\circ}\text{F}$$

Ahora la diferencia de temperaturas externa e interna es:

$$\text{TD} = 15^{\circ}\text{F}$$

Las ganancias por transmisión son: (Area*U*TD)

$$190 \text{ ft}^2 * 1.06 * 15^{\circ}\text{F} = 3021 \text{ BTU/hr (no sombreado)}$$

Carga en vidrio sombreados:

$$24 \text{ ft}^2 * 0.81 * 15^{\circ}\text{F} = 291.6 \text{ BTU/hr}$$

b) Paredes:

$$\text{Area de la superficie Este: } 300 - 2 * 24 \text{ ft}^2 = 252 \text{ ft}^2$$

$$\text{Area del Sur (igual a la del Norte)} = 750 \text{ ft}^2$$

$$\text{Area de la superficie Oeste} = 134 \text{ ft}^2$$

De la Tabla 8(2) el diferencial de temperatura de cada pared es:

$$\text{Este} = 38^{\circ}\text{F}$$

$$\text{Sur} = 27^{\circ}\text{F}$$

$$\text{Oeste} = 16^{\circ}\text{F}$$

* No consideramos el Norte para este inciso, debido a que un almacén obstruye a la luz.

La diferencia equivalente de temperaturas (ETD) deberá corregirse de acuerdo a las notas 2 y 3 de la misma tabla.

Ajuste de la variación de temperatura en el día: Por la nota 2, sumar 0°F y por la nota 3, restar 1.5°F ó redondeando: 2°F.

Restar 2°F a cada valor de ETD para ajustar.

De acuerdo a la Tabla 7(2) y al tipo de pared y aislamiento se tiene un factor de transmisión de calor "U" = 0.09 BTUH/(ft²°F).

$$\text{Este: } 252 \text{ ft}^2 * 0.09 \text{ BTUH}/(\text{ft}^2\text{°F}) * (38^{\circ}\text{F} - 2^{\circ}\text{F}) = 816.48 \text{ BTU/hr}$$

$$\text{Sur: } 750 \text{ ft}^2 * 0.09 \text{ BTUH}/(\text{ft}^2\text{°F}) * (27^{\circ}\text{F} - 2^{\circ}\text{F}) = 1687.5 \text{ BTU/hr}$$

$$\text{Oeste: } 134 \text{ ft}^2 * 0.09 \text{ BTUH}/(\text{ft}^2\text{°F}) * (16^{\circ}\text{F} - 2^{\circ}\text{F}) = 168.84 \text{ BTU/hr}$$

c) Techos y plafones:

Se tiene un área total de 2250 ft².

De la Tabla 7(2) el valor de "U" = 0.11 BTUH/(ft²°F).

Y de la Tabla 9(2) se obtiene la diferencia equivalente de temperatura para una ganancia de calor de un techo plano de 30°F para las 12:00hr (Construcción ligera con plafón); pero según las notas 2 y 3, se debe de ajustar restándole 1.5°F que redondeando se tomarán 2°F.

Entonces la ganancia de calor en el techo es:

$$2250 \text{ft}^2 * 0.11 \text{BTUH}/(\text{ft}^2 \text{°F}) * (30 \text{°F} - 2 \text{°F}) = 6930 \text{ BTU/hr}$$

d) Pisos:

Area total= 2250 ft². De la Tabla 7(2) el valor de "U" = 0.09 BTUH/(ft²°F).

Del inciso de ganancia de calor en vidrios calculamos la diferencia de temperatura exterior e interior: TD= 15°F.

Entonces la ganancia de calor en el piso es:

$$2250 \text{ft}^2 * 0.09 \text{ BTUH}/(\text{ft}^2 \text{°F}) * (15 \text{°F}) = 3037.5 \text{ BTU/hr}$$

1.2.6.1.3 Ganancias de calor internas (ocupantes).

Ver la Tabla 10(2), para las ganancias de calor por los ocupantes.

Para los cálculos, considerar que 14 de los 20 ocupantes están comiendo y los seis restantes están caminando o de pie distribuidos en la tienda. Los calores sensible y latente para las actividades son los siguientes 225 y 315 [BTUH] sensibles; 325 y 325 [BTUH] latentes, respectivamente.

Sensible comiendo: 14 * 225 BTUH= 3150 BTU/hr

Sensible caminando: 6 * 315 BTUH= 1890 BTU/hr

Latente comiendo: 14 * 325 BTUH= 4550 BTU/hr

Latente caminando: 6 * 325 BTUH= 1950 BTU/hr

- Luces y otras ganancias de calor internas.

De acuerdo con lo que se mencionó anteriormente en la sección de ganancia de calor por iluminación se tiene:

$$Q = 4.1 * \text{Potencia instalada en Watts} \quad [\text{BTU/hr}].$$

y para 600 Watts de luz fluorescente: Q= 2460 BTU/hr

De la Tabla 11(2), se toman los valores para los motores de los refrigeradores:

Motor de 1/4, Ganancia de Calor= 1180 BTU/hr
 Motor de 1/8, Ganancia de Calor= 900 BTU/hr

El factor de corrección se toma a juicio del calculista; en este ejemplo se utiliza un factor de 0.75, que es razonable para el medio día. Con lo que se obtiene:

Motor de 1/4, Ganancia de Calor= 1180 * 0.75= 885 BTU/hr
 Motor de 1/8, Ganancia de Calor= 900 * 0.75= 675 BTU/hr

- Aparatos.

De la Tabla 12(2), se obtienen los valores para las ganancias de calor para la cafetera y la parrilla de vapor, y debido a que se tiene un extractor sobre ambos aparatos, el calor solamente será sensible.

Cafetera: 500 BTU/hr
 Parrilla: 8 * 250= 2000 BTU/hr

1.2.6.1.4 Infiltraciones y Ventilación.

Infiltraciones: De la Tabla 13a(2) para los cambios de aire por infiltración, y para el tipo de construcción del ejemplo, el promedio de cambios es 0.4 cambios/hr. Así los CFM (pies cúbicos por minuto) por infiltración se calculan de la siguiente forma (nota#3, Tabla 13a(2)):

$$(10 * 75 * 30 * 0.4 \text{ cambios/hr}) / 60 = 150 \text{ CFM}$$

Es necesario añadir la infiltración por la doble puerta como se indica en la Tabla 13b(2).

Uso de la puerta (nota#4, Tabla 13b(2)):

$$(20 \text{ personas}) * (2 \text{ aperturas por persona}) / (2 \text{ puertas} * 1 \text{ hr})$$

da como resultado 20 aperturas por puerta por persona.

De la tabla mencionada, tomar el dato correspondiente: infiltración por puerta= 220 CFM; al ser doble puerta (dos hojas) se tienen 440 CFM.

La infiltración TOTAL es: 440 + 150= 590 CFM

1.2.6.1.5 Ventilación:

En la Tabla 14(2) se encuentran los requerimientos de ventilación para ocupantes, teniendo los siguientes datos:

Vendedor	1 * 20 CFM=	20
Area de ventas	5 * 7 CFM=	35
Cafeteria	14 * 30 CFM=	420

TOTAL: 475 CFM

El sistema de extracción requiere 600 CFM de aire, que es necesario se introduzca a través del equipo o añadirse a la carga de infiltración.

Dado que se tiene un alto volumen de extracción se utilizará ventilación para reponer ese aire. Como la tienda no quedará presurizada se deben considerar tanto las cargas debidas a ventilación como a infiltración. Nótese que el flujo de 600 CFM satisface las necesidades de aire fresco.

Para infiltración añadida 590 CFM, con una diferencia de temperatura de 15°F en la temperatura de diseño y 28 granos de humedad.

Calcular las cargas sensible y latente, como sigue:

$$590 \text{ CFM} * 15^{\circ}\text{F} * 1.10 \text{ BTUH}/(\text{ft}^3\text{O}^{\circ}\text{F}) = 9735 \text{ BTU/hr}$$

$$590 \text{ CFM} * 28 \text{ granos} * 0.68 \text{ BTUH}/(\text{ft}^3\text{granos}) = 11234 \text{ BTU/hr}$$

Para ventilación es necesario añadir 600 CFM, 15°F como diferencia de temperatura y 28 granos de humedad. Calcular las cargas por calor sensible y latente, como sigue:

$$600 \text{ CFM} * 15^{\circ}\text{F} * 1.10 = 9900 \text{ BTU/hr}$$

$$600 \text{ CFM} * 28 \text{ granos} * 0.68 = 11424 \text{ BTU/hr}$$

Observación: La carga debida a ventilación no es carga propia del espacio, sino carga del equipo.

1.2.6.1.6 Subtotales de carga.

Sumando todas las cargas sensibles y latentes, excepto las de ventilación, se obtiene el subtotal de cada una.

Subtotal de carga sensible 64950 BTU/hr y de latente 15728 BTU/hr.

1.2.6.1.7 Ganancia de calor en ductos y Carga de diseño del espacio.

De la Tabla 16(2) se lee el factor para el tipo de ducto.

Aplicando este factor al total de carga sensible se obtiene:

$$0.10 * 64950 = 6495 \text{ BTU/hr} \quad (\text{ganancia en ductos})$$

Para hallar la carga de espacio de diseño, simplemente se suman la carga del calor sensible y la carga en ductos, lo que da como resultado un total de 71,445 BTU/hr.

Se debe tener en cuenta la carga latente de 17,734 BTU/hr.

* (Ganancia en el aire de retorno debida a iluminación y techo:
No aplicable en este problema).

1.2.6.1.8 Cargas totales

- Sensible y Latente:

Sumando la carga por ventilación al subtotal de carga de espacio, se obtiene:

$$71445 + 9900 = 81345 \text{ BTU/hr}$$

De igual manera para la carga latente se obtienen: 25112 BTU/hr.

- De enfriamiento:

Sumando los dos totales calculados anteriormente, se obtienen la carga total de enfriamiento.

$$81345 \text{ BTU/hr} + 25112 \text{ BTU/hr} = 106457 \text{ BTU/hr.}$$

1.2.6.1.9 CARGA DE CALEFACCION.

Condiciones de diseño:

Considerando el mismo equipo y número de ocupantes, y las siguientes condiciones de diseño internas: 72°F y la máxima humedad relativa para evitar condensación en ventanas.

Temperatura de bulbo seco exterior= 70°F

Diferencia de temperatura (TD) 72°F - 70°F= 65°F

1.2.6.1.10 Pérdidas por transmisión.

Con los datos de las áreas calculados con anterioridad, y los factores "U" de la Tabla 7⁽²⁾, para techos y muros, y en las Tabla 5⁽²⁾ para las puertas y ventanas, leer los factores de pérdidas de calor para piso y sótano en la Tabla 17⁽²⁾.

Realizar los cálculos como se muestra a continuación:

Ventanas	214	*	1.13	*	65=	15718
Paredes	1136	*	0.09	*	65=	6646
Paredes del sótano	1080	*		*	4=	4320
Techos y azoteas	2250	*	0.11	*	65=	16088
Piso (Sótano)	2250	*		*	2 =	4500

1.2.6.1.11 Infiltración y Ventilación.

Para este caso considerar 0.60 cambios de aire por hora, haciendo las operaciones necesarias, se tiene 225 CFM.

Para el sótano se considera un factor de 0.30 y un volumen de 18000 ft². Calculando se llega a 90 CFM.

Añadir la infiltración por puertas de forma similar a la utilizada anteriormente:

Utilización de cada puerta, 20 veces/hr implica 380 CFM por puerta, se tienen dos puertas, por lo tanto serán 760 CFM.

La infiltración total a la tienda es de 1075 CFM; para ventilación considere 600 CFM.

Estos valores multiplicados por el factor de 1.1 y la diferencia en temperatura de bulbo seco, dan como resultado:

Para infiltración: 76862 BTU/hr

Para ventilación: 42900 BTU/hr

Subtotal de carga por calefacción.

Sumar todas las cargas anteriores para obtener un subtotal de 124134 BTU/hr.

1.2.6.1.12 Pérdidas en ductos.

De la Tabla 16⁽²⁾ se lee el factor para el tipo de ducto, este es 0.15, que multiplicado al subtotal de cargas, da el total de pérdidas en ductos:

$$0.15 * 124134 = 18620 \text{ BTU/hr}$$

1.2.6.1.13 Cargas por humidificación.

Consulte la Tabla 18⁽²⁾, para localizar el máximo de humedad relativa posible (14%).

De la Tabla 19b⁽²⁾, la capacidad requerida de un humidificador al 15% de humedad relativa interior y 50°F de temperatura exterior (2.1 gal/día por 100 CFM) y 775 BTU/hr.

De las infiltraciones y ventilación se tiene 1675 CFM.

Calculando la carga de calor del humidificador:

$$(1675 * 775) / 100 = 12981 \text{ BTU/hr}$$

De manera similar se encuentra la capacidad del humidificador:

$$(2.1 \text{ gal/día} * 1675 \text{ CFM}) / 100 = 35 \text{ gal/día.}$$

1.2.6.1.14 Carga total por calefacción.

Sumando la carga del humidificador, de la ventilación y de los ductos, al subtotal de calefacción para el espacio, se obtienen 198635 BTU/hr, de carga total.

1.2.7 Lista de verificación de posibilidades de ahorro energético en sistemas de acondicionamiento ambiental.

- 1.- Reemplazar los paneles de ventanas rotas o cuarteadas.
- 2.- Cerrar ventanas y puertas, mientras el edificio se esté enfriando.
- 3.- Asegurarse de que todos los termostatos funcionen correctamente, y éstos sean operados sólo por personal autorizado, para evitar un manejo inadecuado de ellos.
- 4.- Eliminar el uso de enfriamiento mecánico cuando los locales no se encuentran ocupados.
- 5.- Minimizar las entradas de aire del exterior.
- 6.- En las zonas calurosas, en las ventanas expuestas directamente al sol, instalar protectores para reducir la incidencia de rayos solares.
- 7.- Utilizar colores claros en las paredes exteriores. Con esto se evita la concentración de calor.

1.3 ILUMINACION.

1.3.1 Introducción.

Se estima que aproximadamente un 80% de las impresiones sensoriales humanas son de naturaleza óptica. esto demuestra la importancia de la luz natural y artificial como vínculo de información para el desarrollo de cualquier actividad.

La luz es la sensación que se produce en el ojo humano por ondas electromagnéticas. se trata de campos electromagnéticos que transportan energía a través del espacio y se propagan bajo la forma de oscilaciones o vibraciones.

La luz eléctrica es la más cómoda, limpia, segura e higiénica de los otros tipos de luz artificial; sin embargo, requiere de una correcta utilización en forma eficiente y económica.

El problema del alumbrado es obtener una buena iluminación con un menor consumo de energía eléctrica. Por lo que se hace indispensable el conocimiento de las características de las distintas fuentes luminosas, de los aparatos o equipos de iluminación, de los métodos de cálculo y algunos otros aspectos relacionados con la iluminación.

1.3.2 Definiciones y conceptos básicos de iluminación.

1.3.2.1 Flujo luminoso. Es la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en la unidad de tiempo (segundo). Su unidad de medida es el LUMEN, y se denota por la letra griega Φ .

Prácticamente se debe considerar que de la fuente de iluminación (una lámpara), una parte del flujo luminoso es absorbida por el propio aparato de iluminación. También se debe notar que el flujo luminoso no se distribuye en forma uniforme en todas direcciones y que disminuye, si sobre la lámpara se depositan polvo y otras sustancias.

FIGURA 1.



FALLA DE ORIGEN

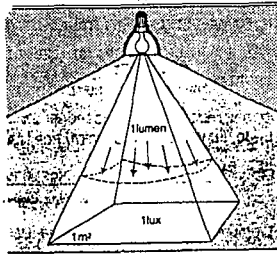
39

1.3.2.2 Iluminación. Se define como el flujo luminoso por unidad de superficie. Se designa con la letra E y se mide en LUX.

$$\text{LUX} = \frac{\text{LUMEN}}{\text{m}^2}$$

$$E = \frac{\text{Flujo luminoso}}{\text{Unidad de superficie}} = \frac{\Phi}{S}$$

FIGURA 2.



La iluminación es el principal dato de proyecto para una instalación de alumbrado y se puede medir por medio de un instrumento denominado Luxómetro.

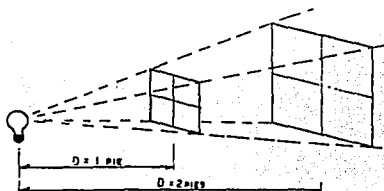
1.3.2.3 Intensidad luminosa. Es una cantidad fotométrica de referencia. La unidad relativa de medición es la CANDELA (CD), cuyo patrón es una superficie de 1.66mm^2 de platino llevada a la temperatura de fusión, que es de 1769°C .

Con referencia a la candela, el lumen se define como el flujo luminoso emitido en el interior de un ángulo sólido de 1 esteradianes (28.6 grados sólidos), por una fuente puntiforme igual a una candela.

Para aclarar, se puede agregar que una fuente luminosa que emite una candela en todas las direcciones (360° sólidos) proporciona un flujo luminoso de $4 \cdot \pi = 12.57$ lumen.

$$I = \frac{\text{Energía de la luz}}{\text{Angulo sólido}}$$

FIGURA 3.



1.3.2.4 Luminancia o brillantez. Es la intensidad luminosa emitida en una dirección determinada por una superficie luminosa o iluminada (fuente secundaria de luz).

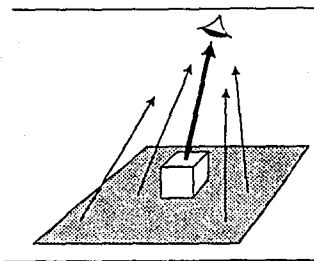
En otros términos, expresa el efecto de la luminosidad que una superficie produce sobre el ojo humano, ya sea fuente primaria o secundaria. Se emplea la letra "L" para su designación, se mide en candelas/m², aún cuando se usa también una unidad 10,000 veces más grande que es la candela/cm².

Algunos valores de iluminación de fuentes luminosas típicas son:

Lámparas fluorescentes	0.5	a	4	cd/cm ²
Lámparas incandescentes	100	a	200	cd/cm ²
Lámparas de arco	hasta 50,000			cd/cm ²
Sol	150,000			cd/cm ²

La superficie emisora considerada en el cálculo de la luminancia corresponde al área aparente de la fuerza luminosa vista por un observador.

FIGURA 4.



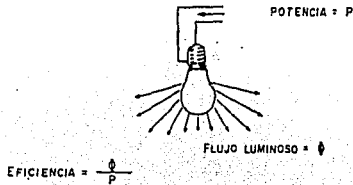
FALLA DE ORIGEN

41

1.3.2.5 Eficiencia luminosa. Se define como la relación entre el flujo (Φ) expresado en lumen, emitido por una fuente luminosa, y la potencia absorbida por una lámpara. Se expresa en LUMEN.

WATT

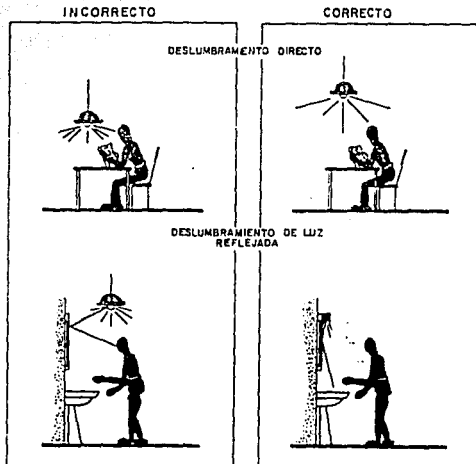
FIGURA 5.



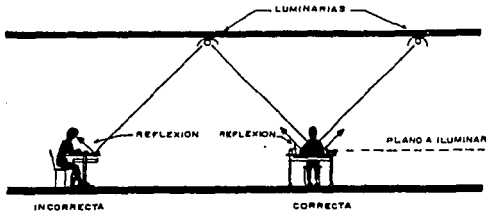
1.3.3 Fuentes luminosas. Una buena iluminación es importante porque permite un mejor desarrollo de todas las actividades y las hace menos cansadas.

A continuación se presentan algunas figuras de interés para el diseño de las instalaciones donde se emplearán las fuentes luminosas.

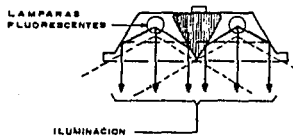
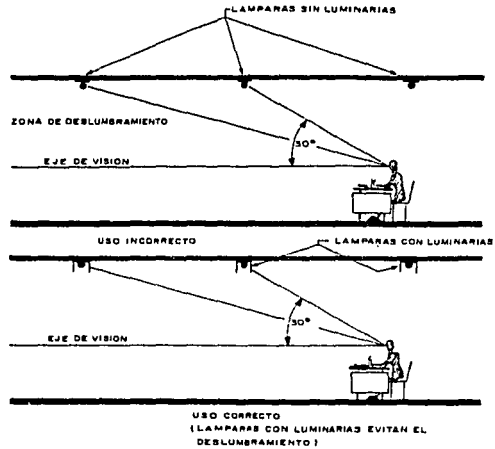
FIGURA 6.



FIGURAS 7 Y 8.



DISPOSICION DE LUMINARIAS CON RELACION A LOS PUNTOS A ILUMINAR PARA EVITAR DESLUMBRAMIENTO POR REFLEXION.



EJEMPLO DE LUMINARIA CON DIFUSORES a) LONGITUDINAL b) TRANSVERSAL

EFFECTO DE LAS LUMINARIAS EN EL DESLUMBRAMIENTO.

Para que una instalación luminosa sea plenamente eficaz, debe cumplir entre otras cosas, con un buen nivel de iluminación (es decir la cantidad de luz recibida por los objetos), respecto a condiciones como:

- Equilibrio de la luminancia o brillantez. es decir, la cantidad de luz reflejada por los distintos objetos en la dirección del observador.

- La iluminación de las causas susceptibles de determinar una sensación de molestia por deslumbramiento directo o indirecto.

- La selección de un color de luz emitida por las lámparas que sea compatible con los objetos a iluminar.

- Un juego de sombras adecuado.

En general los métodos empleados para producir radiaciones luminosas son los siguientes:

- Radiación por elevación de temperatura.

- Descarga eléctrica en el gas o en los metales al estado de vapor.

- Fluorescencia.

Para la selección del tipo de lámpara a emplear es necesario tener en cuenta las siguientes características:

Potencia nominal: Condiciona el flujo luminoso y el dimensionamiento de la instalación desde el punto de vista eléctrico.

Eficiencia luminosa y decaimiento del flujo luminoso. Durante el funcionamiento, duración de vida media y costo de la lámpara. Estos factores condicionan la economía de operación de la instalación.

Gama cromática. Condiciona la mayor o menor apreciación de los colores respecto a las observaciones a la luz natural.

Temperatura de los colores. Condiciona la tonalidad de la luz. Se dice que una lámpara proporciona una luz "caliente" o "fría" si prevalecen las radiaciones luminosas rosa o azul.

Dimensiones del local. Las características de la construcción y sus dimensiones condicionan al tipo y características de los aparatos de iluminación como son la direccional del haz luminoso, costo, etc.

1.3.3.1 Lámparas incandescentes. El principio de funcionamiento se basa en que un filamento de tungsteno de espiral simple o doble, se lleva hasta la incandescencia con el paso de la corriente eléctrica. Con el objeto de que no se queme el filamento, se encierra en una ampollita o bulbo de vidrio dentro del cual se hace el vacío o se introduce un gas inerte (argón, criptón, etc.). Se hace el vacío en las lámparas de potencia pequeñas en tanto que el uso de gas inerte se hace en las lámparas de mediana y gran potencia.

Se estima que una lámpara incandescente operando a su voltaje nominal, tiene una vida media de alrededor de 1,000 hr. Se fabrican en rangos de 25 W hasta 1000 W. Su característica principal es su facilidad de instalación y bajo costo ya que no requiere de ningún aparato auxiliar.

Su eficiencia generalmente es baja en comparación con los otros tipos de lámparas; aunque se incrementa cuando aumenta la potencia de la lámpara.

Su principal aplicación reside en el alumbrado general y localizada, en interiores. Normalmente se emplean de 75 a 150 W, con alturas no superiores a 3m.

Ventajas.

Encendido inmediato.

No requiere aparatos auxiliares.

Ocupa poco espacio.

Bajo costo.

No hay limitación para la posición de funcionamiento.

Desventajas.

Baja eficiencia luminosa, y por tanto elevado costo de operación.

Elevada producción de calor.

Elevada brillantez con deslumbramiento relativo.

Vida media limitada.

A continuación, en la Tabla 6 se muestran algunos parámetros de interés de las lámparas incandescentes.

TABLA 6.

CARACTERÍSTICAS DE LAS LÁMPARAS INCANDESCENTES NORMALES

POTENCIA NOMINAL (WATTS)	FLUJO LUMINOSO (LUMEN)		EFICIENCIA LUMINOSA (LUMEN / WATT)	
	127 V	220 V	127 V	220 V
25	220	220	8.8	8.8
40	430	350	10.8	8.8
60	750	630	12.5	10.5
100	1380	1250	13.8	12.5
150	2300	2090	15.4	14.0
200	3200	2920	16.0	14.6
300	4950	4610	16.5	15.3

1.3.3.2 Lámparas incandescentes con halógenos. Constituyen un tipo particular de lámparas incandescentes, ya que se les introduce una pequeña cantidad de halógeno (generalmente sodio) de manera que se da lugar a un proceso que incide sobre el filamento con lo que se tiene un menor decaimiento luminoso, mayor eficiencia y menor dimensión del bulbo (generalmente de cuarzo).

Se aplican desde los 500 a 1,000 W, usándose generalmente para la iluminación de monumentos, campos deportivos, para fotografía cinematográfica o de televisión.

TABLA 7.
CARACTERÍSTICAS DE LAMPARAS EN HALOGENO

POTENCIA (WATTS)	FLUJO LUMINOSO (LUMENS)	EFICIENCIA LUMEN / WATT	VOLTAJE DE OPERACION (VOLTS)
50	850	17,0	12
100	2000	20,0	24
150	2500	16,7	220
250	4200	16,8	220
500	9500	19,0	220
1000	22000	22,0	220
1500	33000	22,0	220
2000	44000	22,0	220

1.3.3.3 Lámparas de descarga en gas. Este grupo comprende a las lámparas fluorescentes tubulares, las lámparas de vapor de mercurio o de sodio, así como los tubos usados para anuncios luminosos. La característica común es el paso de la corriente en un gas.

Desventajas: requieren de dispositivos especiales para su encendido y estabilización de descarga, bajo factor de potencia y la necesidad de eliminar el efecto estroboscópico (parpadeo).

1.3.3.4 Lámparas fluorescentes. En ellas se tiene una descarga eléctrica que excita al gas (vapor de mercurio y un poco de argón) contenido en el tubo, generando una radiación sobre todo en el campo de la luz ultravioleta. Tales radiaciones se dirigen a la substancia fluorescente, en las paredes internas del tubo y se transforma en energía luminosa visible.

Se pueden clasificar en dos conjuntos: lámparas de cátodo caliente y de cátodo frío. Las primeras son en general más cortas y de mayor diámetro, mayor eficiencia y menor eficiencia. Las de cátodo frío se emplean en letreros luminosos.

Una característica de estas lámparas es el empleo de un "reactor" que sirve para limitar y estabilizar la corriente de descarga, y su consumo va del 15 al 40% de la potencia total. Por lo que el factor de potencia resulta en general muy bajo (entre .5 y .6) y con el empleo de un condensador se obtiene una corrección de éste que lo sitúa hasta un valor de 0.9 (satisfactorio).

La duración media de una lámpara fluorescente de cátodo caliente es de alrededor de 7500 horas, y poseen una buena eficiencia luminosa (de 4 a 6 veces lo que tienen las lámparas incandescentes), con lo que se tiene un menor costo de operación, baja luminancia (.3 a 1.3 candelas/cm²) que reduce el deslumbramiento y tampoco tienen restricciones en la posición de operación, pero su costo de instalación, a igualdad de potencia con las incandescentes, puede ser de 10 a 15 veces mayor.

TABLA 8.
CARACTERISTICAS DE LAMPARAS FLUORESCENTES DE 38mm DE
DIAMETRO

POTENCIA NOMINAL (WATTS)	POTENCIA NECESARIA PARA EL REACTOR (WATTS)	LONGITUD DEL TUBO (MM)	FLUJO LUMINOSO (LUMEN)	EFICIENCIA LUMINOSA (LUMEN / WATT)
15	23	438	600	36.0
20	29	590	1080	37.2
25	34	970	1500	44.1
30	40	895	2000	50.0
40	50	1200	2500	50.0
60	75	1500	4000	53.3

TABLA 9.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAMPARAS FLUORESCENTES CIRCULARES Y EN U

FORMA	POTENCIA NOMINAL (WATTS)	POTENCIA DEL REACTOR (WATTS)	DIAMETRO DEL TUBO (mm)	DIMENSIONES DE INSTALACION (mm)	FLUJO LUMINOSO (LUMEN)
CIRCULAR	22	30	29	216	980
	32	40	32	311	1650
	40	50	32	413	2250
EN U	10	15	26	82 x 250	450
	16	20	26	82 x 370	820
	20	28	38	430 x 310	950
	30	40	26	82 x 463	1500
	40	50	38	130 x 610	2200
	65	75	38	150 x 765	3450

TABLA 10.

POTENCIA NOMINAL (WATTS)	DIMENSIONES		TONALIDAD DE COLORES	FLUJO LUMINOSO (LUMEN)
	DIAMETRO (MM)	LARGO (MM)		
37	26	1760	MUY BLANCA DIURNA BLANCA	2900 2300 2900
49	26	2370	MUY BLANCA DIURNA BLANCA	4300 3400 4300
39 57	38 38	1150 1760	MUY BLANCA DIURNA BLANCA	2900 5500 4400
75	38	2360	MUY BLANCA DIURNA BLANCA	6300 5000 6300

Comparación económica entre la lámparas incandescentes y las fluorescentes.

Costo de adquisición.

Una lámpara incandescente cuesta menos, ya que sólo incluye el portalámpara y la lámpara.

Un tubo fluorescente cuesta más, ya que incluye: tubo, reactor, condensador, arrancador y portalámpara especial.

Considerando que la lámpara incandescente no dura más de 1000 hr, y que el tubo fluorescente sobrepasa las 6000 hr, el costo de adquisición se compensa y puede llegar a igualarse.

Costo de operación.

La lámpara incandescente tiene una eficiencia menor.

Ejemplo: una lámpara de 75 W tiene 11 lumen/W de eficiencia.

El tubo fluorescente tiene una mayor eficiencia.

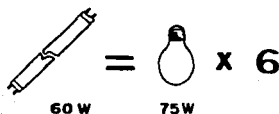
Ejemplo: un tubo de 70 W (blanco-Frío) tiene 77 Lumen/W.

De aquí que el costo de operación de un tubo fluorescente es aproximadamente una séptima parte del de una lámpara incandescente.

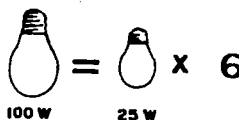
A continuación se muestra una figura alusiva al concepto anteriormente descrito.

FIGURA 9.

ALGUNOS CRITERIOS DE ECONOMIA
PARA ILUMINACION



Un tubo fluorescente de 60 watts (75 con el reactor) de color blanco proporciona el mismo flujo luminoso que 6 lámparas incandescentes de 75 watts y dura 7 veces más.



Una lámpara incandescente de 100 watts proporciona el mismo flujo luminoso que 6 lámparas de 25 watts, pero estas consumen 30% más de energía eléctrica (6 x 25 = 150 watts).

1.3.3.5 Lámparas de vapor de mercurio. Estas lámparas están constituidas por un pequeño tubo de cuarzo que contiene vapor de mercurio a una presión elevada y un gas inerte (argón) para facilitar la descarga. En los dos extremos se localizan los electrodos, de los cuales dos son principales y uno o dos auxiliares.

El tubo de cuarzo va encerrado en un bulbo de vidrio que absorbe las radiaciones ultravioleta que dañan los ojos y dan lugar a la formación de ozono en el aire, y también sirve para mejorar la calidad de la luz, cuando se reviste interiormente de polvo fluorescente.

Campos de aplicación. Para iluminación general en grandes edificios industriales, almacenes de depósitos, etc. Se recomiendan alturas de montaje de 5 a 8m para potencia hasta 250 W y de 8 a 20m para potencias mayores.

Ventajas. Buena eficiencia luminosa. Luminancia media de 4 a 25 candelas/cm²; ocupan poco espacio y una buena vida de 6,000 a 9,000 horas. Sólo las de halógeno tienen algunas restricciones para el montaje.

Desventajas. Empleo de elementos auxiliares para el encendido, que además no es inmediato, tomando de 4 a 5 minutos para tener la máxima emisión luminosa y su costo es relativamente elevado.

Principales tipos de lámparas:

a) Lámparas con bulbo fluorescente. La parte interior del bulbo está revestida con una capa fluorescente, que permite obtener un espectro compuesto principalmente por radiaciones color rosa con gran longitud de onda.

TABLA 11.

CARACTERISTICAS DE LAS LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO DE BULBO FLUORESCENTE

POTENCIA (WATTS)	FLUJO (LUMEN)	LUMINANCIA MAXIMA CANDELAS/CM ²	DIAMETRO MM	ALTURA MM	EFICIENCIA LUMEN/ WATT
50	2000	4	55	130	32
80	3850	5	70	155	42
125	6500	7,5	75	180	46
250	14000	10,5	90	225	52
400	24000	11,5	120	290	56

b) Lámparas de vapor de mercurio con luz mixta. Proporcionan una luz mixta mercurio-incandescente. Al tubo normal de descarga se le agrega un filamento metálico (conectado en serie) que asume la doble función de aportar radiaciones luminosas de color rosa (típica de las lámparas incandescentes) y de servir como resistencia estabilizadora de la descarga. Por tal motivo no se requiere de elementos auxiliares de alimentación.

Se emplean generalmente para sustituir a las lámparas incandescentes de elevada potencia. Pero tiene la restricción de montaje que varía según la potencia. Tienen una vida media de 5,000 horas.

TABLA 12.

CARACTERISTICAS DE LAS LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO DE LUZ MIXTA

POTENCIA (WATTS)	FLUJO LUMINOSO (LUMEN)	DIAMETRO (MM)	ALTURA (MM)	EFICIENCIA LUMINOSA (LUMEN/WATT)
160	3100	87	187	19
250	5600	106	230	22
500	14000	130	275	28
1000	32500	160	315	32

c) Lámparas de vapor de mercurio de alta eficiencia luminosa. Tienen una eficiencia luminosa entre 70 y 140 lumen/W, incluyendo las pérdidas en el alimentador.

Existen de yoduro metálico y de vapor de sodio a elevada presión. Se utilizan donde se requiere un elevado nivel de iluminación (como en estacionamientos, grandes almacenes, etc.).

TABLA 13.

CARACTERÍSTICAS DE LAS LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO DE ALTA EFICIENCIA.

POTENCIA (WATTS)	FLUJO LUMINOSO (LUMENS)	LUMINANCIA (CANDELAS/ C M ²)	EFICIENCIA (LUMEN/ WATT)	DIÁMETRO (MM)	LONGITUD (MM)
250	19000	1100	70	46	70
360	28000	700	73	46	73
1000	80000	810	77	80	77
2000	170000	920	82	100	82
3500	300000	880	82	100	82

1.3.3.6 Lámparas de vapor de sodio a alta presión. Su luz es de un color "blanco dorado" que tiende al amarillo fuerte. Con referencia a las lámparas de vapor de mercurio, presentan una mayor eficiencia, y se emplean en áreas industriales, donde la tonalidad de colores no es muy importante.

Su encendido es similar al de las lámparas de vapor de mercurio, pero puede operar a temperaturas muy bajas (hasta los 40°C bajo cero).

Su duración es del orden de las 6,000 horas.

TABLA 14.

LÁMPARAS CON BULBO TUBULAR CLARO					
150	14500	300	48	250	87
250	25500	360	48	260	92
400	48000	550	46	285	109
1000	130000	650	66	400	119
LÁMPARAS CON BULBO TUBULAR DE CUARZO CON DOS PATAS					
250	25500	400	23	205	92
400	48000	550	23	205	109

TABLA 14 (Continuación).

CARACTERISTICAS DE LAS LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA
PREISION

POTENCIA (WATTS)	FLUJO LUMINOSO (LUMEN)	LUMINANCIA MEDIA (CANDELAS/D ²)	DIAMETRO (MM)	LARGO (MM)	EFICIENCIA (LUMEN/WATT)
LAMPARAS DE BULBO ELIPSOIDAL DIFUNDEnte					
70	5800	8	70	155	66
150	14800	10	90	230	84
250	25000	19	90	230	90
400	47000	24	120	290	107
10000	120000	36	165	400	110
LAMPARAS DE BULBO ELIPSOIDAL DIFUNDEnte CON SISTEMA DE ENCENDIDO					
210	19000	15	90	230	82
350	34000	22	120	290	91

1.3.3.7 Lámparas de sodio a baja presión. Su color es amarillo ya que se encuentra dentro de la gama de los colores monocromáticos. La eficiencia de estas lámparas es muy alta y se puede considerar como la mayor entre todas las fuentes luminosas artificiales y alcanza valores de 130 y 180 lumen/w.

La utilización típica que reciben se encuentra en la iluminación de áreas externas donde la tonalidad de los colores no es muy importante y en donde las luces monocromáticas presentan la ventaja de menos dispersión en caso de niebla.

Su encendido es lento, requiriendo de casi 10 minutos para alcanzar el 80% del flujo luminoso y otros 5 para llegar al 100%. Y su duración es del orden de 6,000 horas, requiriendo de aditamentos especiales para su alimentación (reactores y transformadores).

TABLA 15.

CARACTERISTICAS DE LAS LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO A BAJA PRE-
SION

POTENCIA (WATTS)	FLUJO (LUMEN)	LUMINANCIA (CANDELAS/ GR)	DIAMETRO (MM)	LARGO (MM)	EFICIENCIA (LUMEN/ WATT)
BULBO TUBULAR CLARO					
18	1800	10	53	215	67
35	4800	10	52	310	86
55	8000	10	52	425	105
90	13500	10	66	530	116
135	22500	10	66	775	128
180	33000	10	66	1120	150

1.3.4 Aparatos para iluminación (luminarias). Salvo en casos particulares de lámparas concebidas en forma especial, las fuentes luminosas se ponen en operación dentro de los aparatos de iluminación, que sirven para dirigir, filtrar o transformar la luz emitida por las lámparas. Comprenden todos los elementos necesarios para fijar y proteger mecánicamente las lámparas y para recibir al circuito de alimentación.

Los aparatos que sirven para modificar la dirección de la luz son denominados reflectores. Se construyen de distintas formas según se requiera un haz de luz paralelo (reflectores parabólicos) o concéntricos. El rendimiento de reflectores es por tanto la relación entre el flujo luminoso utilizable y el que emite la lámpara, y varía entre el 70 y el 80%.

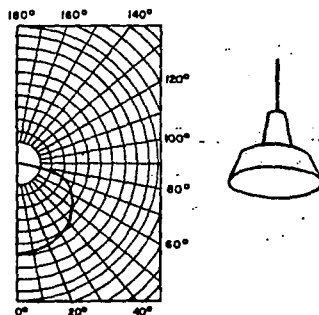
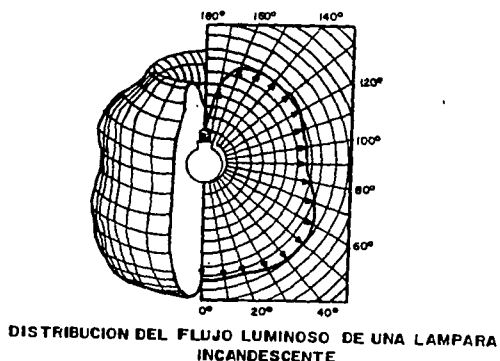
Para atenuar los efectos deslumbrantes de las fuentes luminosas se usan los llamados difusores, que pueden ser de vidrio opalino o esmerilado, o bien de plástico. El rendimiento de estos aparatos varía entre el 50 y el 80%.

1.3.4.1 Curvas fotométricas. Las luminarias se caracterizan por un diagrama polar de intensidad luminosa llamado también curva fotométrica.

1.3.4.2 Tipos de iluminación. Se pueden clasificar de acuerdo a la distribución del flujo luminoso como:

Iluminación directa. Donde el flujo luminoso es directo hacia abajo. Las luminarias de este tipo tienen por lo general un rendimiento elevado (90 a 100%).

FIGURA 10.



Semidirecta. El flujo luminoso es directo en gran parte hacia abajo (60 a 90%) y en parte hacia arriba (10 a 40%).

Mixta. El flujo luminoso está distribuido uniformemente hacia abajo (40 a 50%) y hacia arriba.

Semidirecta. El flujo luminoso es encauzado principalmente a la parte superior (60 a 90%).

Indirecta. El rendimiento es bajo y la visión poco nítida por la falta de efecto sombra. La iluminación hacia arriba es del 90 al 100%.

Sistemas de iluminación.

FIGURA 11.

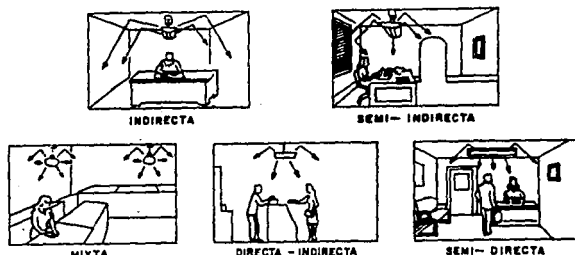
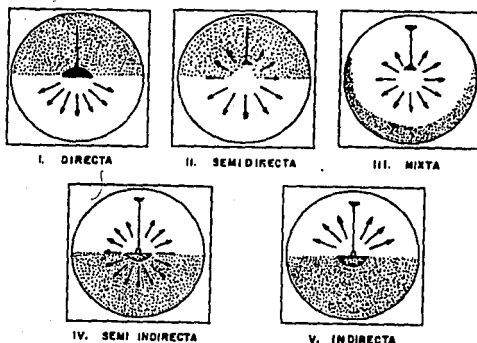


FIGURA 12.



Otra clasificación que se puede hacer de los tipos de iluminación es en base a los aparatos destinados a la iluminación. Pudiendo ser:

- Iluminación general.
- Iluminación localizada.
- Iluminación suplementaria.

1.3.5 Iluminación de interiores. Para obtener una buena iluminación de interiores, se deben considerar tres factores fundamentales:

- a) El nivel de iluminación adecuado a las características de los locales por iluminar y a las actividades que se desarrollen.

- b) Una distribución apropiada de la luz.
- c) El tipo de fuente luminosa y los aparatos de iluminación (luminarias).

Es decir, se debe proporcionar una adecuada iluminación de los diversos espacios y planos de trabajo.

Una relación de la luminancia, tal que se puedan crear contrastes, sombras apropiadas y se facilite la visión de los objetos a iluminar.

Ausencia de deslumbramiento.
Ausencia del efecto estroboscópico.
Tonalidad de colores satisfactoria.

1.3.5.1 El nivel de iluminación. El nivel de iluminación que se toma en consideración es el disponible sobre el plano de trabajo, es decir, sobre el lugar donde se encuentran los objetos por observar. Normalmente el plano de trabajo se encuentra en un plano horizontal localizado entre 0.8 y 0.9m sobre el nivel del suelo.

Para la selección del nivel de iluminación, las sociedades de iluminación o grupos relacionados con el tema, han elaborado tablas que dan los llamados niveles de iluminación recomendados en función del tipo de ambiente por iluminar. en los niveles de iluminación se habla con frecuencia de la calidad de la iluminación, pero también de la economía de la energía, y es por lo que se debe ser cuidadoso en la selección de estos niveles. Puesto que existirán siempre contradicciones, no sólo en los libros y revistas relacionadas con los problemas de iluminación, también en las normas y especificaciones técnicas, lo mismo ocurre con los fabricantes de lámparas y luminarias.

En una época en donde ahorrar energía es importante, no sólo por los altos costos que adquiere, sino que también por la necesidad de hacer un uso más eficiente de la misma, la iluminación es una de las fuentes de economía de la energía, por lo que se deben considerar los siguientes elementos básicos:

El nivel de iluminación.
La eficiencia de las lámparas.
El rendimiento de las luminarias.
El proyecto de la instalación.
El mantenimiento de la instalación.

Algunos de los niveles recomendados se dan en la Tabla 16. Valores distintos a éstos pueden ser usados de acuerdo al criterio del proyectista y se publican con mayor detalle en los órganos de difusión de los comités de iluminación o también en libros y manuales especializados en el tema.

FALLA DE ORIGEN

56

TABLA 16.

ALMACENES			
Materiales Medianos-----	200	GALERIA DE ARTE-----	270-1100
Materiales Pequeños-----		BILLARES EN LA MESA-----	260- 370
ASCENSORES		ESCAPARATES-----	320-1600
Cabinas de Carga y Pasajeros-----	50	QUITROFANO-----	1500-3000
AUDITORIOS		JOYERIA-----	540-1100
Actividades Sociales-----	50	IGLESIAS	
Exposiciones-----	300	Altar-----	100
BANCOS		Iluminación General en Areas de Culto-----	150
Vestíbulo, General-----	500	IMPRESNTAS	
Cajas, Registro y Perforación de Tarjetas-----	1500	Grabado de Fotografía-----	500
BARCOS		Prensas-----	700
Iluminación General-----	100	Inspección de Colores-----	2000
BASQUETBOL		LAVANDERIAS	
Reglamentado-----	500	Iluminación General-----	200
Recreativo-----	300	MONTAJE	
BIBLIOTECAS		Medio-----	1000
Sala de Lectura-----	700	Ajuste fino-----	5000
Estantería-----	300	Ajuste muy fino-----	10000
ESCUELAS		OFICINAS	
Aulas-----	700	Lectura y Transcripción-----	700
Salas de Dibujo-----	1000	Areas de trabajo Regular-----	1000
GARAGES PARA VEHICULOS DE MOTOR		Contabilidad, Auditoría y Maquinas Calculadoras-----	1500
Zonas de Estacionamiento-----	100	Dibujos Burdos-----	1500
Zonas para Reparación-----	1000	Cartografía, Diseño y Dibujo Fino-----	2000
GINNASIOS		PINTURA	
Ejercicio General y Recreativo-----	500	Pintura por Aspersión, de Muñeca y con Plantilla-----	500
Competencias y Concursos-----	500	Pintura Fina, Acabados y Pruebas-----	1000
HOTELES		TALLERES MECANICOS.	
Iluminación General en Baños, Recámaras y Recibidor--	100	Trabajo de Banco Burdos-----	500
Corredores, Ascensores y Escaleras-----	200	Trabajos de Banco Medio, Pulido y Rectificado Burdo	1000
Lectura y Areas de Trabajo-----	300	TIENDAS	
		Pasillo, Almacén-----	300
		Ventas en Mostrador-----	1000
		Ventas en Autoservicio-----	2000
		SALON DE BAILE-----	400
		SOLICHES-----	260- 370
		EXPOSICIONES-----	370-1100
		UBESOS INTERIORES-----	270- 540
		REJERIA-----	540-1100

1.4 FACTOR DE POTENCIA.

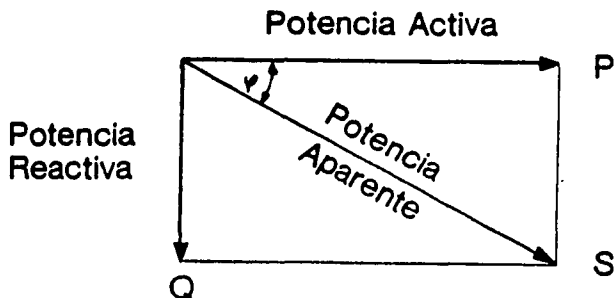
1.4.1 DEFINICION DEL FACTOR DE POTENCIA.

La gran mayoría de equipos eléctricos: motores, transformadores, hornos de inducción, lámparas fluorescentes, soldadoras, etc., consumen potencia activa o de trabajo "KW" (Kilowatts), que es la potencia que el equipo convierte en trabajo útil; y potencia reactiva o no productiva "KVAR" (Kilovoltsamperes reactivos), que proporciona el flujo magnético necesario para el funcionamiento del equipo, pero que no se transforma en trabajo útil.

Por lo tanto, la potencia total aparente que consume el equipo, está formada por estas dos componentes.

Las diferentes formas de potencia eléctrica se ilustran gráficamente en la siguiente figura:

FIGURA 13.



Por tanto, el factor de potencia ($\cos\phi$), se define como el coseno del ángulo existente entre potencia activa "P" y la aparente total "S", (se obtiene dividiendo la potencia activa entre la potencia aparente).

$$\text{Factor de potencia} = \cos\phi = (P / S) = (W / VA)$$

El factor de potencia puede también ser expresado como una función de la potencia activa y reactiva:

$$S^2 = P^2 + Q^2 \quad [3]$$

[3] Las fórmulas aquí mostradas pueden corroborarse en los libros citados en la bibliografía.

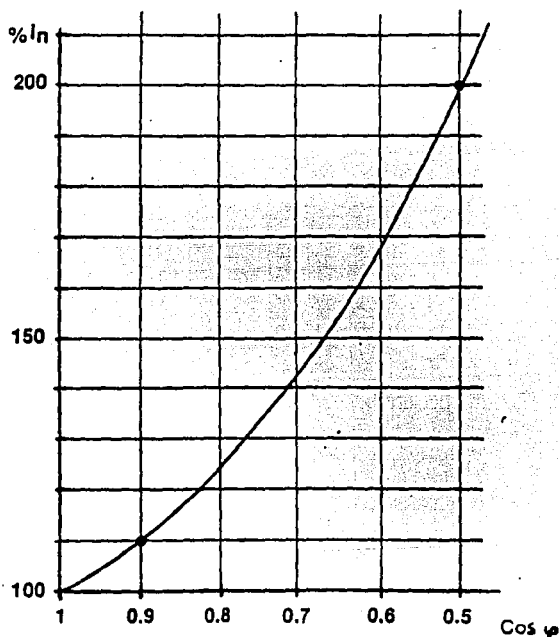
1.4.2 PROBLEMAS CON UN BAJO FACTOR DE POTENCIA.

1.4.2.1 DIAGRAMA DE CORRIENTE.

Para una potencia constante, la cantidad de corriente de la red se incrementará en la medida que el factor de potencia disminuya. Por ejemplo: con un factor de potencia de 0.5, la cantidad de corriente por la carga será dos veces la corriente útil; en cambio, para un factor de potencia igual a 0.9 la cantidad de corriente será 10% más alta que la corriente útil.

Esto se puede apreciar en el siguiente gráfico.

GRAFICO 4.



Lo cual significa que a bajos factores de potencia los transformadores y cables de distribución pueden sobrecargarse y que las pérdidas en ellos se incrementarán (en proporción al cuadrado de la corriente), afectando a la red tanto en alto como en bajo voltaje.

1.4.2.2 PROBLEMAS CON UN FACTOR DE POTENCIA BAJO.

La influencia que tiene el factor de potencia sobre el valor de la corriente demandada en el sistema, ocasiona pérdidas, entre las que se destacan:

a) Aumento de las pérdidas por efecto Joule, que son una función del cuadrado de la corriente. Estas pérdidas se manifiestan en:

- Los cables entre el medidor y el usuario.
- Los embobinados de los transformadores de distribución.
- Dispositivos de operación y protección.

b) Un aumento en la caída de voltaje resultando en un insuficiente suministro de potencia a las cargas (motores, lámparas, etc.); estas cargas sufren una reducción en su potencia de salida. Esta caída de voltaje afecta a:

- Los embobinados de los transformadores de distribución.
- Los cables de alimentación.
- Sistemas de protección y control.

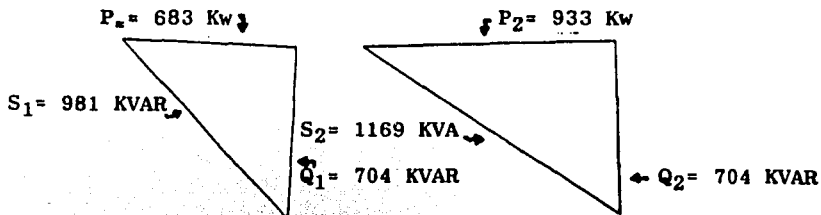
c) Incremento de la potencia aparente, con lo que se reduce la capacidad de carga instalada. Esto es importante en el caso de transformadores de distribución.

d) Estas pérdidas afectan al productor y distribuidor de energía eléctrica, por lo que se penaliza al usuario haciendo que pague más por su electricidad.

1.4.3 EJEMPLOS SOBRE CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA.

Determinar la posibilidad de aumentar la potencia instalada en cierta empresa "X", la cual tiene instalado un transformador de 1000 KVA y sirve una carga de 683 KW, con una intensidad de 1180 Amps, a una tensión de 480 Volts. La Figura 14 ilustra este ejemplo.

FIGURA 14.



A. Antes de la ampliación

B. Después de la ampliación
(Sin condensadores)

$$S_1 = (\sqrt{3}) * V * I = (\sqrt{3}) * 0.480 * 1.180 = 981.033 \text{ KVA}$$

$$P_1 = 683 \text{ KW}$$

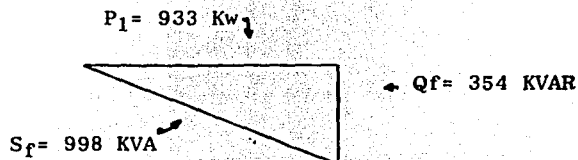
$$Q_1 = \sqrt{(S_1^2 - P_1^2)} = \sqrt{(981.033^2 - 683^2)} = 704.23 \text{ KVAR}$$

el factor de potencia es:

$$\cos\phi_1 = (P_1 / S_1) = 0.6962$$

Surgió la necesidad de servir una nueva carga de 250 KW, con un factor de potencia igual a 1.00.

Esto requiere como se aprecia en la figura 15.



C. Después de la ampliación.
(Con condensadores)

$$P_2 = P_1 + 250 \text{ KW} = 933 \text{ KW}$$

$$Q_2 = Q_1 + 0 = 704 \text{ KVAR}$$

por lo que,

$$S_2 = \sqrt{(P_2^2 + Q_2^2)} = \sqrt{(933^2 + 704^2)} = 1168.8 \text{ KVA}$$

y con un factor de potencia de:

$$(P_2 / S_2) = (933 / 1168.8) = 0.7982$$

Esta nueva potencia aparente S_2 , sería la que soportaría el transformador, es decir, una sobrecarga permanente de 16.88% (inadmisible).

Se plantean dos soluciones:

- 1.- Instalar un nuevo transformador de 300 KVA para servir la nueva carga.
- 2.- Aumentar la potencia instalada mediante capacitores.

Para que S_2 sea de la capacidad total del transformador, entonces:

$$S_2^2 = (1000)^2 = (933\text{KW})^2 + Q_2^2$$

por tanto, Q_2 , debe ser a lo sumo de: 359.88 KVAR

Por lo que instalando una batería de capacitores de 350 KVAR se tiene la siguiente situación final:

$$P_F = P_2 = 933 \text{ KW}$$

$$Q_F = Q_2 - 350 = 704 - 350 = 354 \text{ KVAR}$$

$$S_F = \sqrt{(933^2 + 354^2)} = 998 \text{ KVA}$$

Factor de potencia final:

$$(933 / 998) = 0.935$$

Con lo que se tiene un funcionamiento nominal y sin sobrecargas del transformador.

El análisis económico de las dos opciones fue bastante más favorable a la solución de instalar una batería de capacitores.

Podemos decir a este respecto, que el precio de referencia (1991) de una batería de capacitores de 350 KVAR a 380 V, es de aproximadamente 15 millones de pesos; y el de un transformador de 300 KVA de unos 22.5 millones de pesos. Habrá que añadir en cada caso el costo de interruptores, seccionadores, fusibles, y demás implementos necesarios; así como los costos de instalación, que normalmente son mayores para el transformador.

Otra ventaja adicional y muy importante de los capacitores, es la reducción del costo de la energía eléctrica obtenida, al mejorar el factor de potencia, ya que pasamos de 0.6962 (con penalización) a otro de 0.935 (sin recargo y por el contrario, con una ligera bonificación).

Finalmente la instalación de capacitores representa todas las ventajas indicadas en los párrafos anteriores.

1.4.5 SEGUNDO EJEMPLO DE AHORRO DE ENERGIA Y ECONOMICO.

Un taller paga la factura mensual siguiente antes de corregir el factor de potencia (correspondiente a la Tarifa 8):

Clave	Precio de Kwh (Pesos, 1991)	Consumo W(Kwh/mes)	consumo mensual Wr(KVARh/mes)	Demanda P(Kw)	Máxima Q(KVAR)
Fuerza	75	40000	50000	215	260

Se trata de una instalación, en la que se produce una fuerte variación de las cargas activa y reactiva, causada fundamentalmente por la existencia en la fábrica considerada de 20 herramientas que se mueven cada una por un motor de 5.5 KW, el cual, en todos los casos funciona con regimenes fuertemente variables entre 50 y 100% de la plena carga.

El motor a plena carga tiene:

Rendimiento: 0.84

$\cos\phi = 0.84$

$$S = 5.5 / (0.84 * 0.84) = 7.79 \text{ KVA}$$

Corriente en vacío: 40% de la plena carga

Potencia reactiva absorbida en vacío:

$$7.79 * 0.40 = 3.117 \text{ KVAR}$$

- El motor a media carga tiene:

Rendimiento: 0.82

$\cos\phi = 0.65$

$$S = (5.5 / 2) / (0.82 * 0.65) = 5.159 \text{ KVA}$$

Potencia reactiva absorbida:

$$5.159 * \sqrt{1 - 0.65^2} = 3.92 \text{ KVAR}$$

$$\text{Potencia activa absorbida} = 5.15 * 0.65 = 3.35 \text{ KW}$$

Por lo tanto, cuando los 20 motores funcionan simultáneamente a media carga, aportan a la punta:

$$P = 20 * 3.35 \text{ KW} = 67 \text{ KW}$$

$$Q = 20 * 3.91 \text{ KVAR} = 78 \text{ KVAR}$$

La corrección del motor supone una reducción del 90% de la potencia reactiva en vacío:
 $0.90 * 3.117 = 2.8 \text{ KVAR}$

Se adopta un motor individual para cada uno de estos 20 motores (el inferior normalizado) de 2.50 KVAR.

Luego habrá que desconectar del total de la batería necesaria como global de la planta: $20 * 2.5 = 50 \text{ KVAR}$, ya que irán asociados a los 20 motores y sólo funcionarán cuando el motor esté en servicio.

De este modo se evitan los 50 KVAR capacitivos sobre la red a las horas de bajas cargas.

En este caso la inversión es de 21 millones de pesos (1991) y el ahorro es de 31.5 millones al año.

1.5 CONTROL DE LA DEMANDA ELECTRICA

1.5.1 ESTRUCTURA TARIFARIA DE ENERGIA ELECTRICA.

La estructura de tarifas de energía eléctrica para industrias y servicios comerciales contempla principalmente, cargos por demanda máxima de potencia eléctrica y por consumo de energía, durante un período determinado; adicionalmente se involucran cargos por bajo factor de potencia y por medición en baja tensión.

1.5.1.1 PERFIL DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA.

Para una determinada empresa, se tiene que el consumo de energía eléctrica presenta un perfil con respecto al tiempo en el que se pueden tener diferentes demandas de potencia para distintos períodos de tiempo (ver Gráficos 5 y 6).

El área que queda debajo de la curva es el consumo de energía eléctrica durante el período, cuyo valor servirá para el cálculo del cargo por consumo de electricidad.

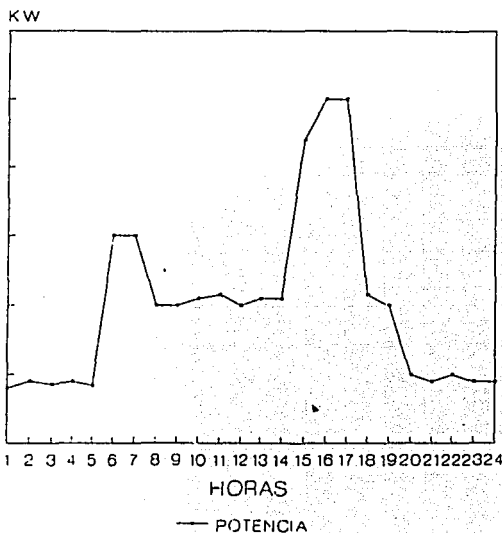
El valor más alto de demanda en ese período es la demanda máxima para ese período, y será el utilizado para calcular el cargo por demanda.

Como puede notarse, puede existir un perfil de consumo que presente grandes variaciones de la demanda y que tenga el mismo consumo de energía que otro perfil que presente demandas mucho más estables.

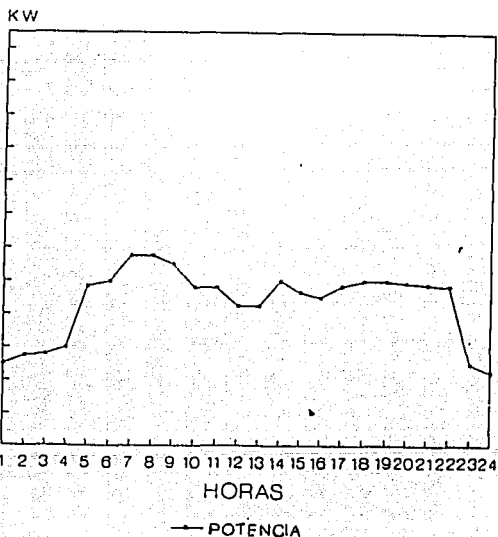
Aunque el cargo por consumo sea el mismo para ambos casos, los cargos por demanda para el que presenta un perfil más estable serán mucho menores, dando por resultado que la factura eléctrica total sea mayor para el primer caso.

GRAFICOS 5 Y 6.

Perfil de Demanda normal de energía eléctrica de una empresa X, en un día típico.



Perfil de demanda normal de energía Eléctrica de una empresa Y, en un día típico.



1.5.1.2 FACTOR DE CARGA (F.C.).

Se define como el cociente entre la demanda media y la demanda máxima.

La demanda media se calcula dividiendo el consumo de electricidad (en KWh) por el número de horas del periodo (1 mes= 720 horas).

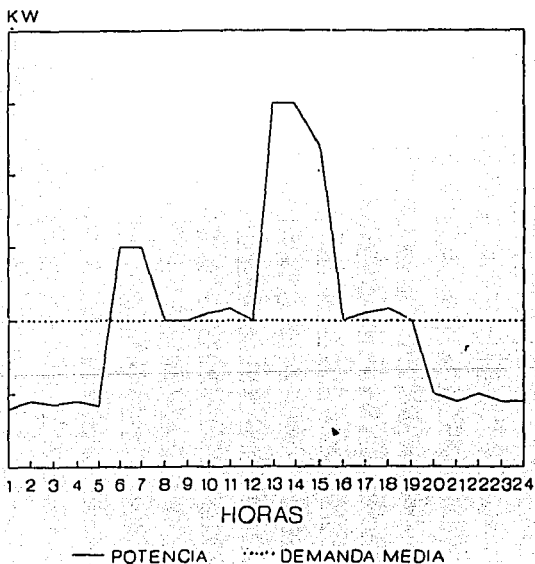
$$\text{Dem Med.} = (\text{KWh} / \# \text{hrs})$$

La demanda media representa el valor de demanda que, manteniéndose constante durante todo el periodo , resultaría en el mismo consumo de energía.

El Gráfico siguiente (7) muestra gráficamente el significado de la demanda media.

GRAFICO 7.

Demanda normal de energía eléctrica en una empresa X un día típico y Demanda Media equivalente.



Por tanto,

$$F.C. = \text{Dem med.} / \text{Dem máx.}$$

6

$$F.C. = \text{Kwh} / (\text{\#hrs} * \text{KW máx.})$$

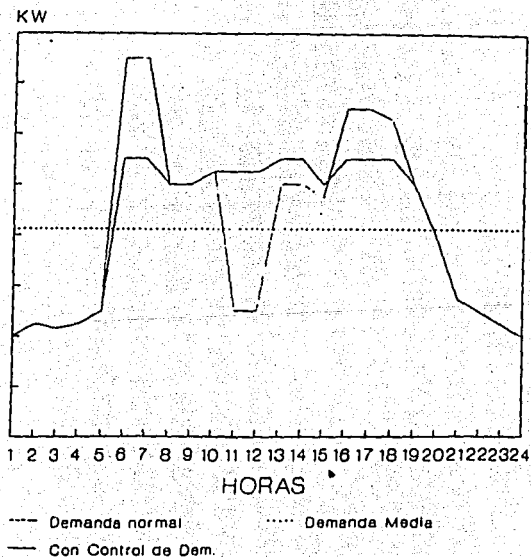
Como puede deducirse, entre más alto resulta el valor del factor de carga, la facturación de la electricidad es menor; es decir, el costo medio de energía eléctrica disminuye.

Por supuesto, el caso hipotético de alcanzar un Factor de Carga del 100% es muy difícil, ya que está en función del modo de operación de la empresa (1, 2 ó 3 turnos, días hábiles o calendario) y de las características propias de los procesos que se llevan a cabo en ella.

Para ilustrar la corrección de la curva de carga se presenta el siguiente gráfico donde se ilustran la demanda normal, la demanda media y una curva que presenta un control de demanda, que es más uniforme que la original.

GRAFICO 8.

Corrección de la Curva de
duración de carga mediante Control de
Demanda.



1.5.2 FACTORES A CONSIDERAR.

El objetivo de demanda eléctrica es el lograr una curva de duración de carga lo más cercana a un rectángulo; por lo tanto es necesario analizar los perfiles de consumo que se hayan tenido anteriormente, tratando de seleccionar los días que resulten más productivos de la operación típica de la empresa. Dicho análisis debe enfocarse a los siguientes puntos:

- Factor de carga
- Valor y duración de los picos de demanda
- Valor y duración de los valles
- Horarios de los picos de demanda
- Causas de los picos de demanda

Como puede anticiparse, los perfiles de consumo de electricidad no son fáciles de elaborar. En los casos en los que la CFE (Comisión Federal de Electricidad) haya dispuesto un equipo de medición por "pulsos", dichas gráficas se pueden obtener pidiendo la información a la propia CFE. En caso de no contar con ese servicio, será necesario realizar una gráfica mediante lectura directa o utilizando un equipo registrador.

1.5.3 POSIBILIDADES DE CONTROL DE DEMANDA.

Al analizar la mencionada curva, se estará en posibilidad de reducir los picos de demanda máxima, dependiendo de las necesidades propias de los procesos de la empresa, considerando lo siguiente:

- Evitar la energización simultánea de equipos y cargas eléctricas cuyas corrientes de arranque sean altas.
- Establecer un programa de arranque y operación de equipo que permita desfasarlo sin impactar la producción.
- Instalar un sistema de control automático que vigile el comportamiento de la demanda y realice desconexión o limitación de carga en equipos según un programa preestablecido de acuerdo con las funciones propias de la empresa en cuestión.

Esta última opción implica una considerable inversión que puede justificarse con los ahorros obtenidos en aquellas aplicaciones cuya complejidad de operación hace que resulte impráctico la administración manual de la demanda.

1.5.4 FACTURACION DE ENERGIA ELECTRICA.

Por acuerdo presidencial se autoriza a la comisión federal de electricidad y compañía de luz y fuerza del centro a generar, transmitir, distribuir y vender energía eléctrica.

Por su uso las tarifas se clasifican en: tarifas de uso específico y tarifas de uso general.

TARIFAS DE USO ESPECIFICO

<u>TARIFA</u>	<u>DESCRIPCION</u>
1, 1-A, 1-B, 1-C Y 1-D	Tarifas para servicios domésticos en baja tensión y la 1-A, 1-B, 1-C y 1-D, particularmente para localidades con clima muy cálido.
5, 5-A	Tarifas para servicio de alumbrado de calles, plazas, parques y jardines públicos, así como servicio a semáforos, en alta o baja tensión.
6	Tarifa para servicio de bombeo de aguas potables o negras en baja tensión.
9	Tarifa para los servicios en alta o baja tensión que destinan la energía para el bombeo de aguas utilizada en el cultivo de productos agrícolas.

TARIFAS DE USO GENERAL (en vigor a partir del 11 de noviembre de 1991)

<u>TARIFA</u>	<u>DESCRIPCION</u>
2	Para servicios en baja tensión hasta con una demanda de 25 KW.
3	Para servicios en baja tensión con más de 25 KW de demanda.
7	Para servicio temporal en baja o alta tensión, ningún servicio podrá tener vigencia mayor de 30 días, excepto en los casos de personas o negociaciones que utilicen máquinas de pulir, encerar y lavar pisos, pintar y soldar.

- O-M Ordinaria. Servicio general en media tensión (mayor de 1 KV y hasta 35 KV) con demanda menor de 1000 KW.
Cargo por energía.
Cargo por demanda máxima media.
- H-M Horaria. Servicio general en media tensión (mayor de 1 KV y hasta 35 KV) con demanda de 1000 KW o más.
Cargo por energía en periodo de punta.
Cargo por energía en periodo de base.
Cargo por demanda facturable.
- H-S Horaria. Servicio general en alta tensión, nivel subtransmisión (mayor de 35 KV y menor de 220 KV).
Cargo por energía en periodo de punta.
Cargo por energía en periodo de base.
Cargo por demanda facturable.
- H-T Horaria. Servicio general en alta tensión, nivel transmisión (igual o mayor de 220 KV).
Cualquier demanda.
Cargo por energía en periodo de punta.
Cargo por energía en periodo de base.
Cargo por demanda facturable.

**PUNTOS RELEVANTES DE LAS TARIFAS EN VIGOR A PARTIR DEL 11 DE
NOVIEMBRE DE 1991.**

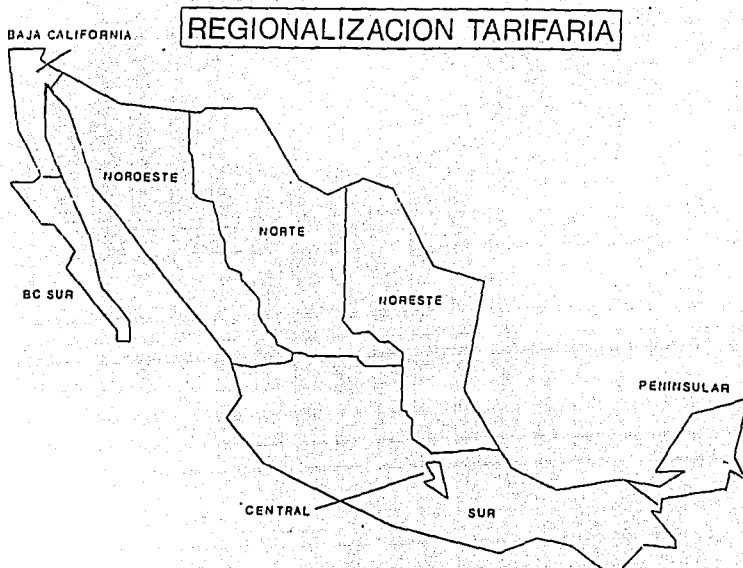
- REGIONALIZACION.

Tomando en cuenta los costos de suministro de energía eléctrica, el país se divide en regiones:

Baja California, Baja California Sur, Noroeste, Norte,
Noreste, Central, Sur y Peninsular.

* (ver la Figura 16)

FIGURA 16.

**-HORARIO.**

Periodo de punta: de lunes a sábado de de 18 a 22 hrs.

En Baja California Sur en verano de 16 a 22 hrs.

Periodo de base: todas las horas fuera del periodo de punta.

- FACTOR DE POTENCIA (F.P.):

Se debe mantener de 0.90 a 1.00

Si el factor de potencia es menor de 0.9 se incurre en penalizaciones que se calculan de acuerdo con:

**PENALIZACION EN FACTURA ELECTRICA POR BAJO FACTOR DE POTENCIA
SEGUN DIARIO OFICIAL DEL 11 DE NOV.**

FACTOR DE POTENCIA	PENALIZACION %	FACTOR DE POTENCIA	PENALIZACION %	FACTOR DE POTENCIA	PENALIZACION %	FACTOR DE POTENCIA	PENALIZACION %	FACTOR DE POTENCIA	PENALIZACION %
89.9	0.1	87.9	1.4	85.9	2.9	83.9	4.4	81.9	5.9
89.8	0.1	87.8	1.5	85.8	2.9	83.8	4.4	81.8	6.0
89.7	0.2	87.7	1.6	85.7	3.0	83.7	4.5	81.7	6.1
89.6	0.3	87.6	1.6	85.6	3.1	83.6	4.6	81.6	6.2
89.5	0.3	87.5	1.7	85.5	3.2	83.5	4.7	81.5	6.3
89.4	0.4	87.4	1.8	85.4	3.2	83.4	4.7	81.4	6.3
89.3	0.5	87.3	1.9	85.3	3.3	83.3	4.8	81.3	6.4
89.2	0.5	87.2	1.9	85.2	3.4	83.2	4.9	81.2	6.5
89.1	0.6	87.1	2.0	85.1	3.5	83.1	5.0	81.1	6.6
89.0	0.7	87.0	2.1	85.0	3.5	83.0	5.1	81.0	6.7
88.9	0.7	86.9	2.1	84.9	3.6	82.9	5.1	80.9	6.7
88.8	0.8	86.8	2.2	84.8	3.7	82.8	5.2	80.8	6.8
88.7	0.9	86.7	2.3	84.7	3.8	82.7	5.3	80.7	6.9
88.6	0.9	86.6	2.4	84.6	3.8	82.6	5.4	80.6	7.0
88.5	1.0	86.5	2.4	84.5	3.9	82.5	5.5	80.5	7.1
88.4	1.1	86.4	2.5	84.4	4.0	82.4	5.5	80.4	7.2
88.3	1.2	86.3	2.6	84.3	4.1	82.3	5.6	80.3	7.2
88.2	1.2	86.2	2.6	84.2	4.1	82.2	5.7	80.2	7.3
88.1	1.3	86.1	2.7	84.1	4.2	82.1	5.8	80.1	7.4
88.0	1.4	86.0	2.8	84.0	4.3	82.0	5.9	80.0	7.5

TABLA 17.

$$\text{Bonificación} = \frac{1}{4} (1 - 0.90 / \text{F.P.}) * 100$$

No debe ser mayor a 2.5%

En las siguiente gráficas y tabla se puede apreciar la variación del porcentaje de la bonificación en relación con el factor de potencia, para bonificaciones.

GRAFICO 10.

BONIFICACION EN FACTURA COMO FUNCION DEL FACTOR DE POTENCIA

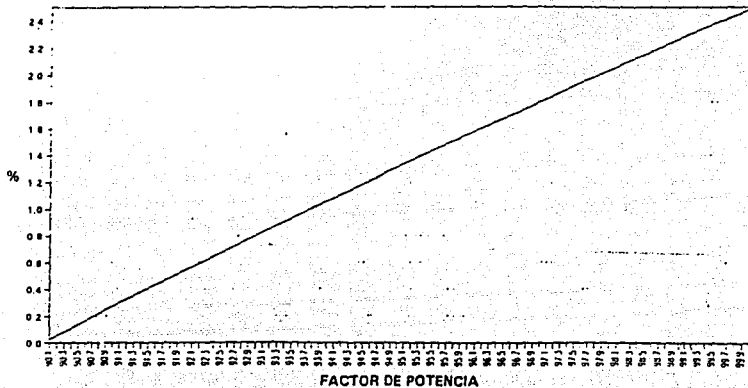
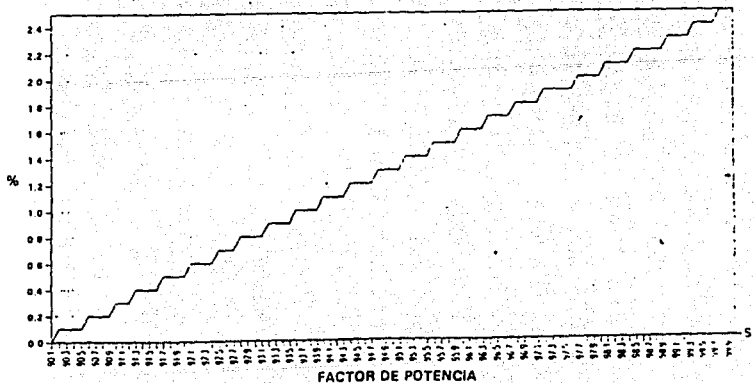


GRAFICO 11.

BONIFICACION EN FACTURA COMO FUNCION DEL FACTOR DE POTENCIA (aplic. real)



BONIFICACION EN FACTURA ELECTRICA A PARTIR DE FACTOR DE POTENCIA
SEGUN DIARIO OFICIAL DEL 11 DE NOV

FACTOR DE POTENCIA	BONIFICACION (%)	FACTOR DE POTENCIA	BONIFICACION (%)	FACTOR DE POTENCIA	BONIFICACION (%)	FACTOR DE POTENCIA	BONIFICACION (%)	FACTOR DE POTENCIA	BONIFICACION (%)
90.1	0.0	92.1	0.6	94.1	1.1	96.1	1.6	98.1	2.1
90.2	0.1	92.2	0.6	94.2	1.1	96.2	1.6	98.2	2.1
90.3	0.1	92.3	0.6	94.3	1.1	96.3	1.6	98.3	2.1
90.4	0.1	92.4	0.6	94.4	1.2	96.4	1.7	98.4	2.1
90.5	0.1	92.5	0.7	94.5	1.2	96.5	1.7	98.5	2.2
90.6	0.2	92.6	0.7	94.6	1.2	96.6	1.7	98.6	2.2
90.7	0.2	92.7	0.7	94.7	1.2	96.7	1.7	98.7	2.2
90.8	0.2	92.8	0.8	94.8	1.3	96.8	1.8	98.8	2.2
90.9	0.2	92.9	0.8	94.9	1.3	96.9	1.8	98.9	2.2
91.0	0.3	93.0	0.8	95.0	1.3	97.0	1.8	99.0	2.3
91.1	0.3	93.1	0.8	95.1	1.3	97.1	1.8	99.1	2.3
91.2	0.3	93.2	0.9	95.2	1.4	97.2	1.9	99.2	2.3
91.3	0.4	93.3	0.9	95.3	1.4	97.3	1.9	99.3	2.3
91.4	0.4	93.4	0.9	95.4	1.4	97.4	1.9	99.4	2.4
91.5	0.4	93.5	0.9	95.5	1.4	97.5	1.9	99.5	2.4
91.6	0.4	93.6	1.0	95.6	1.5	97.6	1.9	99.6	2.4
91.7	0.5	93.7	1.0	95.7	1.5	97.7	2.0	99.7	2.4
91.8	0.5	93.8	1.0	95.8	1.5	97.8	2.0	99.8	2.5
91.9	0.5	93.9	1.0	95.9	1.5	97.9	2.0	99.9	2.5
92.0	0.5	94.0	1.1	96.0	1.6	98.0	2.0	100.0	2.5

FALLA DE ORIGEN

75

A continuación se muestran algunas reproducciones de las tarifas autorizadas para 1992, que muestran los cargos fijos, por consumo y otros.

TABLA 19.

TARIFAS GEOGRAFICAS AUTORIZADAS 1992

TARIFA	CARGO FIJO O DEM	CARGO POR CONSUMO						MINIMOS	DEPOSITO DE GARANTIA		
		1125	2650	5175	76700	107200	ADICIONAL		UN HILO	DOS HILOS	TRES HILOS
D1		56.33	80.35	105.69	122.71	135.68	430.06	451.00	5,000.00	23,000.00	28,000.00
	CARGO PMANTO	3,606.00	4,207.00	4,808.00	4,808.00	6,010.00	9,015.00				
D2	CARGO FIJO	1750	51700				ADICIONALES.				
	CARGO PMANTO	293.91	367.58			410.92		3,900.00	24,000.00	118,000.00	177,000.00
D3	CARGO PMANTO			5,459.00							
	CARGO POR DEM.	40,652.47						325,220.00	MULTIPLICAR POR KW CONTRATADOS 81,304.94		
D5	CARGO PMANTO			9,998.00							
	CARGO PMANTO		ALTA TENSION UN ESCALON 373.76 X kWh		BAJA TENSION UN ESCALON 445.24 X kWh			AT 45,449.22 BT 54,141.18	MULTIPLICAR POR KW CONTRATADOS 216,564.72		
D5 A	CARGO PMANTO		ALTA TENSION UN ESCALON 280.32 X kWh		BAJA TENSION UN ESCALON 333.95 X kWh			AT 34,086.91 BT 40,608.32	MULTIPLICAR POR KW CONTRATADOS 136,347.64		
D6	CARGO FIJO	38,359.03						38,359.00	CUALQUIER CARGA 154,000.00		
D7	CARGO POR DEM.	25,529.48									
	CARGO PMANTO			9,998.00							
D8	CARGO POR DEM.	22,413.48									
	CARGO PMANTO			7,500.00							
D9	DE NOV/91 EL 1.03 % MENS. ACUM.	175000 64.74	500175000 77.39	1500135000 85.42			ADICIONALES. 94.85				
	CARGO PMANTO			3,000.00							
12	CARGO POR DEM.	23,151.11									
	CARGO PMANTO			7,500.00				463,222.00	MULTIPLICAR POR KW CONTRATADOS 46,322.22		
O-M	CARGO POR DEM.	R. CTRO. 23,778.00 R. SURT. 23,086.00									
	CARGO PMANTO			9,998.00				237,780.00 230,860.00	MULTIPLICAR POR KW CONTRATADOS 47,556.00 46,172.00		
TARIFAS HORARIAS		D.B.F.	kWh/PICO		kWh/BASE				FORMULA PARA EL CALCULO DE LA D.B.F.		
12 T	T.S. 220KV O MAS	24,458.54	143.33		78.53			489,171.00	DFB = DEM. PICO * 0.2 / (DEM. BASE - DEM. PICO)		
12 S	T.S. MENOS 220KV	25,671.10	144.89		80.65			513,422.00	SI DEM. PICO > DEM. BASE ---> DFB = DEM. PICO		
	CARGO PMANTO			7,500.00							
TARIFAS HORARIAS		D.F.	kWh/PICO		kWh/BASE				FORMULA PARA EL CALCULO DE LA D.F.		
H-M	T.S. 11V A 35kv	R. CTRO. 24,135.00 R. SURT. 23,432.00	201.30 195.34		125.75 122.09			241,350.00 234,320.00	DF = DEM. PICO * 0.2 / (DEM. BASE - DEM. PICO) SI DEM. PICO > DEM. BASE ---> DF = DEM. PICO		
H-S	T.S. 35.11V A 220KV	R. CTRO. 27,234.00 R. SURT. 26,441.00	177.59 172.42		98.85 95.97			544,680.00 528,820.00	DF = DEM. PICO * 0.2 / (DEM. BASE - DEM. PICO) SI DEM. PICO > DEM. BASE ---> DF = DEM. PICO		
H-T	T.S. MAS 220 KV	R. CTRO. 25,192.00 R. SURT. 24,459.00	166.82 161.96		92.56 89.87			503,840.00 489,180.00	DF = DEM. PICO * 0.2 / (DEM. BASE - DEM. PICO) SI DEM. PICO > DEM. BASE ---> DF = DEM. PICO		
	CARGO PMANTO		9,998.00								

VALORES EN \$

Noviembre 1991

- Equipo de medición:

Se instalará un equipo especial de medición por pulsos para registrar los consumos de energía en periodos de punta (de 18:00 a 22:00 hrs, de lunes a sábado), consumos de energía en periodos de base (todas las horas fuera del periodo de punta) y las demandas máximas en punta y base.

Demanda máxima en punta (DP).

Demanda máxima en base (DB).

Demanda facturable= $DP + 0.2 * (DB - DP)$

ENERGIA FACTURABLE DE PUNTA.

Es el máximo entre la energía consumida durante el periodo de punta y el 80% del producto de la demanda máxima medida en periodo de punta por el número de horas del periodo de punta.

ENERGIA FACTURABLE DE BASE.

Es la diferencia entre la energía total consumida durante el mes y la energía facturable de punta.

En seguida se muestran algunas tablas y gráficos que pueden resultar de interés al comparar los distintos cargos de acuerdo a cada clasificación tarifaria:

En ellas podemos apreciar entre otras cosas:

- En la Tabla 20 y 21, podemos apreciar cuantitativamente los cargos para diversas tarifas, y cómo estos dependen de la región, y también si son de energía de punta, de energía facturable en base, entre otros.

- En el Gráfico 12 y 13, observamos gráficamente una comparación de las definiciones anteriores de dem. de punta y de base, en relación con el factor de consumo.

- La Tabla 22 muestra los ajustes mensuales a los precios de energía eléctrica debido a los precios de combustibles. El gráfico 15 está relacionado con esta tabla.

CARGOS PARA TARIFA DE LARGA DURACION H - SL

TABLA 20 Y 21.

REGION	CARGO POR KW DE DEMANDA FACTURABLE	CARGO POR KWH DE ENERGIA FACTURABLE EN PUNTA	CARGO POR KWH DE ENERGIA FACTURABLE DE BASE
BAJA CALIFORNIA			
<i>(JUNIO - OCTUBRE)</i>	27,763	292.79	78.65
<i>(NOVIEMBRE - MAYO)</i>	26,441	278.85	74.90
BAJA CALIFORNIA SUR	27,763	292.79	78.65
CENTRAL	27,234	287.22	77.15
NORESTE	26,441	278.85	74.90
NOROESTE			
<i>(JUNIO - OCTUBRE)</i>	27,763	292.79	78.65
<i>(NOVIEMBRE - MAYO)</i>	26,441	278.85	74.90
NORTE	27,234	287.22	77.15
PENINSULAR	27,763	292.79	78.65
SUR	26,441	278.85	74.90

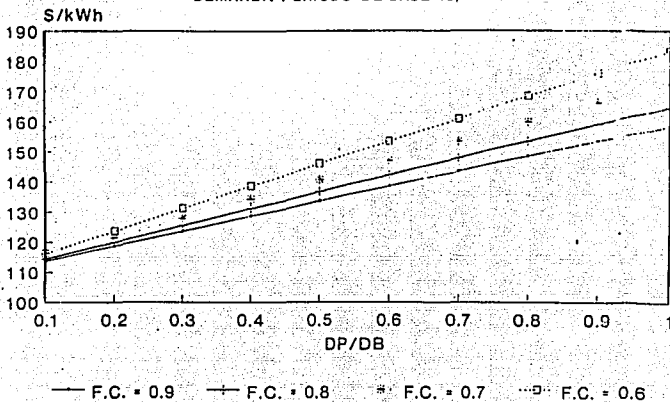
CARGOS PARA TARIFA DE LARGA DURACION H - TL

REGION	CARGO POR KW DE DEMANDA FACTURABLE	CARGO POR KWH DE ENERGIA FACTURABLE EN PUNTA	CARGO POR KWH DE ENERGIA FACTURABLE DE BASE
BAJA CALIFORNIA			
<i>(JUNIO - OCTUBRE)</i>	25,681	217.92	76.45
<i>(NOVIEMBRE - MAYO)</i>	24,459	207.54	72.81
BAJA CALIFORNIA SUR	25,681	217.92	76.45
CENTRAL	25,192	213.77	74.99
NORESTE	24,459	207.54	72.81
NOROESTE			
<i>(JUNIO - OCTUBRE)</i>	25,681	217.92	76.45
<i>(NOVIEMBRE - MAYO)</i>	24,459	207.54	72.81
NORTE	25,192	213.77	74.99
PENINSULAR	25,681	217.92	76.45
SUR	24,459	207.54	72.81

GRAFICOS 12 Y 13.

TARIFA H-S
COMPARACION COSTOS CON VARIACION DP/DB
PRECIOS DE 1991

DEMANDA PERIODO DE BASE 10,000 kW



TARIFA H-S
COMPARACION DEL PORCENTAJE FACTURACION
CON VARIACION DE DP/DB

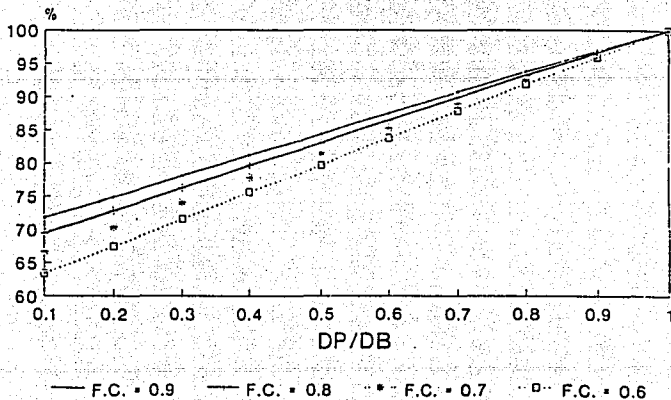
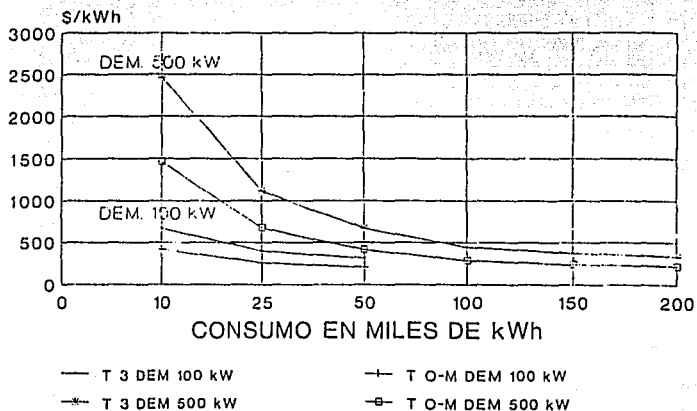


GRAFICO 14.

COMPARACION DE PRECIOS
TARIFA 3 VS TARIFA O-M PRECIOS 11/11/91



ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

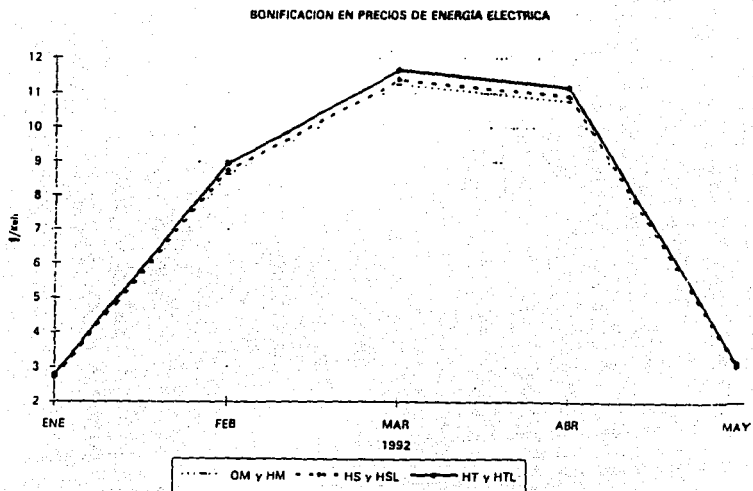
TABLA 22.

AJUSTES A LOS PRECIOS DE ENERGIA ELECTRICA DEBIDO A LOS PRECIOS DE COMBUSTIBLES			
MES	TARIFA		
1992	HT y HTL	HS y HSL	OM y HM
ENERO	-2.68	-2.72	-2.78
FEBRERO	-8.63	-8.74	-8.95
MARZO	-11.25	-11.39	-11.66
ABRIL	-10.76	-10.9	-11.16
MAYO	-3.07	-3.11	-3.19

Para cada mes calendario el monto de los ajustes, expresados en pesos, se calcularán multiplicando el total de energía consumida en dicho mes (KWH) por los factores mensuales de ajuste que se indican y que se expresan en pesos por Kwh.

El monto del ajuste se sumará o restará, según sea el caso, a la factura de cada usuario, siempre antes de impuestos y considerando la parte proporcional de cada mes calendario que corresponda al período de facturación.

GRAFICO 15.



1.6 ANALISIS ECONOMICO.

1.6.1 INTRODUCCION A LA TOMA DE DECISIONES.

El hecho de que a lo largo de nuestra vida debemos tomar un sinnúmero de decisiones, podría hacernos pensar que el dirigir esfuerzos a estudiar algo que todo mundo hace, es perder el tiempo. Sin embargo, la mayor parte de las decisiones que tomamos son triviales, esto significa que no se requiere de ningún procedimiento formal o estructurado para tomarlas. Además, cuando las decisiones son triviales, las consecuencias de no tomar la mejor decisión son despreciables. Por el contrario, cuando tenemos que tomar una decisión importante, no debemos tomar la decisión de una manera intuitiva, sino que debemos establecer un procedimiento general que nos ayude a seleccionar la decisión que producirá los mejores resultados para nosotros.

1.6.1.1 IDENTIFICACION DE ALTERNATIVAS.

Cuando nos enfrentamos a una decisión, lo primero que tenemos que hacer es determinar los posibles cursos de acción que se pueden seguir. Cuando sólo se tiene una sola alternativa de decisión, no es necesario perder tiempo en analizar cómo proceder; se deberá seguir la única alternativa existente.

Este paso del proceso de toma de decisiones requiere que se generen todas las alternativas posibles, tomando en cuenta los recursos y el tiempo disponible. Lo anterior significa que se debe tener mucho cuidado en tratar de incluir todas las alternativas. Para esto, debemos estar capacitados para reconocer cuando ya se han agotado los diferentes cursos de acción a través de los cuales una decisión puede ser tomada. La recomendación anterior es muy importante, puesto que sería muy indeseable descubrir una mejor forma de hacer las cosas, después de habernos comprometido irreversiblemente en otro curso de acción.

1.6.1.2 CONSECUENCIAS CUANTIFICABLES.

Una vez que se han generado todas las alternativas a analizar, el siguiente paso es determinar las consecuencias cuantificables de cada alternativa, es decir, es necesario evaluar todo aquello que sea factible de cuantificar. Si aplicamos estas ideas generales en la evaluación de proyectos de inversión, entonces, después de generar las alternativas con las cuales se puede realizar el proyecto, se debe tratar de expresar en términos monetarios las consecuencias de cada curso de acción.

Es muy importante distinguir claramente cuáles resultados son relevantes. Lo que es común a todas las alternativas bajo análisis es irrelevante. Por ejemplo, si en la compra de cierto equipo los ingresos son independientes del tipo de equipo, entonces, en el análisis del tipo de equipo a adquirir, los ingresos serían irrelevantes y sólo se deben considerar los costos que se tendrían con cada tipo diferente de equipo. También es importante señalar que el pasado por ser común a todas las alternativas es irrelevante. El único valor que puede tener el pasado es para ayudarnos a predecir el futuro.

1.6.1.3 CONSECUENCIAS NO CUANTIFICABLES.

Al analizar las diferentes alternativas disponibles, es muy común encontrar factores que son importantes pero que no se pueden medir monetariamente, como lo son el "status", preferencias personales u otras.

Aún cuando no es posible medir cuantitativamente ciertos factores relevantes, éstos deben ser considerados en el análisis antes de tomar la decisión. Normalmente lo que se hace es seleccionar aquellas alternativas que presenten las mayores ventajas monetarias, a menos de que los factores imponderables pesen más que los que se pueden evaluar objetivamente.

1.6.2 ANALISIS DE LAS ALTERNATIVAS.

El análisis de las alternativas como cualquier otro estudio, requiere de recursos para realizarse. Por consiguiente, debemos de preguntarnos, cuánto estamos dispuestos a gastar en el análisis. La respuesta es simple: nunca debemos gastar más de los beneficios que esperamos recibir. Lo anterior significa que las decisiones poco importantes, donde una mala decisión no tenga consecuencias desastrosas, deberán tomarse después de un análisis muy superficial.

Por otra parte, otra consideración que debemos tomar en cuenta son los diferentes métodos de análisis, de los cuales podemos distinguir: los empíricos y los cuantitativos. La diferencia entre estos métodos estriba en que en estos últimos se utilizan técnicas numéricas que nos ayudan a visualizar mejor las diferencias entre las alternativas, mientras que con los primeros solamente se hace una evaluación subjetiva de dichas diferencias. Lo anterior significa que el usar métodos cuantitativos nos lleva a ser más consistentes en nuestras decisiones, porque siempre se usaría la misma lógica para arribar a la decisión recomendada.

Finalmente, es conveniente decir algunas ideas sobre lo que es una buena decisión. Debemos distinguir entre una buena decisión y un buen resultado. Para la mayoría de las personas esta distinción no es fácil de hacer. Una buena decisión es una basada en la información disponible y tomada después de un análisis lógico que considere todas las consecuencias de las diferentes alternativas. Sin embargo, una buena decisión no necesariamente producirá buenos resultados, y una mala decisión puede producir buenos resultados, esto es, nadie espera que una persona obtenga buenos resultados de todas y cada una de las decisiones que tome, sin embargo, si una persona toma consistentemente buenas decisiones, entonces, tendrá un alto porcentaje de buenos resultados.

1.6.3 CONTROL DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA.

Procedimientos para seguir y controlar las propuestas de inversión seleccionadas, aseguran el logro de las metas fijadas por la organización y permiten mejorar el proceso de planeación al eliminar aquellas estrategias que conducen a la organización hacia un objetivo no planeado y no deseado.

Mediante procedimientos de seguimiento y control del proyecto seleccionado, es posible comparar la inversión actual, los ingresos netos obtenidos, y el rendimiento real obtenido, con las estimaciones de inversión, ingresos netos y rendimiento esperado del proyecto. Estos procedimientos de seguimiento y control de las inversiones es muy recomendable que sean implantados en toda organización, pues permiten comparar los resultados obtenidos con los planeados. Cuando sistemáticamente los costos incurridos en un proyecto de inversión son mayores que los estimados, entonces es obvio que el rendimiento real obtenido en este proyecto será mucho menor que el esperado. Para este tipo de situaciones, vale la pena preguntarse si los procedimientos de evaluación que se utilizan son los adecuados, o si vale la pena ser más pesimista al estimar las inversiones, ingresos y gastos del proyecto de inversión.

Para implantar procedimientos de seguimiento y control de las inversiones, se recomienda emitir reportes periódicos durante la vida de la inversión y al término de ésta. Con los reportes que se emitan durante la vida del proyecto, se podrá cambiar de dirección, o establecer medidas correctivas que encaucen o dirijan a la organización hacia los objetivos planeados y al final de la vida de la propuesta, se podrá evaluar qué tan alejado se está de los objetivos planeados.

Los procedimientos de seguimiento y control no tienen como objetivo señalar al responsable de los errores ocurridos, sino evitar que estos mismos errores se vuelvan a cometer en el futuro. Además, cuando estos procedimientos son implementados, la alta administración de una organización está en una mejor posición de evaluar el riesgo y la incertidumbre inherente a todo proyecto de inversión.

1.6.4 VALOR PRESENTE DE UNA SERIE UNIFORME DE FLUJOS DE EFECTIVO.

La figura muestra un diagrama de flujo que relaciona una cantidad en el presente (P) con una serie uniforme de flujos de efectivo (A). Para determinar la equivalencia en el tiempo cero de estos flujos netos al final de cada periodo durante "n" periodos, se puede obtener al sumar la equivalencia en el tiempo cero de cada una de las n A's.

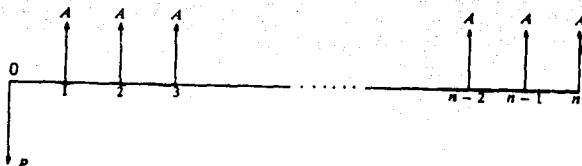


FIGURA 17. Diagrama de flujo que relaciona una cantidad presente con una serie de flujos de efectivo.

Por ejemplo, la equivalencia en el tiempo cero del primer flujo es $A/(1+i)$ y la equivalencia del segundo es $A/(1+i)^2$. Siguiendo esta misma lógica, la equivalencia del último flujo en el tiempo cero es $A/(1+i)^n$. Sumando todas estas equivalencias encontramos:

$$P = A \left(\frac{1}{(1+i)} + \frac{1}{(1+i)^2} + \dots + \frac{1}{(1+i)^n} \right) \quad [4]$$

y simplificando la expresión anterior se obtiene:

$$P = A \left(\frac{[1+i]^n - 1}{i(1+i)^n} \right) \quad \text{Ec. 1.6.1}$$

o

$$P = A (P/A, i\%, n)$$

También la ecuación se puede poner en la forma siguiente:

$$A = P \frac{(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad A = P(A/P, i\%, n) \quad \text{Ec. 1.6.2}$$

La cual se utiliza para determinar la cantidad A que se recibirá (pagaría) al final de cada período durante n períodos, si el tiempo cero se invierte (recibe) una cantidad P.

Ejemplo. Una persona deposita \$100,000 en una cuenta que paga el 5% semestral. Si esta persona quisiera retirar cantidades iguales al final de cada semestre durante 5 años, ¿de qué tamaño sería cada retiro?

Sustituyendo esta información en la Ec. 6.2, se tiene:

$$A = 100,000 \frac{(.05 * (1 + .05)^{10})}{(1 + .05)^{10} - 1}$$

[4] Los conceptos y las fórmulas aquí mostradas pueden ser cotejados con las referencias bibliográficas (Análisis y proy. de inversión).

$$A = 100,000(0.12950) = 12,950$$

esto significa que dicha persona podrá hacer 10 retiros iguales de \$12,950 al final de los cuales se agotará la cuenta.

1.6.4.1 METODO DEL VALOR ANUAL EQUIVALENTE.

El concepto del valor del dinero a través del tiempo, revela que los flujos de efectivo pueden ser trasladados a cantidades equivalentes a cualquier punto del tiempo. Existen tres procedimientos que comparan estas cantidades equivalentes.

- *Método del valor anual equivalente
- *Método del valor presente
- *Método de la tasa interna de rendimiento

Los tres métodos anteriores son equivalentes, es decir, si un proyecto de inversión es analizado correctamente con cada uno de estos métodos, la decisión recomendada será la misma. La selección de cuál método usar dependerá del problema que se vaya a analizar, de las preferencias del analista y, de cuál arroja los resultados en una forma que sea fácilmente comprendida por las personas involucradas en el proceso de toma de decisiones.

1.6.4.1.1 ANALISIS Y EVALUACION DE UN PROYECTO INDIVIDUAL.

Con el método del valor anual equivalente, todos los ingresos y gastos que ocurren durante un período son convertidos a una anualidad equivalente (uniforme). Cuando dicha anualidad es positiva, entonces es recomendable que el proyecto sea aceptado. Este método es muy popular porque la mayoría de los ingresos y gastos que origina un proyecto son medidos en bases anuales. Esta característica hace al método más fácil de aplicar y de entender que los otros métodos mencionados.

Para comprender mejor la mecánica de este método, suponga que usted está interesado en comprar una computadora con la cual se podría proporcionar servicios de consultoría a la pequeña y mediana industria. También asuma que investigaciones preliminares de la inversión requerida y del mercado, arrojan la siguiente información:

La computadora ya instalada cuesta un millón de pesos y su valor de rescate después de 5 años de uso intensivo se considera despreciable, y el mercado para este negocio es tal que la utilidad proyectada en los próximos cinco años es de \$400,000/año. Finalmente suponga que usted ha pedido prestado el millón de pesos a una institución bancaria la cual le cobrará una tasa de interés anual de 20% y le exige devolver el préstamo en 5 anualidades iguales.

Para esta información, el método del valor anual equivalente sugiere transformar todos los flujos que origina este proyecto a una base anual. Por consiguiente, el valor anual neto sería la diferencia entre los ingresos anuales y la anualidad pagada al banco:

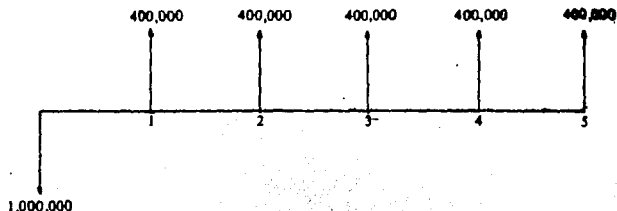


FIGURA 18. Flujo de efectivo que resulta de la adquisición de una computadora HP.

$$A = 400,000 - 1,000,000 (A/p, 20\%, 5) = 400,000 - 1,000,000 (.33438)$$

$$A = \$65,620$$

Puesto que la anualidad equivalente es positiva, entonces, vale la pena emprender este proyecto de inversión.

El ejemplo anterior sugiere que cada vez que la anualidad sea positiva, se acepta el proyecto en cuestión. Sin embargo, este criterio de decisión puede resultar peligroso si en la determinación de la anualidad neta se utiliza como tasa de interés "i" el costo de capital (costo ponderado de las fuentes de financiamiento utilizadas para financiar los proyectos de inversión). Para comprender mejor esta deficiencia, suponga que las utilidades proyectadas en lugar de ser de \$400,000 anuales sean de \$340,000. Con la información modificada, la anualidad equivalente sería de \$5,562. Sin embargo, es obvio que este nivel de utilidad es demasiado pequeño comparado con la inversión total realizada y sería insuficiente para reemplazar en el futuro el equipo actual. Por consiguiente se recomienda seguir utilizando el mismo criterio de decisión (aceptar si la anualidad equivalente es positiva), pero utilizando como tasa de interés, una tasa mayor que el costo de capital y a la cual se le denotará como TREMA (tasa de recuperación mínima atractiva).

De esta manera, no existe ningún riesgo de aceptar proyectos con anualidades cercanas a cero, ya que en el caso crítico de tener un proyecto con una anualidad de cero, significaría que el rendimiento obtenido es exactamente igual al mínimo requerido.

Además, el utilizar como valor de la i la TREMA, tiene la ventaja de ser establecida muy fácilmente, porque en ella se pueden considerar factores tales como: 1) El riesgo que representa un determinado proyecto; 2) La disponibilidad de dinero de la empresa; y 3) La tasa de inflación prevaleciente en la economía nacional.

Para finalizar esta sección, se muestran a continuación las fórmulas generales que se pueden utilizar para determinar la anualidad equivalente de un proyecto de inversión:

$$A = -p (a/p, i\%, n) + \left\{ \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t} \right\} (A/p, i\%, n) + F (A/F, i\%, n)$$

Ec. 1.6.3

donde,

A = Anualidad equivalente
 p = Inversión inicial
 S_t = Flujo de efectivo neto del año t.
 F = Valor de rescate
 n = Número de años de vida del proyecto
 i = Tasa de recuperación mínima atractiva (TREMA).

También, la fórmula anterior (1.6.3) puede ser presentada de otra forma si se hace uso de la identidad:

$$(A/p, i\%, n) = (A/F, i\%, n) + i\% \quad \text{Ec. 1.6.4}$$

y si además se supone que los flujos de efectivo netos de todos los años son iguales, la ecuación se transforma en :

$$A = S - \{(p-F) (A/p, i\%, n) + F(i\%)\} \quad \text{Ec. 1.6.5}$$

1.6.4.1.2 SELECCION DE ALTERNATIVAS MUTUAMENTE EXCLUSIVAS.

La selección de alternativas mutuamente exclusivas se puede presentar en diversas formas, es decir, puede ser que de las alternativas a comparar se conozcan los ingresos y gastos o solamente se conozcan los gastos, o bien pueden ser que las vidas de las alternativas sean diferentes.

A continuación se detallan cada uno de estos casos:

1.6.4.1.2.1 LOS INGRESOS Y GASTOS SON CONOCIDOS.

Cuando los ingresos y gastos que generan las alternativas de inversión son conocidos, la alternativa seleccionada será aquella que tenga el mayor valor anual equivalente (siempre y cuando esta anualidad sea positiva).

Para ilustrar esta situación, analicemos el mismo ejemplo presentado en la sección anterior, pero suponiendo que existen actualmente en el mercado dos tipos de computadoras con las cuales el servicio de consultoría se podría proporcionar adecuadamente. La información para cada alternativa se muestra en la tabla. También, considere que para comparar estas dos alternativas se va a utilizar un valor de TREMA de 25%. Para esta información, y aplicando la ecuación, las anualidades que se obtienen para cada alternativa son:

$$A = 400,000 - 1,000,000 (A/p, 25\%, 5) = \$28,400$$

y

$$A = 600,000 - \{1,200,000 (A/p, 25\%, 5) + 300,000 (.25)\} = \$79,080$$

y puesto que la anualidad mayor corresponde a la segunda computadora, entonces esta alternativa deberá ser seleccionada.

Finalmente, conviene mencionar que es posible que en ciertos casos cuando se analizan alternativas mutuamente exclusivas, todas tengan valores anuales negativos. En tales casos, la decisión a tomar es "no hacer nada", es decir, se deberán rechazar todas las alternativas disponibles.

1.6.4.1.2.2 SOLAMENTE LOS GASTOS SON CONOCIDOS.

Frecuentemente ocurre que cada una de las alternativas mutuamente exclusivas que se están analizando, generan los mismos ingresos, ahorros, o beneficios. También, es muy posible que estos ahorros o beneficios sean intangibles o muy difíciles de estimar, por lo que las alternativas deberán ser juzgadas de acuerdo a sus valores anuales negativos o más apropiadamente, de acuerdo a sus costos anuales equivalentes.

Por ejemplo, los ingresos que se derivan de una máquina cortadora de cintas adhesivas son muy difíciles de evaluar porque la máquina puede cortar cintas adhesivas de diferentes medidas, con diferentes precios y con costos agregados distintos.

Para este tipo de situación, las máquinas cortadoras que satisfagan las necesidades actuales deberán ser evaluadas en base a sus costos relativos, porque cada alternativa que sea capaz de satisfacer los requerimientos del sistema producirá el mismo ingreso al sistema. Cuando es aparente que en una evaluación solamente los costos son conocidos, es conveniente ignorar la convención del signo negativo, y comparar las alternativas en base al valor absoluto de los costos.

1.6.5 METODO DEL VALOR PRESENTE.

1.6.5.1 ANALISIS Y EVALUACION DE UN PROYECTO INDIVIDUAL.

El método del valor presente es uno de los criterios económicos más ampliamente utilizados en la evaluación de proyectos de inversión. Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo cero de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado.

Para comprender mejor la definición anterior a continuación se muestra la fórmula utilizada para evaluar el valor presente de los flujos generados por un proyecto de inversión:

$$VPN = S_0 + \sum_{t=1}^n \frac{S}{(1+i)^t} \quad \text{Ec. 1.6.6}$$

donde,

- VPN = Valor presente neto
- S_0 = Inversión inicial
- S_t = Flujo de efectivo neto del periodo t .
- n = Número de periodos de vida del proyecto.
- i = Tasa de recuperación mínima atractiva.

La fórmula anterior tiene una serie de características que la hacen apropiada para utilizarse como base de comparación capaz de resumir las diferencias más importantes que se derivan de las diferentes alternativas de inversión disponibles. Primero la fórmula anterior considera el valor del dinero a través del tiempo al seleccionar un valor adecuado de "i". Cabe mencionar que algunos autores utilizan como valor de "i" el costo de capital (ponderado de las diferentes fuentes de financiamiento que utiliza la empresa) en lugar de TREMA (tasa de recuperación mínima atractiva). Sin embargo, existen algunas desventajas al usar como valor de "i" el costo de capital.

Algunas de estas desventajas son: 1) Difícil de evaluar y actualizar y 2) Puede conducir a tomar malas decisiones puesto que al utilizar el costo de capital, proyectos con valores presentes positivos cercanos a cero serían aceptados. Sin embargo, es obvio que estos proyectos en general no son muy atractivos. Por otra parte, el utilizar como valor de "i" la TREMA, tiene la ventaja de ser establecida muy fácilmente, además es muy fácil considerar en ella factores tales como el riesgo que representa un determinado proyecto, la disponibilidad de dinero de la empresa y la tasa de inflación prevaleciente en la economía nacional.

Además de la característica anterior, el método del valor presente tiene la ventaja de ser siempre único, independientemente del comportamiento que sigan los flujos de efectivo que genera el proyecto de inversión. Esta característica del método del valor presente lo hace ser preferido para utilizarse en situaciones en que el comportamiento irregular de los flujos de efectivo origina el fenómeno de tasas múltiples de rendimiento.

Finalmente, conviene mencionar que en la mayoría de los casos, el valor presente para diferentes valores de "i" se comporta como aparece en la figura 19. Lo anterior se debe al hecho de que generalmente todos los proyectos de inversión demandan desembolsos en su etapa inicial y generan ingresos en lo sucesivo. Sin embargo, no se debe descartar la posibilidad de encontrar proyectos de inversión con gráficas completamente diferentes a la mostrada en la figura 19.

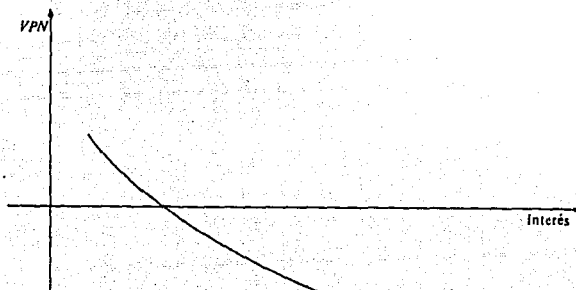


FIGURA 19. Valor presente neto como una función de la tasa de interés, (caso más frecuente).

Para mostrar cómo el método del valor presente se puede aplicar al análisis y evaluación de un proyecto individual, suponga que cierta empresa desea hacer una inversión en equipo relacionado con el manejo de materiales. Se estima que el nuevo equipo tiene un valor en el mercado de \$100,000 y representará para la compañía un ahorro en mano de obra y desperdicio de materiales del orden de \$40,000 anuales. Considere también que la vida estimada para el nuevo equipo es de cinco años al final de los cuales se espera una recuperación monetaria de \$20,000. Por último, asuma que esta empresa ha fijado su TREMA en 25%.

Con esta información y aplicando la ecuación anteriormente descrita (1.6.6), se obtiene:

$$\begin{aligned} \text{VPN} = & -100,000 + \frac{40,000}{(1+.25)} + \frac{40,000}{(1+.25)^2} + \frac{40,000}{(1+.25)^3} \\ & + \frac{40,000}{(1+.25)^4} + \frac{40,000}{(1+.25)^5} \end{aligned}$$

VPN = \$ 14,125

Puesto que el valor presente neto es positivo, se recomienda adquirir el nuevo equipo.

De acuerdo a este ejemplo es obvio que siempre que el valor presente de un proyecto sea positivo, la decisión será emprenderlo.

Sin embargo, sería conveniente analizar la justificación de esta regla de decisión. Primero, cuando el valor presente es positivo, significa que el rendimiento que se espera obtener del proyecto de inversión es mayor al rendimiento mínimo requerido por la empresa (TREMA). También, cuando el valor presente de un proyecto es positivo, significa que se va a incrementar el valor del capital de los accionistas.

En el ejemplo anterior la decisión era aceptar el proyecto. Sin embargo, veamos qué pasa si en el mismo ejemplo presentado anteriormente, la empresa en lugar de fijar su TREMA en 25% la hubiera fijado en 40%.

Para esta nueva modificación el valor presentado que se obtiene sería:

$$\begin{aligned} \text{VPN} = & -100,000 + \frac{40,000}{(1+.4)} + \frac{40,000}{(1+.4)^2} + \frac{40,000}{(1+.4)^3} \\ & + \frac{40,000}{(1+.4)^4} + \frac{40,000}{(1+.4)^5} \end{aligned}$$

VPN = -\$ 14,875

Y como el valor presente es negativo, entonces el proyecto debe ser rechazado. Lo anterior significa que cuando la TREMA es demasiado grande, existen muchas probabilidades de rechazar los nuevos proyectos de inversión. El resultado anterior es bastante obvio, puesto que un valor grande de TREMA significa que una cantidad pequeña en el presente se puede transformar en una cantidad muy grande en el futuro, o equivalentemente, que una cantidad futura representa una cantidad muy pequeña en el presente.

Esto significa que cuando la TREMA es pequeña existen mayores probabilidades de aceptación, puesto que en estas condiciones el dinero no tendría ningún valor a través del tiempo. Para determinar la discusión de este ejemplo, la figura muestra cómo sería el valor presente que se obtiene en la compra del nuevo equipo para diferentes valores de TREMA.

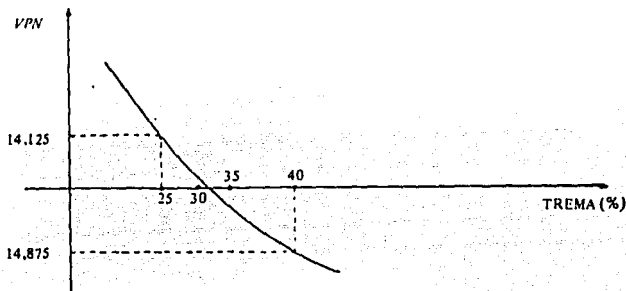


FIGURA 20. Valor presente como una función de TREMA para el equipo de manejo de materiales.

1.6.5.2 SELECCION DE PROYECTOS MUTUAMENTE EXCLUSIVOS.

Será conveniente mostrar la metodología a seguir cuando se quiere seleccionar una alternativa de entre varias mutuamente exclusivas. Para esta situación existen varios procedimientos equivalentes, es decir, la decisión final a la cual se llega con cada uno de ellos es la misma. Estos procedimientos son: valor presente de la inversión total y valor presente del incremento en la inversión.

1.6.5.3 VALOR PRESENTE DE LA INVERSION TOTAL.

Puesto que el objetivo en la selección de estas alternativas es escoger aquella que maximice el valor presente, las normas de utilización de este criterio son muy simples. Todo lo que se requiere hacer es determinar el valor presente de los flujos de efectivo que genera cada alternativa y entonces seleccionar aquella que tenga el valor presente máximo. Sin embargo, conviene señalar que el valor presente de la alternativa seleccionada deberá ser mayor que cero, ya que de esta manera el rendimiento que se obtiene es mayor que el interés mínimo atractivo.

1.6.5.4 VALOR PRESENTE DEL INCREMENTO EN LA INVERSION.

Cuando se analizan alternativas mutuamente exclusivas, son las diferencias entre ellas lo que sería más relevante al tomador de decisiones. El valor presente del incremento en la inversión precisamente determina si se justifican esos incrementos de inversión que demandan las alternativas de mayor inversión.

1.6.5.5 INCONSISTENCIA DEL METODO DEL VALOR PRESENTE AL COMPARAR ALTERNATIVAS MUTUAMENTE EXCLUSIVAS.

Existe cierto tipo de alternativas en las que la decisión de cuál seleccionar depende del valor de TREMA utilizado. Por ejemplo, asuma que cierta empresa que usa un valor de TREMA de 10%, desea seleccionar una de las alternativas que aparecen en la siguiente Tabla 23:

TABLA 23. Alternativas mutuamente exclusivas.

Año	Alternativas	
	A	B
0	-\$195	-\$188
1	150	40
2	40	40
3	40	50
4	40	180

Si se aplica el criterio del valor presente sobre la inversión total se obtiene:

$$VPN_A = -195 + \frac{150}{(1+.1)} + \sum_{J=2}^4 \frac{40}{(1+.1)^J} = \$31.79$$

$$VPN_B = -188 + \sum_{J=1}^2 \frac{40}{(1+.1)^J} + \frac{50}{(1+.1)^3} + \frac{180}{(1+.1)^4} = \$41.63$$

Lo cual indica que el proyecto B debe ser seleccionado. Sin embargo, veamos qué pasa si en lugar de usar un valor de TREMA de 10% se utiliza un valor de 18%. Con esta nueva modificación los valores presentes de cada alternativa serían:

$$VPN_A = -195 + \frac{150}{(1+.18)} + \sum_{J=2}^4 \frac{40}{(1+.18)^J} = \$5.82$$

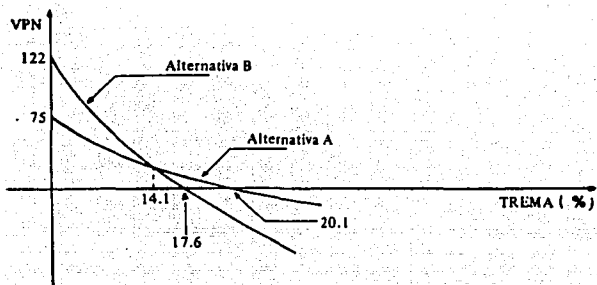
$$VPN_B = -188 + \sum_{J=1}^2 \frac{40}{(1+.18)^J} + \frac{50}{(1+.18)^3} + \frac{180}{(1+.18)^4} = -\$2.10$$

Lo cual indica que el proyecto "A" debe ser seleccionado. Como se puede observar, esta decisión es contradictoria a la que se hubiera tomado si la TREMA fuera de 10%. Sin embargo, la realidad es que ambas decisiones son correctas, es decir, cuando la TREMA sea pequeña la alternativa "B" será preferida, y la alternativa "A" será preferida cuando la TREMA sea grande. La explicación a estas decisiones aparentemente contradictorias se basa en lo siguiente:

1. Cuando la TREMA es grande, existe una tendencia a seleccionar aquellas alternativas que ofrezcan en sus primeros años de vida los mayores flujos de efectivo.
2. Cuando la TREMA es pequeña, se tiende a seleccionar a aquellas alternativas que ofrezcan los mayores beneficios, aunque éstos estén muy retirados del periodo de iniciación de la vida de la alternativa.

Finalmente en la figura 21 se muestra cómo varía el valor presente de cada una de estas alternativas como función de TREMA. Como se puede apreciar en esta figura, para valores de TREMA menores a 14.1% la alternativa preferida es la "B" y la alternativa "A" sería preferida para valores de TREMA mayores a 14.1%.

FIGURA 21.
Valor presente como una función de TREMA.



1.7 CONCLUSIONES.

La auditoría energética es un proceso que nos permite obtener ordenadamente los datos más relevantes para el análisis de la operación de determinada empresa o industria. Estos datos se basan en mediciones hechas in situ por parte del auditor y por información proporcionada por la propia empresa, con lo cual, se cuenta con antecedentes históricos que amplían el panorama de operación y permiten obtener pronósticos más confiables.

Al mismo tiempo que el auditor realiza el levantamiento de datos debe ir anotando las condiciones del equipo y propuestas (a priori) de modificaciones en cada área en particular, para que posteriormente al análisis de los datos se cuente con bases más sólidas para las propuestas de mejora, y que éstas puedan adecuarse debidamente a la infraestructura existente.

Esto también ayuda a no pasar por alto posibles mejoras (resultado de opiniones) que tal vez no hubieran sido evidentes únicamente por el análisis de la información recolectada y que son el producto de observaciones que no se contemplan en el procedimiento general, pero pueden tener repercusiones importantes en el proyecto en particular.

Para comprender cabalmente el procedimiento de auditoría energética es menester estudiar cada uno de los aspectos involucrados en dicha auditoría y que varían en cada caso en particular.

Así pues, uno de estos aspectos es el acondicionamiento ambiental que es un análisis que puede llegar a tener una importancia primordial dentro de determinada auditoría energética, ya que dependiendo de la situación geográfica, clima, época del año y utilización del local a acondicionar, pueden necesitarse grandes instalaciones y una gran cantidad de energía.

Es por ello que es imperiosa la necesidad de revisar las condiciones reales de funcionamiento, estimar la eficiencia y la efectividad de la climatización, todo esto para tratar de reducir o eliminar eventuales desperdicios, dar mantenimiento adecuado y adecuar las instalaciones existentes a la tecnología moderna.

El análisis preliminar, para efectuar el acondicionamiento ambiental es una buena estimación basada en el uso de tablas (como puede apreciarse en el apartado referente a este tema, dentro de esta tesis), pero es susceptible de mejoras, ya sea con el levantamiento de datos fidedignos que conformen un historial climático que ayuden a comprobar la efectividad y eficiencias reales, o mejor aún, con la implementación del control computarizado que se adecue a las condiciones reales en todo momento para proporcionar el máximo confort y eficiencia.

Otro aspecto de gran importancia es el de la iluminación, ya que optimizando su uso podemos obtener valiosos ahorros energéticos y económicos, a la par de una mejor comodidad durante el desempeño de las labores; debidas al empleo de adecuados niveles de iluminación y tipo de luz.

Pero los beneficios no terminan aquí, sino que tienen repercusiones benéficas dentro de otros aspectos de la optimización de los recursos energéticos, como lo son el disminuir la carga térmica (que afecta a los sistemas de aire acondicionado) debida a la elevada producción de calor de algunos tipos de lámparas (como las incandescentes); a la vez que disminuye el consumo de energía y aumenta la vida útil, disminuyendo los costos por mantenimiento y reposición.

El factor de potencia es otro punto clave para el ahorro de energía. Siendo éste un indicador del balance de potencia real y potencia reactiva, su estudio nos permite realizar algunas mejoras como lo son el balance y planificación de cargas, la instalación de bancos de capacitores y otras medidas tendientes a disminuir las pérdidas por bajo factor de potencia dentro de la facturación eléctrica.

El control de la demanda eléctrica está muy ligado con el factor de potencia, y en éste se analiza el consumo de energía eléctrica de cada empresa en particular.

Esto permite conocer la relación de consumo con respecto al tiempo, y ayuda a establecer estrategias de ahorro ya sea alterando el horario de los principales consumidores, instalando un sistema computarizado de control eléctrico, estableciendo la relación tarifaria más conveniente, modificando el factor de potencia para evitar incurrir en penalizaciones, y lograr en cambio bonificaciones, etc. Todo esto finalmente pretende balancear las cargas en el tiempo, para obtener una curva de consumo lo más uniforme posible, además de eliminar desperdicios de energía y compensar las cargas reactivas del consumo para evitar desperdicios en el suministro de potencia.

Una vez evaluados todos los aspectos que conforman la auditoría energética se debe de realizar un estudio económico con el fin de seleccionar la opción económicamente más rentable, y que se ve afectada no solamente por el ahorro directo que implica la instalación de nuevos equipos o mejoras en servicio, sino que también toma en cuenta las tasas de interés bancarias que afectan el costo del dinero, los sistemas de pago a crédito, el tiempo de recuperación de la inversión, la obligatoriedad de las reformas energéticas y ecológicas, las consecuencias de la no implantación de mejoras (baja productividad y obsolescencias), entre otras, y que en conjunto y dependiendo de los recursos de la empresa, indicarán la mejor alternativa a seguir.

2. EVALUACION Y PROPUESTAS DE AHORRO.

Este capítulo es el resultado de la fase de diagnóstico de una auditoría energética efectuada al hotel Paraíso Radisson, Cancún, y demuestra en un caso práctico los aspectos teóricos desarrollados en la primera sección de esta tesis.

2.1. Antecedentes de hotel.

El entorno del hotel es la ciudad de Cancún, Quintana Roo, localizándose el inmueble en la isla de Cancún que cuenta con 11 km de largo y aproximadamente 400m de ancho, limitada hacia el sureste por el mar Caribe y al noroeste por las lagunas de Nichupté y Bojorquez.

La isla se encuentra unida al continente por una carretera que recorre la actual zona hotelera, que cuenta con numerosos hoteles (de lujo e intermedios), centros comerciales, bancos y demás servicios turísticos.

La isla está formada por crestones de roca y médanos, con una arena muy fina y blanca, proveniente del coral erosionado por el viento y la marea. El agua que la rodea es cristalina y permite ver el fondo hasta unos 40m de profundidad.

El clima de la región es de tipo cálido húmedo con una temperatura media anual de 25.6°C y mínimas de 23.7°C, con una precipitación pluvial de 1,292mm al año.

2.2. Revisión de instalaciones e identificación de equipos.

Areas de atención:

282 Habitaciones tipo	3 Salas de convenciones
6 Habitaciones suite	2 Bares
2 Canchas de tenis	1 Tabaqueria
1 Alberca	2 Restaurantes

Areas de servicio y apoyo:

1 Lavandería	5 Elevadores
1 Cocina	1 Oficina Administrativa
1 Almacén	1 Taller de conservación
9 Cámaras frías	

Características del equipo de apoyo al servicio:

1 Subestación eléctrica	2,000 KVA
1 Planta de emergencia	310 KW (Continuos)
2 Calderas	300 Cent.Cúbicos
3 Equipos de aire acondicionado	375 Tons. de Refrig.
1 Banco de capacitores	24 KVAR
Equipo de bombeo	

Superficie construida:

Seis Niveles	12,627 m ²
Alberca	2,146 m ²
Canchas de tenis	1,303 m ²
Pirámides	254 m ²
Estacionamiento	3,145 m ²
Patio de servicio	2,025 m ²
Sótano	2,113 m ²
Cocina	3,040 m ²

26,653 m² Total de superficie construida

2.2.1 Recorrido de instalaciones.

En compañía de personal del hotel, se realizó un recorrido por todas las instalaciones, para situar la ubicación de todos los sistemas y equipos con que cuenta el inmueble, tomando fotografías y video de las condiciones normales de operación, tanto de los equipos como de la actividad normal del personal que labora en los diferentes servicios; a la vez que se hacían las anotaciones pertinentes de los equipos observados, también se registraron las observaciones hechas por los guías o las personas que ahí laboren. Ello con el fin de poder elaborar una estrategia que permita realizar el proceso de auditoría de la mejor forma posible.

Para lo cual se anexa la localización en un plano de conjunto, en el cual se ubican los principales equipos del inmueble.

2.3. Medición de cargas y determinación de perfiles reales de demanda y de consumo.

Datos históricos de consumo de fluidos, energéticos y prestación de servicios.

El hotel inició sus operaciones en el mes de diciembre de 1988, normalizándose la prestación de servicios en el año de 1989.

Los datos históricos que se muestran a continuación fueron proporcionados por la gerencia del hotel, habiéndose tomado los consumos de energía eléctrica y agua directamente de la facturación existente.

Posteriormente a la presentación de estos datos se muestran los primeros resultados del análisis de los mismos.

HOTEL PARAISO RADISSON													
DATOS HISTORICOS													
1 9 8 9													
CONCEPTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICEMBRE	PROMEDIO
% DE OCUPACION	24.35	40.50	82.10	73.40	33.40	28.03	35.10	66.00	52.00	61.50	84.00	81.50	56.78
Nº DE CUARTOS	2,285	3,403	7,632	8,610	3,108	2,368	3,209	6,139	4,682	5,720	8,531	8,515	5,187
Nº DE HUESPEDES	3,093	8,408	17,194	14,228	6,780	4,777	6,329	13,414	8,593	10,911	18,248	17,829	10,493
PIEZAS LAVADAS	80,549		180,000	13,381	70,728	21,435	82,849	145,002	91,023	107,765	141,702	138,112	100,858
CUBIERTOS	10,488	13,771	15,710	18,185	12,354	5,760	9,385	15,229	9,153	14,081	20,134	17,322	13,205
GRADOS DE SFRO (°F)	714		810	815	810	800	860	860	840	840	580	384	744
ELECTRICIDAD (KWH)	288,800	287,000	375,000	379,400	327,800	302,400	328,200	401,800	368,200	375,200	418,000	358,000	348,867
DEMANDA MAXIMA (KW)	530	672	686	714	618	518	564	742	636	672	742	742	655
AGUA (M CUBICOS)	2,184	6,103	10,401	8,370	6,235	5,273	5,811	8,063	6,188	7,238	8,930	8,386	6,918
DIASEL (LITROS)	15,380	14,112	22,440	21,640	17,877	15,700	15,520	19,235	18,120	19,030	24,000	27,545	18,232
GAS L.P. (LITROS)	4,110	3,480	5,577	4,510	4,318	3,538	3,834	5,820	3,842	4,318	7,038	6,290	4,708
1 9 9 0													
CONCEPTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICEMBRE	PROMEDIO
% DE OCUPACION	83.20	88.80	88.50	81.40	81.80	75.40	83.80	91.40	86.95	52.87	84.00	67.32	77.78
Nº DE CUARTOS	8,888.00	8,137.00	8,180.00	8,229.00	7,581.00	6,787.00	8,710.00	8,501.00	6,128.00	4,889.00	8,281.00	7,864.00	7,864.00
Nº DE HUESPEDES	18,184.00	17,289.00	21,798.00	18,174.00	15,311.00	14,273.00	17,780.00	18,312.00	11,010.00	10,501.00	11,313.00	13,813.00	15,817.87
PIEZAS LAVADAS	174,861.00	152,158.00	213,942.00	179,486.00	186,435.00	180,507.00	173,000.00	220,102.00	184,484.00	180,525.00	122,312.00	134,931.00	173,871.00
CUBIERTOS	20,188.00	25,708.00	29,412.00	26,201.00	21,188.00	19,880.00	22,438.00	21,181.00	17,030.00	15,721.00	18,783.00	18,580.00	21,183.33
GRADOS DE SFRO (°F)	520.80	481.00	529.00	788.00	887.00	1,057.00	1,088.00	1,088.00	881.80	780.10	603.50	600.80	781.16
ELECTRICIDAD (KWH)	400,500.00	378,000.00	413,000.00	408,000.00	435,400.00	410,200.00	435,400.00	452,200.00	384,800.00	386,000.00	303,800.00	318,200.00	395,387.00
DEMANDA MAXIMA (KW)	700.00	758.00	742.00	714.00	742.00	714.00	700.00	812.00	644.00	670.00	670.00	672.00	719.87
AGUA (M CUBICOS)	8,428.00	8,789.00	12,288.00	8,157.00	10,298.00	8,382.00	10,258.00	8,115.00	8,358.00	6,105.00	8,883.00	8,888.00	8,647.82
DIASEL (LITROS)	28,578.00	23,770.00	23,885.00	24,250.00	24,888.00	22,386.00	26,180.00	23,750.00	19,880.00	19,280.00	18,070.00	21,808.00	23,024.82
GAS L.P. (LITROS)	4,182.00	6,712.00	6,154.00	6,382.00	6,474.00	6,304.00	6,052.00	7,108.00	6,730.00	6,018.00	6,528.00	5,720.00	6,884.33

GRAFICO 16.

FALLA DE ORIGEN
105

HOTEL PARAISO RADISSON													
DATOS HISTORICOS													
1 9 9 1													
CONCEPTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO
% DE OCUPACION	83.70	85.10	94.30	89.50	85.20	81.50	89.86	95.50	54.50	72.80	72.70	71.70	83.01
Nº DE CUARTOS	8,711.00	7,889.00	8,770.00	8,053.00	7,824.00	7,337.00	8,357.00	8,884.00	4,905.00	6,756.00	6,543.00	6,864.00	7,574.50
Nº DE HUESPEDES	17,807.00	16,080.00	20,771.00	17,487.00	16,314.00	15,885.00	17,738.00	18,718.00	10,182.00	14,456.00	13,233.00	13,836.00	15,803.08
PIEZAS LAVADAS	191,861.00	172,898.00	188,857.00	197,889.00	173,418.00	127,022.00	174,868.00	184,214.00	119,577.00	140,497.00	132,686.00	140,879.00	161,865.58
CUBERTOS	23,841.00	21,778.00	25,752.00	21,539.00	21,574.00	18,976.00	22,115.00	22,848.00	16,368.00	20,242.00	18,735.00	21,230.00	21,242.08
GRADOS/HS/FRIO(°F)	808.40	884.50	725.80	778.30	1,057.00	1,058.00	1,068.00	1,021.00	990.50	988.70	926.80		888.78
ELECTRICIDAD (KWH)	585,000.00	331,300.00	420,000.00	446,000.00	483,400.00	455,000.00	483,400.00	448,000.00	380,800.00	378,000.00	350,000.00	358,800.00	408,725.00
DEMANDA MAXIMA (KW)	742.00	700.00	770.00	742.00	784.00	812.00	742.00	700.00	688.00	630.00	688.00	644.00	719.83
AGUA (M CUBICOS)	8,573.00	7,838.00	8,950.00	8,520.00	7,823.00	7,255.00	8,496.00	9,464.00	5,804.00	6,791.00	7,157.00	7,875.00	7,850.50
DIESEL (LITROS)	23,585.00	22,885.00	25,810.00	23,800.00	24,850.00	22,000.00	23,800.00	23,300.00	16,300.00	20,800.00	20,000.00	21,200.00	22,323.33
GAS L.P. (LITROS)	8,864.00	8,880.00	7,880.00	8,400.00	6,528.00	6,222.00	10,188.00	9,568.00	8,555.00	8,731.00	7,840.00	11,530.00	7,987.08
1 9 9 2													
CONCEPTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO
% DE OCUPACION	87.28	88.31	97.75	83.07									88.1225
Nº DE CUARTOS	8055	8379	9091	8377									8725.5
Nº DE HUESPEDES	18788	18825	18031	17184									17858
PIEZAS LAVADAS	200808	181481	198810	190886									182971.25
CUBERTOS	28086	24041	25019	24017									24785.8
GRADOS/HS/FRIO(°F)	638	660	725.8	773.8									684.375
ELECTRICIDAD (KWH)	348800	327800	388200	401800									388800
DEMANDA MAXIMA (KW)	630	688	688	714									672
AGUA (M CUBICOS)	10485	8868	10208	8818									10042.25
DIESEL (LITROS)	21138	20870	23275	22725									22028.25
GAS L.P. (LITROS)		7810	7446	7004									7820
ENERO 14 DIAS CONSIDERADOS EN GAS													

GRAFICO 17.

HOTEL PARAISO RADISSON											
DATOS HISTORICOS DE FACTURACION											
PERIODO DE CONSUMO	MES DE FACT.	DEMANDA MAX. MEDIDA	KWH REGIST.	FACTOR DE POTENCIA %	KVARII	FACTOR DE CARGA	C A R G O P O R			IVA.	TOTAL A PAGAR
							DEM. MAX.	ENERGIA	MULTA BFP		
1989											
NOV 30-DIC 31	ENE	1120	203000	88.81	98400	0.2436	12960421	11778060		3715272	28483755
DIC 31-ENE 31	FEB	532	282800	88.01	152600	0.7146	79413711	21116677		4358707	33416755
ENE 31-FEB 28	MAR	644	282800	87.27	158200	0.6535	8612239	21116676		4609487	35339402
FEB 28-MAR 31	ABR	686	382200	86.82	218400	0.7488	10240190	28538873		5816860	44595923
MAR 31-ABR 30	MAY	714	355600	86.25	208600	0.6817	10658156	26552653		5581621	42792430
ABR 30-MAY 31	JUN	616	352800	86.82	201600	0.7698	9195272	26343576		5330827	40669675
MAY 31-JUN 30	JUL	532	291200	86.98	165200	0.7602	79413711	21743905		4452761	34138067
JUN 30-JUL 31	AGO	602	347200	86.18	204400	0.7752	8985289	25925424		5236757	40148470
JUL 31-AGO 31	SEP	756	378600	85.75	226800	0.7472	11285107	26225260		5826555	43436922
AGO 31-SEP 30	OCT	686	369600	85.95	219900	0.6783	10240190	27598032		5675733	43513955
SEP 30-OCT 31	NOV	672	386400	86.11	226200	0.7728	10031206	28652488		5832554	44716248
OCT 31-NOV 30	DIC	756	414400	86.08	245000	0.7613	11285107	30943248		6334253	48562608
	PROMEDIO	693	337216.67	86.84	194016.67	0.69	10033828.58	24727906.00	0.00	5239284.75	40001184.17
1990											
NOV 30-DIC 31	ENE	742	383600	86.63	221200	0.6949	11558489	29889617		6217216	47665322
DIC 31-ENE 31	FEB	700	299600	86.52	173600	0.5753	10071852	23488640		5169041	39629313
ENE 31-FEB 28	MAR	770	455000	84.41	284200	0.8793	12068795	35672000		7161119	54901914
FEB 28-MAR 31	ABR	742	397600	85.27	243600	0.7202	11620030	31171840		6420265	49220035
MAR 31-ABR 30	MAY	712	448000	86.1	284600	0.8739	11150717	35123200		6942436	53225355
ABR 30-MAY 31	JUN	741	393400	85.18	284600	0.7138	11951534	31737989		6553420	50242952
MAY 31-JUN 30	JUL	728	484800	84.97	285400	0.8868	14833848	47372415		9330610	71536973
JUN 30-JUL 31	AGO	700	408800	85.28	250600	0.7849	14283123	41664896		8389203	64317222
JUL 31-AGO 31	SEP	812	408800	84.87	254800	0.6767	16545223	41684896	87315	8744615	67042049
AGO 31-SEP 30	OCT	770	390600	84.71	245000	0.7045	15689435	39809952	188658	85532213	64041298
SEP 30-OCT 31	NOV	644	387800	84.27	247800	0.8084	13122073	39524576	458026	7965701	61070376
OCT 31-NOV 30	DIC	588	320600	84.15	205800	0.7573	12999885	34635701	478088	7172051	54985726
	PROMEDIO	720.75	396550	85.19	245350	0.7564	13941123.87	35979643.5	101007.3333	13799850.06	56489877.82

GRAFICO 18.

1991											
NOV 30-DIC 31	ENE	615	276600	84.49	178400	0.6089	13184290	31241346	270100	6794362	52000107
DIC 31-ENE 31	FEB	756	411800	84.38	261800	0.7318	16044591	46151976	460550	9533568	73080685
ENE 31-FEB 28	MAR	700	344400	85.53	208600	0.7321	15689436	38618184		8146143	62453763
FEB 28-MAR 31	ABR	770	362600	85.95	215600	0.6329	17258380	40658536		8687545	66604511
MAR 31-ABR 30	MAY	742	415800	85.77	249200	0.7783	16630802	46622838		9488046	72741686
ABR 30-MAY 31	JUN	784	539000	85.36	329000	0.9241	17572158	60434790		11701044	89708002
MAY 31-JUN 30	JUL	812	473200	85.05	292600	0.8194	18190746	53057952	1148	10688655	81946353
JUN 30-JUL 31	AGO	742	445200	85.13	972400	0.8065	16630802	49018872		9082451	76532125
JUL 31-AGO 31	SEP	700	435400	85.32	260400	0.83	15689436	48820194		9676444	74186074
AGO 31-SEP 30	OCT	688	394800	86.44	229600	0.7903	15375647	44264528		8946626	68590801
SEP 30-OCT 31	NOV	630	350000	87.1	197400	0.7716	13664400	39246000		7936560	60846660
OCT 31-NOV 30	DIC	684	414400	87.22	232400	0.8143	16658941	54576354		7123529	78358824
	PROMEDIO	718.42	405416.67	85.85	302116.67	0.77	1612488.75	46134297.50	60983.92	8058747.75	71420157.58
1992											
NOV 30-DIC 31	ENE	643	347200	87.23	194800	0.7258	15506320	49464266		6505059	71555645
DIC 31-ENE 31	FEB	630	326200	87.49	180600	0.6959	15271200	48473026		6174423	67018849
ENE 31-FEB 29	MAR	658	349600	87.32	194800	0.7812	15949920	49863082		6561360	72174962
FEB 29-MAR 30	ABR	686	354200	86.75	203000	0.8094	16628840	50461346		6708899	73788985
MAR 30-ABR 31	MAY	707	414400	86.72	238000	0.8141	17137680	54204330		7134201	78476211
	PROMEDIO	664.80	358120.00	87.10	202190.00	0.74	16114752.00	60053210.00	0.00	6616808.40	72784890.40

GRAFICO 19.

2.3.1 Cálculo del factor de utilización.

$$FU = \frac{\text{Demanda Máxima}}{\text{Potencia nominal}}$$

Año	Factor de utilización
1989	0.5600
1990	0.4060
1991	0.4060
*1992	0.3535

* Valores referidos hasta el mes de mayo.

La disminución de la demanda máxima provoca que el factor de utilización disminuya, ya que la potencia nominal es de 2000 KW (cte.).

Esta condición nos permite diagnosticar que la subestación puede operar con un solo transformador; situación que se confirma, ya que los índices de carga del tablero general número 2, están entre 825 y 1380 amperes, lo que significa que se tiene una carga total entre 1475 y 2680 amperes.

La subestación tiene una capacidad instalada correspondiente a una corriente de 5254 amp., lo que significa que trabajando con un solo transformador, se tendría una capacidad de 2627 amps.

Los transformadores actualmente instalados cuentan con dispositivos de control, que permiten la instalación de ventiladores para operar con ventilación forzada; situación que podrá incrementar su corriente de operación a 3021 amps. En virtud de la reducción de carga se considera factible la operación con un solo transformador, dejando al otro en reserva, y en casos especiales, se podrán operar simultáneamente accionando el interruptor que existe en la instalación.

Con esta acción se mejora el factor de potencia y los costos de operación y mantenimiento. Estimándose que las pérdidas en el devanado del transformador son de 12600 watts y el núcleo de 1800 watts, se tendría un ahorro anual de aproximadamente 13400 KWH, reduciendo la facturación aproximadamente en \$17'968,000 pesos.

2.3.2 Factores de servicio: demanda, carga y utilización.

Para el análisis del comportamiento del consumo del sistema eléctrico, se establecieron relaciones entre la demanda máxima y la carga conectada. Con el objetivo de determinar los porcentajes del factor de demanda, del consumo anual en KW/H, se determinaron los KW promedio de carga; que relacionados con la carga máxima nos permite determinar el factor de carga y la relación de la demanda máxima y la potencia nominal de transformación instalada, para determinar el factor de utilización.

2.3.4 Cálculo del factor de demanda.

$$FD = \frac{\text{Demanda Máxima}}{\text{Carga conectada}}$$

Año	Factor de demanda
1989	0.7408
1990	0.5371
1991	0.5371
*1992	0.4676

* Valores referidos hasta el mes de mayo.

El factor teórico de demanda para un hotel, con la clasificación de cinco estrellas, en base a indicadores del IEEE, debe situarse dentro del rango de 0.4 a 0.5.

Los factores de demanda del hotel presentan una tendencia de disminución del 60% en 1992, con respecto a 1989, en donde de sostenerse hasta fin de año, este factor podrá considerarse y estará dentro del factor normado.

2.3.5 Cálculo del factor de carga:

$$FC = \frac{\text{Promedio de carga anual}}{\text{Demanda máxima}}$$

Año	Factor de carga
1989	0.6187
1990	0.8876
1991	0.8847
*1992	0.9403

* Valores referidos hasta el mes de mayo.

El comportamiento del factor de carga ha tenido un incremento gradual, presentándose en el año de 1992 un factor cercano a la unidad; lo que implica que la demanda máxima tienda a igualarse a la carga conectada, y considerando que ésta presenta poca variación, se deduce que el factor de carga se ha incrementado debido a deficiencias en los equipos que han requerido mayor consumo de energía para otorgar el mismo servicio.

Esto explica que aunque se han realizado programas que han logrado abatir la demanda máxima, esto no se ha reflejado en una disminución en el importe de la facturación.

A continuación se muestran algunas tablas y gráficas donde se puede apreciar la relación entre los distintos factores de interés con base en los datos recopilados.

Datos que al ser sometidos a un análisis, revelan información muy útil, para poder identificar posibles ahorros.

HOTEL PARAISO RADISSON																	
REPORTE DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA																	
FECHA	LECT.	CONS.	LECT.	CONS.	DEM.	FECHA	LECT.	CONS.	LECT.	CONS.	DEM.	FECHA	LECT.	CONS.	LECT.	CONS.	DEM.
	KWH	KWH	KVARH	KVARH	KVA		KWH	KWH	KVARH	KVARH	KVA		KWH	KWH	KVARH	KVARH	KVA
01/01/92	0055	12600	5080	5600	045	02/01/92	0303	11200	8128	7000	038	03/01/92	0536	9800	6257	4200	047
01/02/92	0062	9800	5094	7000	038	02/02/92	0310	9800	6132	5600	036	03/02/92	0545	12600	6262	7000	044
01/03/92	0070	11200	5098	5600	039	02/03/92	0318	11200	6136	5600	038	03/03/92	0552	9800	6267	7000	044
01/04/92	0078	11200	6002	5600	038	02/04/92	0326	11200	6140	5600	038	03/04/92	0561	12600	6271	5600	044
01/05/92	0085	9800	6006	5600	038	02/05/92	0333	9800	6144	5600	038	03/05/92	0571	14000	6277	8400	044
01/06/92	0092	9800	6010	5600	038	02/06/92	0340	9800	6148	5600	038	03/06/92	0580	12600	6282	7000	046
01/07/92	0100	11200	6014	5600	038	02/07/92	0348	8400	6151	4200	038	03/07/92	0590	14000	6288	8400	046
01/08/92	0108	11200	6019	7000	039	02/08/92	0352	8400	6155	5600	038	03/08/92	0599	12600	6293	7000	049
01/09/92	0117	12600	6023	5600	045	02/09/92	0359	9800	6158	4200	038	03/09/92	0609	14000	6299	8400	049
01/10/92	0126	12600	6029	8400	044	02/10/92	0365	8400	6161	4200	038	03/10/92	0619	14000	6305	8400	049
01/11/92	0135	12600	6034	7000	044	02/11/92	0372	9800	6165	5600	038	03/11/92	0627	11200	6310	7000	049
01/12/92	0144	12600	6039	7000	045	02/12/92	0379	9800	6169	5600	038	03/12/92	0637	14000	6315	7000	049
01/13/92	0153	12600	6044	7000	045	02/13/92	0387	11200	6174	7000	039	03/13/92	0646	12600	6320	7000	049
01/14/92	0162	12600	6049	7000	045	02/14/92	0396	12600	6178	5600	039	03/14/92	0655	12600	6325	7000	049
01/15/92	170	11200	6054	7000	045	02/15/92	0405	12600	6182	5600	043	03/15/92	0663	11200	6330	7000	049
01/16/92	177	9800	6058	5600	045	02/16/92	0413	11200	6188	8400	043	03/16/92	0671	11200	6335	7000	049
01/17/92	184	9800	6061	4200	045	02/17/92	0423	14000	6194	8400	045	03/17/92	0677	8400	6338	4200	049
01/18/92	191	9800	6065	5600	045	02/18/92	0433	14000	6199	7000	045	03/18/92	0687	14000	6344	8400	049
01/19/92	199	11200	6070	7000	045	02/19/92	0443	14000	6205	8400	045	03/19/92	0687	14000	6349	7000	049
01/20/92	207	11200	6074	5600	045	02/20/92	0453	14000	6210	7000	046	03/20/92	0706	12600	6354	7000	049
01/21/92	214	0	6078	5600	045	02/21/92	0462	12600	6215	7000	047	03/21/92	0715	12600	6360	8400	049
01/22/92	222	11200	6082	19600	045	02/22/92	0471	12600	6220	7000	047	03/22/92	0725	14000	6365	7000	049
01/23/92	230	11200	6087	7000	045	02/23/92	0479	11200	6225	7000	047	03/23/92	0734	12600	6371	8400	049
01/24/92	238	11200	6091	5600	045	02/24/92	0488	12600	6230	7000	047	03/24/92	0743	12600	6376	7000	049
01/25/92	245	9800	6095	5600	045	02/25/92	0498	14000	6235	7000	047	03/25/92	0753	14000	6381	7000	049
01/26/92	252	9800	6099	5600	045	02/26/92	0506	11200	6240	7000	047	03/26/92	0762	12600	6386	7000	049
01/27/92	261	12600	6104	7000	045	02/27/92	0513	9800	6244	5600	047	03/27/92	0771	12600	6391	7000	049
01/28/92	269	11200	6109	7000	045	02/28/92	0521	11200	6249	7000	047	03/28/92	0780	12600	6397	8400	049
01/29/92	278	12600	6113	5600	15	02/29/92	0529	11200	6254	7000	047	03/29/92	0781	12600	6402	7000	049
01/30/92	287	12600	6118	7000	045							03/30/92	0798	12600	6401	7000	044
01/31/92	295	11200	6123	7000	038							03/31/92	0807	12600	6412	7000	045

TABLA 20.

FECHA	LECT.	CONS.	LECT.	CONS.	DEM.	FECHA	LECT.	CONS.	LECT.	CONS.	DEM.
	KWH	KWH	KVARH	KVARH	KVA		KWH	KWH	KVARH	KVARH	KVA
04/01/92	0817	14000	6418	8400	045	05/01/92	1103	12600	6582	7000	042
04/02/92	0827	14000	6423	7000	045	05/02/92	1111	11200	6586	5600	042
04/03/92	0836	12600	6429	8400	045	05/03/92	1119	11200	6591	7000	042
04/04/92	0845	12600	6434	7000	045	05/04/92	1128	12600	6596	7000	042
04/05/92	0855	14000	6440	8400	045	05/05/92	1137	12600	6601	7000	042
04/06/92	0865	14000	6446	8400	045	05/06/92	1145	11200	6606	7000	046
04/07/92	0875	14000	6451	7000	045	05/07/92	1153	11200	6611	7000	047
04/08/92	0885	14000	6457	8400	045	05/08/92	1162	12600	6616	7000	047
04/09/92	089	14000	6462	7000	045	05/09/92	1172	14000	6621	7000	047
04/10/92	0905	14000	6468	8400	045	05/10/92	1182	14000	6626	7000	048
04/11/92	0914	12600	6474	8400	046	05/11/92	1192	14000	6632	8400	048
04/12/92	0923	12600	6479	7000	046	05/12/92	1200	11200	6637	7000	048
04/13/92	0932	12600	6484	7000	047	05/13/92	1210	14000	6643	8400	050
04/14/92	0942	14000	6489	7000	047	05/14/92	1219	12600	6649	8400	050
04/15/92	0951	12600	6494	7000	047	05/15/92	1229	14000	6654	7000	050
04/16/92	0960	12600	6500	8400	047	05/16/92	1239	14000	6660	8400	050
04/17/92	0969	12600	6505	7000	047	05/17/92	1249	14000	6666	8400	050
04/18/92	0979	14000	6510	7000	050	05/18/92	1259	14000	6671	7000	050
04/19/92	0989	14000	6516	8400	050	05/19/92	1269	14000	6677	8400	050
04/20/92	0999	14000	6520	5600	050	05/20/92	1278	12800	6682	7000	050
04/21/92	1010	15400	6525	7000	051	05/21/92	1288	11200	6687	7000	050
04/22/92	1021	15400	6535	7000	051	04/22/92	1296	14000	6692	7000	050
04/23/92	1031	14000	6541	8400	051	05/23/92	1305	12800	6698	8400	050
04/24/92	1041	14000	6547	8400	051	05/24/92	1315	14000	6703	7000	050
04/25/92	1051	14000	6552	7000	051	05/25/92	1325	14000	6709	8400	050
04/26/92	1060	12800	6558	8400	051	05/26/92	1335	14000	6715	8400	050
04/27/92	1069	12800	6563	7000	051	05/27/92	1345	14000	6721	8400	050
04/28/92	1078	12800	6568	7000	051	05/28/92	1354	12800	6726	7000	050
04/29/92	1086	11200	6572	5600	051	05/29/92	1365	15400	6732	8400	046
04/30/92	1094	11200	6577	7000	051	05/30/92	1375	14000	6739	9800	046
						05/31/92	1385	14000	6745	8400	047

TABLA 20 (cont.).

GRAFICO 16 Y 17.
Obtenidos en base a los datos mostrados en las tablas anteriores.

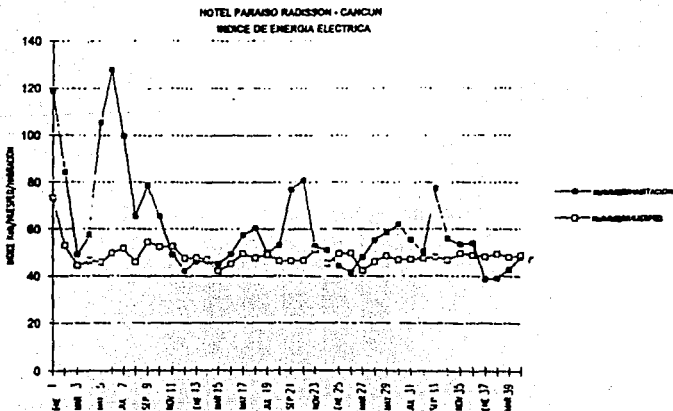
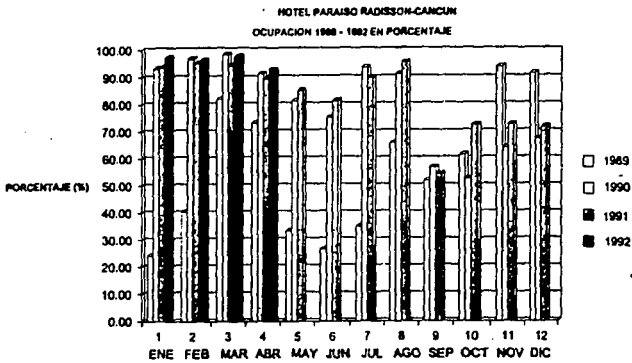


GRAFICO 18 Y 19.
Referentes al consumo de energía eléctrica.

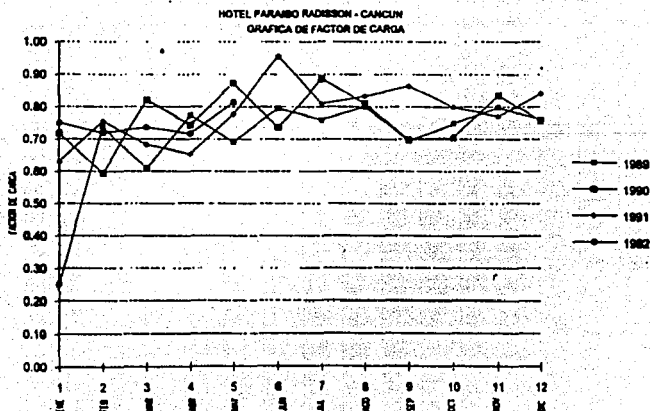
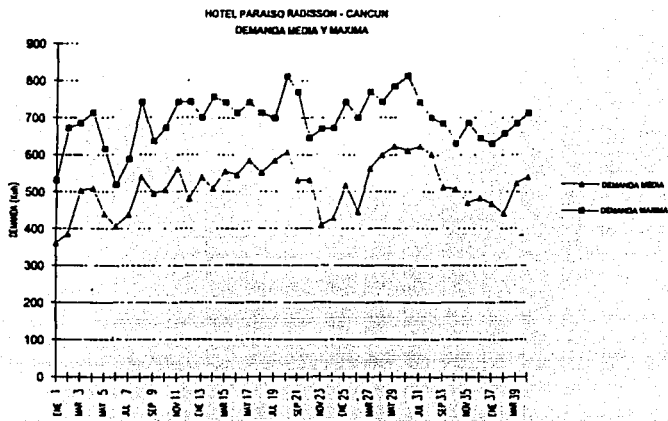


GRAFICO 20 Y 21.

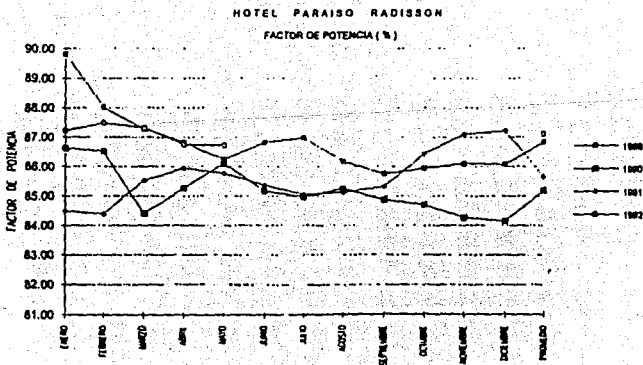
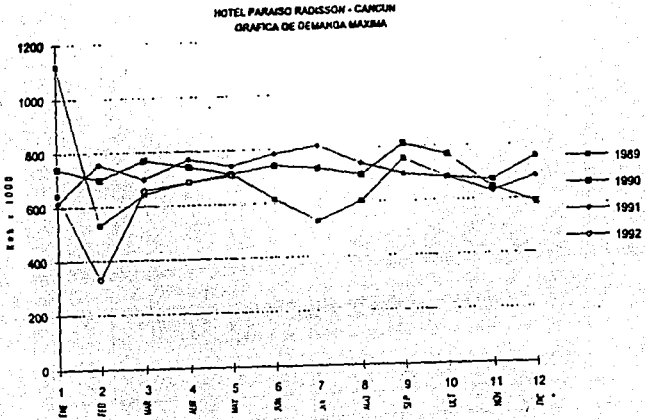


GRAFICO 22 Y 23.

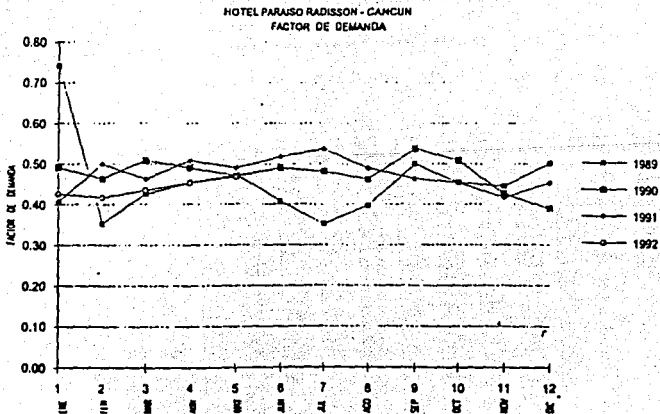
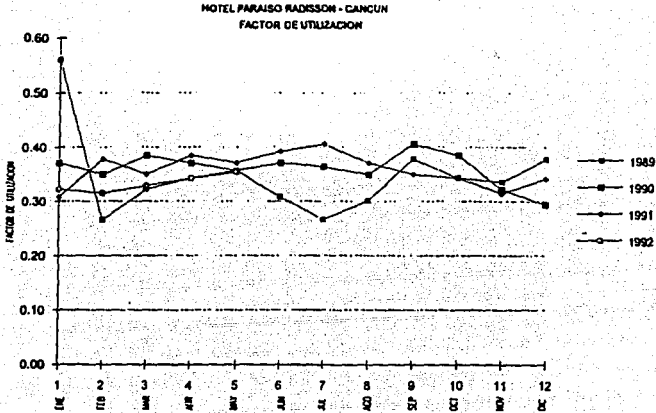


TABLA 21.

HOTEL PARAISO RADISSON					
DEMANDA DIARIA EN KW/DIA 1992					
DIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
1	525	487	408	583	525
2	408	408	525	583	487
3	466	487	408	525	488
4	466	487	525	525	525
5	408	408	583	583	525
6	408	408	525	583	488
7	466	350	583	583	488
8	488	350	408	583	525
9	525	408	583	583	588
10	525	350	583	583	588
11	525	408	488	525	588
12	525	408	583	525	488
13	525	487	525	525	588
14	525	525	525	583	525
15	488	525	488	525	588
16	408	487	488	525	588
17	408	583	350	525	588
18	408	583	583	583	588
19	466	583	583	583	588
20	488	583	525	642	525
21	408	525	525	642	488
22	488	525	583	583	588
23	488	487	525	583	525
24	488	525	525	583	588
25	408	583	583	525	588
26	408	525	525	525	588
27	525	408	525	525	588
28	466	487	525	488	707
29	525	487	525	488	640
30	525		525		588
31	488		525		588

GRAFICO 24 Y 25.

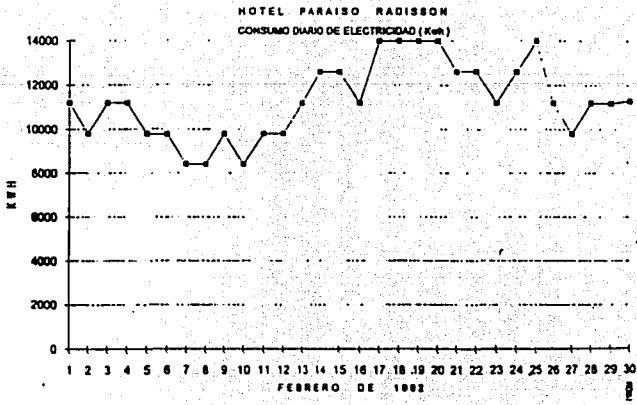
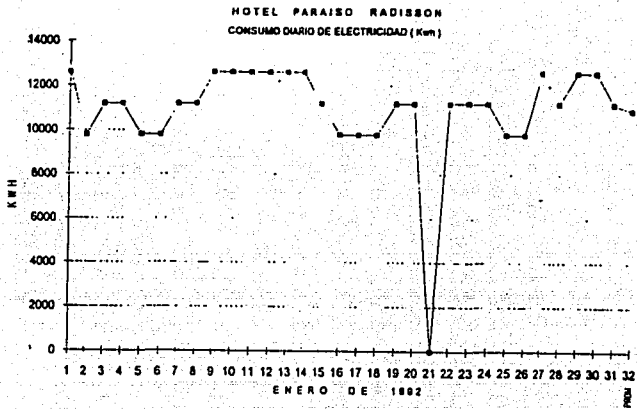


GRAFICO 26.

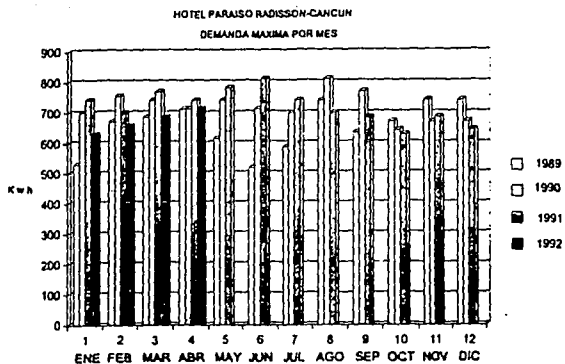
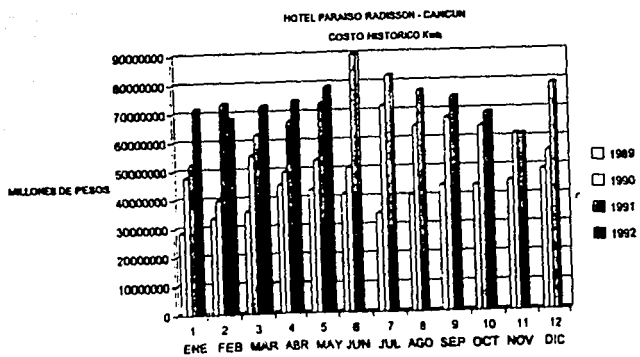
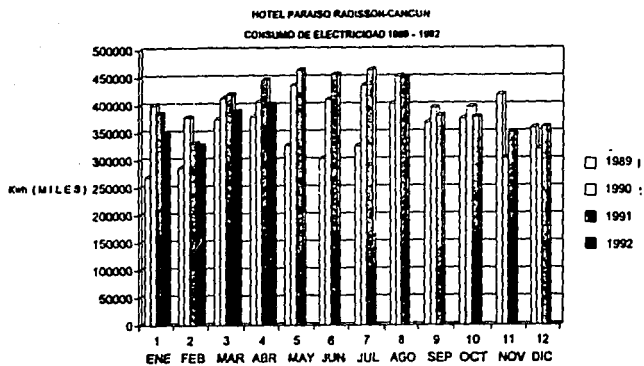


GRAFICO 27 Y 28.



Los consumos totales correspondientes a los años 1989 a 1991 son los siguientes:

Año	Consumo anual Kw/h	Mes de mayor demanda	Consumo mes Kw/h
1989	4'600,600	Diciembre	414,400
1990	4'712,600	Julio	464,800
1991	4'855,000	Junio	539,000
1992	* (5'000,000)	** Mayo	414,000

* Consumo estimado para 1992, **Período Enero-Mayo.

Se observa en las gráficas anteriores, que de acuerdo a los consumos anuales, se tiene una tendencia al incremento de aproximadamente el 10%, estimándose que para el año de 1992, el consumo podrá ser de 5'000,000 de Kw/h.

El incremento de consumo en Kw/h, podría ser equivalente a un incremento de carga conectada en un año durante las 24 horas de cada día, de acuerdo a lo siguiente:

Año	Carga conectada Kw (equivalente)
1990	457.37
1991	537.96
* 1992	* 570.77

* Proyección a conectarse.

La carga instalada está relacionada con la demanda de los servicios que otorga el hotel, pero ésta debiera presentar tendencias a estabilizarse. Por lo que el incremento gradual que se presenta, presupone que alguna de las cargas parciales está operando con deficiencias cada vez mayores, provocando un incremento en el consumo.

2.3.6 Levantamiento de cargas eléctricas.

Descripción general del sistema eléctrico.

La Comisión Federal de Electricidad para proporcionar su servicio, tiene instalada una doble acometida en alta tensión a 13,800 volts, a través de sus líneas de servicios preferenciales y de emergencia, recibida en un local, ubicado en el límite frontal del predio (local #1 del plano de ubicación de áreas), el cual cuenta con dos áreas, alojando en la primera el interruptor de transferencia en alta tensión y en la segunda, los apartarrayos y el interruptor general de alta tensión.

La subestación receptora a través del interruptor de transferencia, alimenta la subestación general de distribución, tipo estación (local #2 del plano de ubicación de áreas), donde se tienen conectados dos transformadores trifásicos de relación 13,800/220 volts y de 1000/1150 KVA de capacidad, ambos con enfriamiento tipo OA/OFA, que abastecen a toda la carga instalada en el hotel por medio de dos tableros generales de servicio normal unidos con un interruptor de enlace que opera actualmente "normalmente abierto".

El sistema de distribución de energía eléctrica dentro del inmueble, considera la instalación de 44 tableros de distribución, localizados aproximadamente en los centros de carga de las áreas a las cuales se da servicio.

2.3.6.1 Levantamiento de carga eléctricas e identificación de circuitos.

Tableros generales.

Se identificaron los circuitos de los tableros generales y se tomaron lecturas de sus consumos, habiéndose observado lo siguiente:

Lectura No.	Tablero No. 1 Amperes	Tablero No. 2 Amperes	Total Amperes
1	650	1,380	2,030
2	950	1,350	2,300
3	975	1,300	2,275
4	1,200	825	2,025
5	1,250	870	2,120
6	1,260	865	2,125
7	1,300	1,050	2,350
8	1,010	1,380	2,390

Se considera que aunque la carga tendrá variaciones significativas, en esta muestra de lecturas se tiene:

Tablero 1.-	Consumo en amperes de:	650 a 1,300
Tablero 2.-	Consumo en amperes de:	825 a 1,380
Demanda máxima en amperes:		2,390

La demanda máxima señalada, corresponde a la demanda instantánea del hotel y representa el 45.4% de la capacidad total de la subestación.

2.3.6.2 Identificación de anomalías.

Subestación eléctrica.

El local carece de ventilación, existiendo en su atmósfera un alto contenido de ozono, que provoca corrosión en la estructura de la subestación y sulfatación de las barras de cobre, lo que deteriora al aislamiento, haciendo peligrosas las condiciones de operación.

Tableros generales.

Los tableros generales se encuentran en condiciones normales de operación, en cuanto a limpieza y condiciones físicas.

- No se detectaron falsos contactos ni sobrecalentamientos.
- El balanceo de fases se encontró dentro de los límites establecidos, ya que se tiene de un 2 a un 2.3%.
- Se observó un programa de mantenimiento que garantiza el correcto estado de los tableros.

Tableros de distribución.

Se considera que el proyecto es adecuado, y que no existen sobrecargas en el sistema, ocasionadas por sobredimensionamiento en diámetros y longitud de líneas o diámetros restringidos.

Para el análisis del comportamiento de la instalación eléctrica, se realizaron medidas de voltaje, amperaje y corriente, por fase y por circuito; realizando una evaluación de las condiciones de operación de cada tablero.

Se detectó que únicamente en los tableros IEB-C-36 y el IEB-C-37, que corresponden al servicio de cocina, se encontraron abiertos, sin presentar anomalías significativas.

En los tableros se identificaron sus características de operación, no siendo relevantes las anomalías que se detallan en el reporte anexo.

2.3.7 Inventarios.

A continuación se proporciona una lista de inventarios de los equipos con los que cuenta el Hotel.

TABLA 22 (INVENTARIOS).

		HOTEL PARAISO RADISSON														
		IDENTIFICACION Y REVISION DE TABLEROS														
No.	TABLERO	UBICACION	MARCA	CATALOGO	CAP	VOLT	KW	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	CE-EB-12	ROPERIA NIVEL 1	FEDERAL PACIFIC	NBLP241ABS	50	124	6.9	B	B	M	B	B	B	B	B	B
2	C EB-1 11	ROPERIA NIVEL 1	FEDERAL PACIFIC	NB1P424ABS	125	124	11.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B
3	D EA-1-10	ROPERIA NIVEL 1	FEDERAL PACIFIC	NB1P424ABS	150	123	7.0	B	B	B	B	B	B	B	B	B
4	AE2 E-B-2	ROPERIA NIVEL 2	FEDERAL PACIFIC	NB1824A4BS	50	118	1.2	B	B	B	B	B	B	B	B	B
5	AZ EB-2 13	ROPERIA NIVEL 2	FEDERAL PACIFIC	NB1P42-4ABS	150	124	9.6	B	B	M	B	B	B	B	B	B
6	B2 EB-2-14	ROPERIA NIVEL 2	FEDERAL PACIFIC	NB1P424ABS	125	124	7.7	B	B	B	B	B	B	B	B	B
7	AE3 EB-3-16	ROPERIA NIVEL 3	FEDERAL PACIFIC	NBLP244ABS	60	118	7.7	B	B	M	B	B	B	B	B	B
8	B3 EB-3-17	ROPERIA NIVEL 3	FEDERAL PACIFIC	NB1P42-4ABS	125	123	5.6	B	B	B	B	B	B	B	B	B
9	A3 EB-3-16	ROPERIA NIVEL 3	FEDERAL PACIFIC	NBLP-42-4AB-S	150	123	10.7	B	B	B	B	B	B	B	B	B
10	A4 EB-4-10	ROPERIA NIVEL 4	FEDERAL PACIFIC	NB1P424ABS	160	125	5.1	B	B	M	B	B	B	B	B	B
11	B4 EB-4-20	ROPERIA NIVEL 4	FEDERAL PACIFIC	NB1P424ABS	12	125	6.3	B	B	B	B	B	B	B	B	B
12	AE4 EB-4-21	ROPERIA NIVEL 4	FEDERAL PACIFIC	NB1P244ABS	50	119	5.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B
13	AE5-EB-524	ROPERIA NIVEL 5	FEDERAL PACIFIC	NBLP244ABS	50	119	5.3	B	B	M	B	B	B	B	B	B
14	B5 EB-5-23	ROPERIA NIVEL 5	FEDERAL PACIFIC	NB1P424ABS	125	125	4.6	B	B	B	B	B	B	B	B	B
15	A5 EB-5-22	ROPERIA NIVEL 5	FEDERAL PACIFIC	NB1P424ABS	150	125	7.4	B	B	M	B	B	B	B	B	B
16	A6 EB825	ROPERIA NIVEL 6	FEDERAL PACIFIC	NB1P424ABS	125	126	5.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B
17	B6	ROPERIA NIVEL 6	FEDERAL PACIFIC	NB1P424BS	125			B	B	B	B	B	B	B	B	B
18	AE6 EB-6-27	ROPERIA NIVEL 6	FEDERAL PACIFIC	NBPE244ABS	50	124	5.3	B	B	M	B	B	B	B	B	B
19	EB-A-55	C. ELEVADORES	FEDERAL PACIFIC	NB1P244ABS	50	117	.3	B	B	B	B	B	B	B	B	B
20	RE EB-A-49	EXTRACTORES	FEDERAL PACIFIC	NB1B4214ABF	176	117	16	B	B	B	B	B	B	B	B	B
21	FE EB-PB-31	RECEPCION	FEDERAL PACIFIC		30	119	5.3	B	B	B	B	B	B	B	B	B
22	SIN IDENTIF.	BOMBAS DE ALBERCA	FEDERAL PACIFIC		180	117	33.8	M	B	M	B	B	B	M	B	B
23	M EB-CM-43	C. DE MAQUINAS	FEDERAL PACIFIC	NB1P144ABS	70	120	5.0	B	B	B	B	B	B	B	B	B
24	N EB-6-45	SUBESTACION	FEDERAL PACIFIC	NB1P304ABS		121	6.6	B	B	B	B	B	B	B	B	B
25	ME EB-CM44	C. DE MAQUINAS	FEDERAL PACIFIC	NBLP244ABS	50	120	5.5	B	B	B	B	B	B	B	B	B
26	LE1	ALMACEN GENERAL	FEDERAL PACIFIC	NB1P12415		116	6.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B
27	LE-EB-0-42	ALMACEN GENERAL	FEDERAL PACIFIC	N3LP244ABF		118	5.2	B	B	B	B	B	B	B	B	B
28	K EB-0-41	OFICINA DE MANTENIM.	FEDERAL PACIFIC	NB1P424ABF	126	121	6.0	B	B	B	B	B	B	B	B	B
29	KE EB-0-41	OFICINA DE MANTENIM.	FEDERAL PACIFIC	NB1P304ABF	100	120	6.3	B	B	B	B	B	B	B	B	B
30	E EB-CB-26	COCINA	FEDERAL PACIFIC	NB1P424ABF	226	118	7.3	B	B	B	B	B	B	B	B	B
31	EE EB-PB-29	COCINA	FEDERAL PACIFIC	NBLP424ABF	150	126	7.2	B	B	B	B	B	B	B	B	B
32	NE EB-5-48	SUBESTACION	FEDERAL PACIFIC	NB1P244ABF		124	6.0	B	M	B	B	B	M	B	B	B
33	J EB-0-35	LAVANDERIA	FEDERAL PACIFIC	NB1P424ABS	25	120	7.0	B	B	B	B	B	B	B	B	B
34	JE EB-0-39	LAVANDERIA	FEDERAL PACIFIC	NB1P244ABF	40	118	1.3	B	B	B	B	B	B	B	B	B
35	I EB-C-36	COCINA NIVEL 0	FEDERAL PACIFIC	NB1P424ABF	126	120	7.0	B	M	B	B	B	M	B	B	B
36	IE EB-C-37	COCINA NIVEL 0	FEDERAL PACIFIC	NB1P424ABF	70	117	28.8	B	M	B	B	B	M	B	B	B
37	GE	SALON DE CONVENCIONES	FEDERAL PACIFIC			118	6.7	B	B	B	B	B	B	B	B	B
38	G EB-PB-32	PASILLO PARAISO # 2	FEDERAL PACIFIC	NB1R184ABF	100	125	1.1	M	B	B	B	B	B	B	B	B
39	Q8	BELL BOYS MALETERIA	ISA			124	7.8	M	B	B	B	B	M	M	B	B
40	SIN IDENTIF.	TIENDA DE ROPA	FEDERAL PACIFIC	NBLP144ABF	100	116	1.6	M	B	B	B	B	B	B	B	B
41	H	MARISCOS MIRADOR	FEDERAL PACIFIC	NB106RABP			7.4	M	B	B	B	B	B	B	B	B
42	EB-0-41	MARISQUERIA	FEDERAL PACIFIC	NBLP144ABS		120	7.2	M	B	M	B	M	B	B	B	B
43	F EB-PB-30	RECEPCION	FEDERAL PACIFIC	NB1P144ABF	70	125	2.1	B	M	B	M	B	B	B	M	B
44	HE	TIENDA LAS GAVIOTAS	SQUARE D	Q8		116	5.9	B	M	M	B	B	M	B	B	B
CLAVE DE CARACT. DE OPERACION																
1. IDENTIFICACION DEL TABLERO			B=BIEN													
2. ESTADO FISICO			M=MAL													
3. IDENTIFICACION DE CIRCUITOS																
4. TAPAS COMPLETAS																
5. INTERRUPTORES FLOJOS																
6. LIMPIEZA																
7. FALSOS CONTACTOS																
8. OXIDACION Y HERRUMBE																
9. CALENTAMIENTO LINEAS																

TABLA 23 (INVENTARIOS).

HOTEL PARAISO RADISSON						
INVENTARIO DE EQUIPO DE CASA DE MAQUINAS						
EQUIPO	NO INVENT.	UBICACION	MARCA	MODELO	SERIE	CAPACIDAD
GENERADOR DE VAPOR No. 1	GV-CM-1	CTO. MAQ.	C. BROOKS	CB100-160	MX-6147	2352 KGAR
BOMBA DE COMBUSTIBLE No. 1	BD-CM-1	CTO. MAQ.	TUT HILL			
GENERADOR DE VAPOR No. 2	GV-CM-2	CTO. MAQ.	C. BROOKS	CB100-160	MX-6100	2352 KG/HR
BOMBA DE COMBUSTIBLE No. 2	BD-CM-2	CTO. MAQ.	TUT HILL			
TANQUE DE PURGA	V-CM-1	CTO. MAQ.	SELMEC			
ABLANDADOR DE AGUA No. 1	TS-CM-1	CTO. MAQ.	PREUSS	765		250000 LTS
ABLANDADOR DE AGUA No. 2	TS-CM-2	CTO. MAQ.	PREUSS	765		250000 LTS
TANQUE DE CONDENSADOS	V-CM-2	CTO. MAQ.	SELMEC			
BOMBA DE ALIMENTACION No. 1	BAC-CM-3	CTO. MAQ.	SENTINEL	T8-SM	87010000	
BOMBA DE ALIMENTACION No. 2	BAC-CM-4	CTO. MAQ.	SENTINEL	T8-SM		
INTERCAMBIADOR DE CALOR No. 1	V-CM-3	CTO. MAQ.	SELMEC			10000 LTS.
BOMBA RECIRCULADORA No. 1	BC-CM-5	CTO. MAQ.	BELL & GOSSET	60 PUMP	414877	
INTERCAMBIADOR DE CALOR No. 2	V-CM-4	CTO. MAQ.	SELMEC			10000 LTS.
BOMBA RECIRCULADORA No. 2	BC-CM-6	CTO. MAQ.	BELL & GOSSET	60 PUMP	1414876	
TANQUE DE COMBUSTIBLE DE DIA	VD-CM-6	CTO. MAQ.				
BOMBA DE COMB. INTERNA C/INCN	BE-CB-6	CTO. BOMBAS	JACUZZY	8150L11-2-N2B	M71-1123	
BOMBA PRINCIPAL C/INCENDIO	BE-CB-7	CTO. BOMBAS	JACUZZY	150L 11-2	MH6344	
BOMBA PILOTO C/INCENDIO	BE-CB-8	CTO. BOMBAS	AURORA P.	G4TRL-SI		40 L.P.M.
BOMBA TRANSVASE No. 1	BT-CB-9	CTO. BOMBAS	L.G.B.	1 1/4 X 1 1/2X7	REF. 203	5 L.P.S.
BOMBA TRANSVASE No. 2	BT-CB-10	CTO. BOMBAS	L.G.B.	1 1/4 X 1 1/2X7	203	5 L.P.S.
FILTRO DE ARENA	TF-CB-3	CTO. BOMBAS	CULLIGAN	MASS 48		
FILTRO DE CARBON ACTIVADO	TF-CB-4	CTO. BOMBAS	CULLIGAN	VR 544	118711782	
ABLANDADOR DE AGUA	TF-CB-5	CTO. BOMBAS	CULLIGAN	HM 450	118711782	
TANQUE DE HIDRONEUMATICO	V-CB-6	CTO. BOMBAS				
BOMBA SERVICIOS GENERALES No.1	BH-CB-11	CTO. BOMBAS	L.G.B.	1 1/4 X 1 1/2X9		8 L.P.S.
BOMBA SERVICIOS GENERALES No.2	BH-CB-12	CTO. BOMBAS	L.G.B.	1 1/4 X 1 1/2X9		8 L.P.S.
BOMBA SERVICIOS GENERALES No.3	BH-CB-13	CTO. BOMBAS	L.G.B.	1 1/4 X 1 1/2X9		8 L.P.S.
BOMBA DE ACHIQUE	BA-CB-14	CTO. BOMBAS	AURORA	3/4 X 1 1/1 X7A	31349	
BOMBA DE RIEGO	BR-CB-15	CTO. BOMBAS	JACUZZY	2 DM 1	M11666	
TANQUE DE COMBUSTIBLE No. 1	VD-J-6	JARDIN				10000
BOMBA DE COMBUSTIBLE	VD-J-16	JARDIN	TUT HILL			
TANQUE DE COMBUSTIBLE No. 2	VD-J-7	JARDIN				10000 LTS.
BOMBA DE COMBUSTIBLE	VD-J-17	JARDIN	TUT HILL			
TANQUE DE GAS	VG-J-8					
TANQUE DE GAS	VG-J-9					
FILTRO DE ARENA	TF-CMA-6	CTO. ALBERCA	AQUALARIS			815 LPM/M2
BOMBA DE FILTRADO ALBERCA	BC-CMA18	CTO. ALBERCA	JACUZZY	10 EM 4	M3J719	
BOMBA DE FILTRADO ALBERCA	BC-CMA19	CTO. ALBERCA	JACUZZY	10 EM 4	M3J719	
TANQUE DE GAS	VG-J-10					
TANQUE DE GAS	VG-J-11					

TABLA 24 (INVENTARIOS).

HOTEL PARAISO RADISSON						
INVENTARIO DE EQUIPO DE COCINA						
EQUIPO	NO	UBICACION	MARCA	MODELO	SERIE	CAPACIDAD
	INVENT.					
MAQUINA LAVALOZA	CE-CG-1	C. GENERAL	BULNES	AA 64P	85120	
TRITURADOR DE DESPERDICIO	CE-CG-2	C. GENERAL	BULNES	B-200	88145	2 H.P.
ESTUFA DE 4 HORNILLAS	CG-CG-1	CAFETERIA	BULNES	4H-1B	1487	120000 BTU
ESTUFA TIPO PLANCHA	CG-CG-2	CAFETERIA	BULNES	2748	1487	120000 BTU
MESA CON BANO MARIA	CG-CG-3	CAFETERIA				
CAFETERA TIPO AMERICANO	CG-CG-4	C. GENERAL	INTERNACIONAL		74320-20	
CAFETERA TIPO EXPRESS	CG-CG-5	C. GENERAL	INTERNACIONAL		1682	
BANO MARIA Y CALENTON D PLATOS	CV-CG-1	C. GENERAL	BULNES			
ESTUFA TIPO PLANCHA	CG-CG-6	C. GENERAL	BULNES	2748	1404	120000 BTU
ESTUFA DE 4 HORNILLAS	CG-CG-7	C. GENERAL	BULNES	2724-4	1404	120000 BTU
ESTUFA TIPO ASADOR	CG-CG-8	C. GENERAL	BULNES	2730	1422	100000 BTU
SALAMANDRA	CG-CG-9	C. GENERAL	BULNES	H-36		40000
HORNO HORIZONTAL	CG-CG-10	SNACK BAR	BULNES	H-36	4515	40000
HORNO HORIZONTAL	CG-CG-11	C. CALIENTE	BULNES	H-36	4552	40000
ESTUFA TIPO PLANCHA CON HORNO	CG-CG-12	C. CALIENTE	BULNES	2736/H-36	4517	180000
ESTUFA TIPO PLANCHA CON HORNO	CG-CG-13	C. CALIENTE	BULNES	2736/H-36	4561	180000
ESTUFA TIPO PLANCHA CON HORNO	CG-CG-14	C. CALIENTE	BULNES	2736/H-36	4461	180000
FREIDORA	CG-CG-15	C. CALIENTE	BULNES	F2	4578	180000
ESTUFA DE 4 HORNILLAS	CG-CG-16	CALIENTE	BULNES	4H-18		120000
ESTUFON RADIANTE	CG-CG-17	CALIENTE	BULNES	H-36	4482	180000
MARMITA DE VOLTEO	CV-CG-2C	C. PRODUCCION	INTERTECNICA	MMV-60	4101	228 H8.
MARMITA DE VOLTEO	CV-CG-3C	C. PRODUCCION	INTERTECNICA	MMV-60	4101.1	300 H8.
CECEDOR A VAPOR	CV-CG-4C	C. PRODUCCION	INTERTECNICA	CM-3	480	
ESTUFON	CG-CG-18	C. PRODUCCION	BULNES	E-20	4541	80000
ESTUFON	CG-CG-19	C. PRODUCCION	BULNES	E-20	4542	80000
PELADORA DE PAPAS	CE-CG-3	C. PRODUCCION	HOBART	8115-M		
BATIDORA	CE-CG-4	PASTELERIA	HOBART	A-200	11-406-281	
PICADORA DE VERDURAS	CE-CG-5	C. PRODUCCION	HOBART	84148	56-858-242	
REBANADORA DE CARNES	CE-CG-6	C. PRODUCCION	HOBART	6-10	83003371PH	
LICUADORA INDUSTRIAL	CE-CG-7	C. PRODUCCION	MOMAT	1-10	8806077	
EXPRIMIDOR DE JUGOS	CE-CG-8	C. PRODUCCION	MOMAT	7	8811330	
ESTUFA TIPO PLANCHA	CG-CG-20	COMEDOR	BULNES	2724	1406	80000 BTU
BAÑO MARIA	CG-CG-21	COMEDOR	BULNES			
MOLINO DE CARNES	CE-CG-9	CARNICERIA	HOBART	4M-22	15-001170886	
SIERRA DE CARNES	CE-CG-10	CARNICERIA	HOBART	52122	27-117-800	2 H.P.
TRITURADOR DE DESPERDICIO	CE-CG-11	COCHAMBRE	BULNES	B-200	88-146	2 H.P.
HORNO DE 3 COMPARTIMENTOS	CG-CG-22	PASTELERIA	BULNES	7018-S	1446	40000
ESTUFA DE 2 HORNILLAS	CG-CG-23	PASTELERIA	BULNES	2712-2	1471	40000
BATIDORA	CE-CG-12	PASTELERIA	HOBART	D-300	11-396-231	
CAFETERA TIPO AMERICANO	CG-CG-24	ROOM 8.	INTERNACIONAL		742-20-20	
CAFETERA TIPO EXPRESS	CG-CG-25	ROOM 8.	INTERNACIONAL		1683	
CALENTON DE PLATOS	CV-CG-8	BANQUETES	BULNES			
LAVALOZA	CE-CM-13	MIRADOR	BULNES	D-20		
FREIDORA	CG-CM-26	MIRADOR	BULNES			
SALAMANDRA	CG-CM-27	MIRADOR	BULNES	S-36		
ESTUFA TIPO PLANCHA	CG-CM-28	MIRADOR	BULNES			
ESTUFA TIPO ASADOR	CG-CM-29	MIRADOR	BULNES	2730	1414	100000 BTU
ESTUFA DE 2 HORNILLAS	CG-CM-30	MIRADOR	BULNES	2712-2		40000
ESTUFA TIPO ASADOR	CG-CP-31	PALAPA	BULNES			
ESTUFA TIPO PLANCHA	CG-CP-32	PALAPA	BULNES			
MONTACARGA	CE-CG-14	COCINA	RISGA	862	863772	

TABLA 25 (INVENTARIOS).

HOTEL PARAISO RADISSON						
INVENTARIO DE EQUIPO DE LAVANDERIA						
EQUIPO	NO	UBICACION	MARCA	MODELO	SERIE	CAPACIDAD
	INVENT.					
SECADORA	LS-L-1	LAVANDERIA	KING AIRE	110 CSH	KTR627284WC	110
SECADORA	LS-L-2	LAVANDERIA	KING AIRE	110 CSH		
SECADORA	LS-L-3	LAVANDERIA	KING AIRE	110 CSH		
LAVADORA EXTRACTORA	LL-L-1	LAVANDERIA	WASHEX	36/21LAH	10736	85 LBS
LAVADORA EXTRACTORA	LL-L-2	LAVANDERIA	WASHEX	42/24LAH	11068	125 LBS.
LAVADORA EXTRACTORA	LL-L-3	LAVANDERIA	WASHEX	42/24LAH	11067	125 LBS.
LAVADORA EXTRACTORA	LL-L-4	LAVANDERIA	WASHEX	42/24LAH	11069	125 LBS.
COMPRESOR DE AIRE	LC-L-1	LAVANDERIA	KELLOG	B462DO	AR10768	
DOBLADORA DE CAMISAS	LD-L-1	LAVANDERIA	FORENTA	10MF	M3MF28087010	
PLANCHADORA DE FORMA	LP-L-1	LAVANDERIA	TRIALTA	SP21B	88055	
PLANCHADORA DE FORMA	LP-L-2	LAVANDERIA	TRIALTA	SP554	880-78	
PLANCHADORA DE CUELLOS	LP-L-3	LAVANDERIA	FORENTA	27VCY	MGVCY20087	
PLANCHADORA D/PIERNAS Y MANGAS	LP-L-4	LAVANDERIA	FORENTA	755L		
PLANCHADORA DE RODILLOS (MANG)	LP-L-6	LAVANDERIA	CHICAGO	SA30-120R	38282	
DOBLADORA DE SABANAS	LD-L-2	LAVANDERIA	JENSEN	CONSTELLATION	486-EG-1900	
DOBLADORA DE TOALLAS	LD-L-3	LAVANDERIA	JENSEN	WISHBONEN	586-EG-1158	
VAPORIZADOR DE 3 CABEZAS	LV-L-1	VALET	CISELL			
PLANCHADORA DE ACABADOS	LP-L-6	VALET	PANTEX	PA-61770	08615885	
MANQUI VAPORIZADOR	LV-L-2	VALET	CISELL	FCD	62287168	
LAVADORA EN SECO	LL-L-6	VALET	MARVEL	CH-JR	2077	
TERMO SELLADOR	LX-L-1	VALET	THERMOSEAL	4-126-C4	021-0262	
MAQUINA DE COSER	LX-L-2	ROPERIA				

TABLA 26 (INVENTARIOS).

HOTEL PARAISO RADISSON						
INVENTARIO DE EQUIPO DE REFRIGERACION						
EQUIPO	NO	UBICACION	MARCA	MODELO	SERIE	CAPACIDAD
	INVENT.					
CAHARA DE VINOS	RC-0-1	ALMACEN A Y B	GILBERT	I-EA-200	885-0905	11070 BTU
CAHARA DE LACTEOS	RC-0-2	ALMACEN A Y B	GILBERT	I-EA-200-MD	878-2063	
CAHARA DE FRUTAS	RC-0-3	ALMACEN A Y B	GILBERT	I-EA-300-MA	888-0304	18606 BTU
CAHARA DE MARISCOS	RC-0-4	ALMACEN A Y B	GILBERT	I-EA-300-BIA	888-0380	12082 BTU
ANTECAMARA	RC-0-5	ALMACEN A Y B	GILBERT	I-EA-350-MA	888-0355	
CAHARA DE CARNES	RC-0-8	ALMACEN A Y B	GILBERT	I-EA-300-BIA	888-0382	12082 BTU
CAHARA DE BASURA	RC-0-7	AREA BASURA	GILBERT	I-EA-200-MD	878-2060	11070 BTU
CAHARA DE VERDURAS	RC-C-8	COCINA	GILBERT	I-EA-200-MD	878-2061	11070 BTU
CAHARA DE CARNICERIA	RC-C-9	COCINA	GILBERT	I-EA-300-MA	888-0383	18606
CAHARA DE PASTERIA	RC-C-10	COCINA	GILBERT	I-EA-300-MA	888-0384	18606
CAHARA DE BANQUETES	RC-C-11	COCINA	GILBERT	I-EA-200-MD	878-2064	11070 BTU
REFRIGERADOR VERTICAL	RR-C-1	COMEDOR	BULNES	270-11	88-296	
REFRIGERADOR HORIZONTAL	RR-C-2	COMEDOR	BULNES	251	88-308	
REFRIGERADOR VERTICAL	RR-C-3	COMEDOR	BULNES	270-22	88-304	
REFRIGERADOR VERTICAL	RR-C-4	COCINA G.	BULNES	270-11	88-290	
REFRIGERADOR HORIZONTAL	RR-C-5	COCINA G.	BULNES	260-2	88-314	
REFRIGERADOR HORIZONTAL	RR-C-6	COCINA G.	BULNES	260-2	88-315	
REFRIGERADOR VERTICAL	RR-C-7	COCINA G.	BULNES	270-11	88-302	
REFRIGERADOR HORIZONTAL	RR-C-8	CARNICERIA	BULNES	258	88-300	
REFRIGERADOR VERTICAL 2 PT	RR-C-9	PASTERIA	BULNES	270-308	88-306	
REFRIGERADOR HORIZONTAL	RR-C-10	BAR SERVICE	BULNES	266-2	88-311	
REFRIGERADOR VERTICAL	RR-C-11	MIRADOR	BULNES	270-11		
REFRIGERADOR VERTICAL	RR-C-12	BANQUETES	BULNES	270-11	88-301	
REFRIGERADOR HORIZONTAL	RR-C-13	ROOM SERVICE	BULNES	266-1	88-310	
REFRIGERADOR HORIZONTAL	RR-PB-14	MIRADOR	BULNES			
REFRIGERADOR HORIZONTAL	RR-PB-15	MIRADOR	BULNES			
REFRIGERADOR VERTICAL	RR-PB-16	MIRADOR	BULNES			
REFRIGERADOR HORIZONTAL	RR-PB-17	PALAPA	BULNES			
CONGELADOR HORIZONTAL	RR-PB-18	BARANDALAS	BULNES			
REFRIGERADOR VERTICAL	RR-PB-19	PALAPA	BULNES			
CUBICADORA DE HIELO	RH-C-1	BAR SERVICE	SCOTSMAN	CM100AE-3A	A80452-02H	
CUBICADORA DE HIELO	RH-C-2	ROOM SERVICE	SCOTSMAN	CM100AE-3A	A80453-02H	
CUBICADORA DE HIELO	RH-C-3	ROOM SERVICE	SCOTSMAN	CM100AE-3A	A80454-02H	
CUBICADORA DE HIELO	RH-1-4	1er. PISO	KOLD DRAFT	GS6A		
CUBICADORA DE HIELO	RH-2-5	2o. PISO	KOLD DRAFT	GS6A		
CUBICADORA DE HIELO	RH-3-6	3er PISO	KOLO-DRAFT	GS6A		
CUBICADORA DE HIELO	RH-4-7	4o. PISO	KOLO-DRAFT	GS6A		
CUBICADORA DE HIELO	RH-5-8	5o. PISO	KOLO-DRAFT	GS6A		
CUBICADORA DE HIELO	RH-6-9	6o. PISO	KOLO-DRAFT	GS6A		
REFRIGERADOR HORIZONTAL	RR-PB-20	LOBEY BAR	BULNES, S.A.	266-2	88312	

TABLA 27 (INVENTARIOS).

HOTEL PARAISO RADISSON						
INVENTARIO DE EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO						
EQUIPO	NO	UBICACION	MARCA	MODELO	SERIE	CAPACIDAD
	INVENT.					
GENERADOR AGUA HELADA No. 1	AC-SAA-1	SALA DE A.A.	CARRIER	300B-125		125 T.R.
GENERADOR DE AGUA HELADA No. 2	AC-SAA-2	SALA DE A.A.	CARRIER	300B-125		125 T.R.
GENERADOR DE AGUA HELADA No. 3	AC-SAA-3	SALA DE A.A.	CARRIER	300B-125		125 T.R.
BOMBA DE AGUA HELADA No. 1	BAH-SAA1	SALA DE A.A.	PICSA	4X5X9	30178-2	2396 L.P.M
BOMBA DE AGUA HELADA No. 2	BAH-SAN2	SALA DE A.A.	PICSA	4X5X9	30178-2	2396 L.P.M
BOMBA DE AGUA HELADA No. 3	BAH-SAA3	SALA DE A.A.	PICSA	4X5X9	30178-2	2396 L.P.M
UMA TALLERES	AM-Q-1	MANTO.	CARRIER	39E211-THF-L	L7788661	
UMA SALON PARAISO 1	AM-CMS-2	CTO. UMAS	CARRIER	39BA060-GT-B	K7-99387	
UMA SALON PARAISO 2	AM-CMS-3	CTO. UMAS	CARRIER	39BW060-4T	RT-99388	
UMA SALON PARAISO 3	AM-CMS-4	CTO. UMAS	CARRIER	39BA060-4T-B	K7-99386	
UMA PREFUNCION	AM-CMB-5	CTO. UMAS	CARRIER	39ED08-UBF-R	17-99478	
UMA RESTAURANTE BARANDALES	AM-CMS-6	CTO. UMAS	CARRIER	39ED13UBF-L	XJ7-99381	
UMA LOBBY	AM-PB-7	LOBBY	CARRIER	39BA050-5T	KT-99397	
UMA COMEDOR DE EMPLEADOS	AM-C-8	COMEDOR	CARRIER	39BA040-5T	3K7-99614	
PAQUETE DE VENTANA GERENCIA	AV-Q-1	GERENCIA	YORK			
PAQUETE INTEGRAL COMPUTO	AI-J-2	JARDIN	CARRIER	50CH006580	3788681870	53910 BTU
PAQUETE INTEGRAL COMPUTO	AI-J-3	JARDIN	CARRIER	50CH006580		53910 BTU
PAQUETE SALA CASA GERENTE	AV-J-4	CASA G.	YORK			
PAQUETE RECAMARA PRINCIPAL C.O	AV-J-5	CASA G.	YORK			
PAQUETE RECAMARA C. GTE.	AV-J-6	CASA G.	YORK			
PAQUETE DE VENTANA SNACK BAR	AV-PB-8	PALAPA				
PAQUETE INTEGRAL ELEVADORES	AI-A-9	AZOTEA	CARRIER	50CH008-521	F7-98330	87000 BTU
PAQUETE INTEGRAL ELEVADORES	AI-A-10	AZOTEA	CARRIER	50CH008-521	F7-98328	
EXTRACTOR ALMACEN A Y B	VE-Q-1	ALMACEN				
EXTRACTOR ALMACEN DE SUMINISTR	VE-Q-2	ALMACEN S.				
EXTRACTOR SANITARIOS VESTIDORE	VE-CM-3	CTO. MAQ.				
EXTRACTOR MIRADOR	VE-PB-4	MIRADOR	AIR EQUIPO	F-1045	4296	1316M+3/HR
EXTRACTOR LAVANDERIA	VE-A-5	AZOTEA	AIR EQUIPO	8030	2918	16646M+3/H
EXTRACTOR COCINA	VE-A-6	AZOTEA	AIR EQUIPO	3037	2919	33300M+3/H
EXTRACTOR CAFETERIA	VE-PB-7	CAFETERIA	AIR EQUIPO			
EXTRACTOR SANITARIOS	VE-A-8	AZOTEA	AIR EQUIPO	3013	2921	2433M+3/HR
EXTRACTOR SANITARIOS	VE-A-9	AZOTEA	AIR EQUIPO	3013	2928	2433M+3/HR
EXTRACTOR SANITARIOS	VE-A-10	AZOTEA	AIR EQUIPO	3013	2925	2433
EXTRACTOR SANITARIOS	VE-A-11	AZOTEA	AIR EQUIPO	3013	2923	2433M+3/HR
EXTRACTOR SANITARIOS	VE-A-12	AZOTEA	AIR EQUIPO	10-45	3596	1218M+3/HR
EXTRACTOR SANITARIOS	VE-A-13	AZOTEA	AIR EQUIPO	3013	2924	2433M+3/HR
EXTRACTOR SANITARIOS	VE-A-14	AZOTEA	AIR EQUIPO	3013	2927	2433M+3/HR
EXTRACTOR SANITARIOS	VE-A-15	AZOTEA	AIR EQUIPO	10	2929	1783
EXTRACTOR SANITARIOS	VE-A-16	AZOTEA	AIR EQUIPO	3013		2433
EXTRACTOR SANITARIOS	VE-A-17	AZOTEA	AIR EQUIPO	3013	2922	2433
EXTRACTOR SANITARIOS	VE-A-18	AZOTEA	AIR EQUIPO			
INYECTOR DE AIRE COCINA	VI-A-1	AZOTEA	CARRIER			

2.3.8 Medición gráfica de cargas y determinación de perfiles reales de demanda y consumo.

La determinación gráfica de los perfiles reales de demanda y consumo de las diferentes cargas de una instalación, nos permite comprobar los cálculos teóricos de su funcionamiento y observar si el comportamiento del equipo corresponde a las costumbres de sus usuarios. Y de existir incongruencias, realizar las investigaciones necesarias.

Con esta intención, se realizaron mediciones gráficas en las siguientes cargas:

- Tablero de distribución del servicio normal, del 6o. piso (área de huéspedes con ocupación completa): alumbrado, aire acondicionado y contactos.

- Sistema de bombeo de agua fría.
- Cocina.
- Equipo central de aire acondicionado.
- Elevadores.

Los resultados de las mediciones gráficas realizadas, se exponen a continuación y fueron resumidos para su mejor exposición y evaluación del resultado que dió el equipo de medición.

Perfiles reales de demanda y consumo.

Del análisis de las cargas, se observa que las horas de mayor demanda son:

Area de huéspedes:	9:00 a.m. 18:00 a 19:00 hrs.
Casa de máquinas: (Bombeo)	8:00 a.m. 17:00 a 21:00 hrs.
Area de cocina:	9:00 a 12:00 p.m. 16:00 a 21:00 hrs.
Elevadores:	8:00 a 10:00 a.m. 17:00 a 21:00 hrs.
Aire acondicionado:	14:00 a 18:00 hrs.

TABLA 28.

HOTEL PARAISO RADISSON									
RESUMEN DE MEDICIONES GRAFICAS DE DEMANDAS									
HORA	TABLERO	HORA	BOMBEO	HORA	COCINA	HORA	ELEVADORES	HORA	AIRE
	SEXTO PISO								ACONDIC.
	KW		KW		KW		KW		KW
0	9.27	0	5.82	0	25	0	0	0	483.57
1	8.8	1	5.29	1	21	1	4.28	1	483.57
2	7.94	2	5.29	2	21	2	0	2	458.94
3	7.28	3	4.98	3	19	3	0	3	458.94
4	7.94	4	4.98	4	19	4	3.85	4	480.32
5	7.28	5	4.98	5	27	5	0	5	480.32
6	7.81	6	4.98	6	21	6	6.08	6	458.94
7	8.8	7	4.98	7	23	7	7.3	7	458.94
8	9.27	8	9.27	8	23	8	5.78	8	447.61
9	10.59	9	8.8	9	29	9	6.39	9	443.7
10	8.8	10	4.3	10	25	10	6.89	10	437.08
11	8.27	11	3.84	11	29	11	6.39	11	430.48
12	7.81	12	6.8	12	28	12	3.85	12	413.9
13	8.8	13	8.8	13	25	13	8.22	13	413.9
14	8.8	14	4.83	14	27	14	6.39	14	470.19
15	8.95	15	8.8	15	25	15	8.52	15	470.19
16	8.29	16	6.82	16	29	16	6.39	16	470.19
17	7.81	17	7.81	17	25	17	5.17	17	488.53
18	13.24	18	7.81	18	29	18	6.39	18	488.53
19	10.59	19	5.29	19	25	19	6.39	19	483.57
20	9.93	20	7.94	20	25	20	7.3	20	488.88
21	9.93	21	7.94	21	33	21	7.3	21	483.57
22	8.27	22	5.98	22	25	22	6.39	22	483.57
23	8.94	23	5.29	23	27	23	5.17	23	483.57
24	9.27	24	6.82	24	25	24	0	24	483.57
PROM	8.72	PROM	6.32	PROM	25.24	PROM	4.95	PROM	454.98

GRAFICO 29 Y 30.

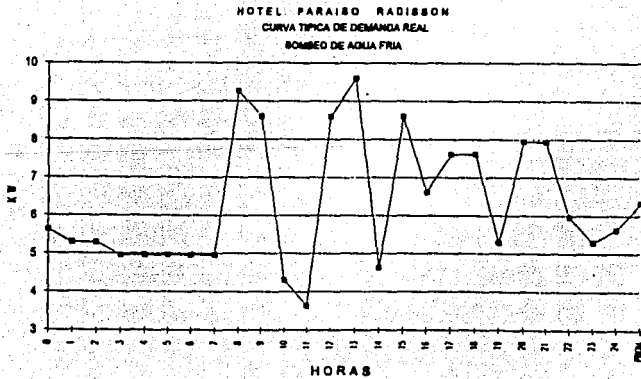
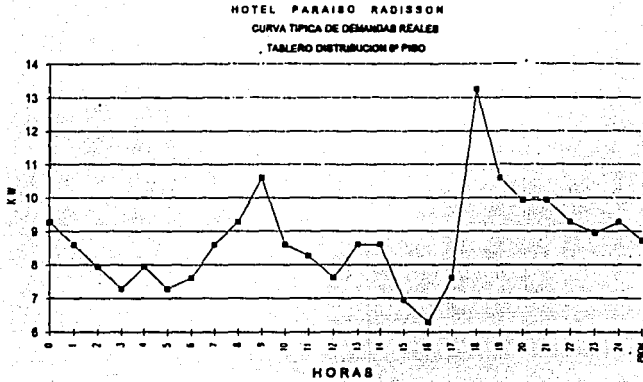


GRAFICO 31 Y 32.

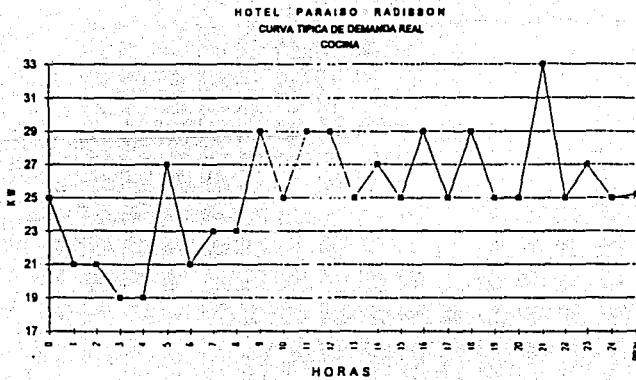
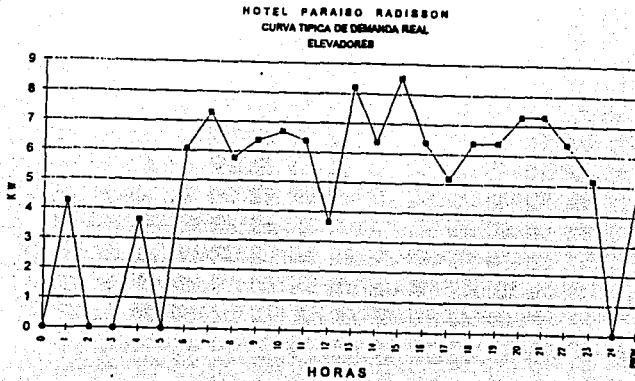
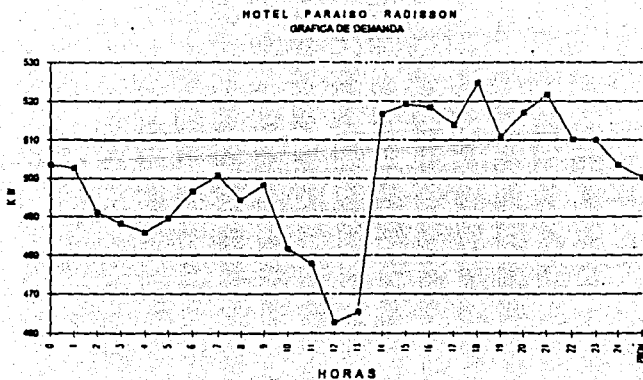
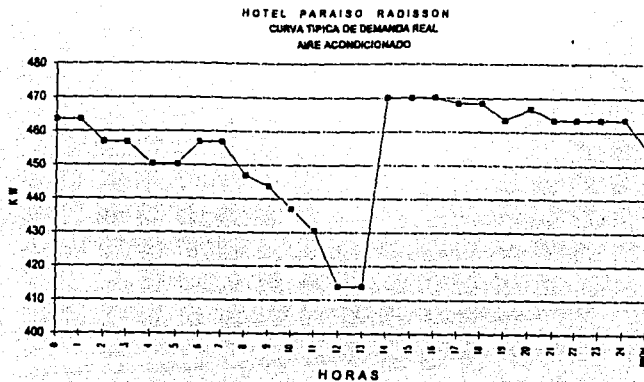


GRAFICO 33 Y 34.



De las gráficas de los perfiles reales de demanda se tienen las siguientes observaciones:

- Tableros del sexto piso de la torre de habitaciones:

Se observa que la carga presenta una variación entre 6.29 y 13.24 KW, comportándose en forma regular durante las 24 horas del día; y debido a este comportamiento uniforme (pocas horas con demanda alta) se aprecia la importancia de modificar los criterios de iluminación actuales, e inclusive valorar la instalación de detectores de presencia que controlen el apagado de la carga de alumbrado y contactos en la ausencia de los huéspedes en las habitaciones.

- Bombeo.

Los sistemas y equipos de bombeo operan 24 horas, de acuerdo con el control existente para los mismos (en forma automática). Considerándose importante el definir la instalación de muebles sanitarios con accesorios que permitan abatir los consumos de agua, y consecuentemente el tiempo de trabajo del equipo.

- Cocina.

Las lecturas tomadas, corroboran que adicionalmente a la carga constante que representa el equipo de refrigeración, el resto del equipo (preparación, cocción, calentamiento y alumbrado) opera de acuerdo a las horas de funcionamiento del área.

- Elevadores.

El grupo motor generador arranca esporádicamente entre las cero y las cinco horas, y de las cinco a las 24 horas, la utilización del equipo provoca la operación frecuente del grupo motor generador, lo que se refleja en los picos de la demanda.

El equipo funciona acorde al equipo de control existente, que por ser del tipo electromecánico en un alto porcentaje, presentan altas pérdidas por magnetización y efecto Joule.

- Aire acondicionado.

En las lecturas tomadas se observó que en horas donde se presentó un cambio de clima (registrándose lluvia de las 8:00 a.m. a las 13:00 p.m.), se tuvo un cambio en la temperatura exterior a 22°C. El cambio de parámetros permitió operar al equipo de condensación en las condiciones más eficientes, ya que la corriente tomada por los bancos de compresores descendió de 1,420 amps. a 1,250 amps.

TABLA 29.

HOTEL PARAISO RADISSON					
CARGA INSTALADA					
TIPO	EQUIPO	CANTIDAD	UBICACION	KW UNIDAD	TOTAL KW
REFRIGERACION	CAMARAS FRIAS	5		1.577	7.90
REFRIGERACION	CAMARAS FRIAS	6		2.350	14.00
REFRIGERACION	REFRIGERADORES	17		0.267	4.40
REFRIGERACION	REFRIGERADORES	1		0.391	0.39
REFRIGERACION	REFRIGERADORES	2		0.206	0.40
REFRIGERACION	MAQUINA HIELO HC-1200	3		2.517	7.55
REFRIGERACION	MAQUINA HIELO	6		0.242	1.45
REFRIGERACION	SERVIBAR	299		0.180	54.90
TOTAL					91.00
LAVANDERIA	SECADORA	3		1.492	4.48
LAVANDERIA	LAVADORA	4		6.714	26.66
LAVANDERIA	COMPRESOR DE AIRE	1		11.019	11.19
LAVANDERIA	PLANCHA DE PIERNAS	1		0.248	0.25
LAVANDERIA	MANGLE	1		2.484	2.48
LAVANDERIA	DOBLADORA DE SABANAS	1		0.932	0.93
LAVANDERIA	DOBLADORA DE TOALLAS	1		0.932	0.93
LAVANDERIA	PLANCHADORA DE ACABADOS	1		13.006	13.06
LAVANDERIA	MANIQUI VAPORIZADOR	1		0.066	0.66
LAVANDERIA	LAVADORA EN SECO	1		1.566	1.57
LAVANDERIA	TERMOSELLADOR	1		0.002	0.02
LAVANDERIA	MAQUINA DE COSER	1		0.002	0.02
TOTAL					62.32
COCINA	LAVALOZA	1		3.073	3.73
COCINA	TRITURADOR	2		0.746	1.49
COCINA	CAFETERA EXPRESS	2		1.007	3.04
COCINA	PELADORA DE PAPAS	1		1.019	1.19
COCINA	BATIDORAS	2		0.596	1.19
COCINA	REBANADORA	1		0.373	0.37
COCINA	LICUADORA	1		0.748	0.76
COCINA	EXTRACTOR JUGOS	1		0.248	0.25
COCINA	MOLINO	1		0.748	0.76
COCINA	SIERRA	1		1.492	1.49
COCINA	LAVALOZA MIRADOR	1		1.119	1.12
COCINA	MONTACARGA	1		2.238	2.24
TOTAL					17.80
CUARTO DE MAQUINAS	GENERADOR DE VAPOR	2		6.096	11.19
CUARTO DE MAQUINAS	BOMBA COMBUSTIBLE	4		6.599	2.24
CUARTO DE MAQUINAS	BOMBA COND.	2		6.096	11.19
CUARTO DE MAQUINAS	BOMBA RECIRCULADORA	2		0.373	0.76
CUARTO DE MAQUINAS	BOMBA CONTRA INCENDIO	1		11.019	11.19
CUARTO DE MAQUINAS	BOMBA PILOTO C/INCENDIO	1		1.019	1.19
CUARTO DE MAQUINAS	BOMBA TRANSVASE	2		2.238	4.48
CUARTO DE MAQUINAS	BOMBAS SERVICIO GENERAL	3		11.019	33.57
CUARTO DE MAQUINAS	BOMBA RIEGO	1		1.492	1.49
CUARTO DE MAQUINAS	BOMBA FILTRADO	2		7.048	14.92
CUARTO DE MAQUINAS	BOMBA ACHIQUE	1		1.492	1.49
TOTAL					93.66

TABLA 30.

AIRE ACONDICIONADO	GENERADOR AGUA HELADA	3		148.008	448.08
AIRE ACONDICIONADO	BOMBAS DE AGUA HELADA	3		37.003	111.09
AIRE ACONDICIONADO	U.M.A. SALONES	5		1.049	7.48
AIRE ACONDICIONADO	U.M.A. BARANDALES	1		5.050	5.59
AIRE ACONDICIONADO	U.M.A. TABAQUERIA Y C.	2		0.065	11.31
AIRE ACONDICIONADO	PAQUETE GERENCIA	4		1.057	6.28
AIRE ACONDICIONADO	PAQUETE 5 TONELADAS	4		7.085	31.04
AIRE ACONDICIONADO	PAQUETE SNACK	1		0.665	0.69
AIRE ACONDICIONADO	EXT. ALMACEN	2			0.75
AIRE ACONDICIONADO	EXT. VESTIDORES	1		1.049	1.49
AIRE ACONDICIONADO	EXT. COCINA	4			15.29
AIRE ACONDICIONADO	EXT. LAVANDERIA	1		3.073	3.73
AIRE ACONDICIONADO	EXT. SANIT. HABITACIONES	10			4.18
AIRE ACONDICIONADO	UNIDAD VENT. SERPENTIN	325		0.124	40.41
TOTAL					684.35
TORRE DE HABITACIONES	HABITACIONES TIPO	262	ALUMBRADO		113.38
TORRE DE HABITACIONES	HABITACIONES TIPO		T.V.		50.76
TORRE DE HABITACIONES	HABITACIONES TIPO		CONTACTOS		101.52
TORRE DE HABITACIONES	JR. SUITE	11	ALUMBRADO		81.93
TORRE DE HABITACIONES	JR. SUITE		T.V.	0.000	1.06
TORRE DE HABITACIONES	JR. SUITE		CONTACTOS	0.000	3.96
TORRE DE HABITACIONES	SUITE	6	ALUMBRADO		4.42
TORRE DE HABITACIONES	SUITE		T.V.		2.18
TORRE DE HABITACIONES	SUITE		CONTACTOS	0.000	4.32
TORRE DE HABITACIONES	PASILLOS TORRE		ALUMBRADO A		6.38
TORRE DE HABITACIONES	PASILLOS TORRE		ALUMBRADO ABC		20.84
ALUMBRADO	ESTACIONAMIENTO Y ACCESO				2.80
ALUMBRADO	CANCHA DE TENIS				3.20
ALUMBRADO	JARDINES				3.18
ALUMBRADO	MOTOR LOBBY				1.02
ALUMBRADO	LOBBY				6.64
ALUMBRADO	VESTIBULO				0.40
ALUMBRADO	SALONES Y PASILLO SERV. S				19.61
ALUMBRADO	CAFETERIA				2.64
ALUMBRADO	MIRADOR Y TERRAZA				9.10
ALUMBRADO	ALBERCA Y PLAYA				5.38
ALUMBRADO	BARANDALES				1.08
ALUMBRADO	SNACK BAR				4.56
ALUMBRADO	COCINA				9.26
ALUMBRADO	LAVANDERIA Y ROPERIA				3.34
ALUMBRADO	OFICINAS				7.31
ALUMBRADO	MANTO. Y PASILLO SERV.				4.78
ALUMBRADO	CUARTO DE MAQUINAS				2.53
ALUMBRADO	PATIO DE SERVICIO				0.90
ALUMBRADO	PASILLO DE TORRE				27.54
ALUMBRADO	AZOTEA				2.36
ALUMBRADO	HABITACION TIPO				11.39
ALUMBRADO	SUITE INTERSECCION SUR				2.81
ALUMBRADO	SUITE INTERSECCION NORTE				2.88
ALUMBRADO	MASTER SUITE				3.36
ALUMBRADO	LOBBY BAR				1.80
TOTAL					513.42
ELEVADORES	SERVICIO Y HUESPEDES				56

GRAFICO 35 Y 36.

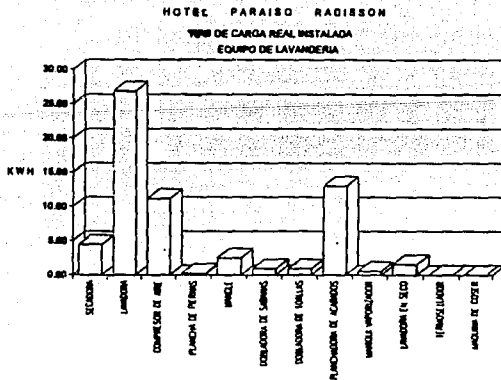
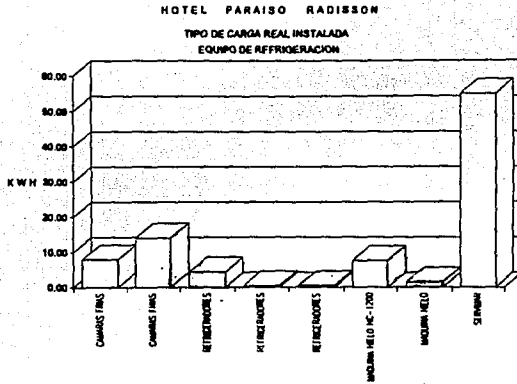
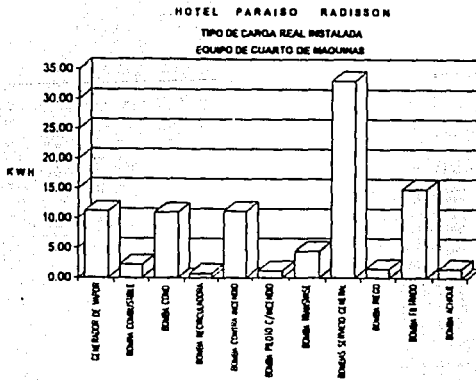
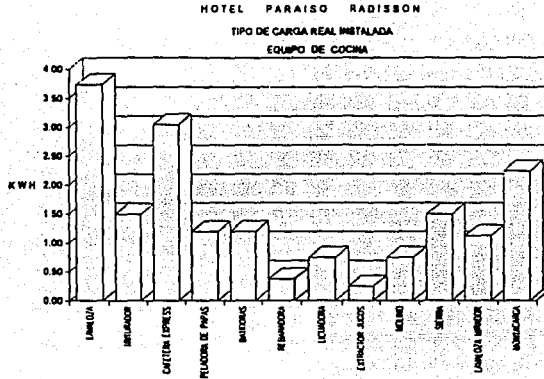


GRAFICO 37 Y 38.



HOTEL PARAISO RADISSON
PROCENTAJES DE CARGA INSTALADA (Kw)

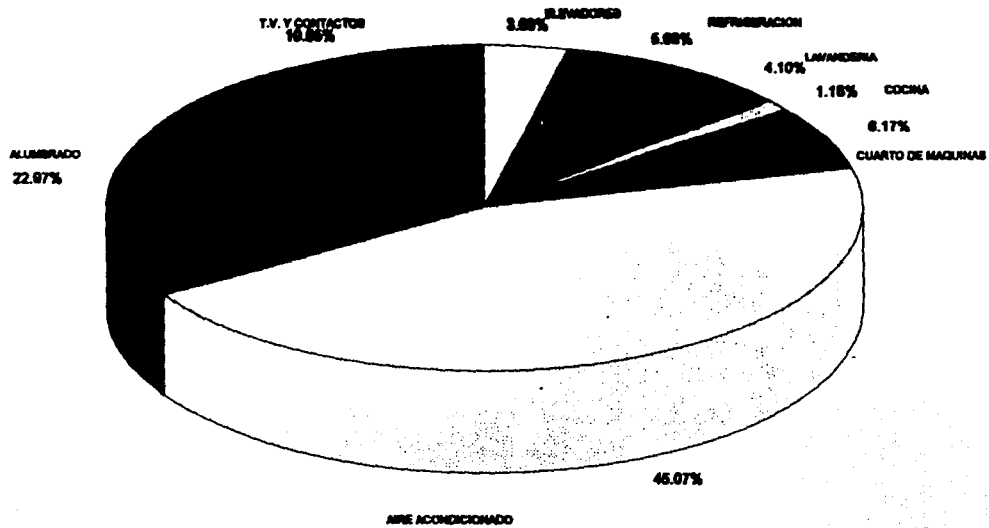


FIGURA 23.

HOTEL PARAISO RADISSON
CONSUMOS MENSUALES PROMEDIO (Kwh)

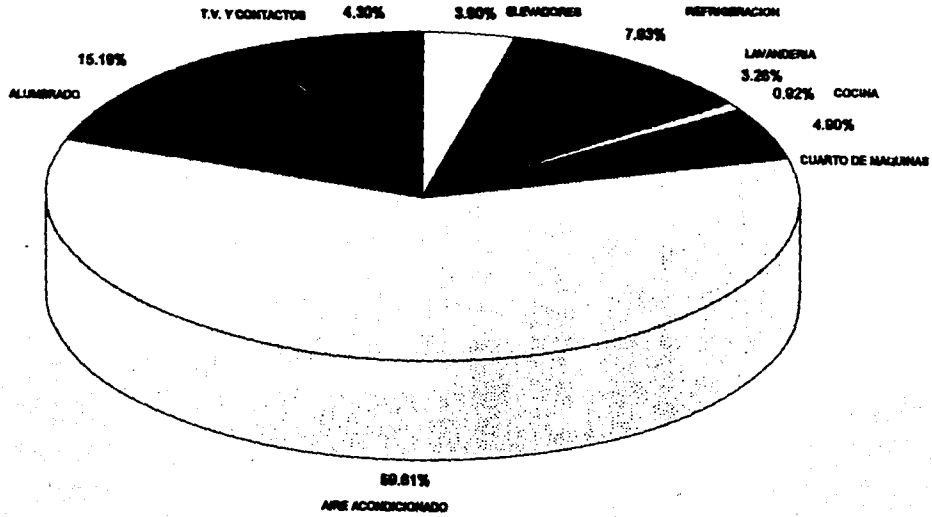


FIGURA 24.

2.3.10 Conclusiones preliminares.

La demanda máxima se encuentra en el horario de 17:00 a 21:00 horas; y de las mediciones se observa que las cargas se comportan acorde a la demanda de servicios de huéspedes.

Lo anterior permite comprobar que el Hotel ha estado operando con un programa de control de cargas que ha permitido regular la demanda máxima, a pesar de que la carga se ha incrementado por deficiencias de equipos muy representativos, como el aire acondicionado, lo que hace importante la corrección de las deficiencias de los sistemas actuales y en forma relevante utilizar elementos de mayor eficiencia como método lógico, en el abatimiento del consumo de fluidos y energéticos.

2.4 Análisis de las ganancias solares y térmicas del inmueble.

De la inspección de las características arquitectónicas del hotel, análisis de los planos, condiciones de emplazamiento y orientación de las fachadas del inmueble, se calcularon, mediante programas especiales de cómputo, los parámetros de cargas térmicas en su envolvente por efecto de la radiación solar incidente durante todos los meses del año y horas de soleamiento.

El hotel Paraiso Radisson Cancún, no presenta en sus fachadas dispositivos para controlar externamente el soleamiento directo de ventanas.

Se anexan las gráficas solares en dos y tres dimensiones referidas a la planta y forma geométrica básica del hotel.

Por la orientación de sus diferentes fachadas y niveles de radiación solar global incidente sobre estas, se presentan en consecuencia el caso típico de edificio en zona tropical con grandes áreas de ventanas, que no fue proyectado con principios bioclimáticos de diseño adecuados al clima, y que en consecuencia, sufre enormes cargas térmicas y demandas exageradas de enfriamiento en los equipos de aire acondicionado.

En casos como éste, y en el que el edificio se aproxima al 50% de áreas de ventanas respecto al de fachadas (torres de suites), las ganancias térmicas en la envolvente debidas al impacto solar incontrolado en ventanas, se convierten en el factor más importante y decisivo a considerar en el dimensionamiento y selección del equipo de aire acondicionado, así como en el elemento más significativo de todas las ganancias térmicas del edificio, sobrepasando globalmente a las debidas a: transmisión de calor a través de elementos constructivos opacos, infiltración, alumbrado, disipación corporal de calor de los ocupantes, aparatos eléctricos, etc.

En consecuencia, dado que es ampliamente reconocido, que el método más efectivo para controlar las ganancias térmicas por radiación solar directa en ventanas, consiste en incorporar parasoles externos. Se optó en esta primera etapa de la auditoría energética, por calcular los parámetros más importantes de diseño y dimensionamiento de tales dispositivos de control solar.

En las siguientes páginas, se muestran gráficamente los resultados de los cómputos realizados para comparar las diferencias entre las ganancias máximas de calor por radiación a través de ventanas como las del hotel, para dos casos.

El primero para ventanas sin protección externa (como se encuentran actualmente), y el segundo con parasoles horizontales que sombrean las ventanas conforme se detectó conveniente en el estudio de datos bioclimáticos y de confort térmico de la localidad. Los cómputos se realizaron para cada una de las orientaciones importantes de las fachadas del hotel.

Del análisis de las gráficas, se obtuvo como conclusión, que se puede alcanzar en promedio (considerando todas las fachadas), una reducción de aproximadamente el 55% de las ganancias solares al incorporar parasoles horizontales que sombrean las ventanas. Este porcentaje es muy importante, ya que al ser las ganancias solares en edificios como éste, del orden del 50% (o más) de las ganancias totales de calor a considerar, se tiene entonces que en primera aproximación, la demanda de enfriamiento puede abatirse en un 28% respecto a la actual.

Si consideramos que actualmente los sistemas de aire acondicionado del hotel consumen alrededor del 46% de toda la energía eléctrica, una reducción en la demanda de enfriamiento del orden de 28%, podrá reducir este consumo parcial en casi un 13%; o sea, a un 33% solamente.

Los dispositivos fijos exteriores de control solar en ventanas, cuando están correctamente calculados y diseñados conforme a la gráfica solar local y correlacionados con las temperaturas dependientes de la hora local y niveles de radiación solar, tienen la enorme ventaja de proveer sombra a las ventanas durante las horas de los meses en los que se necesita evitar sobrecalentamiento en interiores y niveles inadecuados de confort térmico.

Dado que existe una inmensa e ingeniosa variedad de parasoles verticales y horizontales, la gama de soluciones al control de soleamiento en las ventanas de cada fachada es muy amplia. Considerando que en el caso particular del hotel Paraíso Radisson Cancún, son muy importantes las vistas al mar y a la zona de alberca próxima a la playa, se optó por calcular y seleccionar parasoles de tipo horizontal que no bloquearan las vistas laterales. En consecuencia, se incluye una tabla con los resultados calculados para los ángulos de control solar vertical más convenientes en función de la orientación de las ventanas, temperaturas de bulbo seco y niveles de radiación solar en cada fachada.

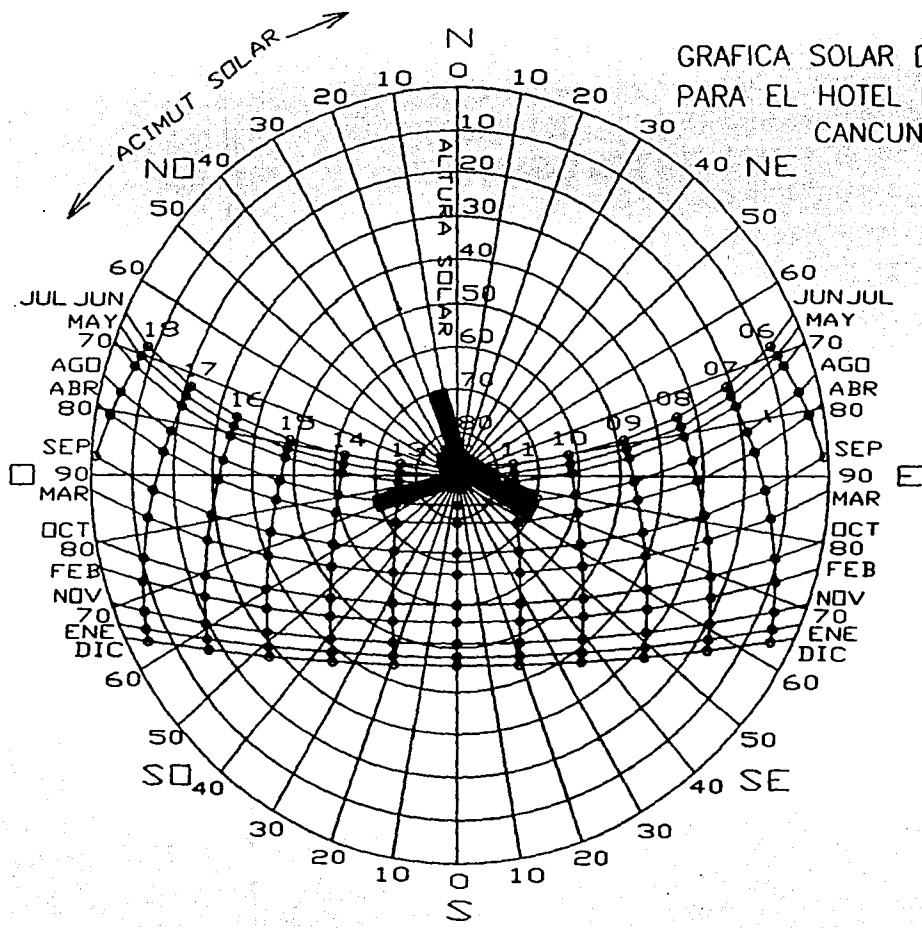
Otro aspecto colateral de gran influencia en la disminución de ganancias de calor en el edificio por conducción y radiación térmica a través de muros exteriores y techos, será el usar colores más claros, especialmente en aquellos muros pintados de color café; los cuales por su gran absorberencia a la radiación solar (del orden del 80%), sobrecalientan los muros, conducen calor a las losas de entrepiso y a muros interiores, e irradian calor en los diversos locales con que cuenta el hotel.

Resultará muy conveniente utilizar impermeabilizantes de color blanco reflejante en las azoteas, en sustitución de los acabados convencionales de cemento-arena grisáceos.

Un aspecto que pudo observarse y que influye negativamente en el balance térmico del edificio, corresponde a los elevados niveles de infiltración de aire caliente en los espacios climatizados. Motivo por el cual deben instalarse elementos que sellen y hermeticen estos locales.

Se tiene considerado para la segunda etapa de esta auditoría, incluir cálculos y evaluaciones complementarias sobre otros factores no menos importantes que influyen en la ganancia y balance térmico del edificio. También se incluirán algunas propuestas arquitectónicas y detalles constructivos de parasoles horizontales, los cuales, por su eficacia, resistencia al viento, costo y compatibilidad estética con las características arquitectónicas de fachadas, resulten más convenientes.

Complementariamente, en la segunda etapa se recomendarán acabados exteriores y niveles de aislamiento térmico que resulten necesarios en cada uno de los elementos constructivos que conforman la envolvente del edificio.

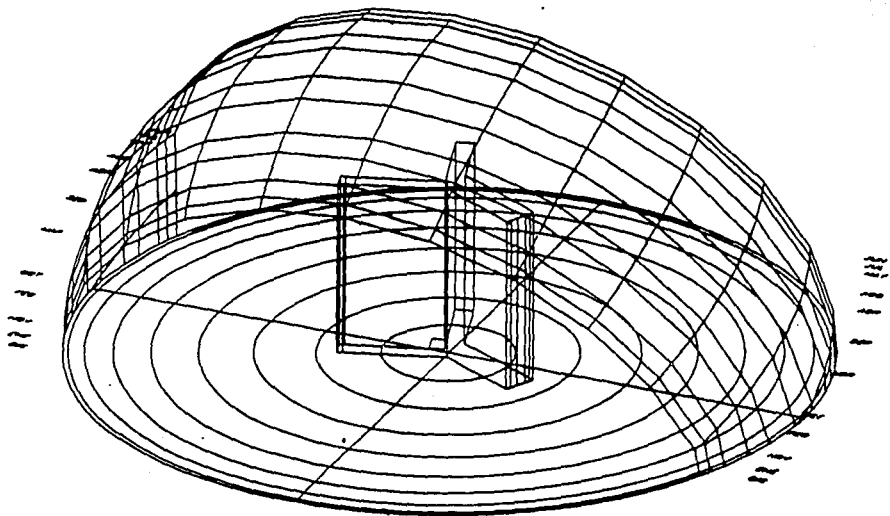


GRAFICA SOLAR DE REFERENCIA
 PARA EL HOTEL PARAISO RADISON
 CANCUN, Q.ROO

FIGURA 25.

FALLA DE ORIGEN

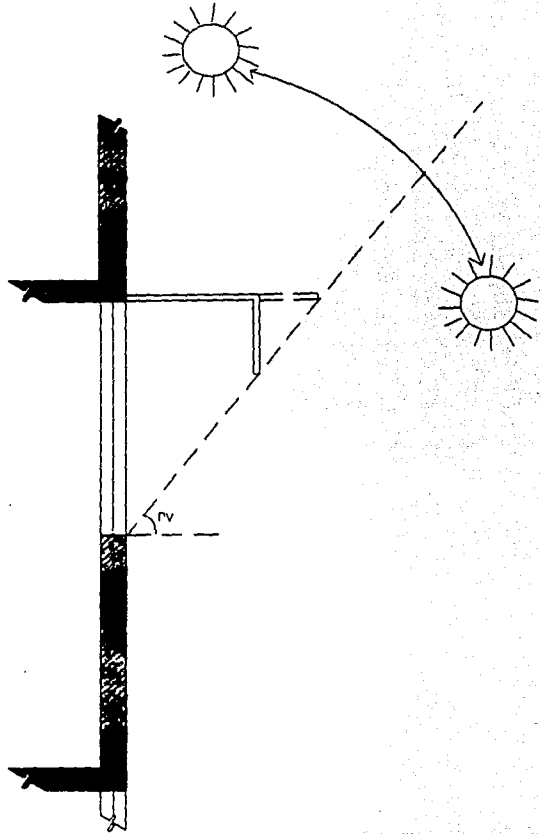
FIGURA 26.



GRAFICA SOLAR DE TRES DIMENSIONES

HOTEL PARAISO RADISON
CANCÚN, Q.ROO

FIGURA 27.



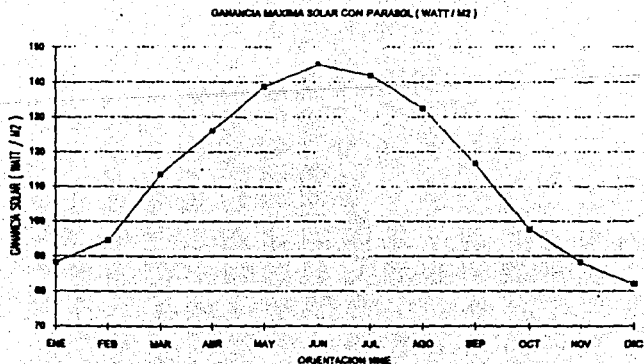
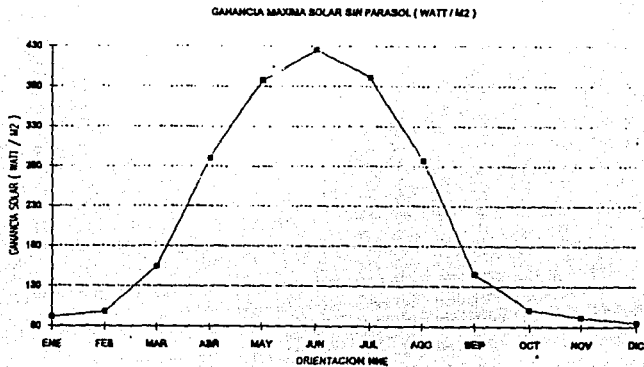
REDUCCION DE CARGAS DE ENFRIAMIENTO
DEL EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO
MEDIANTE CONTROL SOLAR CON ALERO Y
FALDON

TABLA 31.

**ANGULOS CALCULADOS PARA EL CONTROL SOLAR
VERTICAL EN LAS FACHADAS DEL HOTEL
PARAISO RADISSON - CANCUN**

FACHADA	ANGULO PROPUESTO P. V.
ENE	40°
NNE	45°
SSO	30°
SSE	42°
NNO	30°
OSO	25°
ESE	40°

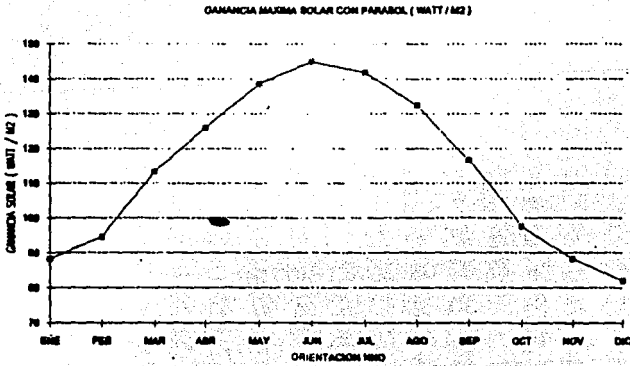
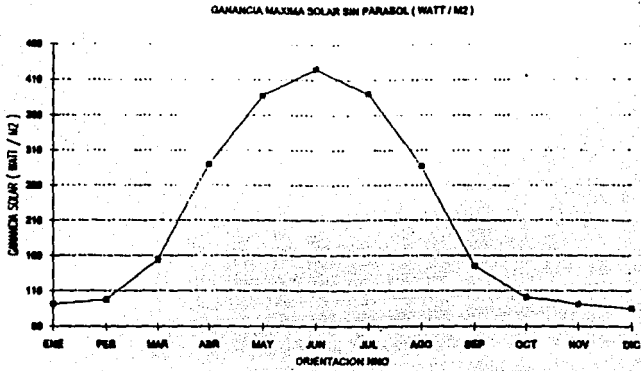
GRAFICO 41 Y 42.
 (Gráficos representativos de todas las mediciones)



FALLA DE ORIGEN

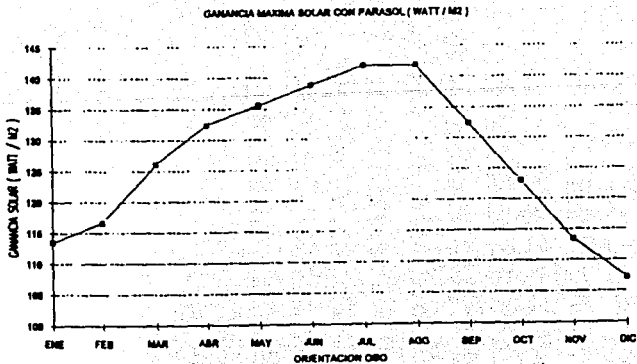
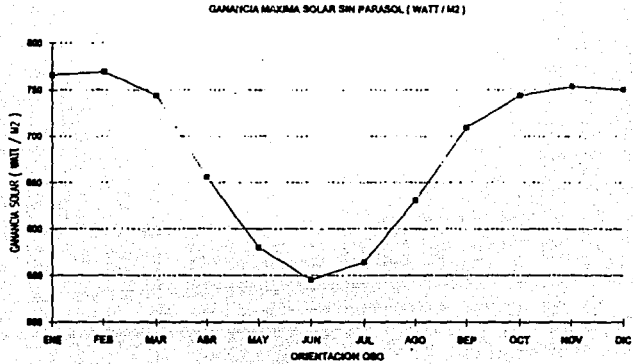
155

GRAFICO 43 Y 44.



FALLA DE ORIGEN

GRAFICO 45 Y 46.



2.5 Evaluación general de los sistemas de iluminación, bombeo, aire acondicionado, transporte vertical y otros.

Evaluación general del sistema de iluminación.

El sistema de iluminación general del hotel, cuenta en sus instalaciones con una diversidad de lámparas, tales como: Slin Line, vapor de mercurio, vapor de sodio, dicroicas, incandescentes, de luz mixta, resistentes a insectos, etc. Habiéndose identificado 26 diferentes lámparas con distintos tipos, potencias y marcas.

Con el objetivo del levantamiento del censo de alumbrado, se identificaron 27 áreas tipo, tales como: habitaciones tipo master suite, junior suite, de intersección norte y sur, sencillas y dobles, oficinas, lobby, restaurantes, cocina, lavandería, escaleras, pasillos, etc.

Los niveles de iluminación con que se encuentran operando las diferentes áreas del hotel, fueron medidos habiéndose identificado sus condiciones generales tales como, sus niveles de iluminación en las áreas de trabajo, reflectancia, tipos de lámparas, capacidad y potencia, así como el número, estado físico y controles utilizados.

En cada área tipo se tomaron medidas del nivel luminoso de operación a 75 cm. del piso, y se registraron en los puntos en que se realizaron.

Se analizaron los niveles obtenidos y se compararon con los niveles normados por la sociedad mexicana de ingeniería de iluminación y otras fuentes, de acuerdo a lo siguiente:

Luxes:

Area:	Sociedad Mexicana de	Ilumination	Otras
	Ing. de Iluminación	Engineering Society	Fuentes
	min.	max	(Europeas)
Recepción, Caja Admón.	300	500	300
Lobby	100	300	200
Vestibulo			200
Pasillos	100	200	60
Escaleras	100	200	60
Restaurantes	100	300	100-200
Bares	60	300	60-100
Cafeterías	100	300	60-100
Habitación general	60	100	60

Habitación lecturas	200	300	200
Habitación tocador	200	300	200
Habitación baños		60	100
Cocinas	200	700	A. Trab. 300
			Inspecc. 400
Lavanderías	200	700	300
Marquesinas			300
Restaurante íntimo			30-60
Estacionamiento			50
Alumbrado exterior edificio			10
Albercas			50
Jardín			5
Detalles decorativos-letreos			50

En el análisis de las lecturas realizadas del nivel luminoso influye la limpieza y envejecimiento de las lámparas y luminarias.

Para recomendar los cambios con el fin del ahorro de energía, se considera que las áreas se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

Para realizar el trabajo descrito se utilizaron los croquis de cada área censada, uno para señalar la ubicación de las lámparas, otro para registrar los puntos de medición y los luxes medidos y en algunos casos de áreas múltiples, como en las oficinas, se utilizó un tercer croquis para identificar las áreas.

Se anexan fotografías de diversas áreas y como ilustración del censo de alumbrado, los croquis correspondientes a las áreas de las distintas habitaciones y su información.

TABLA 32.

HOTEL PARAISO RADISSON	
IDENTIFICACION DE AREAS	
CARACTERISTICA	IDENTIFICACION
AREA TIPO 1/27	PLANTA DE MANTENIMIENTO Y CASA DE MAQS.
AREA TIPO 2/27	SALON DE CONVENCIONES
AREA TIPO 3/27	CUARTO DE MAQUINAS ELEVADORES
AREA TIPO 4/27	ENTRADA Y ESTACIONAMIENTO
AREA TIPO 4/27	CANCHA DE TENIS
AREA TIPO 4/27	ALBERCA
AREA TIPO 4/27	MOTOR LOBBY
AREA TIPO 4/27	CORREDORES FRENTE A PLAYA
AREA TIPO 4/27	JARDINERIA
AREA TIPO 5/27	RESTAURANT MIRADOR
AREA TIPO 6/27	CAFETERIA JARDINES
AREA TIPO 7/27	SUITE INTERSECCION SUR
AREA TIPO 8/27	HABITACION JUNIOR SUITE
AREA TIPO 9/27	HABITACION SENCILLA
AREA TIPO 10/27	ALM. VERD., CARN., MARI., LATAS, VIN. CO
AREA TIPO 11/27	PLANTA LAVANDERIA
AREA TIPO 12/27	BAÑOS PERSONAL
AREA TIPO 13/27	HABITACION DOBLE
AREA TIPO 14/27	HABITACION MASTER SUITE
AREA TIPO 15/27	AREA DE COMPUTADORAS Y CONMUTADOR
AREA TIPO 16/27	CUARTO TIPO INTERSECCION NORTE
AREA TIPO 17/27	LOBBY
AREA TIPO 18/27	LOBBY BAR
AREA TIPO 19/27	VESTIBULO Y RECEPCION
AREA TIPO 19/27	VESTIBULO Y RECEPCION
AREA TIPO 20/27	PASILLOS
AREA TIPO 21/27	ESCALERA DE SERVICIO
AREA TIPO 21/27	ESCALERA PATIO DE MANIOBRAS
AREA TIPO 22/27	ESCALERA MOTOR LOBY
AREA TIPO 22/27	ESCALERA TERRAZA ALBERCA
AREA TIPO 23/27	LOCALES (TIENDA DE ROPA)
AREA TIPO 23/27	LOCAL DE TABAQUERIA
AREA TIPO 23/27	AREA BUFFETE RESTAURANTE MIRADOR
AREA TIPO 24/27	ESCALERAS
AREA TIPO 24/27	ANTECOMEDOR (VESTIBULO)
AREA TIPO 24/27	COMEDOR AREA 1
AREA TIPO 24/27	COMEDOR AREA 2
AREA TIPO 24/27	BAÑOS
AREA TIPO 24/27	COCINA
AREA TIPO 24/27	ESCALERAS A COCINA GENERAL
AREA TIPO 24/27	COCINA GENERAL
AREA TIPO 25/27	PASILLO COMUNICACION
AREA TIPO 25/27	LOBBY-COCINA PASILLO
AREA TIPO 25/27	BODEGA BARES
AREA TIPO 25/27	LAVATAZAS

TABLA 33.

AREA TIPO 25/27	PASTELERIA Y CAMARA DE PASTELERIA
AREA TIPO 25/27	COCHAMBRE
AREA TIPO 25/27	CARNICERIA Y CAMARA DE CARNICERIA
AREA TIPO 25/27	CAMARA DE BANQUETES
AREA TIPO 25/27	BODEGA ABARROTOS
AREA TIPO 25/27	COCINA PROMOCION
AREA TIPO 25/27	PRODUCCION
AREA TIPO 25/27	DESAYUNO Y ESPECIALIDADES
AREA TIPO 24/27	BODEGA GENERAL
AREA TIPO 25/27	BODEGA STEWARDS
AREA TIPO 25/27	OFICINA CHEFF
AREA TIPO 25/27	PASILLO
AREA TIPO 25/27	PRODUCCION DE BUFFET ENSALADAS
AREA TIPO 25/27	VERDURAS (CAMARA)
AREA TIPO 25/27	ROOM SERVICE
AREA TIPO 25/27	PASILLO
AREA TIPO 26/27	MOSTRADOR COMEDOR
AREA TIPO 26/27	GERENCIA GENERAL
AREA TIPO 26/27	BAÑO GERENCIA GENERAL
AREA TIPO 26/27	RECEPCION
AREA TIPO 26/27	GERENCIA RESIDENTE
AREA TIPO 26/27	GERENCIA A Y B
AREA TIPO 26/27	GERENCIA VENTAS
AREA TIPO 26/27	CREDITO Y COBRANZA
AREA TIPO 26/27	NOMINAS
AREA TIPO 26/27	CONTRALORIA
AREA TIPO 26/27	PASILLOS DE DISTRIBUCION
AREA TIPO 26/27	PASILLOS DE DISTRIBUCION
AREA TIPO 26/27	BAÑOS MUJERES
AREA TIPO 26/27	BAÑOS HOMBRES
AREA TIPO 26/27	SUBGERENCIA DE VENTAS
AREA TIPO 26/27	FAX
AREA TIPO 26/27	RECURSOS H.
AREA TIPO 26/27	JEFE DE PERSONAL
AREA TIPO 26/27	COSTOS
AREA TIPO 26/27	CAPACITACION
AREA TIPO 26/27	CAJA GENERAL
AREA TIPO 26/27	PASILLO
AREA TIPO 26/27	COSTOS
AREA TIPO 26/27	COPIADO
AREA TIPO 27/27	ROPERIA
AREA TIPO 27/27	PASILLO AFUERA DE ELEVADORES DE SERVICIO
AREA TIPO 27/27	ELEVADORES DE SERVICIO
AREA TIPO 27/27	PASILLO A UN COSTADO DE ELEVADORES
AREA TIPO 27/27	PASILLO FRENTE ELEVADORES DE HUESPEDES
AREA TIPO 27/27	ELEVADORES HUESPEDES

TABLA 34.

CARACTERISTICAS		CENSO DE ILUMINACION AREA TIPO						
AREA TIPO 7/27								
SUITE INTERSECCION SUR								
ANCHO	6.50 MTS.							
LARGO	19.00 M							
ALTURA	2.20 MTS.							
COLOR TECHO	BLANCO RUGOSO							
COLOR PISO	ALFOMBRA BEIGE							
COLOR PARED	BLANCO RUGOSO							
ACABADOS	BLANCO RUGOSO							
EXVENTRAG	SI							
CRIST. NATURAL	X							
DATOS DE ILUMINACION:								
CONSECUTIVO	TIPO DE LAMPARA	MARCA	MODELO	CANT	CAP. WATTS	COLOR	ALTURA MTS.	TIEMPO DE USO
1	FOCO 100 W	SOLAR	BOMBILLA A60 (A-19) E26/24	3	300	CLARO	2.20	INDEFINIDO
2	FOCO 60 W	GENERAL ELECTRIC	BULBO A-19 E26/24	1	50	CLARO	2.20	INDEFINIDO
3	FOCO 40W DECOR. T/BOLITA	SOLAR	B-10 E-14	3	120	AMARILLO	2.20	INDEFINIDO
4	2x36 W	SOLAR	36 W/T18 AU/LD	1	100	LUZ DE DIA	2.20	INDEFINIDO

FIGURA 28.
(Figura representativa del proceso de análisis).

CENSO DE ALUMBRADO

AREA TIPO 8-27
Planta Junior Suite

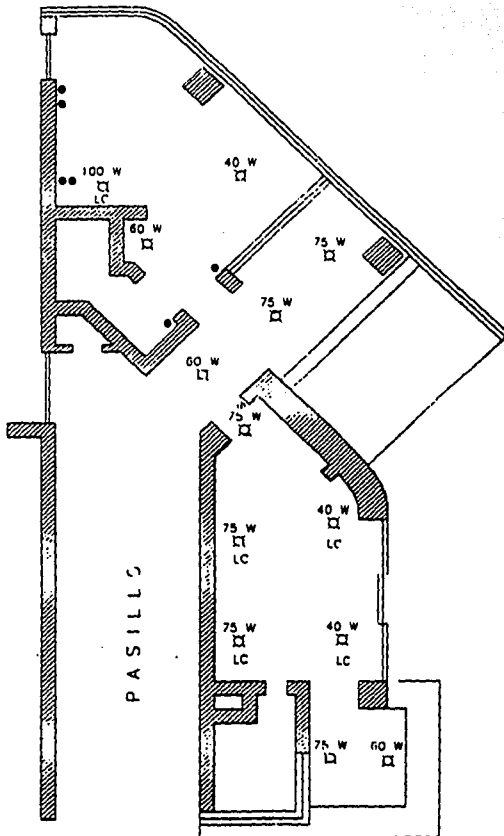
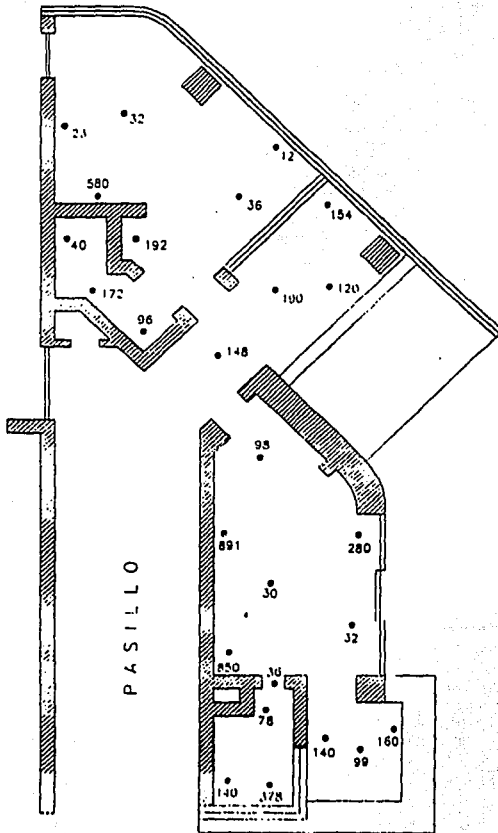


FIGURA 29.
(Figura representativa del proceso de análisis).

CENSO DE NIVELES DE ILUMINACION
 (Lectura en Luxes)

AREA TIPO 8-27
 Planta Junior Suite



FALLA DE ORIGEN

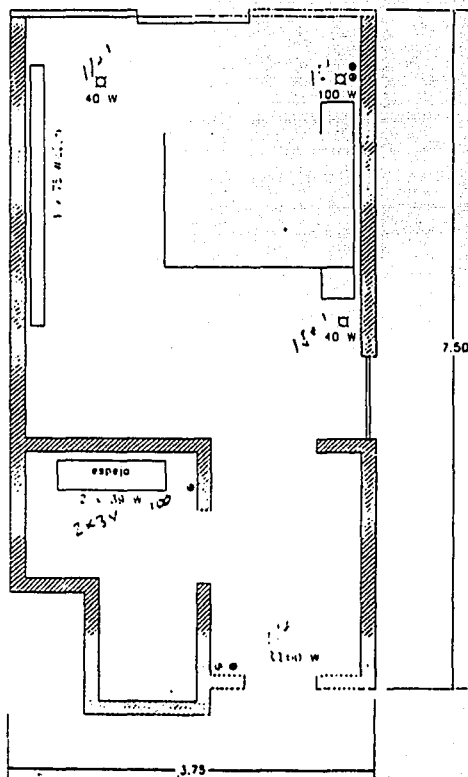
TABLA 32.

CARACTERISTICAS		CENSO DE ILUMINACION AREA TIPO						
AREA TIPO #/Z7								
HABITACION JUNIOR SUITE								
ANCHO	3.10 MTS.							
LARGO	11.80 M							
ALTURA	2.20 MTS.							
COLOR PISO	ALFOMBRA BEIGE							
COLOR PARED	BLANCO							
COLOR TECHO	BLANCO							
ACABADOS	BLANCO RUGOSO							
EXVENTTRAG	SI							
CRIST. NATURAL	X							
DATOS DE ILUMINACION:								
CONSECUTIVO	TIPO LAMPARA	MARCA	MODELO	CANT	CAP. WATTS	COLOR	ALTURA MTS.	TIEMPO DE USO
1	LAMPARA 2X30 W	SOLAR	30W/730 A/ALD	2	200	LUZ DE DIA	2.20	INDEFINIDO
2	FOCO 100 W	SOLAR	130101	1	100	CLARO	2.20	INDEFINIDO
3	FOCO 75 W	OSRAM	E2624 BA01	6	450	CLARO	2.20	INDEFINIDO
4	FOCO 60 W	GENERAL ELECTRIC	E2624 BA100STO	3	180	CLARO	2.20	INDEFINIDO
5	FOCO 40 W	SOLAR	A61 E2624	1	40	CLARO	2.20	INDEFINIDO
6	FOCO 40 W	SOLAR	B-10 E-14	2	80	CLARO	2.20	INDEFINIDO

FIGURA 30.

CENSO DE ALUMBRADO

AREA TIPO 9-27
 Planta Cuarto Tipo
 Habitación Sencilla

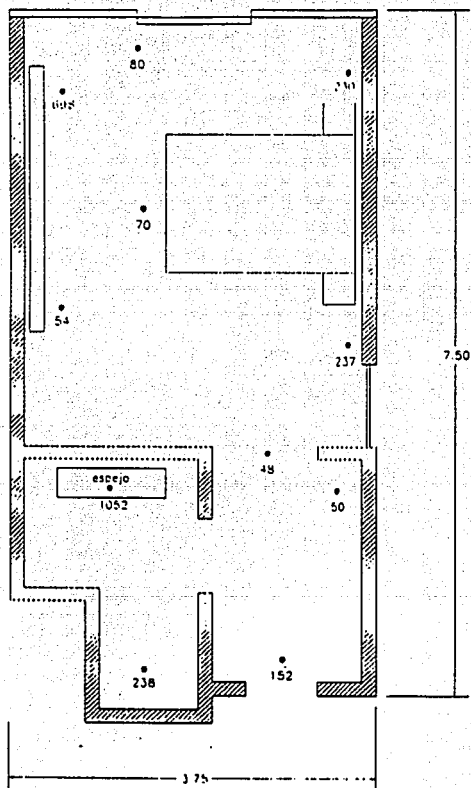


FALLA DE ORIGEN

FIGURA 31.

CENSO DE NIVELES DE ILUMINACION
(Lectura en Luxes)

AREA TIPO 9-27
Planta Cuarto Tipo
Habitación Sencilla



FALLA DE ORIGEN

IDENTIFICACION		CENSO DE ILUMINACION AREA TIPO						
AREA TIPO	9/27							
HABITACION SENCILLA								
ANCHO	3.25 MTS.							
LARGO	7.50 MT							
ALTURA	2.20 MTS.							
COLOR TECHO	BLANCO RUGOSO							
COLOR PISO	ALFOMBRA GRIS							
COLOR PARED	BLANCO RUGOSO							
ACABADOS	BLANCO RUGOSO							
EXVENTTRAG	SI							
CRISTNATUR	X							
DATOS DE ILUMINACION:								
CONSECUTIVO	TIPO LAMPARA	MARCA	MODELO	CANT.	CAP. WATTS	COLOR	ALTURA MTS.	TEMP. USO
1	1X75 W SLIM-LINE	OSRAM	FA8-T-12	1	95	LUZ DE DIA	2.20	INDEFINIDO
2	2X30 SLIM-LINE	SOLAR	39W/T738 AJ/LD	1	100	LUZ DE DIA	2.20	INDEFINIDO
3	FOCO 100 W	SOLAR	130101	1	100	CLARO	0.80	INDEFINIDO
4	FOCO 60 W	GENERAL ELECTRIC	A-10 E26/24	1	60	CLARO	2.20	INDEFINIDO
5	FOCO 40 W	SOLAR	A-61 E26/24	1	40	CLARO	0.80	INDEFINIDO
6	FOCO 40W DECOR. T/BOUTA	SOLAR	B-10 E-14	1	40	CLARO	2.20	INDEFINIDO

TABLA 33.

CARACTERISTICA	IDENTIFICACION	CENSO DE ILUMINACION AREA TIPO						
AREA TIPO	13/27							
HABITACION DOBLE								
ANCHO	3.25 MTS.							
LARGO	7.50 MT							
ALTURA	2.20 MTS.							
COLOR TECHO	BLANCO RUGOSO							
COLOR PISO	ALFOMBRA GRIS							
EXVENTTRAG	SI							
CRIST. NATURAL	X							
DATOS DE ILUMINACION:								
CONSECUTIVO	TIPO LAMPARA	MARCA	MODELO	CANT	CAPACIDAD WATTS	COLOR	ALTURA MTS	TIEMPO USO
1	SLIM-LINE 1X75 W	OSRAM	FAB-T-12	1	95	LUZ DE DIA	2.20	INDEFINIDO
2	LAMPARA 2X39 W	SOLAR	39/W T-36 AJ/LD	1	100	LUZ DE DIA	2.20	INDEFINIDO
3	FOCO 75 W	OSRAM	E-2624 BA/61	2	150	CLARO	0.80	INDEFINIDO
4	FOCO 60 W	GENERAL ELECTRIC	E-2624 BA198STO	1	60	CLARO	2.20	INDEFINIDO
5	FOCO 40W DECOR. D/BOLITA	SOLAR	B-10 E-14	1	40	CLARO	2.20	INDEFINIDO

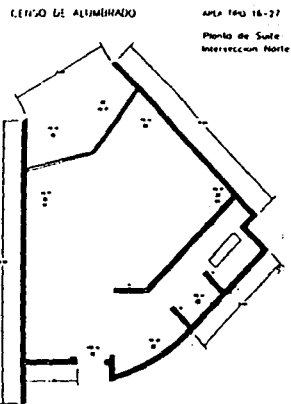
TABLA 34.

TABLA 35.

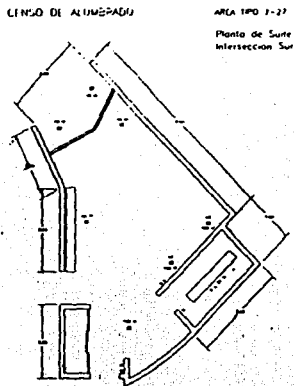
IDENTIFICACION	CENSO DE ILUMINACION AREA TIPO							
AREA TIPO 14/27								
HABITACION MASTER SUITE								
ANCHO								
LARGO								
ALTURA	2.60 MTS.							
AREA TOTAL	22.65							
COLOR TECHO	BLANCO							
COLOR PISO	ALFOMBRA BEIGE							
COLOR PARED	BLANCO							
ACABADOS	BLANCO RUGOSO							
EXVENTTRAG	SI							
CRIST. NATURAL	X							
DATOS DE ILUMINACION:								
CONSECUTIVO	TIPO DE LAMPARA	MARCA	MODELO	CANT.	TOTAL WATTS	COLOR	ALTURA MTS.	TIEMPO DE USO
1	SLIM-LINE 2X39 W	SOLAR	39W T738 AMLD	3	300	LUZ DE DIA	2.20	INDEFINIDO
2	FOCO 75 W	OSRAM	E-2624 BA/61	5	375	CLARO	2.20	INDEFINIDO
3	FOCO 60 W	GENERAL ELECTRIC	E-2624 BA198STO	4	240	CLARO	2.20	INDEFINIDO
4	FOCO 40 W	SOLAR	A-61 E26/24	1	40	CLARO	2.20	INDEFINIDO
5	FOCO 40 W DECORATIVO	SOLAR	B-10 E-14	1	40	CLARO	2.20	INDEFINIDO

IDENTIFICACION		CENSO DE ILUMINACION AREA TIPO						
AREA TIPO	16/27							
CUARTO TIPO	INTERSECCION NORTE							
ALTURA	2.40 MTS.							
AREA TOTAL	47.8 M2							
COLOR TECHO	BLANCO							
COLOR PISO	ALFOMBRA BEIGE							
COLOR PARED	BLANCO							
ACABADOS	BLANCO RUGOSO							
EXVENTRAG	SI							
CRIST. NATURAL	X							
DATOS DE ILUMINACION:								
CONSECUTIVO	TIPO DE LAMPARA	MARCA	MODELO	CANT.	CAPACIDAD WATTS	COLOR	ALTURA MTS.	TIEMPO DE USO
1	SLIM-LINE 2X30 W	SOLAR	FAS T-12	1	100	LUZ DE DIA	2.20	INDEFINIDO
2	FOCO 75 W			4	300	CLARO		INDEFINIDO
3	FOCO 60 W	GENERAL ELECTRIC	BULBO A19 BASE STD E26/24	1	60	CLARO	2.20	INDEFINIDO
4	FOCO DECORATIVO 40 W	SOLAR	BOMBILLA B-10 E-14	2	80	CLARO	2.20	INDEFINIDO

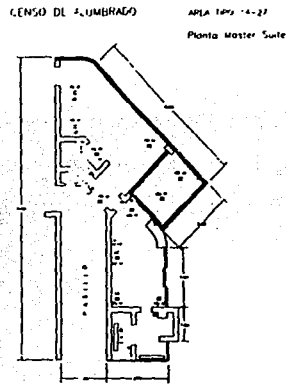
TABLA 36.



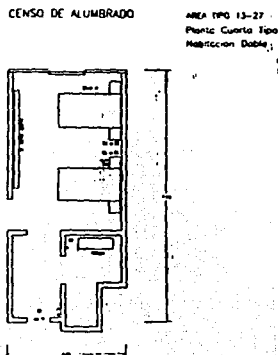
ANEXO No.



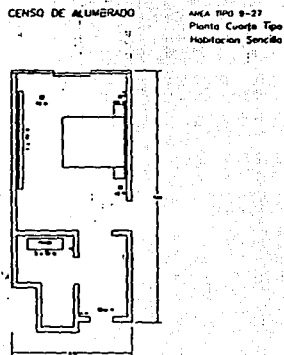
ANEXO No.



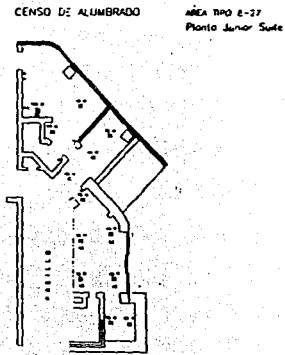
ANEXO No.



ANEXO No.



ANEXO No.



ANEXO No.

FIGURA 32
(Tipos de áreas del hotel)

FALLA DE ORIGEN

HOTEL PARAISO RADISSON											
CENSO DE AREAS DE ILUMINACION											
AREA	IDENTIFICACION	ANCHO	ACTIVIDAD	LAR.	ALT.	ALT.	COLOR DE	COLOR DE PISO	COLOR DE PARED	ACABADOS	V Y T CRIST
TIPO						OFIC.	TECHO				NORM
1	PLANTA DE MANTENIMIENTO Y CASA DE MAC	16.6	BOMBEO, QUBER, VAPOR, TRAT. DE AG	24	8.6	3.95	GRIS OSCURO	GRIS	BLANCO	PINTURA	NO
2	SALON DE CONFERENCIAS	23		26	3.7		MAMEY	ALFOMBRA AZUL RAYADA	CREMA Y MAD BAR	TAPIZ Y PINTURA	SI X
3	CUARTO DE MAQUINAS ELEVADORES	8	LOCALIZ. MOTORES Y CONT. DE ELEV.	11	2.6		GRIS CEMENTO	GRIS	GRIS C/ CREMA	PINTURA	NO
4	ENTRADA Y ESTACIONAMIENTO	142		181			ADOQUIN			PIEDRA DE CANTERA	
4	CANCHA DE TENIS	142		181				VERDE Y ROJO		MALLA CICLONICA	
4	ALBERCA	142		181				AZULEJO BLANCO		AZULEJO BLANCO	
4	MOTOR LOBBY	142		181			BLANCO	ADOQUIN		MARRON RUGOSO	
4	CORREDORES FRENTE A PLANTA	142		181				ROJO LOSETA DE BARRO		PIEDRA DE CANTERA	
4	JARDINERIA	142		181				AREAS VERDES		AREAS VERDES	
6	RESTAURANT MIRADOR	131	COMEDIO Y AREA DE COCINA	18	4.2		BLANCO CABEIGE	ROJO	BCO. RUG. Y CANCEL	LOS. BARRO Y RUG. EN MUROS	SI X
6	CAFETERIA JARDINES	16.6		26	6.83		BLANCO CABEIGE	MARMOL CAFE CLARO	BCO. RUG. Y CANCEL	PISO MARMOL, PARED RUGOSO	SI X
7	SUITE INTERSECCION SUR	8.6		18	2.2		BLANCO	ALFOMBRA BEIGE	BLANCO RUGOSO	BLANCO RUGOSO	SI X
8	HABITACION JUNIOR SUITE	3.1		12	2.2		BLANCO	ALFOMBRA BEIGE	BLANCO	BLANCO RUGOSO	SI X
8	HABITACION SENCILLA	3.25		7.8	2.2		BLANCO	ALFOMBRA GRIS	BLANCO RUGOSO	BLANCO RUGOSO	SI X
10	ALM. VERD., CARN., MAR., LATAS, VIN CO	12	PLANTA DE ALMACEN GENERAL Y ANDE	22	4.3		GRIS OSCURO	GRIS	GRIS OBS. Y Q. PERLA	RUSTICO	SI X
11	PLANTA LAVANDERIA	21		27	2.0		GRIS OSCURO	LOS. VID. 20X20 BEIG	GRIS OST. Y GR. OBS	PINTURA	SI X
12	BANOS PERSONAL	7.8	ASEO PERSONAL	23	2.1		AMARILLO	BEIGE	AMARILLO	PISO VID., AZULEJOS Y PINT.	NO
13	HABITACION DOBLE	3.25		7.6	2.2		BLANCO	ALFOMBRA GRIS	BLANCO RUGOSO	BLANCO RUGOSO	SI X
14	HABITACION MASTER SUITE				2.8	22.65	BLANCO	ALFOMBRA BEIGE	BLANCO	BLANCO RUGOSO	SI X
16	AREA DE COMPUTADORAS Y COMPUTADOR	6		6	2.1		BLANCO	MARRON	BLANCO	BLANCO RUGOSO	SI X
18	CUARTO TIPO INTERSECCION NORTE		CUARTO TIPO SUITE INTERSECCION NORTE	2.4	47.8		BLANCO	ALFOMBRA BEIGE	BLANCO	BLANCO RUGOSO	SI X
17	LOBBY	18.6	ENT. Y SAL. HUESP. (SALA ESP. ESC. M)	24	6.8		BLANCO CABEIGE	MARMOL CAFE CLARO	BLANCO RUGOSO	MARMOL Y RUGOSO EN MURO	SI X
18	LOBBY BAR	9	BAR	14	4.22.1		MADERA NOGAL	MARMOL CAFE CLARO	CANCELERIA, BAR, RC		SI X
19	VESTIBULO Y RECEPCION	12		4.8	2.4		BLANCO	REC. MAR. CAFE C., OF. ROJO VID	BLANCO RUGOSO	BLANCO RUGOSO	NO
19	VESTIBULO Y RECEPCION	12		4.8	2.4		BLANCO	RECIP. MARMOL CAFE CLARO, O	BLANCO RUGOSO	BLANCO RUGOSO	
20	PASILLOS		CIRCULACION DE HUESPEDES		2.2		BLANCO	RECIP. MARMOL CAFE CLARO, O	BLANCO RUGOSO	MARMOL PISO Y RUG MUROS	SI X
21	ESCALERA DE SERVICIO	1.17		2	26.16		BLANCO	GRIS PERLA	BLANCO HUESP	PINTURA	NO
21	ESCALERA PATIO DE MANOBRAS	1.16		4.7	26.7		BLANCO OSTION	GRIS CEMENTO	BLANCO OSTION	PINTURA	NO
22	ESCALERA MOTOR LOBY	1.14		6.3	26.6		GRIS OSTION	GRIS CEMENTO	GRIS OSTION	PINTURA	SI
22	ESCALERA TERRAZA ALBERCA	1.16		4.6	26.96		BLANCO	MARMOL CAFE CLARO	BLANCO RUGOSO	BLANCO RUGOSO	SI X
23	LOCALES (TIENDA DE ROPA)	6.7		8.1	3.1		BLANCO	LOSETA BLANCA 20X20	BLANCO RUGOSO	BLANCO RUGOSO	SI X
23	LOCAL DE TABAQUERIA				3.1						
23	AREA BUFFETE RESTAURANTE MIRADOR	20		26			BLANCO C/BEIGE	ROJO (LOSETA DE BARRO 20X10)		LOSETA, BLANCO RUGOSO	SI X
24	ESCALERAS	1.8		3	6.6		BLNCO C/FRANJA	MADERA ENCINO	BLANCO RUGOSO	LOSETA 20x20 Y RUG MURO	SI X

TABLA 37.

FALLA DE ORIGEN

24	ANTECOMEDOR (VESTIBULO)	4,3	7,8	2,4	BLNCO, CIFRAJIA	ALFOMB. LOS. ROSA, BARRO 20X20	AZUL CELES Y MAMEY	LOSETA 20x20 Y RUG MURO	SI	X
24	COMEDOR AREA 1	5,1	7,8	2,4	BLNCO, CIFRAJIA	LOSETA DE BARRO 20X20	AZUL CELES Y MAMEY	LOSETA 20x20 Y RUG MURO	SI	X
24	COMEDOR AREA 2	7,3	7,8	2,4	MARRON	ALFOMBRA CAFE CLARO	AZUL CELES Y MAMEY	LOSETA 20x20 Y RUG MURO	SI	X
24	BAÑOS	4	4,1	2,4	BLANCO	LOSETA VIDRIADA BEIGE	AZULEJO BEIGE	LOSETA 20x20 Y RUG MURO	SI	X
24	COCINA	4	8,6	2,4	VERDE PISTACHE	LOSETA ROJA 20X20	VERDE PISTACHE	LOSETA 20x20 Y RUG MURO	SI	X
24	ESCALERAS A COCINA GENERAL	2	2	2,4	VERDE PISTACHE	LOSETA ROJA 20X20	VERDE PISTACHE	LOSETA 20x20 Y RUG MURO	SI	X
24	COCINA GENERAL	2,4	3,6	2,4	VERDE PISTACHE	LOSETA ROJA 20X20	VERDE PISTACHE	LOSETA 20x20 Y RUG MURO	SI	X
25	PASILLO COMUNICACION	1,6	7	2,0	GRIS OSCURO	ROJO 20X18 JUNTA ROJA	AZULEJO BLANCO			
26	LOBBY-COCINA PASILLO	3	19	2,0	GRIS OSCURO	ROJO 20X18 JUNTA ROJA	AZULEJO BLANCO		SI	X
26	BODEGA BARRIS	6	7,6	2,0	GRIS OSCURO	ROJO 20X10 JUNTA ROJA	AZULEJO BLANCO		SI	X
26	LAVATAZAS	6,6	6	2,0	GRIS OSCURO	ROJO 20X10 JUNTA ROJA	AZULEJO BLANCO		SI	X
26	PASTELERIA Y CAMARA DE PASTELERIA	6,6	7	2,0	GRIS OSCURO	ROJO 20X10 JUNTA ROJA	AZULEJO BLANCO		SI	X
26	COCHAMBRE	2	8,6	2,0	GRIS OSCURO	ROJO 20X10 JUNTA ROJA	AZULEJO BLANCO		SI	X
26	CARNICERIA Y CAMARA DE CARNICERIA	6	8,6	2,0	GRIS OSCURO	ROJO 20X10 JUNTA ROJA	AZULEJO BLANCO		SI	X
26	CAMARA DE BANQUETES	2	4	2,0	GRIS OSCURO	ROJO 20X10 JUNTA ROJA	AZULEJO BLANCO		SI	X
26	BODEGA ABARROTES	4	4	2,0	GRIS OSCURO	ROJO 20X10 JUNTA ROJA	AZULEJO BLANCO		SI	X
26	COCINA PROMOCION	6,6	8,6	2,0	GRIS OSCURO	ROJO 20X10 JUNTA ROJA	AZULEJO BLANCO		SI	X
26	PRODUCCION	2,6	8,6	2,0	GRIS OSCURO	ROJO 20X10 JUNTA ROJA	AZULEJO BLANCO		SI	X
26	DEBAYUNO Y ESPECIALIDADES	6	8,6	2,0	GRIS OSCURO	ROJO 20X10 JUNTA ROJA	AZULEJO BLANCO		SI	X
26	BODEGA GENERAL	1,6	8	2,0	GRIS OSCURO	ROJO 20X10 JUNTA ROJA	AZULEJO BLANCO		SI	X
26	BODEGA STEWARDS	6	6	2,0	GRIS OSCURO	ROJO 20X10 JUNTA ROJA	AZULEJO BLANCO		SI	X
26	OFICINA CHEFF	3	3,6	2,0	GRIS OSCURO	ROJO 20X18 JUNTA ROJA	AZULEJO BLANCO		SI	X
26	PASILLO	6	2,8	2,0	GRIS OSCURO	ROJO 20X10 JUNTA ROJA	AZULEJO BLANCO		SI	X
26	PRODUCCION DE BUFFET ENSALADAS	4	1,3	2,0	GRIS OSCURO	ROJO 20X10 JUNTA ROJA	AZULEJO BLANCO		SI	X
26	VERDURAS (CAMARA)	2,6	3	2,0	GRIS OSCURO	ROJO 20X10 JUNTA ROJA	AZULEJO BLANCO		SI	X
26	ROOM SERVICE	2,6	8,5	2,0	GRIS OSCURO	ROJO 20X10 JUNTA ROJA	AZULEJO BLANCO		SI	X
26	PASILLO	1,76	2,2	2,0	GRIS OSCURO	ROJO 20X10 JUNTA ROJA	AZULEJO BLANCO		SI	X
26	MOSTRADOR COMEDOR	2,6	4	2,0	GRIS OSCURO	ROJO 20X10 JUNTA ROJA	AZULEJO BLANCO		SI	X
26	GERENCIA GENERAL	4	8,5	2,1	BLANCO	MARRON	BLANCO		NO	
26	BAÑO GERENCIA GENERAL	1,1	2,8	2,1	BLANCO	MARRON	BLANCO		NO	
26	RECEPCION				BLANCO	MARRON	BLANCO		NO	
26	GERENCIA RESIDENTE				BLANCO	MARRON	BLANCO		NO	
26	GERENCIA A Y B	3	4	2,1	BLANCO	MARRON	BLANCO		NO	
26	GERENCIA VENTAS			2,1	BLANCO	MARRON	BLANCO		NO	
26	CREDITO Y COBRANZA			2,1	BLANCO	MARRON	BLANCO		NO	
26	NOMINAS	6	8,5	2,1	BLANCO	MARRON	BLANCO		NO	
26	CONTRALORIA	3	6	2,1	BLANCO	MARRON	BLANCO		NO	
26	PASILLOS DE DISTRIBUCION	3,4	4	2,1					NO	
26	PASILLOS DE DISTRIBUCION	3,6	16	2,1					NO	
26	BAÑOS MUJERES	4	8,5	2,1					NO	

TABLA 37 (cont.)

FALLA DE ORIGEN

2.5.1 Características técnicas de los elementos del sistema de iluminación.

		HOTEL PARAISO RADISSON																								
		CENSO DE ILUMINACION																								
AREA	BL75	BL30	INC40	INC100	INC80	INC75	LR21	V355	SP75	DIC20	INC10	DB80	CIR35	FL44	DN25	IN250	INC55	VM175	VM400	AM400	AC300	VM400	HL500	ML100	CONSC	
AREA TIPO 1/27	20	40																4								
AREA TIPO 3/27		20	313	14	1						20															
AREA TIPO 3/27		60																								
AREA TIPO 4/27		6	14		10													24	1	18	12	3	2	12		
AREA TIPO 5/27		2	1	2	2																				10	
AREA TIPO 6/27																		0								
AREA TIPO 7/27		12		60	0							16														
AREA TIPO 8/27		12	3	3	0	10						0														
AREA TIPO 9/27	541	202	141	141	141							141														
AREA TIPO 10/27	4	20			1	0			2																	
AREA TIPO 11/27	94	67																								
AREA TIPO 12/27		36																								
AREA TIPO 13/27	140	200			140	200						140														
AREA TIPO 14/27		16	3		12	15																				
AREA TIPO 15/27											32															
AREA TIPO 16/27		12			0	24						12														
AREA TIPO 17/27										32	10	2														
AREA TIPO 18/27			1		4					17	0	3	0													
AREA TIPO 19/27			1		17					0	2	15														
AREA TIPO 19/27					10																					
AREA TIPO 20/27		072	30							1054																
AREA TIPO 21/27		22	2			0	1																			
AREA TIPO 22/27			4			0	3					15														
AREA TIPO 23/27					14	2	10			43	2	2	1													
AREA TIPO 24/27	18		2	1	14	1						4				36										3
AREA TIPO 25/27		150	18							0					4		5									
AREA TIPO 26/27		10			1			12							1											
AREA TIPO 27/27		00	30		04	10	100																			
BLAMA DE UNIDADES	353	2003	570	208	518	307	1020	0	07	20	300	0	2	0	35	5	13	24	1	18	12	3	2	12	10	
WATTS X UNIDAD	75	30	40	100	80	75	21	35	75	20	10	00	35	40	25	250	85	175	400	400	300	400	000	000	00	
WATTS TOTAL	26475	01027	22800	20800	31080	23025	40486	280	7275	400	3000	300	70	240	075	1250	715	4200	400	0400	3000	1200	1000	1000	000	
BALASTRA	0019	20407					10122	70						18	00											
TOTAL WATTS / TIPO LAMP.	33004	102034	22800	20800	31080	23025	60010	360	7275	400	3000	300	00	300	075	1250	715	0250	000	0000	0500	1000	1000	1000	000	
TOTAL WATTS ALUMBRADO	320005																									
PORCENTAJE	10.07	31.05	0.84	0.33	0.46	0.83	15.40	0.11	2.21	0.12	1.10	0.11	0.03	0.08	0.27	0.30	0.22	1.00	0.15	2.43	1.37	0.46	0.30	0.50	0.20	

TABLA 38 .

FALLA DE ORIGEN

HOTEL PARAISO RADISSON
PORCENTAJES DE LAMPARAS INSTALADAS

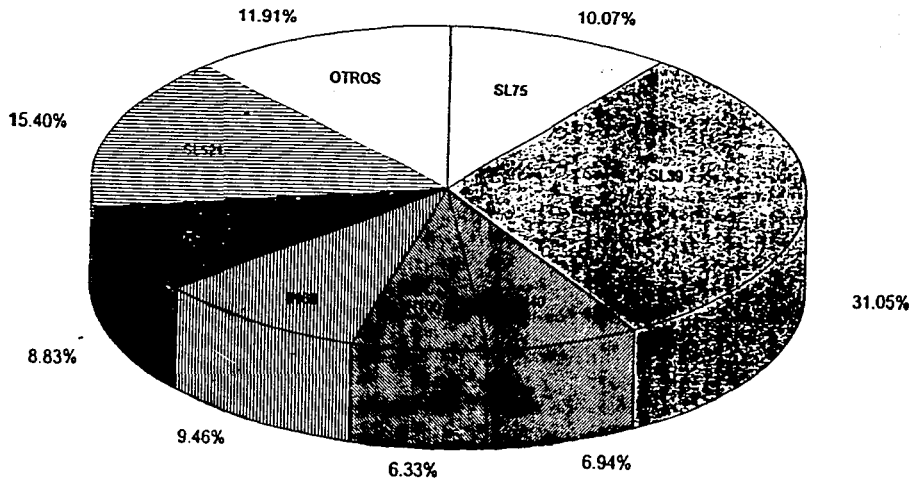


FIGURA 33.

FALLA DE ORIGEN

2.5.2 Relación de lámparas, balastras y bases.

1.- Lámparas Slin Line, 21 W luz de día (lámparas fluorescentes) código 317111, bombilla T-12, casquillo FQ8, arranque instantáneo, identificación 21W/T38/AI/LD folio 260321, marca Solar.

2.- Lámpara aditivos metálicos, 400 W, casquillo E-89 metalar código M400/U, marca Solar, uso: cancha de tenis.

3.- Lámpara de vapor de mercurio, 175 W, casquillo* E-92 mercurio, código H39KC175/DX, marca Solar, uso: esferas alumbrado jardín.

4.- Lámpara dicrónica, 12 Volts, 20 W, modelo 41860 SP, marca Osram, uso: Lobby.

5.- Lámpara de vapor de sodio a alta presión, 35 W, casquillo 26/24, código LV/35/D/MED marca LELUCALOX, uso: alumbrado patio de servicio.

6.- Lámpara de proyección, 1000 W, 120 Volts, modelo DRC AVG 50 horas, marca Sylvania, para proyector de acetato.

7.- Lámpara acuática, 300 W, PAR 56/WFL, 12 Volts, Wide Flood Sren Tern, Marca General Electric, uso: alberca.

8.- Lámpara diseño 16, 55 W, 130 Volts, marca Sylvania, uso: Jardín.

9.- Lámpara circular, 22 W, 118 Volts, modelo 5000-1B, código M-5-1B, marca Sylvania.

10.- Lámpara proyector, 600W, 120 Volts, AVS-75 horas, marca Sylvania, código DIS-DYU-BCH tungsten halogen, uso: proyector de acetato.

11.- Lámpara Slin Line, 39 W, lámpara fluorescente bombilla T-12, casquillo FA-8, identificación 39/W/T-38/AI/LD arranque instantáneo, marca Solar.

12.- Lámpara Slin Line 75 W, luz de día, casquillo FA-8, bombilla T-12, arranque instantáneo, marca Osram.

13.- Lámpara Sport pard 38, 75 W, 120 Volts, luz difusa, uso: plafones Lobby y restaurante mirador.

14.- Lámpara de luz mixta, 160 W, 220 Volts, bombilla ED-75, acabado blanco de lujo, código 2495301, casquillo E-27/30, marca Solar, 12 lámparas en motor Lobby.

15.- Lámpara de vapor de sodio, 400 W, marca Osram, uso: iluminación playa.

16.- Lámpara resistente a insectos, 40 W, luz morada, uso: comedor de empleados.

- 17.- Foco de 100 W claros, bombilla A-60 (A-19) acabado claro, casquillo E26/24, código 139101, marca Solar.
- 18.- Foco 60 W claros, 125 Volts, bulbo A19, base STD E26/24 peso, marca General Electric.
- 19.- Foco 40 W claros, 125 Volts, bombilla-61, casquillo E26/24, marca Solar.
- 20.- Foco 40 W claro tipo horno, bombilla P-14, casquillo E-26 código 120101, marca Solar.
- 21.- Foco 40 W, 125 Volts claros, bombilla B-10, casquillo E-14, alumbrado decorativo, marca Solar, uso: candil restaurante barandale.
- 22.- Foco 40 W, amarillo repelente, bombilla A-60 (A-19), código 119731, casquillo e26/24, alumbrado decorativo, marca Solar.
- 23.- Foco 10 W, claro de bolita, bombilla S-11, casquillo E-26, código 102501, alumbrado decorativo, marca Solar, uso: lobby-vestíbulo, salones restaurante barandales.
- 24.- Foco 60 W, 125 Volts. 6x1 de bola, luz blanca, bombilla A-61, marca Osram, uso: buffet restaurante el jardín.
- 25.- Foco infrarrojo 250 W, 125 Volts, casquillo E26/24 industrial, secatherm marca Osram, uso: cocina.
- 26.- Foco de luz concentrada 50 W, 125 Volts, casquillo E26/24, marca Osram, uso: plafón restaurante mirador.
- 27.- Block soquet de porcelana 3.5 N.CAT P-134 código se-1153, 660 watts, 125 volts, marca I.U.S.A. uso: alumbrado de jardinería.
- 28.- Globo recto N.CAT V-75 para lámpara a prueba de vapor de sodio, uso: en cámaras frías.
- 29.- Filamento 500 watts, 125-130 volts, modelo 82898, marca Osram, uso: lámpara halógena luz general.

Iluminación logotipos-torre cuartos.

30.- Ignitor 11-S54 para un luminario, marca Goltite Luminicon N.CAT GL-50 a 254 C-869, alcance máximo 10.5, M90°C máximo, uso: iluminación Jardines.

Accesorio para transformador cancha de tenis.

31.- Transformador de 300 W, tipo C-6 CY60 primario 120, VA-200 secundario V-10000, marca Salmec, uso: lámpara acuática alberca.

- 32.- Transformador de 12 Volts, 50 W primario, 127 Volts, uso: lámpara dicrónica 12 Volts.
- 33.- Balastro 2x21 W, 127 Volts, arranque instantáneo CAT.N.E1-220-127 127 Volts, 0.383 amps, 60 hz, 2 años de garantía, marca Lumicon, para lámpara Slin Line.
34. Balastro 1x75 W-127 Volts, arranque instantáneo CAT.N°E1-175-127 127 Volts, 0.70 amps. 60 hz, 2 años de garantía, marca Lumicon, para lámpara Slin Line.
- 35.- Balastro 1x38 W, 127 Volts, 60 hz 0.50a, AFP VCA 400, catálogo 1381 127S, marca General Electric, para lámpara Slin Line, 39 W, luz de día.
- 36.- Balastro 2x39 W, 127 Volts, arranque instantáneo catálogo N°E1-239-127, 127 Volts, 0.51 amps. 60 hz marca Lumicon para lámpara Slin Line, 39 W doble.
- 37.- Base Slin Line macho, 660 W, 1000 Volts, marca IUSA, para lámpara Slin Line.
- 38.- Base Slin Line hembra, 660 W, 100 Volts, marca IUSA, para lámpara Slin Line.
- 39.- Balastro 2x40 W, 127 Volts, arranque rápido, catálogo 624-600, marca Lumicon, para lámpara resistente a insecto, morada, uso: comedor de empleados.
- 40.- Base Gx5.3 de costar 51, marca IUSA (soquet). uso: lámpara dicrónica 12 Volts, 20 W.
- 41.- Balastra para lámpara de vapor de sodio (reactor) S-400 A.F de alta presión, alto factor de potencia, 220 Volts 2.3 amps, ciclo 60, marca Bekolite.
- 42.- Soquet tipo anuncio, modelo P-137, 660 W, 127 Volts, marca IUSA, uso: cámara y refrigerador de cocina y cámaras frías.
- 43.- Soquet de porcelana tipo anuncio, N° catálogo 132, 660 W, 127 Volts, marca IUSA.
- 44.- Block soquet de porcelana N° catálogo 134, 660 W, 125 Volts, marca IUSA.
- 45.- Soquet de baquelita 127 Volts, cualquier marca, uso: general.
- 46.- Block soquet de porcelana 2.5, 660 W, 125 Volts, N° catálogo P-133, código 06E1153, marca IUSA, uso: lámpara de jardinería.

2.5.2 Condiciones de operación.

Para la utilización del sistema de alumbrado se tienen establecidos horarios de encendido y apagado, que han permitido operar con eficiencia la instalación actual.

Por otra parte, ya iniciaron el cambio de lámparas de menor potencia en las áreas que así lo permiten y han desconectado lámparas en los exteriores para reducir el gasto de la energía eléctrica.

Se podrá tener una mejoría notable en el consumo, si se utilizan criterios que permitan bajarlo sin necesidad de disminuir el confort o la eficiencia del servicio, utilizando lámparas mas eficientes como en los siguientes casos:

En los baños de las habitaciones donde se tienen dos lámparas arriba de los espejos se tienen niveles luminosos muy elevados siendo factible suprimir una lámpara; en las entradas a las habitaciones se tienen instaladas dos lámparas pudiendo utilizarse una de mayor eficiencia; en los elevadores se tienen instaladas cuatro lámparas que pueden ser sustituidas por dos.

En la cocina para calentar platos se tienen encendidas lámparas incandescentes durante dos turnos, pudiéndose utilizar los "baños María" o los hornos.

En los baños de las habitaciones para alumbrado general existen instaladas dos lámparas pudiendo operar con una sola.

Las lámparas de las terrazas y escaleras pueden sustituirse por otras mas eficientes.

Los focos de las lámparas en las habitaciones pueden ser sustituidos por otros de mayor eficiencia y se tendrán mayores ahorros.

Se observó que debido a la diversidad de lámparas utilizadas o probablemente a problemas de abastecimiento, en algunos casos se utilizan diferencias de criterio en su utilización.

En términos generales se tiene una expectativa de ahorro en el sistema de alumbrado, por el análisis de cada área y que en general se puede estimar por:

- Cambio de lámparas Slin Line de 39 W por lámparas de 32 W.
- Cambio de lámparas Slin Line de 75 W por lámparas de 60 W.
- Cambio de lámparas Slin Line de 21 W por lámparas de 13 W.
- Cambio de lámparas incandescentes de 100, 75, 60 y 40 W por lámparas fluorescentes compactas de 9 y 13 W.

Se observará la conveniencia de emplear, en los casos necesarios, reflectores pintados de color blanco de alta reflectancia (92 al 96%) y garantizados por un mínimo de 3000 hrs. en cámara salina, con objeto de eliminar una de las dos lámparas existentes, como en baños y pasillos; siempre y cuando no se demerite el nivel luminoso existente.

La cuantificación del ahorro corresponde a la siguiente tabla (Tabla 39).

HOTEL PARAISO RADISSON

CUANTIFICACION DE AHORRO POR CAMBIO DE LAMPARAS

TIPO DE LAMPARA	BL75	BL36	INC40	INC100	INC80	INC75	LR21	VS35	BP78	DC20	INC10	DB90	CIR35	FL40	CV25	INC250	INC55	VM175	VM400	AM400	AC300	VS400	HL500	ML180	CON50
SUMA DE UNIDADES	263	2083	670	208	618	267	1828	8	87	20	388	8	2	8	35	8	13	24	1	18	12	3	2	12	18
WATTS X UNIDAD	75	36	40	100	80	75	21	35	75	20	10	80	35	40	25	250	55	175	400	400	300	400	600	180	60
WATTS TOTAL	26475	81827	22800	20800	31080	20025	40488	280	7275	400	3880	380	70	240	875	1250	715	4200	400	6400	3600	1200	1600	1820	850
BALASTRA	8818	20407					10122	70					18	80				1050	100	1800	800	300			
TOTAL WATTS / TIPO LAMP.	33084	102034	22800	20800	31080	20025	60810	350	7275	400	3880	380	88	300	875	1250	715	6250	600	8000	4500	1500	1000	1820	850
TOTAL WATTS ALUMBRADO	328945																								
PORCENTAJE	10.07	31.08	8.84	8.33	8.48	8.63	15.40	0.11	2.21	0.12	1.18	0.11	0.03	0.08	0.27	0.38	0.22	1.80	0.15	2.43	1.37	0.48	0.30	0.58	0.28
COSTO	1336288	4126188	822015	841138	1258852	1173749	2048830																		
WATTS CON EL AHORRO	21180	88878	7410	2704	6734	6031	25084																		
WATTS DE BALASTRAS	8295	18744					8298																		
TOT. WATTS LAMP. BUST.	26475	83720	7410	2704	6734	6031	31330																		
DIFERENCIA EN WATTS	8818	16314	16360	18088	34348	23884	18280																		
FACT. DEM. 67.88% PROLM	3777	10450	8782	18328	13882	13881	11001																		
PORCENTAJE DE AHORRO	0.11	0.10	0.38	0.60	0.48	0.47	0.22																		
AHORRO EN PESOS	182725	422343	255119	417558	861778	653653	444878																		
TOTAL DE AHORRO	2,808,282.48																								

(CONSIDERANDO SOLO ESTOS TIPOS DE LAMPARAS)

TABLA 39.

FALLA DE ORIGEN

HOTEL PARAISO RADISSON
AHORRO EN WATTS POR TIPO DE LAMPARA

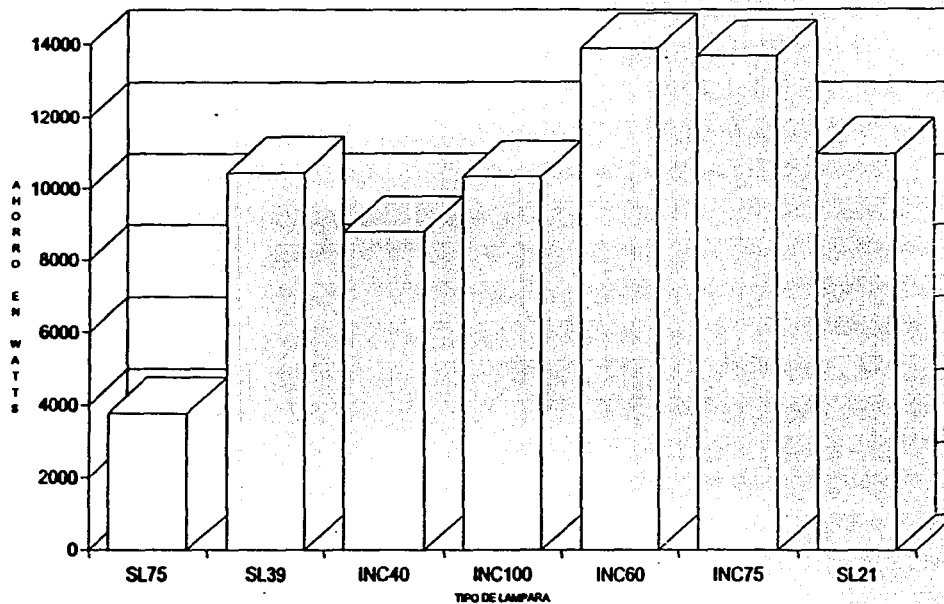


GRAFICO 47.

HOTEL PARAISO RADISSON

AHORRO POR TIPO DE LAMPARA

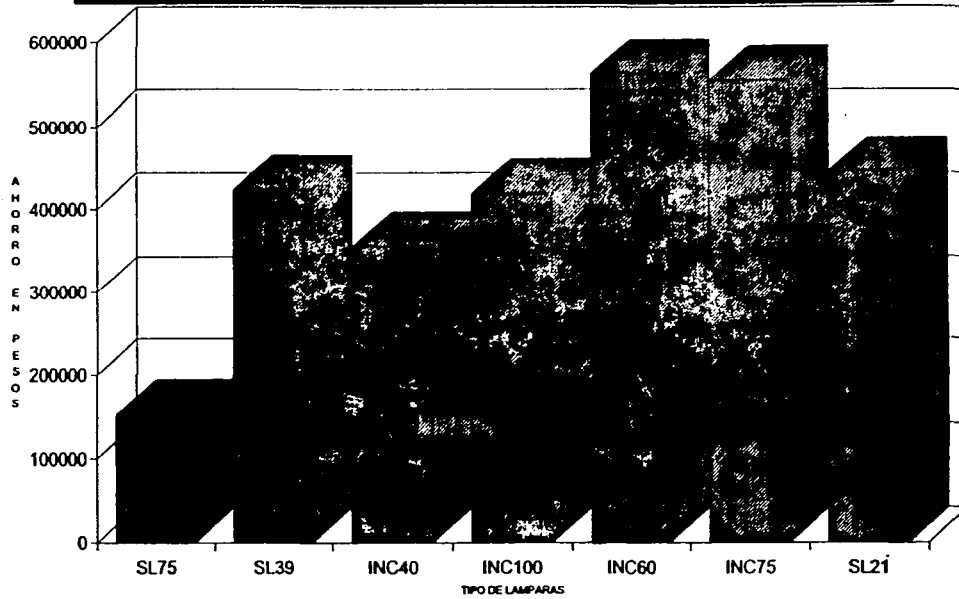


GRAFICO 48.

2.5.3 Sistema de iluminación.

Problemática identificada.

El sistema de iluminación actual opera utilizando lámparas convencionales de diversas potencias y características, provocando niveles luminosos irregulares y consumos elevados.

Solución a la problemática.

Como solución a la problemática, se ha considerado el sustituir las lámparas convencionales, por lámparas ahorradoras que permitan el abatimiento del consumo de energía.

Se realizó el estudio para uniformizar los niveles de iluminación, utilizando lámparas ahorradoras para cada una de las 27 áreas identificadas, considerando los niveles de iluminación existentes, así como las características físicas de las áreas (color, acabado, etcétera) y el factor de mantenimiento, y como ilustración del trabajo realizado se anexan los croquis correspondientes a las áreas de las distintas habitaciones y su información se muestra en ellos.

Para definir la sustitución de las lámparas actuales se consideraron los siguientes factores:

- costo
- potencia
- tiempo de uso
- tarifa
- consumo total
- vida útil

Se realizó un análisis para cada una de las lámparas a sustituirse siguientes:

Lámpara instalada:**Lámpara propuesta:**

Slin Line de 75 W	Slin Line de 60 W
Slin Line de 39 W	Slin Line de 34 W
Incandescente de 40 W	Dulux de 11 W
Incandescente de 100 W	Dulux de 15 W
Incandescente de 60 W	Dulux de 11 W
Incandescente de 75 W	Dulux de 15 W
Spot pard de 75 W	Dulux de 20 W
Vapor de mercurio de 175 W	Vapor de sodio de 100 W
Vapor de mercurio de 400 W	Vapor de sodio de 250 W

Se anexa la información correspondiente a cada análisis realizado dentro de las siguientes tablas.

FIGURA 49.

NUEVA ILUMINACION

AREA TIPO 7-27

Planta de Suite Interseccion Sur

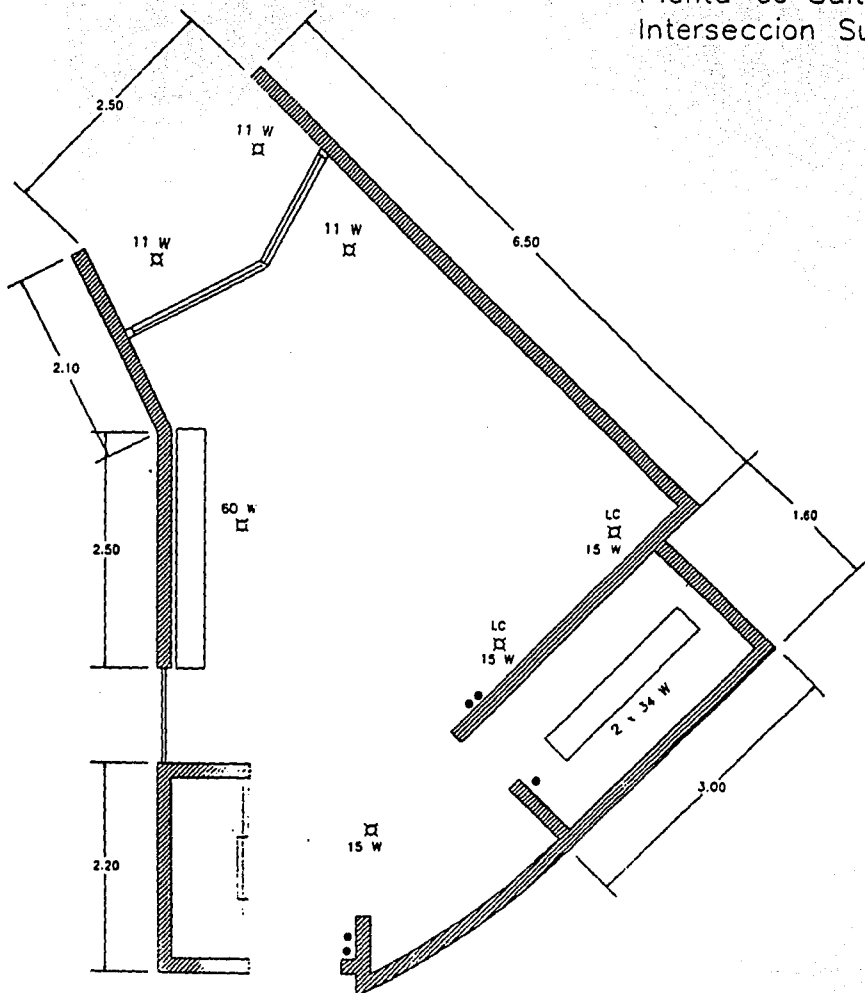


FIGURA 50.

NUEVOS NIVELES DE ILUMINACION
(Lectura en Luxes)

AREA TIPO 7-27

Planta de Suite
Intersección Sur

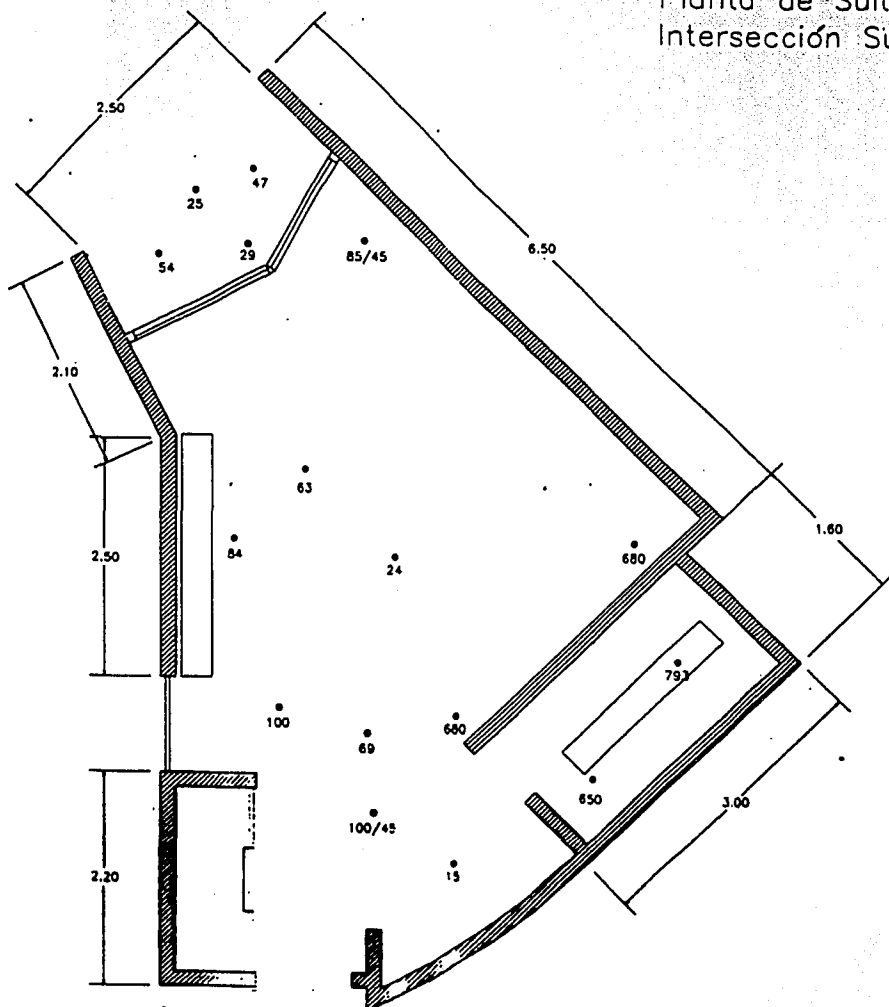


FIGURA 51.

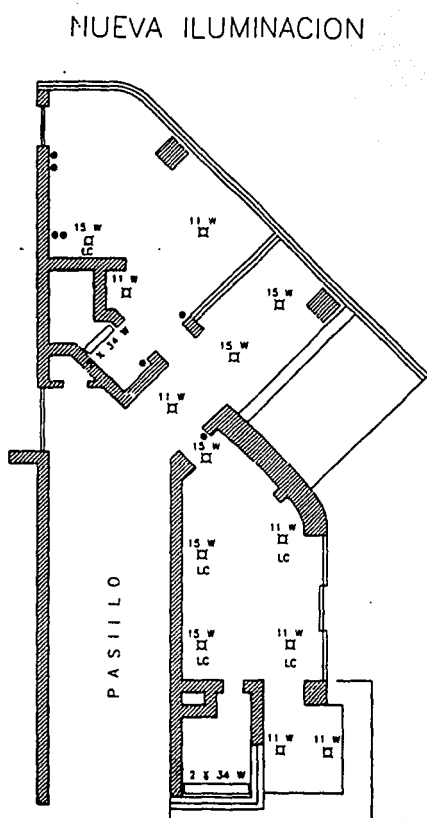


FIGURA 52.

NUEVOS NIVELES DE ILUMINACION
(Lectura en Luxes)

AREA TIPO 8-27
Planta Junior Suite

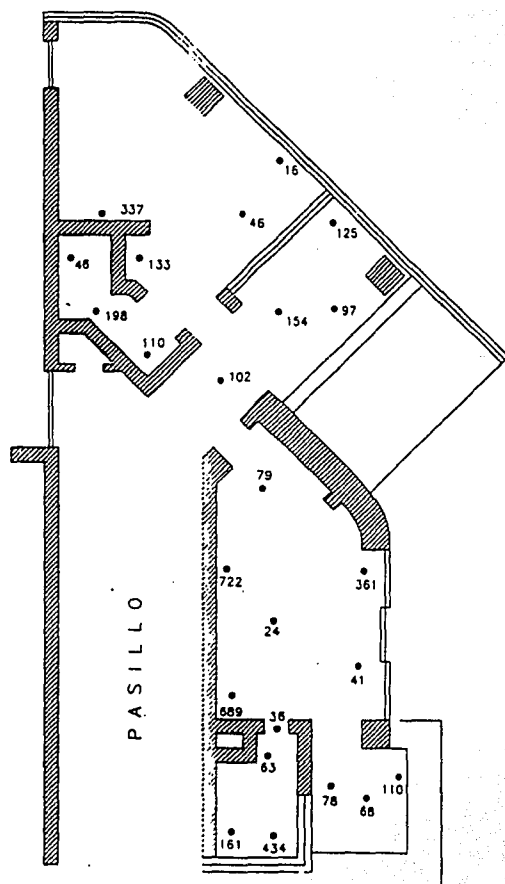


TABLA 41 Y 42.

AMORTIZACION SISTEMAS DE ILUMINACION

CONCEPTO	LAMPARA 11 W	FOCO 40 W	DIFERENCIA	AMORTIZACION
INVERSION:				
COSTO DE ADQUISICION	55,170	10,000		
MANO DE OBRA INSTALACION	1,843	18,430		
TOTAL	57,013	28,430	43,389	
COSTO ENERGIA:				
CONSUMO ANUAL (KW-H)	30	131		
COSTO DE CONSUMO ANUAL	5,693	18,977	13,284	
MONTO A AMORTIZAR/AHORRO				30 MESES

CONCEPTO	LAMPARA 11 W	FOCO 60 W	DIFERENCIA	AMORTIZACION
INVERSION:				
COSTO DE ADQUISICION	55,170	10,000		
MANO DE OBRA INSTALACION	1,843	18,430		
TOTAL	57,013	28,430	43,389	
COSTO ENERGIA:				
CONSUMO ANUAL (KW-H)	30	197		
COSTO DE CONSUMO ANUAL	5,693	28,465	22,772	
MONTO A AMORTIZAR/AHORRO				23 MESES

MONTO A AMORTIZAR INCLUYE: INDIRECTOS, UTILIDAD, VIATICOS Y TRANSPORTE

TABLA 43 Y 44.

AMORTIZACION SISTEMAS DE ILUMINACION

CONCEPTO	LAMPARA 15 W	FOCO 75 W	DIFERENCIA	AMORTIZACION
INVERSION:				
COSTO DE ADQUISICION	59,580	10,000		
MANO DE OBRA INSTALACION	1,843	18,430		
TOTAL	61,423	28,430	MONTO A AMORTIZAR	
			50,063	
COSTO ENERGIA:				
CONSUMO ANUAL (KW-H)	53	248		
COSTO DE CONSUMO ANUAL	7,591	35,581	AHORRO:	
			27,990	
MONTO A AMORTIZAR/AHORRO				21 MESES

CONCEPTO	LAMPARA 15 W	FOCO 100 W	DIFERENCIA	AMORTIZACION
INVERSION:				
COSTO DE ADQUISICION	59,580	10,000		
MANO DE OBRA INSTALACION	1,843	18,430		
TOTAL	61,423	28,430	MONTO A AMORTIZAR	
			50,063	
COSTO ENERGIA:				
CONSUMO ANUAL (KW-H)	53	329		
COSTO DE CONSUMO ANUAL	7,591	47,442	AHORRO:	
			39,851	
MONTO A AMORTIZAR/AHORRO				15 MESES

EL MONTO A AMORTIZAR INCLUYE: INDIRECTOS, UTILIDAD, VIATICOS Y TRANSPORTE

TABLA 45 Y 46.

AMORTIZACION SISTEMAS DE ILUMINACION

CONCEPTO	VAP. SODIO 100 W	VAP. MERC. 175 W	DIFERENCIA	AMORTIZACION
INVERSION:				
COSTO DE ADQUISICION	100,000	65,000		
MANO DE OBRA INSTALACION	2,305	2,305		
TOTAL	102,305	67,305	MONTO A AMORTIZAR	
			35,000	
COSTO ENERGIA:				
CONSUMO ANUAL (KW-H)	511	804		
COSTO DE CONSUMO ANUAL	73,798	129,111	AHORRO:	
			55,313	
MONTO A AMORTIZAR/AHORRO				12 MESES

CONCEPTO	VAP. SODIO 250 W	VAP. MERC. 400 W	DIFERENCIA	AMORTIZACION
INVERSION:				
COSTO DE ADQUISICION	110,000	70,000		
MANO DE OBRA INSTALACION	2,305	2,305		
TOTAL	112,305	72,305	MONTO A AMORTIZAR	
			40,000	
COSTO ENERGIA:				
CONSUMO ANUAL (KW-H)	1277	2044		
COSTO DE CONSUMO ANUAL	184,425	295,195	AHORRO:	
			110,770	
MONTO A AMORTIZAR/AHORRO				7 MESES

EL MONTO A AMORTIZAR INCLUYE: INDIRECTOS, UTILIDAD, VIATICOS Y TRANSPORTE

TABLA 47 Y 48.

AMORTIZACION SISTEMAS DE ILUMINACION

CONCEPTO	LAMPARA 60 W	LAMPARA 75 W	DIFERENCIA	AMORTIZACION
INVERSION:				
COSTO DE ADQUISICION	7,970	7,920		
MANO DE OBRA INSTALACION	2,305	2,305		
TOTAL	10,275	10,225	*****15507	
COSTO ENERGIA:				
CONSUMO ANUAL (KW-H)	307	383		
COSTO DE CONSUMO ANUAL	44,337	54,554	9,217	
MONTO A AMORTIZAR/AHORRO				**** 20 MESES

CONCEPTO	LAMPARA 34 W	LAMPARA 39 W	DIFERENCIA	AMORTIZACION
INVERSION:				
COSTO DE ADQUISICION	4,399	6,264		
MANO DE OBRA INSTALACION	2,305	2,305		
TOTAL	6,704	8,569	*****10178	
COSTO ENERGIA:				
CONSUMO ANUAL (KW-H)	112	128		
COSTO DE CONSUMO ANUAL	16,175	18,485	300	
MONTO A AMORTIZAR/AHORRO				**** 40 MESES

MONTO A AMORTIZAR INCLUYE: INDIRECTOS, UTILIDAD, VIATICOS Y TRANSPORTE

2.5.4 Sistema computarizado de ahorro de energía.

Problemática:

En el costo de la energía, intervienen los factores siguientes:

Kwh
Demanda Máxima
F.P.

En el proceso de este trabajo se han resuelto los problemas correspondientes para hacer eficientes los consumos de Kwh y mejorar el factor de potencia; sin embargo existe un cargo por demanda máxima que ha tenido el siguiente comportamiento:

Año	Promedio mensual
1989	\$ 10'033,826
1990	13'041,123
1991	16'658,941
1992*	16'114,752

* cifra al mes de mayo.

En términos generales y tomando como base el año de 1992, la demanda máxima corresponde a un 22% del pago de la energía eléctrica.

Solución.

Se considera que para abatir este importe en la facturación, se debe instalar un sistema computarizado, para apoyar el esfuerzo que actualmente el personal de mantenimiento realiza con este fin, con las limitantes propias de un sistema sujeto a las fallas humanas.

2.5.5 Amortización:

1.- Ahorro en aire acondicionado.

Consumo de aire acondicionado		59.61%
Considerando parar 2 horas (1 en la madrugada y 1 en demanda máxima)		
Total en horas-compresor	12x24=	288 horas
3 compresores dos horas	3x2=	6 horas
Porcentaje de paro	$(6/288) \times 100 =$	2.08%

Que aplicando a la facturación

promedio nos da: $72'900,000 \times 0.028 \times 0.5961 =$ 1'216,760

2.- Ahorro en alumbrado.

Considerando ahorrar dos horas
1 en la mañana y 1 en la tarde,
del 50% del alumbrado existente:

Consumo de alumbrado		15.19%
50%	$15.19 \times 0.5 =$	7.595%
Porcentaje de ahorro	$(7.595 \times 2) / 24 =$	0.66%

Aplicando a la facturación

$$72'900,000 \times 0.0066 = \$ 481,140$$

3.- Ahorro en demanda máxima.

Tomando en cuenta que el pago por demanda máxima en promedio corresponde al 22% de la facturación, se considera que con este equipo se puede controlar que la demanda se reduzca hasta un 15%, pero para calculo de ahorro se considerará el 10%.

$$72'900,000 \times 0.22 \times 0.10 = \underline{1'603,800}$$

4.- Ahorro en otras cargas.

Considerando un ahorro del 1% por controlar las otras cargas tales como: elevadores, bombas, etcétera, debido a efectividad en el manejo, estaciones del año, exactitud, programación de áreas de acuerdo a su utilización, etcétera, se tiene:

Consumo de otras cargas descontando	
Aire acondicionado e iluminación	25.21%
Ahorro	$72'900,000 \times 0.2521 \times 0.01 = 182,250$

Resumen de ahorros.

1. Aire acondicionado	1'216,760
2. Alumbrado	481,140
3. Demanda máxima	1'603,800
4. Otras cargas	182,250
T o t a l	<u>3'483,950</u>

Costo del equipo	\$ 70'951,029
Indirectos y utilidad	22'704,329
Viáticos y transportes	14'048,303
Costo total	<u>107'703'661</u>

$$\text{Amortización} = \frac{107'703,661}{3'483,950} = 30 \text{ meses}$$

2.5.6 Evaluación general del sistema de bombeo.

El sistema de bombeo de agua helada, está constituido por tres bombas marca Picsa Aurora, mod. 4x5x9/344.

El servicio se otorga utilizando "fan and coil", en las habitaciones y manejadoras de aire, en áreas de servicios generales.

Existen unidades paquete de aire acondicionado para dar servicio, en forma independiente a los elevadores y oficinas administrativas.

Se cuenta con un sistema de extracción para baños de habitaciones, lavandería, cocinas, cafeterías, vestidores personal, localizándose en la azotea los equipos de extracción.

2.5.6.1 Sistema de bombeo.

El sistema de bombeo, se clasifica de acuerdo al servicio que presta en los siguientes subsistemas:

- 1.- Agua helada
- 2.- Agua fría
- 3.- Agua de la alberca
- 4.- Equipo contra incendio
- 5.- Equipo de riego
- 6.- Agua caliente

Se realizó una evaluación física de estos subsistemas, encontrándose los siguientes resultados.

1.- Bombeo agua helada.

Este subsistema está compuesto de tres bombas de 50 hp marca Picsa, modelo 4x5x9 a 220 v y 2540 rpm.

El estado físico en que se encuentran es bueno, faltando las válvulas de purga de los filtros de succión.

El funcionamiento es adecuado, pero se identificó que las válvulas de control de flujo de salida (tipo mariposa) se encuentran semi abiertas, lo que provoca que sus motores demanden corrientes menores a las nominales.

Por las condicionantes de tener en operación el sistema con un flujo menor de agua helada, se diagnostica que este sistema debe operar con un equipo de menor capacidad, consideración que estará sujeta a que se normalice el funcionamiento de los equipos de condensación, y se verifique el gasto de diseño del evaporador.

En el caso de que las verificaciones confirmen el diagnóstico, se podrán cambiar las bombas de 50 h.p., por unas de aproximadamente 3 o.h.p., con la finalidad de incrementar el factor de potencia y reducir el consumo eléctrico.

La estimación del ahorro probable se tiene en 10,742 Kwh mensuales con un costo de \$ 805,650.

2.- Bombeo de agua fría.

El subsistema está compuesto de dos bombas de 15 h.p. y una bomba piloto de 7.5 h.p. de la marca l.g.b. a 220 Volts.

El estado físico de las dos bombas de 15 h.p. es bueno, pero se encontró desmontada la bomba piloto de 7.5 h.p.

Como resultado de esta anomalía, el trabajo de las bombas de 15 h.p. es mayor, ya que las bajas de presión del funcionamiento normal del sistema son compensadas con el trabajo de las bombas mayores, y no con el de la piloto como corresponde al diseño original del sistema.

Del análisis del funcionamiento del sistema, se identifican 9 horas de alto consumo, por lo que se presupone que el servicio de la bomba piloto es de 15 horas, si se tuviera un promedio de 15 minutos por hora de operación de esta bomba, se tendrían 3.75 horas en cada día, o sea, 112.5 horas al mes, por la diferencia de potencias de bombas entre 15 y 7.5 h.p., se estima un consumo de 630 Kwh al mes, con un costo de \$ 47,250.

3.- Bombeo de recirculación del agua de la alberca.

El subsistema se integra con dos bombas de 10 H.P. marca Jacuzzi, modelo 10 EM-4.

El estado físico del equipo es bueno y no se detectaron anomalías.

Se tiene en operación una bomba, manteniendo la otra en reserva, por el tiempo que se requiere para recircular el agua de la alberca, se presupone que existe la factibilidad de cambiar el equipo de bombeo una vez que se identifiquen las características de los filtros, para mejorar la eficiencia del equipo, disminuyendo tiempos y consumos eléctricos.

2.5.7 Evaluación del sistema de transporte vertical.

El sistema de transportación vertical, está conformado por un total de 5 equipos, tres para el servicio de huéspedes y dos para servicios generales, marca Otis, tipo con una capacidad de 11.19 Kw cada uno, de 120 arranques/hora y una velocidad de 1.5 m/seg, con motores tractores de corriente continua, grupo motor generador para la alimentación de motor tractor, con controles a base de aproximadamente 60 relevadores electromecánicos.

El estado físico de estos equipos es bueno, encontrándose en buenas condiciones de mantenimiento, operando a temperaturas normales, por contar la caseta de máquinas con aire acondicionado.

El sistema de transporte vertical está diseñado para atender cualquier llamada que se solicite en cualquier piso, lo que ocasiona recorridos innecesarios, no existiendo la optimización de las distancias recorridas por cada elevador, ya que los elevadores que están libres o los ocupados que viajan en la dirección de llamada también la atienden, pudiéndose presentar a una llamada los tres elevadores simultáneamente.

Los elevadores de servicio general, operan en forma similar a los de huéspedes.

Un sistema de estas características, presenta una espera en pisos en ocasiones mayores a los 30 segundos, con la consecuente molestia de los huéspedes.

Por las características electromecánicas del sistema, existen pérdidas por efecto joule, corrientes de magnetización y por la operación casi constante de marcha en vacío o con pasajeros.

Como resultado de las mediciones gráficas realizadas, se observó que en un período de 24 horas, en más de 16 horas los elevadores presentan una operación continua, estimándose que tienen un consumo promedio de 895.2 Kw/h.

Para optimizar el sistema de transportación vertical, tanto en el consumo de energía eléctrica, como en la velocidad de atención a los huéspedes del hotel, se recomienda la instalación de un sistema convertidor "Direct-Drive".

El "Direct-Drive" es un dispositivo de estado sólido no giratorio que convierte la corriente alterna de la línea, a corriente directa. electrónicamente dosifica en forma instantánea la alimentación de potencia aplicada al motor del elevador.

El "Direct-Drive" sustituye a los motores-generadores utilizados en el pasado en los equipos u.m.v. Ward-Leonard y se obtendrán los siguientes beneficios:

1. Ahorro de energía considerable, solamente consume y entrega potencia cuando se mueve el elevador porque no hay pérdida de energía de los embobinados, ni en la inducción porque no es una máquina giratoria. (el ahorro podría ser hasta entre un 20 y 30%) dependiendo de la combinación. lo que supondría un ahorro de 225 Kw/h por día.
2. Se reducen las fallas de conmutación que provocan desniveles.
3. Ayuda a que la respuesta del elevador sea más rápida, reduciendo el tiempo de viaje a un piso en un 45% de tiempo.
4. Hay menos calor generado en un cuarto de máquinas.
5. Disminuye considerablemente el peso en el cuarto de máquinas. en zonas sísmicas esto es un factor importante de considerar.
6. El factor de potencia se altera poco, ya que no existe reactancia inductiva como en el motor del "M-G" tradicional.

2.5.8 Evaluación general de otros sistemas.

Descripción general del sistema de suministro de agua potable.

El hotel para su operación cuenta con un sistema de suministro de agua potable, el cual es abastecido por la red municipal hacia una cisterna, con dos compartimientos, uno de agua cruda y el otro de tratada. la cual es suministrada a los diferentes servicios tales como: habitaciones, alberca, cocina, restaurantes, casa de máquinas a través de los equipos de bombeo, separando lo correspondiente al riego, el cual es suministrado con agua cruda.

El abastecimiento se torna cada vez más crítico, ya que existe una gran demanda en zona hotelera, consecuentemente no se garantiza a corto plazo la demanda total.

Los consumos históricos en el período 1989/1992 tienen una tendencia a la baja en relación al porcentaje de ocupación, debido probablemente al programa de racionalización y la efectividad de las rutinas de plomería para evitar fugas, pero estas acciones no han sido efectivas del todo, ya que se observó que el sistema de riego se operaba durante el día, consecuentemente con un mayor consumo de agua por evaporación, así como el desperdicio de agua que se tiene en el tanque de condensados al derramarse el agua para poder inyectar agua fría, que permita mantener la temperatura adecuada para bombear y evitar el "flasheo" de los equipos.

En las gráficas de consumo diario de los meses enero/mayo 1992, se observan variaciones significativas, como por ejemplo en el mes de abril de 1992 el día 3, presenta un consumo de 73 m³ probablemente por errores en las lecturas, posible cambio de agua en la alberca, el resto de los consumos presentan un comportamiento más regular cuyas variaciones pueden estar relacionadas con la ocupación del hotel.

Estas variaciones serán motivo de análisis más detallado para determinar posibles deficiencias en la operación.

Considerando los consumos actuales que se tienen en los servicios más representativos y con mayor factibilidad de ser sujetos de modificación para disminuir sus consumos, se consideran los siguientes ahorros potenciales.

Muebles sanitarios:

Lavamanos. se tienen instalados 307 lavabos, con un consumo aproximado de 15 lts/min., que dan servicio a las habitaciones y baños de personal para efectos de calculo, se consideró que se encuentran instalados en una habitación de ocupación doble y el uso corresponde a 3 veces/día por persona, durante un tiempo de uso de 1 minuto, calculándose un ahorro aproximado de 12,852 litros utilizando válvulas con gasto de 8 litros/minuto.

Regaderas. se tienen funcionando 306 regaderas, de las cuales aproximadamente el 70% (216) tienen instalados restrictores de flujo; de las otras 90, con las mismas consideraciones del punto anterior, tomando en consideración la utilización de 2 veces al día durante un tiempo de 5 minutos, con un gasto de 18 litros/minuto reduciendo a 10 litros/minuto (según normas establecidas) se calcula se tendrá un ahorro aproximado de 14,400 litros.

W.C. se tienen instalados 307 muebles de tanque bajo de 18 litros, con las consideraciones anteriores, con una frecuencia de uso de 2 veces al día, considerando el cambio de muebles de 6 litros por operación, se tendrá un ahorro estimado de 14,736 litros por día.

El ahorro total en estos servicios es de aproximadamente 42 m³/día, lo que representa un ahorro mensual de 1,260 m³ que a un costo de \$ 4,306 prom. representa un monto total de \$ 5,425,560 mensuales, teniéndose que los 15,120 m³/anuales, representan el 14% del promedio consumo de tres años.

2.5.9 ANALISIS HISTORICO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE.

HOTEL PARAISO RADISSON

FACTURACION DE AGUA POTABLE

CIA. SUMINISTRADORA -- COMISION DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL EDO. DE Q. ROO

ADMON-CANCUAN

ZONA TURISTICA

CONTRATO: 838

SECTOR 70

RUTA: 1

PROGR. 8230

CASE:4

DIRECCION: TURISTICA KUKULCAN, S.A. DE C.V.

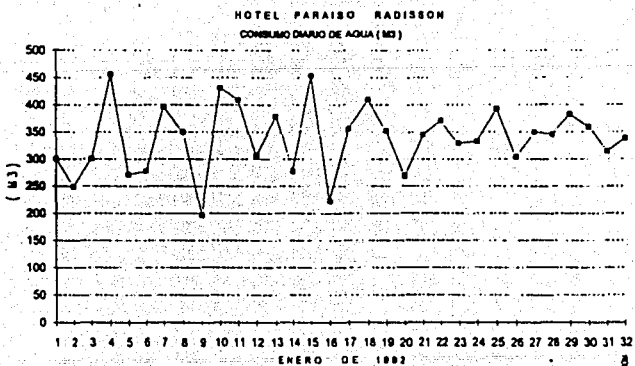
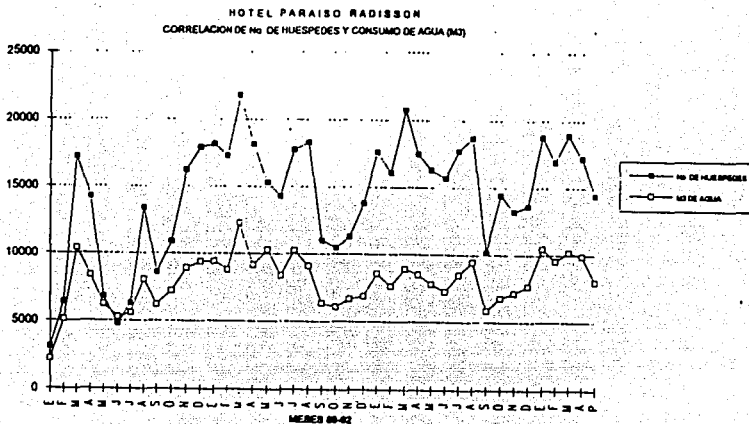
KM 13 L-8 -3 AV. KUKULCAN

	1989				1990				1991				1992			
	CONSUMO	CONCEPTO		IMPORTE	CONSUMO	CONCEPTO		IMPORTE	CONSUMO	CONCEPTO		IMPORTE	CONSUMO	CONCEPTO		IMPORTE
	M3	01	06	TOTAL	M3	01	06	TOTAL	M3	01	06	TOTAL	M3	01	06	TOTAL
ENERO	1967	7016256	1403651	8421907	11862	21504728		21504728	9329			40172674	10765			88938315
FEBRERO	4992	5980416	1198083	7176499	9466	17218654		17218654	7883			32691228	9521			52188782
MARZO	10035	12172455	2434491	14606546	11499	22227567		22227567	6850			38540700	11111	63035178	-8731214	54503884
ABRIL	8787	10614596	2122630	12737635	8071			16991074	8520			36689120				
MAYO	5111	8623856	1324771	7948627	11254			22800604	7823			33687838				
JUNIO	6373	8858470		8858470	7545			14886285	7255			31242030				
JULIO	5764	8648000		8648000	9442			19006746	8188			35184796				
AGOSTO	7948	12861482		12861482	10468			22748064	9620			41425720				
SEPTIEMBRE					6482			18787848	5943			25592558				
OCTUBRE	6849			12903516	6455			19088070	6823			29381836				
NOVIEMBRE					6519			19648286	7175			30697550				
DICIEMBRE	6803			11878038	8464			19883264	7208			34142289				

HOTEL PARAISO RADISSON														
REPORTE DIARIO DE CONSUMO DE AGUA EN 1992														
FECHA	LECTURA	CONSUMO	FECHA	LECTURA	CONSUMO	FECHA	LECTURA	CONSUMO	FECHA	LECTURA	CONSUMO	FECHA	LECTURA	CONSUMO
01/01/92	80410	301	02/01/92	91126	533	03/01/92	0436	285	04/01/92	11101	257	05/01/92	21162	400
01/02/92	80659	249	02/02/92	91378	252	03/02/92	0767	331	04/02/92	11575	474	05/02/92	21613	451
01/03/92	80960	301	02/03/92	91699	321	03/03/92	1189	422	04/03/92	11651	76	05/03/92	21920	307
01/04/92	81416	456	02/04/92	92015	316	03/04/92	1520	331	04/04/92	12051	400	05/04/92	22300	389
01/05/92	81687	271	02/05/92	92363	368	03/05/92	1922	402	04/05/92	12327	276	05/05/92	22632	323
01/06/92	81965	278	02/06/92	92750	367	03/06/92	2211	289	04/06/92	12653	326	05/06/92	23129	497
01/07/92	82361	398	02/07/92	93000	250	03/07/92	2605	364	04/07/92	13010	357	05/07/92	23337	208
01/08/92	82711	350	02/08/92	93334	334	03/08/92	2961	356	04/08/92	13269	259	05/08/92	23761	424
01/09/92	82906	197	02/09/92	93662	328	03/09/92	3363	402	04/09/92	13692	423	05/09/92	24207	446
01/10/92	83339	431	02/10/92	94046	384	03/10/92	3690	327	04/10/92	14026	336	05/10/92	24507	300
01/11/92	83748	409	02/11/92	94502	456	03/11/92	4110	420	04/11/92	14277	249	05/11/92	24848	341
01/12/92	84054	306	02/12/92	94796	294	03/12/92	4517	407	04/12/92	19529	252	05/12/92	25017	169
01/13/92	84433	379	02/13/92	95042	246	03/13/92	4789	263	04/13/92	14881	352	05/13/92	25494	477
01/14/92	84710	277	02/14/92	95288	246	03/14/92	5121	341	04/14/92	15203	322	05/14/92	25748	254
01/15/92	85164	454	02/15/92	95729	432	03/15/92	5530	409	04/15/92	15451	248	05/15/92	26216	468
01/16/92	85387	223	02/16/92	95967	237	03/16/92	5841	311	04/16/92	15770	319	05/16/92	26422	206
01/17/92	85743	358	02/17/92	96252	295	03/17/92	6149	308	04/17/92	18066	296	05/17/92	26656	234
01/18/92	86153	410	02/18/92	96615	363	03/18/92	6579	430	04/18/92	18585	519	05/18/92	27223	567
01/19/92	86505	352	02/19/92	96974	359	03/19/92	6983	304	04/19/92	18721	136	05/19/92	27416	190
01/20/92	86773	288	02/20/92	97316	342	03/20/92	7240	357	04/20/92	17050	329	05/20/92	27743	327
01/21/92	87118	345	02/21/92	97645	329	03/21/92	7598	358	04/21/92	17508	456	05/21/92	28065	322
01/22/92	87489	371	02/22/92	97997	262	03/22/92	7975	379	04/22/92	17778	272	04/22/92	28539	474
01/23/92	87817	328	02/23/92	98175	268	03/23/92	8308	333	04/23/92	18141	363	05/23/92	28897	268
01/24/92	88149	332	02/24/92	98543	368	03/24/92	8729	421	04/24/92	18504	363	05/24/92	29196	399
01/25/92	88541	392	02/25/92	98845	302	03/25/92	8985	298	04/25/92	18959	455	05/25/92	29639	443
01/26/92	88845	304	02/26/92	99263	418	03/26/92	9387	372	04/26/92	19289	301	05/26/92	29987	259
01/27/92	89194	349	02/27/92	99622	259	03/27/92	9714	347	04/27/92	19616	356	05/27/92	30216	319
01/28/92	89539	345	02/28/92	99942	320	03/28/92	10014	300	04/28/92	19997	381	05/28/92	30579	354
01/29/92	89921	382	02/29/92	151	306	03/29/92	10324	310	04/29/92	20399	392	05/29/92	30927	357
01/30/92	90279	359				03/30/92	10555	31	04/30/92	20762	373	05/30/92	31314	387
01/31/92	90593	314				03/31/92	10844	289				05/31/92	31650	336

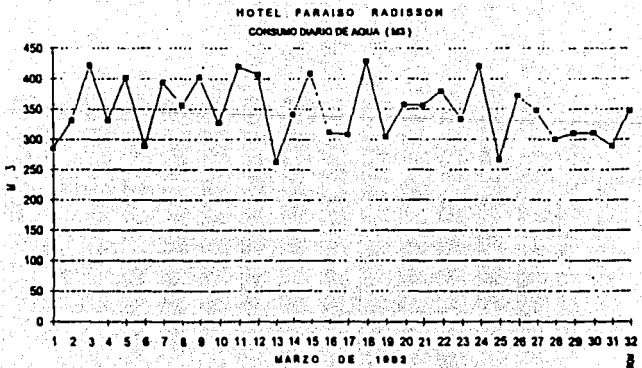
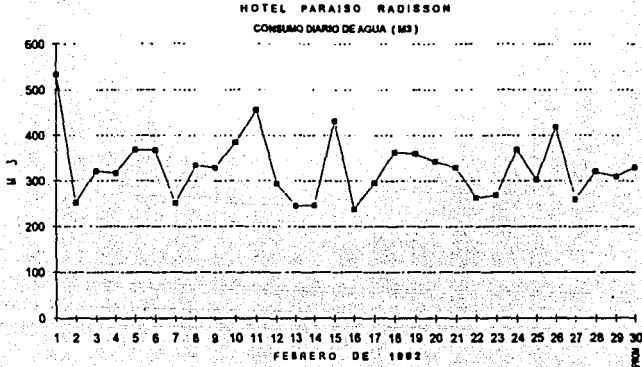
TABLA 50.

GRAFICO 49 Y 50.



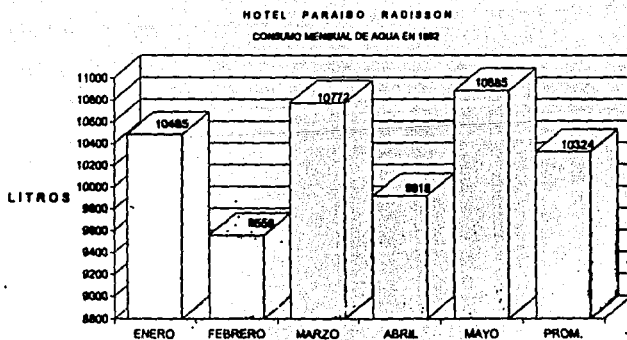
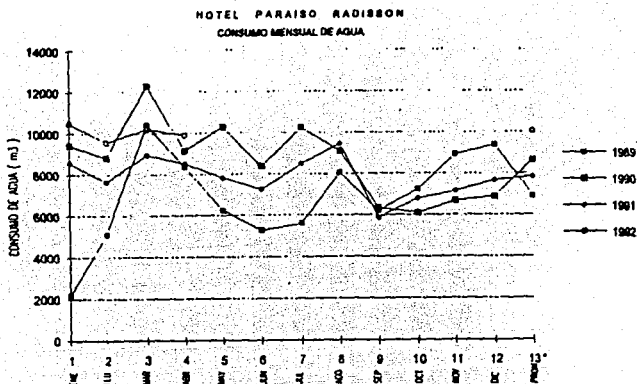
FALLA DE ORIGEN

GRAFICO 51 Y 52.



FALLA DE ORIGEN

GRAFICO 53 Y 54.



FALLA DE ORIGEN

2.5.10 Descripción general del sistema de consumo de diesel.

La instalación se encuentra conformada por una planta de emergencia y dos equipos generadores de vapor.

2.5.10.1 Generadores de vapor.

Los generadores de vapor son de la marca Cleaver Brooks, modelo CV 110-150 de 150 hpc, presión de trabajo de 7 Kgs/cm², cada uno con su equipo periférico, consistente en un sistema para la suavización del agua de alimentación, tanque y bombas de condensado, tanque de purgas y líneas de vapor y condensados.

Este sistema dá servicio para el calentamiento de agua a los tanques de almacenamiento en la cocina, a las "marmitas" y "baños María" y en la lavandería; también al mangle, secadoras y planchadoras de forma.

El proyecto consideró adecuadamente la instalación de dos generadores de vapor, para que uno esté en operación y el otro como soporte para alternar su operación y mantenimiento.

Se evaluó la operación del generador de vapor en servicio, encontrándose hollinado debido a una carburación inadecuada, dictamen fundamentado en la medición de sus parámetros de operación, de acuerdo a los resultados siguientes:

Parámetros normales de operación		Valores de operación
Bióxido de carbono (CO ₂)	11.5%	7.9%
Temperatura base chimenea	164°C	272°C
Temperatura del cuarto de calderas	----	29°C
Oxígeno libre (O ₂) (gases escape)	2%	10%
Aire	75%	83%

Estos resultados indican que se tiene un exceso de temperatura en los gases de escape, y de temperatura en la base de la chimenea, y que en los gases de escape hay un porcentaje mayor de oxígeno y aire a lo establecido.

La caldera instalada de 150 h.p.c. según cálculos, tiene una eficiencia del 76.6% con un consumo de diesel mensual de acuerdo al consumo histórico de:

Año	Promedio mensual (litros)
1989	19,232
1990	23,025
1991	22,323
	64,580
Promedio mensual total	<u>21,560</u>

El consumo de diesel correspondiente al cálculo de la eficiencia de operación del generador de vapor corresponde a 180 lts/hora. si se considera que el régimen de operaciones de 14 horas diarias, se tendrá un gasto de 2,520 lts/diarios, o 75,600 lts/mensuales, por lo que resulta que se tiene un régimen de carga del 28.5%.

Este resultado implica que los generadores de vapor están sobre dimensionados, y si la eficiencia fuera del 80% se tendría un consumo de aproximadamente 160 litros por hora a plena carga, lo que implica una reducción del 8%, o sea, de 1,724 litros mensuales, complementando este ahorro con la instalación de un polarizador magnético que reducirá el consumo de diesel en un 18% adicional, se tendrán 3,880 litros, o sea, un ahorro total de 5,604 litros que representan una reducción del 25%, por lo que se tendrá un consumo de 15,956 litros, con un ahorro estimado de \$ 4,483,000 mensuales.

2.5.10.2 Planta de emergencia.

El sistema de emergencia tiene instalada una planta generadora con una capacidad de emergencia de 360Kw/416Kva/1180a y una capacidad continua de 310Kw/358Kva/1015a con un voltaje de 220/127 Volts.

El estado físico del equipo es bueno y se observa un buen mantenimiento.

En su operación, existen detalles en el equipo de transferencia que causan que el sistema no opere en forma automática, mismos que se detallan a continuación:

-Control manual-fuera-automático:
se encuentra en la posición de fuera.

-Relevador sensitivo de voltaje:

Se encuentra censando bajo voltaje, a pesar de que el voltaje encontrado de 218 Volts es menor al 1% del voltaje nominal y para que se considere bajo, debería estar en un rango de -10% (198 Volts).

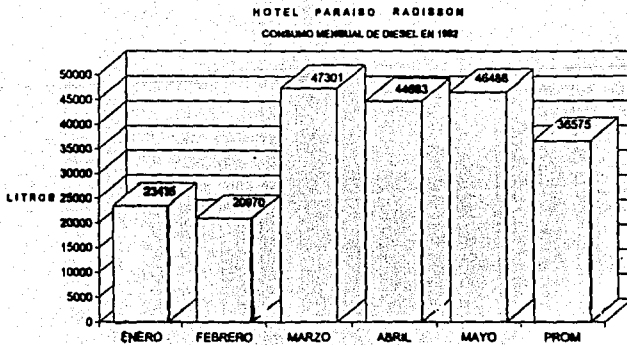
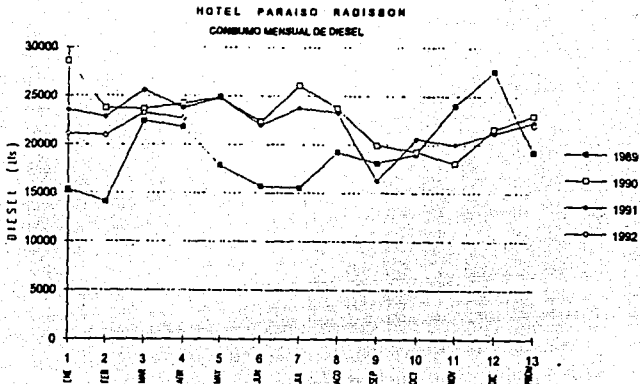
Acumuladores.

Los tapones de las celdas no permiten las salidas de los gases producidos por la carga normal.

El cargador de baterías no es del tipo adecuado.

De acuerdo a lo anterior, se recomienda reparar a la brevedad posible el control del Transfer para que el sistema funcione automáticamente e instalar un cargador de baterías que cuente con el sistema de suministro de voltajes de igualación y flotación a las baterías y el cambio de tapones a las mismas.

GRAFICO 55 Y 56.



FALLA DE ORIGEN

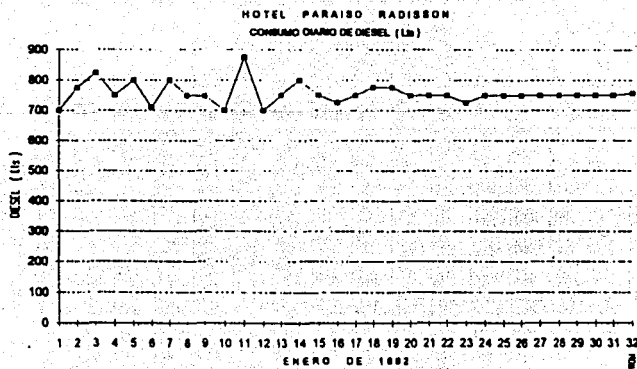
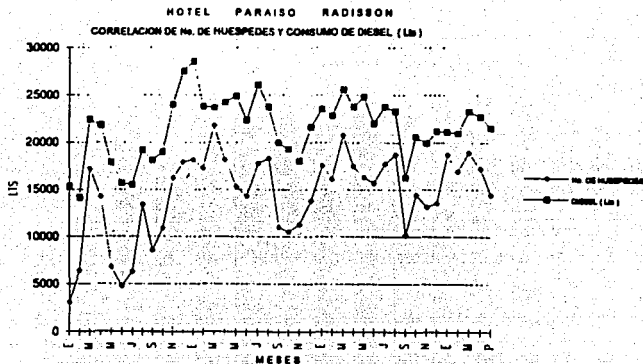
HOTEL PARAISO RADISSON

REPORTE DIARIO DE CONSUMO DE DIESEL EN 1992

FECHA	LECTURA	CONSUMO	FECHA	LECTURA	CONSUMO	FECHA	LECTURA	CONSUMO	FECHA	LECTURA	CONSUMO	FECHA	LECTURA	CONSUMO
01/01/92	65 65	700	02/01/92	45 45	750	03/01/92	80 80	725	04/01/92	55 55	700	05/01/92		800
01/02/92	55 55	775	02/02/92	40 40	750	03/02/92	80 80	750	04/02/92	50 50	650	05/02/92	30 30	780
01/03/92	50 50	825	02/03/92	30 30	750	03/03/92	75 75	750	04/03/92	45 45	750	05/03/92	30 30	775
01/04/92	50 50	750	02/04/92	25 25	775	03/04/92	75 75	775	04/04/92	40 40	750	05/04/92	20 20	800
01/05/92	50 50	800	02/05/92	25 25	725	03/05/92	70 70	750	04/05/92	35 35	750	05/05/92	15 15	700
01/06/92	100 100	710	02/06/92	20 20	700	03/06/92	65 65	775	04/06/92	30 30	775	05/06/92	80 80	775
01/07/92	100 100	800	02/07/92	10 10	525	03/07/92	80 80	800	04/07/92	25 25	725	05/07/92	70 70	775
01/08/92	90 90	750	02/08/92	10 10	625	03/08/92	55 55	750	04/08/92	20 20	750	05/08/92	70 70	800
01/09/92	90 90	750	02/09/92	5 5	750	03/09/92	100 100	700	04/09/92	15 15	750	05/09/92	60 60	760
01/10/92	80 80	700	02/10/92	5 5	600	03/10/92	95 95	750	04/10/92	10 10	750	05/10/92	60 60	775
01/11/92	80 80	875	02/11/92	0 0	650	03/11/92	90 90	750	04/11/92	10 10	675	05/11/92	50 50	725
01/12/92	75 75	700	02/12/92	50 50	725	03/12/92	90 90	725	04/12/92	5 5	725	05/12/92	50 50	700
01/13/92	70 70	750	02/13/92	40 40	775	03/13/92	85 85	750	04/13/92	60 60	750	05/13/92	40 40	700
01/14/92	70 70	800	02/14/92	40 40	650	03/14/92	80 80	800	04/14/92	60 60	800	05/14/92	35 35	700
01/15/92	750	02/15/92	35 35	650	03/15/92	75 75	700	04/15/92	55 55	750	05/15/92	35 35	780	
01/16/92	725	02/16/92	35 35	675	03/16/92	60 60	700	04/16/92	60 60	750	05/16/92	30 30	775	
01/17/92	750	02/17/92	25 25	750	03/17/92	55 55	825	04/17/92	65 55	750	05/17/92	20 20	775	
01/18/92	775	02/18/92	20 20	650	03/18/92	55 55	825	04/18/92	45 45	750	05/18/92	15 15	725	
01/19/92	775	02/19/92	15 15	700	03/19/92	50 50	760	04/19/92	40 40	700	05/19/92	10 10	760	
01/20/92	750	02/20/92	10 10	700	03/20/92	45 45	775	04/20/92	40 40	650	05/20/92	80 80	775	
01/21/92	750	02/21/92	10 10	725	03/21/92	45 45	775	04/21/92	30 30	675	05/21/92	65 65	675	
01/22/92	750	02/22/92	5 5	825	03/22/92	40 40	800	04/22/92	25 25	650	05/22/92	80 80	760	
01/23/92	725	02/23/92	5 5	775	03/23/92	40 40	825	04/23/92	25 25	700	05/23/92	55 55	780	
01/24/92	750	02/24/92	50 50	775	03/24/92	35 35	825	04/24/92	70 70	775	05/24/92	50 50	725	
01/25/92	750	02/25/92	45 45	820	03/25/92	80 80	800	04/25/92	85 65	775	05/25/92	45 45	750	
01/26/92	750	02/26/92	45 45	800	03/26/92	80 80	725	04/26/92	80 60	725	05/26/92	40 40	775	
01/27/92	750	02/27/92	775	775	03/27/92	75 75	700	04/27/92	65 65	775	05/27/92	30 30	680	
01/28/92	750	02/28/92	825	825	03/28/92	75 75	775	04/28/92	55 65	675	05/28/92	25 25	675	
01/29/92	750	02/29/92	90 90	775	03/29/92	70 70	675	04/29/92	50 50	750	05/29/92	90 80	675	
01/30/92	750				03/30/92	70 70	700	04/30/92	45 45	825	05/30/92	85 85	725	
01/31/92	750				03/31/92	65 65	780				05/31/92	85 85	760	

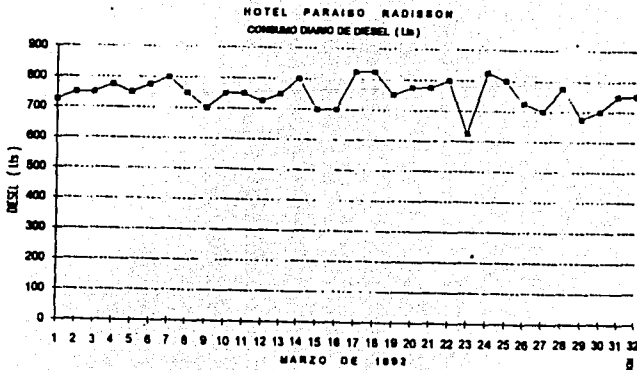
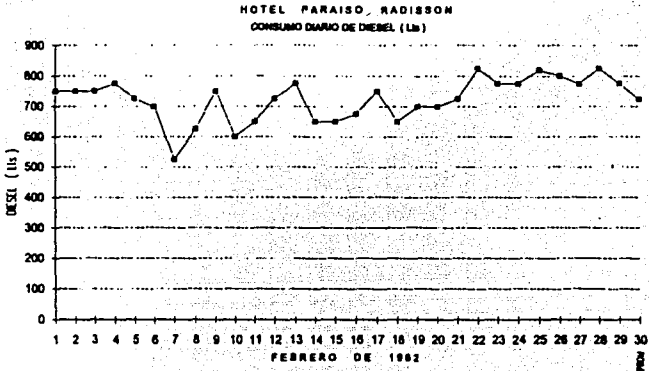
TABLA 51.

GRAFICO 57 Y 58.



FALLA DE ORIGEN

GRAFICO 59 Y 60.



FALLA DE ORIGEN

2.5.11 Análisis histórico del consumo de gas L.P.

Para el servicio de suministro de gas l.p., se tienen instalados dos tanques estacionarios de 3,400 litros cada uno en forma adecuada.

De acuerdo al análisis de consumos, se observa que éste se ha venido normalizando, habiéndose presentado en el año de 1989 un consumo sumamente elevado en el mes de diciembre, que se aproximó a 12,000 litros cuando que el promedio de ese año fue de 8,000 litros.

Los promedios mensuales que se han presentado son:

Año	(litros)
1989	56,477
1990	70,372
1991	95,485
1992	78,960*
Promedio general	75,413 anual 6,284 mensual 210 diario

(*) Estimado.

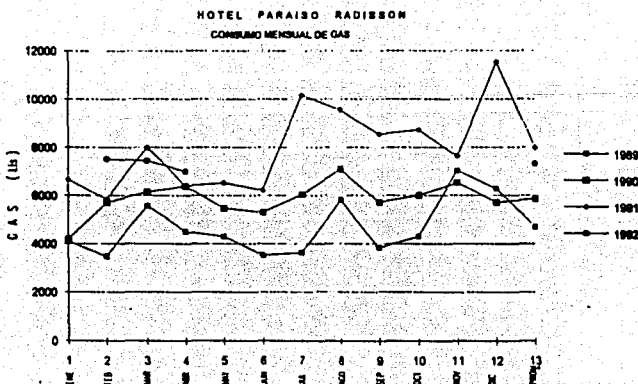
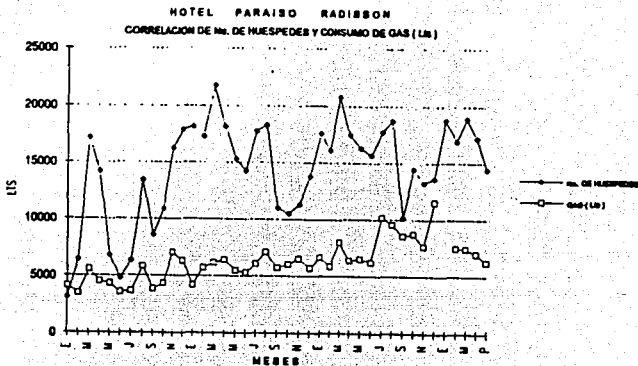
En términos generales, este fluido se ha comportado en forma lógica, ya que el consumo sigue en forma general el promedio de ocupación.

Se observó que el color de la flama era adecuado, por lo que se supone existe una buena mezcla de aire.

Con el fin de buscar una mejor eficiencia, se deberá de observar la limpieza de las espreas de los quemadores de las estufas y verificar la inexistencia de fugas, así como verificar que la presión de la línea sea adecuada para el buen funcionamiento de los reguladores de presión.

Por último, insistir que la operación del equipo sea eficiente utilizando los tiempos estrictamente requeridos, regulando flamas, utilizando toda la superficie de planchas y evitando al máximo flamas ociosas.

GRAFICO 61 Y 62.

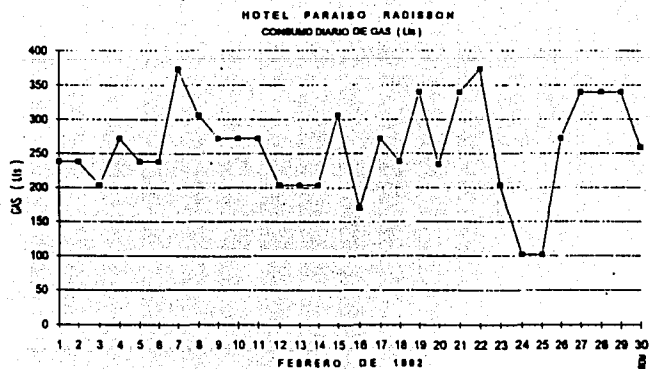
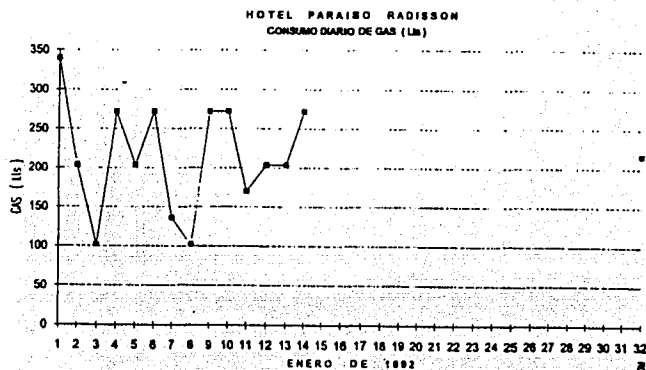


FALLA DE ORIGEN

HOTEL PARAISO RADISSON																			
REPORTE DIARIO DE CONSUMO DE GAS EN 1992																			
FECHA	GAS1	GAS2	CONSUMO	FECHA	GAS1	GAS2	CONSUMO	FECHA	GAS1	GAS2	CONSUMO	FECHA	GAS1	GAS2	CONSUMO	FECHA	GAS1	GAS2	CONSUMO
			LTS				LTS				LTS				LTS				LTS
01/01/92	52	0	340	02/01/92	39	46	238	03/01/92	69	0	238	04/01/92	80	75	170	05/01/92			204
01/02/92	46	0	204	02/02/92	39	39	238	03/02/92	62		238	04/02/92	80	65	340	05/02/92	61	52	204
01/03/92	43	0	102	02/03/92	39	33	204	03/03/92	58	0	136	04/03/92	80	58	238	05/03/92	61	46	204
01/04/92	35	0	272	02/04/92	39	25	272	03/04/92	50	0	272	04/04/92	80	50	272	05/04/92	61	39	238
01/05/92	29	0	204	02/05/92	39	18	238	03/05/92	42	0	272	04/05/92	80	44	204	05/05/92	61	32	238
01/06/92	21	0	272	02/06/92	88	11	238	03/06/92	35	0	238	04/06/92	80	38	204	05/06/92	61	28	136
01/07/92	81	25	136	02/07/92	39	0	374	03/07/92	28	0	238	04/07/92	80	30	272	05/07/92	61	18	340
01/08/92	78	25	102	02/08/92	39	0	306	03/08/92	18	0	340	04/08/92	80	23	238	05/08/92	80	71	204
01/09/92	70	25	272	02/09/92	22	0	272	03/09/92	9	0	306	04/09/92	80	16	238	05/09/92	80	62	306
01/10/92	82	25	272	02/10/92	14	0	272	03/10/92	80	54	272	04/10/92	80	8	272	05/10/92	80	85	162
01/11/92	57	25	170	02/11/92	8	0	272	03/11/92	72	54	272	04/11/92	76	6	204	05/11/92	80	50	170
01/12/92	51	25	204	02/12/92	34	71	204	03/12/92	64	54	272	04/12/92	68	6	238	05/12/92	80	42	272
01/13/92	45	25	204	02/13/92	34	65	204	03/13/92	56	54	272	04/13/92	64	6	170	05/13/92	80	35	238
01/14/92	37	25	272	02/14/92	34	59	204	03/14/92	49	52	306	04/14/92	80	80	272	05/14/92	80	29	204
01/15/92				02/15/92	34	50	306	03/15/92	40	52	306	04/15/92	73	80	238	05/15/92	80	20	306
01/16/92				02/16/92	34	45	170	03/16/92	35	52	170	04/16/92	67	80	204	05/16/92	76	80	136
01/17/92				02/17/92	34	37	272	03/17/92	30	52	170	04/17/92	80	80	238	05/17/92	70	80	204
01/18/92				02/18/92	34	39	238	03/18/92	20	52	340	04/18/92	55	80	170	05/18/92	61	80	306
01/19/92				02/19/92	34	20	340	03/19/92	11	52	306	04/19/92	46	80	204	05/19/92	55	80	204
01/20/92				02/20/92	70	13	234	03/20/92	5	52	204	04/20/92	42	80	238	05/20/92	50	80	170
01/21/92				02/21/92	70	3	340	03/21/92	80	79	204	04/21/92	35	80	238	05/21/92	42	80	272
01/22/92				02/22/92	86	0	374	03/22/92	52	79	204	04/22/92	27	80	272	05/22/92	34	80	272
01/23/92				02/23/92	80	0	204	03/23/92	46	79	204	04/23/92	19	80	272	05/23/92	26	80	272
01/24/92				02/24/92	67	0	102	03/24/92	40	80	204	04/24/92	8	80	238	05/24/92	18	80	272
01/25/92				02/25/92	64	0	102	03/25/92	32	78	272	04/25/92	6	72	272	05/25/92	5	80	340
01/26/92				02/26/92	48	0	272	03/26/92	24	79	272	04/26/92	6	64	272	05/26/92		77	204
01/27/92				02/27/92	68	0	340	03/27/92	15	79	306	04/27/92	6	58	204	05/27/92		68	272
01/28/92				02/28/92	88	0	340	03/28/92	10	79	170	04/28/92		204	05/28/92	80	80	170	
01/29/92				02/29/92	78	0	340	03/29/92	5		170	04/29/92		204	05/29/92	80	89	204	
01/30/92								03/30/92	2	64	102	04/30/92		204	05/30/92	80	61	272	
01/31/92								03/31/92			170				05/31/92	80	53	272	

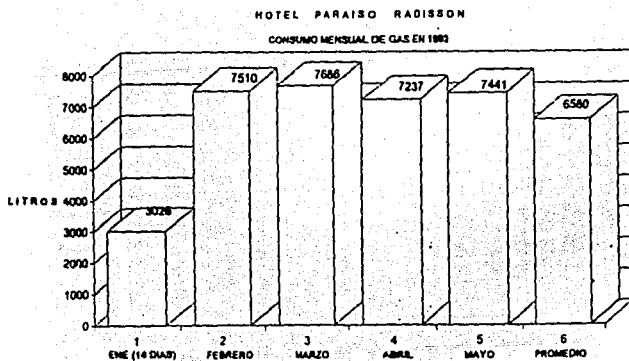
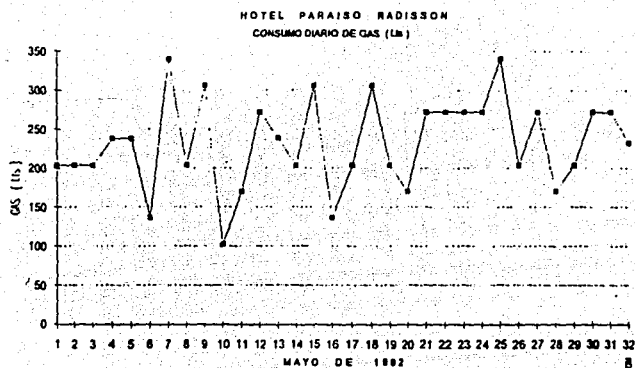
TABLA 52.

GRAFICO 63 Y 64.



FALLA DE ORIGEN

GRAFICO 65 Y 66.



FALLA DE ORIGEN

2.6 Costumbres de operación de los servicios del inmueble.

El hotel cuenta para dar servicio con 300 habitaciones y considerando un promedio de ocupación de dos personas por habitación y una plantilla de operación de 300 empleados, se tendría que 600 personas utilizan servicios y 300 los otorgan.

Consciente la dirección de los altos costos de los fluidos y energéticos, han establecido una campaña de ahorro de energía, en la cual se determinaron los factores fundamentales para que tuviera éxito, siendo éstos: el conocimiento, la disciplina y la constancia, capacitando al personal sobre la concepción de la energía, sus formas y el uso racional de ésta.

Se definieron responsabilidades al personal que labora en los diferentes servicios tales como: recepción, ama de llaves de cocina, comedores, salas de convenciones, lavandería, mantenimiento y seguridad.

Este programa consiste fundamentalmente en un control manual del uso de los fluidos y energéticos, siendo las actividades más importantes las siguientes:

- . Concentrar la ocupación por áreas y niveles.
- . Apagado de luces y elevadores de acuerdo a su utilización.
- . Ajuste de flamas en estufas.
- . Cerrado puertas equipos de refrigeración.
- . Uso de equipos con cargas completas y tiempos adecuados.
- . Reporte y corrección de fugas.
- . Establecimiento de programas de mantenimiento preventivo y correctivo.

Este programa según observaciones, no tiene la efectiva planeada ya que sólo se realiza parcialmente en lo correspondiente a la desconexión de equipos de ventilación, extracción y del alumbrado.

Con respecto a la otra parte del programa, el personal no realiza totalmente el control requerido, ya que se observaron equipos y sistemas operando en horas fuera de lo programado, con cargas incompletas y válvulas abiertas innecesariamente.

Se considera que los resultados que ha dado el programa han permitido abatir la demanda máxima como se observó en el capítulo correspondiente, pero que sí es necesario incrementar su efectividad a través de dos acciones:

1. Instalación de un sistema automático de cargas.

2. Integración del comité de ahorro de energía con un enfoque de calidad total donde los participantes identifiquen los problemas y den las alternativas de solución.

TABLA 53.

HOTEL PARAISO RADISSON					
PROGRAMA DE ENCENDIDO Y APAGADO DE ALUMBRADO DE AREAS DE SERVICIOS					
AREA ALUMBRADA	ENCENDIDO	APAGADO	UBICACION TABLERO	TABLERO	CIRCUITO
ESC. LADO PLAYA 1° AL 6° PISO	18:00 HRS.	08:00 HRS.	MANTENIMIENTO	KE	25
FRENTE CAMARA BASURA	18:00 HRS.	05:00 HRS.	MANTENIMIENTO	KE	22
ESCALERA JUNTO ELEVADOR	18:00 HRS.	05:00 HRS.	MANTENIMIENTO	KE	28
PASILLO COMEDOR	18:00 HRS.	23:00 HRS.	MANTENIMIENTO	KE	24
FRENTE ROPERIAS	18:00 HRS.	23:00 HRS.	MANTENIMIENTO	KE	36,26
ESC MOTOR LOBBY 1° AL 6° PISO	18:00 HRS.	23:00 HRS.	MANTENIMIENTO	KE	26,27
ESC PATIO DE MANIOBRAS 1° 6°P.	18:00 HRS.	23:00 HRS.	MANTENIMIENTO	KE	30,31
ESC DE REST MIRADOR A 1ER PISO			MANTENIMIENTO	KE	23
PASILLO OFICINAS	09:00 HRS.	22:00 HRS.	MANTENIMIENTO	KE	15
BAÑO EMPLEADOS	09:00 HRS.	20:00 HRS.	MANTENIMIENTO	KE	17
LUCES OBSTRUCCION	18:00 HRS.	06:00 HRS.	AZOTEA	RE	24,26,27,28
LOGOTIPO	19:00 HRS.	23:00 HRS.	AZOTEA	RE	33
MOTOR LOBBY-FOYER	18:00 HRS.	23:00 HRS.	RECEPCION	F	2-4
MOTOR LOBBY	18:00 HRS.	23:00 HRS.	RECEPCION	FE	1-3,2-4
FOYER	18:00 HRS.	23:00 HRS.	SALONES	G	7
PATIO DE SERVICIO	18:00 HRS.	23:00 HRS.	SALONES	G	18
REST. BARANDALES	17:30 HRS.	24:00 HRS.	RECEPCION	FE	6,6,7,8,9
NICHOS ALBERCA	18:00 HRS.	23:00 HRS.	SNACK	O	1
ALBERCA	18:00 HRS.	23:00 HRS.	CTO. BOMBAS	P	16-18,20-22
LAVANDERIA	05:00 HRS.	22:00 HRS.	ROPERIA	J	32,33
ROPERIA	06:00 HRS.	23:00 HRS.	ROPERIA	J	34,36
SERVIBAR	07:00 HRS.	23:00 HRS.	ROPERIA	J	35
LAVANDERIA	06:00 HRS.	22:00 HRS.	ROPERIA	JE	16
ROPERIA	06:00 HRS.	23:00 HRS.	ROPERIA	JE	17
JARDIN	18:00 HRS.	23:00 HRS.	SUBESTACION	N	11-13,31-33
JARDIN	18:15 HRS.	05:00 HRS.	SUBESTACION	N	12-14,15-17,18-18
ESTACIONAMIENTO	18:15 HRS.	05:00 HRS.	SUBESTACION	N	7-9,8-10
CASSETAS S. Y PATIO	18:15 HRS.	05:00 HRS.	SUBESTACION	N	17-19,25-27
ESTACIONAMIENTO	18:15 HRS.	23:00 HRS.	SUBESTACION	NE	17-19,25-27
JARDIN	18:25 HRS.	23:00 HRS.	SUBESTACION	NE	22-24,21-23
PALAPA	18:15 HRS.	05:00 HRS.	SUBESTACION	NE	15
JARDIN NE	18:15 HRS.	05:00 HRS.	SUBESTACION	NE	18-20,26-28
MARISQUERIA	18:00 HRS.	23:00 HRS.	CAFETERIA	E	1-3
CAFETERIA	18:00 HRS.	23:00 HRS.	CAFETERIA	E	2,6
LOBBY	18:00 HRS.	23:00 HRS.	CAFETERIA	E	7-9
REL PUBLICAS	09:00 HRS.	23:00 HRS.	CAFETERIA	E	34-36
LOBBY	18:00 HRS.	05:00 HRS.	CAFETERIA	E	6-8,11-13
LOBBY	18:00 HRS.	23:00 HRS.	CAFETERIA	EE	14-16,18-20,23-25
MARISQUERIA	18:00 HRS.	23:00 HRS.	CAFETERIA	EE	1-3,17-19
CAFETERIA	18:00 HRS.	05:00 HRS.	CAFETERIA	EE	2,4,5,7,9,12
LOBBY	18:00 HRS.	05:00 HRS.	CAFETERIA	EE	13-15,30-32
COCINA	07:00 HRS.	23:00 HRS.	COCINA	IE	2,9
COCINA	18:00 HRS.	23:00 MRS.	COCINA	IE	3

2.7 Estimación de ahorros potenciales y sistemas de control integral.

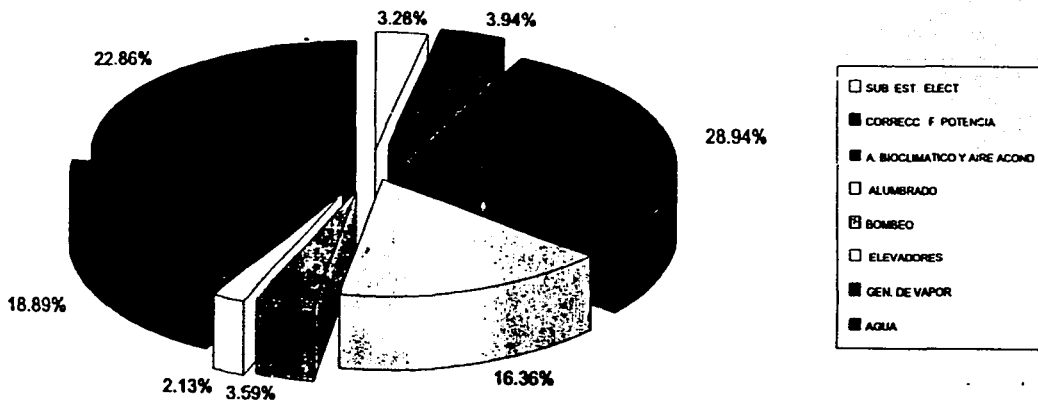
Los ahorros potenciales identificados durante el diagnóstico energético en cada uno de los sistemas, en los cuales se evaluaron las condiciones de las instalaciones, equipos y su operación, tomando como base de este análisis la información proporcionada, permitiendo proponer alternativas de solución, las cuales con la sustentación técnico-económica que comprende la segunda etapa definirá con precisión la factibilidad de su realización y se tendrá un ajuste en los valores de los ahorros potenciales.

2.7.1 Resumen de ahorros potenciales:

Concepto	Consumo	Ahorro/mes
1.- Subestación eléctrica	110,368Kw/h	\$ 777,600
2.- Corrección factor potencia		935,721
3.- Acondicionamiento bioclimático y aire acondicionado	91,584Kw/h	6'868,800
4.- Sistema alumbrado	51,780Kw/h	3'883,560
5.- Sistema bombeo	11,372Kw/h	852,900
6.- Sistema transporte vertical	6,750Kw/h	506,250
	Sub total	\$13'824,831
7.- Generación de vapor	15,956 lts	4'483,000
8.- Sistema suministro agua	1,260 m ³	5,425,560
	Sub total	9'908,560
	T o t a l	<u>\$23'733,391</u>

AHORROS POTENCIALES DE FLUIDOS Y ENERGETICOS

HOTEL PARAISO RADISSON CANCUN



FALLA DE ORIGEN

2.7.2 Sistema de control integral.

Es un sistema tecnológico aplicable a la operación de instalaciones y que redundará en una disminución de su costo, mejorando las condiciones de confort, el rendimiento y la utilidad de las mismas, y facilita su mantenimiento, reduciendo los gastos de funcionamiento.

Permanenteemente comprueba, evalúa e informa sobre el estado de las instalaciones de todas las unidades en servicio en comunicación con la unidad central.

Técnicamente, es un sistema de adquisición de datos, base de datos históricos, que incluye un sistema experto de administración y control de las instalaciones y una red de comunicaciones.

Tiene por objeto el gobierno y control de todas las instalaciones comprendidas en un edificio por las personas responsables del mismo, sin necesidad de desplazarse de sus puestos de trabajo.

Además del ahorro, considera la seguridad de funcionamiento de las instalaciones y una mejor administración de los recursos de operación y mantenimiento.

2.7.3 El impacto y las ventajas competitivas que aporta.

- Débil impacto sobre el total de las inversiones de construcciones nuevas o de remodelaciones importantes.
- Mejora de la calidad, servicio y comodidad de los usuarios del edificio.
- Disminución del consumo energético, economía de fluidos y energéticos.
- Mejora de la operación y disminución del costo de funcionamiento.
- Optimización del mantenimiento y economía del mismo.
- Seguridad de los bienes y de las personas.
- Conocimiento y administración de los consumos.
- Toda activación sobre el sistema se hace desde la terminal vía software. No hay que modificar el hardware ni los sensores.

2.7.4 El edificio inteligente.

Es un edificio capaz de suministrar al menor costo, a sus ocupantes, un conjunto de servicios que satisfagan sus necesidades y optimicen el confort, fundado principalmente en:

- Un sistema descentralizado de gestión centralizada.
- Un sistema de comunicaciones internas por red de área local.
- CCC: control-comunicaciones-computador (todo el edificio es un computador)

Controla:

Calefacción
Ventilación
Aire acondicionado

- Control energía eléctrica y factor de potencia.
- Optimización arranque/parada de las instalaciones (períodos ocupación edificio).
- Economización de energía empleando estrategias de control definidas en programas software expertos.
- Alumbrado, mando centralizado en función de la hora, orden del operador o por acción de células fotoeléctricas.
- Seguridad, monitorización de accesos y aviso a vigilantes. control de cierre de puertas automáticas con acceso por tarjetas.
- Seguridad contra incendios.
- Mantenimiento, planificación de mantenimiento preventivo, archivo histórico de datos, edición de informes, gráficos y sinópticos de instalaciones individuales.

Instalaciones susceptibles de control.

- 1.- Generadores de vapor.
- 2.- Central frigorífica, sistemas de refrigeración.
- 3.- Climatización por aire, sistema de aire acondicionado.
- 4.- Instalación eléctrica de alta, media y baja tensión.
- 5.- Redes de distribución de agua fría/caliente sanitaria.
- 6.- Instalaciones generales de líneas de fluidos.
- 7.- Tratamiento de agua.
- 8.- Detección, alarma y extinción de incendios.
- 9.- Monitoreo de sensores y montacargas.
- 10.- Comunicaciones interiores.
- 11.- Control de accesos.

Para el caso específico del hotel se ha visto la factibilidad de configurar un sistema de ahorro de energía a través de la instalación de un sistema de control integral, que puede considerarse en una primera etapa las cargas siguientes:

Chiller 1	compresores 2 y 3
Chiller 2	compresores 2 y 3
Chiller 3	compresores 2 y 3
Extractores	baños de habitaciones (azoteas), empleados y restaurantes
Alumbrado	salón de convenciones
Cámaras frías	cocinas
Equipo de bombeo	alberca

El sistema se podrá ampliar en una segunda etapa para controlar la seguridad contra incendio, elevadores, riego, alumbrado de oficinas, agua caliente, alarmas por funcionamiento de equipos fuera de rango, fan & coils, temperatura en zonas de medición de consumo, sistemas de bombeo, generadores de vapor, etcétera. Previa justificación técnico-económica.

3. CONCLUSIONES GENERALES.

En la primera sección de esta tesis se analizan los diversos aspectos de interés que se ven involucrados dentro de la actividad de la auditoría energética, que es un proceso que permite obtener ordenadamente los datos más relevantes para el análisis de la operación de determinada empresa. Datos que se basan en mediciones in situ por parte del auditor y por información proporcionada por la propia empresa; con lo cual, se cuenta con antecedentes históricos que amplían el panorama de operación y permiten obtener pronósticos más confiables.

La justificación de este estudio se dá en base a los ahorros de energía obtenidos, y por consiguiente el ahorro económico; además de su función como parámetro para mejorar o implementar nuevos sistemas de revisión y mantenimiento, que garanticen un correcto funcionamiento de todas las instalaciones para ofrecer mejores servicios a un público cada vez más exigente y con mayor conciencia ecológica.

Es por esta tendencia a la mejora y eficiencia en las prácticas humanas, que las auditorías energéticas cobran importancia en países como el nuestro, donde carecemos de recursos para elevar nuestra producción de energéticos; y donde lo más viable es buscar la opción económicamente más rentable, y que se vea afectada no solamente por el ahorro directo que implica la instalación de nuevos equipos o mejoras en servicio, sino que también toma en cuenta las tasas de interés bancarias que afectan el costo del dinero, los sistemas de pago a crédito, el tiempo de recuperación de la inversión, la obligatoriedad de las reformas energéticas y ecológicas, las consecuencias de la no implantación de mejoras (baja productividad y obsolescencias), entre otras; y que en conjunto y dependiendo de los recursos de la empresa, indicarán la mejor alternativa a seguir.

Así pues, en la segunda sección de la presente tesis, se muestra el procedimiento real efectuado al Hotel Paraiso Radisson en Cancún, donde se corrobora la secuencia a seguir, y se muestra una forma particular de interpretar la información para cada actividad que requiere este estudio, destacándose dentro de este proyecto el gran potencial de ahorro asociado con el aspecto del acondicionamiento bioclimático y aire acondicionado, junto con el sistema de alumbrado y el bajo factor de potencia.

Como puede verse a través del análisis del caso práctico, el ahorro que se pretende obtener, justifica la inversión necesaria para implementar los cambios, ya que ésta puede amortizarse en poco tiempo y su recuperación es segura, pues dentro del estudio de la auditoría se toman en cuenta diversos factores entre ellos los económicos, para tomar la mejor decisión posible.

Para finalizar, cabe recalcar que la única forma de obtener los mayores beneficios de nuestro medio ambiente es vivir con una filosofía que busque el bien y la mejora constante, que garantice nuestra superación y la conservación de nuestro medio ambiente, y esto nos permitirá el placer de disfrutar al máximo nuestro mundo sin por ello ir en detrimento de su naturaleza.

4. TABLAS Y ANEXOS.

Table 2
SOLAR HEAT GAIN FACTORS (SHGF)
Table 2a (used with Table 3, Column A)
SOLAR RADIATION THROUGH BARE GLASS* BTUH/SQ. FT.

LAT.	24°				32°				40°				48°				56°			
STD. TIME	9	N	3	6	9	N	3	6	9	N	3	6	9	N	3	6	9	N	3	6
N	13	18	20	20	13	18	19	19	12	17	18	19	12	16	18	18	11	15	16	16
NE	64	47	38	27	64	47	38	27	56	40	33	24	52	38	31	22	49	36	29	21
E	103	79	56	38	103	79	56	38	102	77	55	38	99	75	53	37	97	73	52	36
SE	71	74	51	34	81	84	57	39	89	92	63	43	94	98	67	46	99	103	70	48
S	17	28	28	18	20	48	48	30	26	69	69	44	33	87	87	56	37	96	96	61
SW	17	34	78	75	20	39	88	85	22	40	97	94	24	46	104	100	25	48	108	104
W	22	27	81	111	22	27	81	111	21	26	79	109	20	26	77	107	20	25	75	104
NW	18	23	42	76	16	21	39	70	15	20	37	66	14	19	34	62	14	18	32	59
HORZ.	92	165	183	123	88	158	175	118	80	145	161	108	72	129	143	96	64	116	129	86

*Clear 1/2" pane with no internal shade; use rough opening area for window, door areas. This table is valid for summer conditions; do not use this table for estimating cooling loads in the spring or fall.

Table 2b (used with Table 3, Column B)
SOLAR RADIATION THROUGH SHADED GLASS* BTUH/SQ. FT.

NOTE: SHGF's in Table 2b may be larger than equivalent factors in Table 2a due to the effect of internal shading on thermal storage. Table 3 corrects the heat gain to account for internal shade.

LAT.	24°				32°				40°				48°				56°			
STD. TIME	9	N	3	6	9	N	3	6	9	N	3	6	9	N	3	6	9	N	3	6
N	18	22	20	23	18	21	20	22	17	20	19	21	16	20	18	20	15	18	16	18
NE	79	37	30	16	87	34	28	15	85	32	26	14	81	30	24	13	75	28	23	13
E	145	52	38	21	145	52	38	21	143	51	38	21	140	50	37	20	136	48	36	20
SE	111	67	34	18	126	76	39	20	138	89	43	22	147	89	45	24	151	92	47	24
S	22	51	31	10	33	78	44	16	48	105	63	24	60	132	80	30	66	144	87	33
SW	22	52	113	62	25	59	129	70	27	65	142	77	29	69	151	82	30	72	157	85
W	25	33	138	117	25	33	133	117	25	32	136	115	24	31	132	112	23	30	129	109
NW	23	29	71	94	21	26	65	87	20	25	62	82	19	23	58	76	18	22	55	72
HORZ.	155	223	186	66	147	212	177	63	136	196	163	58	120	173	145	51	108	156	131	46

*Clear 1/2" pane with internal shade; use rough opening for window, door areas. This table is valid for summer conditions, do not use this table for estimating cooling loads in the spring or fall.

Table 3
SHADING FACTORS FOR SOLAR RADIATION
HEAT GAIN THROUGH GLASS

Type of Glass	Column A	Column B
	Shading Factors For Bare Glass	Internal Shading (Closed Venetian Blind, Lined Drapery, or Roller Shade)
Sheet Glass (1/8 in.)	1.00	.64
Plate Glass (1/4 in.)	.95	.64
Heat Absorbing or Tinted (3/16 in.)	.72*	.57*
Reflective (1/4 in.)	.30 - .60*	.25 - .50*
Reflective Film Applied to Inside of Clear Glass	.30 - .60*	.21 - .35*
Double Glass		
Clear Sheets (1/8 in.)	.90	.57
Clear Plates (1/4 in.)	.83	.57
Heat Absorbing Plate out; Clear Plate In	.56	.39

*Refer to manufacturer's ratings for exact values.

Table 4
SHADING FACTORS FOR OVERHANGS*

LAT.	24°				32°				40°				48°				56°				
	9	N	3	6	9	N	3	6	9	N	3	6	9	N	3	6	9	N	3	6	
(Facing) N	—	—	—	.58	—	—	—	.63	—	—	—	.83	—	—	—	1.37	—	—	—	1.61	
NE	1.89	—	—	—	2.17	—	—	—	2.13	—	—	—	3.03	—	—	—	3.45	—	—	—	
E	1.00	—	—	—	.97	—	—	—	.89	—	—	—	.83	—	—	—	.74	—	—	—	
SE	.93	4.55	—	—	1.00	3.33	—	—	.86	2.33	—	—	.73	1.67	—	—	.61	1.33	—	—	
S	4.35	3.57	4.35	—	2.63	2.38	2.63	—	1.85	1.59	1.85	—	1.33	1.19	1.33	—	1.08	.93	1.08	—	
SW	—	4.55	.93	—	—	3.33	1.00	—	—	2.33	.86	—	—	1.67	.73	—	—	1.33	.61	—	
W	—	—	1.00	*	—	—	.97	*	—	—	.89	*	—	—	.83	*	—	—	—	.74	*
NW	—	—	1.89	*	—	—	2.17	*	—	—	2.13	*	—	—	3.03	*	—	—	—	3.45	

*Extracted from the ASHRAE Handbook of Fundamentals — 1972.

* Excessive length of overhang required.

(—) Glass is entirely shaded.

Table 5
HEAT TRANSMISSION FACTORS
FOR GLASS*
(U VALUES)

Type of Glass	U-Value*		
	Summer		Winter
	No Shading	Internal Shading**	
Single Glass	1.06	.81	1.13
Double Glass (1/4 in. air space)	.61	.52	.65
Prime Window + Storm Window	.54	.47	.56

* Btu/(hr) (ft²) (deg. F temp. diff.)

** Values apply to tightly closed Venetian blind, lined drapery, or roller shade.

Table 6
AIR TEMPERATURE CORRECTION FOR
SUMMER TIME-OF-DAY¹

Standard Time	9 am	Noon	3 pm	6 pm
Daily Range Factor ¹	.71	.23	0	.21

¹ Extracted from ASHRAE Handbook of Fundamentals — 1972.

² Example:

Design dry-bulb temperature = 95 F

Daily range = 25 deg F

Find temperature at 6 pm

Temperature at 6 pm

= Design db - (Daily Range x Factor)

= 95 - (25 x .21)

= 95 - 5.25 = 89.75

or 90 F

Table 7
HEAT TRANSMISSION FACTORS
(U VALUES)

Construction	① Approximate U Btuh/sq. ft. °F	lb./sq. ft.
WALLS		
Metal with or without inside finish, (R-7), 3 in. fiberglass batt	.14	Below
Metal with or without inside finish, (R-13), 6 in. fiberglass batt	.07	20 (L)
Frame with wood siding, sheathing, and inside finish		
No insulation	.22	Below
R-7 insulation (2 in. — 2¼ in.)	.09	20
R-11 insulation (3 in. — 3½ in.)	.07	(L)
R-19 insulation	.04	
Frame with 4 in. brick or stone veneer, sheathing, and inside finish		
No insulation	.24	Below
R-7 insulation	.09	60
R-11 insulation	.07	(LM)
R-19 insulation	.04	
Frame with 1 in. stucco, sheathing, and inside finish		
No insulation	.29	Below
R-7 insulation	.10	20
R-11 insulation	.07	(L)
R-19 insulation	.04	
Masonry:		
8 in. concrete block, no finish - light weight to heavy weight	0.35-0.50	32-43
12 in. concrete block, no finish - light weight to heavy weight	0.30-0.45	43-63 (LM)
Masonry (8 in. concrete block): - (heavy weight block)		
Inside finish:		
furred gypsum wallboard (½ in.); no insulation	.29	45-70
furred gypsum wallboard (½ in.); insulation board (R = 3 to 4)	.18	(LM)
1 in. polystyrene insulation board (R-5), and ½ in. gypsum wallboard	.12	
Masonry (8 in. cinder block or hollow clay tile): - (light weight block)		
Inside finish:		
furred gypsum wallboard (½ in.); no insulation	.25	35-55
furred gypsum wallboard (½ in.); insulation board (R = 3 to 4)	.16	(LM)
1 in. polystyrene insulation board (R-5), and ½ in. gypsum wallboard	.12	
Masonry (4 in. face brick and 8 in. cinder block or 8 in. hollow clay tile):		
Inside finish:		
furred gypsum wallboard (½ in.); no insulation	.22	90-110
furred gypsum wallboard (½ in.); insulation board (R = 3 to 4)	.15	(HM)
1 in. polystyrene insulation board (R-5), and ½ in. gypsum wallboard	.12	
Masonry (12 in. hollow clay tile or 12 in. cinder block):		
Inside finish:		
furred gypsum wallboard (½ in.); no insulation	.21	60-70
furred gypsum wallboard (½ in.); insulation board (R = 3 to 4)	.16	(LM)
1 in. polystyrene insulation board (R-5), and ½ in. gypsum wallboard	.12	
Masonry (4 in. face brick, 4-in. common brick):		
Inside finish:		
furred gypsum wallboard (½ in.); no insulation	.28	90-110
furred gypsum wallboard (½ in.); insulation board (R = 3 to 4)	.18	(HM)
1 in. polystyrene insulation board (R-5), and ½ in. gypsum wallboard	.13	

Table 7 (CONTINUED)

Construction	Approximate U Btu/hq. ft. °F	lb./sq. ft.
WALLS (continued)		
Masonry (8 in. heavy concrete or 8 in. stone):		
Inside finish:		
furred gypsum wallboard (½ in.); no Insulation	.33	100-110
furred, foil-backed gypsum wallboard (½ in.); no Insulation	.21	(HM)
1 in. polystyrene insulation board (R-5), and ½ in. gypsum wallboard	.14	
PARTITIONS		
Frame (½ in. gypsum wallboard one side only):		
No Insulation	.55	Below 20 (L)
Frame (½ in. gypsum wallboard each side):		
No insulation	.31	Below 20
R-11 Insulation	.08	(L)
Masonry (4 in. cinder block):		
No Insulation, no finish	.40	20-30
No Insulation, one side furred gypsum wallboard (½ in.)	.26	
No Insulation, both sides furred gypsum wallboard (½ in.)	.19	(L)
One side 1 in. polystyrene insulation board (R-5), and ½ in. gypsum wallboard	.13	
CEILING-FLOOR		
Frame (asphalt tile floor, ¾ in. plywood, ¾ in. wood subfloor, finished ceiling):		
Heat flow up	.23	Below 20
Heat flow down	.20	(L)
Concrete (asphalt tile floor, 4 in. concrete deck, air space, finished ceiling):		
Heat flow up	.34	40-60
Heat flow down	.26	(LM)
ROOF (flat roof, no finished ceiling)		
Steel deck:		
No insulation	.64	Below 15
1 in. Insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.23	(L)
2 in. Insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.15	
3 in. Insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.10	
1 in. Wood deck:		
No Insulation	.40	Below 15
1 in. Insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.19	(L)
2 in. Insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.12	
3 in. Insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.09	
2.5 in. Wood deck:		
No Insulation	.25	Below 15
1 in. Insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.15	(L)
2 in. Insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.10	
3 in. Insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.08	
4 in. Light weight concrete deck		
No insulation	.17	20-30
1 in. Insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.12	(M)
2 in. Insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.09	
3 in. Insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.07	

Table 7 (CONTINUED)

Construction	① Approximate U Btu/sq. ft. °F	R./sq. ft.
ROOF (continued)		
6 or 8 in. Light weight concrete deck		
No insulation	.13	
1 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per Inch	.10	35-45
2 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per Inch	.08	(M)
3 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per Inch	.06	
2 in. Heavy weight concrete deck		
No insulation	.55	40
1 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per Inch	.23	(M)
2 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.16	
3 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per Inch	.12	
6 or 8 in. Heavy weight concrete deck		
No Insulation	.51	60-80
1 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per Inch	.21	(H)
2 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per Inch	.14	
3 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.10	
ROOF-CEILING (flat roof, finished ceiling)		
Steel deck:		
No insulation	.27	Below
1 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per Inch	.17	15
2 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.12	(L)
3 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per Inch	.09	
1 in. Wood deck:		
No insulation	.21	Below
1 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per Inch	.15	15
2 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.11	(L)
3 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.08	
2.5 in. Wood deck:		
No Insulation	.18	Below
1 in. insulation	.12	15
2 in. insulation	.09	(L)
3 in. insulation	.07	
4 in. Light weight concrete deck:		
No insulation	.13	25-30
1 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.10	(M)
2 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.08	
3 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.06	
6 or 8 in. Light weight concrete deck:		
No insulation	.10	35-45
1 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per Inch	.08	(M)
2 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.06	
3 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per Inch	.05	
2 in. Heavy weight concrete deck		
No insulation	.28	40
1 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per Inch	.17	(M)
2 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.12	
3 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.09	
4 or 6 in. Heavy Weight concrete deck		
No insulation	.25	60-80
1 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.17	(H)
2 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per inch	.11	
3 in. insulation R = 3.0 to 4.0 per Inch	.09	

Table 7 (CONTINUED)

Construction	① Approximate U Btu/h-sq. ft. °F	lb./sq. ft.
ROOF-CEILING (wood frame pitched roof, finished ceiling on rafters)		
No insulation	.28	Below
R-19 insulation (5¼ in. - 6½ in.)	.05	15 (L)
ROOF-ATTIC CEILING (attic with natural ventilation)		
No insulation	.15	Below
R-19 insulation (5¼ in. - 6½ in.)	.04	15 (L)
SUSPENDED ACOUSTICAL TILE RETURN AIR CEILING		
Plaster	.80	
Fiber board panels	.40	
Foam panels	.20	
FLOORS		
Concrete slab on grade:	NOTE ①	90-110 (HM)
No insulation	.81	
1 in. expanded polystyrene board, 2 ft. deep or 2 ft. wide	.41	
2 in. expanded polystyrene board, 2 ft. deep or 2 ft. wide	.21	
Concrete slab on grade with perimeter duct system		
No insulation, no ceiling	1.90②	90-110 (HM)
1 in. expanded polystyrene board, 2 ft. deep or 2 ft. wide	1.14	
2 in. expanded polystyrene board, 2 ft. deep or 2 ft. wide	0.93	
Floor over unconditioned space		
Wood frame:		Below
No insulation, no ceiling	.33	20
R-7 insulation	.09	(L)
R-11 insulation	.06	
Concrete floor over unconditioned space:		50-70 (LM)
No insulation	.59	
R-7 insulation	.10	
R-11 insulation	.08	
DOORS		
Solid wood:		
1 in. thick	.61	
1½ in. thick	.47	
2 in. thick	.42	
Steel:		
1½ in. thick, mineral fiber core	.58	
1½ in. thick, polystyrene core	.46	
1½ in. thick, urethane foam core	.19	

Note ①. For construction which is insulated to an R value of more than eleven the approximate U value is equal to $\frac{1}{R}$. For example a wall with 1" Board at R = 5 plus 3 inches batt at R = 11 would have an approximate U value of $\frac{1}{5 + 11} = 0.06$.

Note ②. Use running linear feet of perimeter for this case.

Table 8
EQUIVALENT TEMPERATURE DIFFERENCES FOR SUNLIT
AND SHADED WALLS* AND OPAQUE DOORS
 (°F)

Wall* Construction	Standard Time	NE DK	E DK	SE DK	S DK	SW DK	W DK	NW DK	N* DK (SHADE)
(L) LIGHT CONSTRUCTION 20 lb./sq. ft.	9 am	28	35	29	8	6	6	6	6
	Noon	27	38	38	27	16	16	14	13
	3 pm	24	29	31	38	45	41	26	20
	6 pm	23	26	26	26	50	59	49	21
(LM) LIGHT MEDIUM CONSTRUCTION 60 lb./sq. ft.	9 am	12	22	6	7	8	9	7	7
	Noon	25	34	31	15	9	9	9	10
	3 pm	21	28	31	26	24	22	15	16
	6 pm	25	27	28	30	41	42	32	22
(HM) HEAVY MEDIUM CONSTRUCTION 100 lb./sq. ft.	9 am	14	17	16	14	18	18	13	8
	Noon	20	26	19	13	15	16	14	11
	3 pm	21	28	25	16	17	17	14	12
	6 pm	25	32	30	23	26	24	18	15
(H) HEAVY CONSTRUCTION 140 lb./sq. ft.	9 am	15	18	17	15	18	18	16	10
	Noon	15	18	17	14	17	17	15	10
	3 pm	20	24	22	18	22	22	15	11
	6 pm	18	26	25	19	22	22	15	11

NOTES:

- For examples of each type of construction refer to Table 7.
- This table is based on a design temperature difference of 20 °F. The design temperature difference is defined as:
 (Outside design temperature at 3 pm — room design temperature)
 When the indoor — outdoor design temperature difference at 3 p.m. is greater (or less) than 20 °F, add the excess to (or subtract the deficiency from) the values in Table 8.
- This table is based on a daily range (D.R.) of 20 °F. When the daily range is greater (or less) than 20 °F, add one half the deficiency to (or subtract one half of the excess from) the values in Table 8.

Example - Outside design at 3 pm = 100 °F

Daily Range = 10 °F

Room design = 75 °F

Design temp difference = (100 - 75) = 25 °F

Correction per Note 2 = (25 - 20) = +5 °F

Correction per Note 3 = (20 - 10) ÷ 2 = +5 °F

Total correction applied to all values in Table 8 = +10 °F

- The values shown in Table 8 are for dark colored walls. Multiply these values by 0.65 to obtain values for light colored walls.
- The values shown in Table 8 are valid for summer conditions. This table is not suitable for estimating cooling loads in the spring or fall.
- The values shown above will vary slightly with latitude, but this variation will not significantly alter the total load.
- To calculate the heat gain through a partition use the actual temperature difference expected. Otherwise, use a temperature difference of five degrees less than the design temperature difference. Refer to Table 21 for typical temperature difference across partitions.

Table 9
EQUIVALENT TEMPERATURE DIFFERENCES
FOR HEAT GAIN THROUGH FLAT ROOFS'
 (°F)

ROOF CONSTRUCTION* (DARK COLOR)	STANDARD TIME			
	am		pm	
	9	12	3	6
LIGHT CONSTRUCTION (L) - WITHOUT SUSPENDED CEILING				
Steel deck	37	74	80	48
1 in. Wood deck	14	48	71	62
2½ in. Wood deck	10	21	42	45
LIGHT CONSTRUCTION (L) - WITH SUSPENDED CEILING				
Steel deck	28	65	81	59
1 in. Wood deck	10	30	55	62
2½ in. Wood deck	18	21	33	44
MEDIUM CONSTRUCTION (M) WITHOUT SUSPENDED CEILING				
4 in. L.W. Concrete deck	12	47	73	69
6 in. - 8 in. L.W. Concrete deck	7	32	59	67
2 in. H.W. Concrete deck	14	44	69	65
MEDIUM CONSTRUCTION (M) WITH SUSPENDED CEILING				
4 in. Concrete deck	7	32	59	67
6 in. - 8 in. Concrete deck	10	19	39	55
2 in. H.W. Concrete deck	17	28	42	50
HEAVY CONSTRUCTION (H) WITHOUT SUSPENDED CEILING				
4 in. H.W. Concrete deck	13	29	49	56
6 in. H.W. Concrete deck	17	25	39	48
HEAVY CONSTRUCTION (H) WITH SUSPENDED CEILING				
4 in. H.W. Concrete deck	23	27	35	41
6 in. H.W. Concrete deck	24	27	31	37
SHADED ROOFS - WITH OR WITHOUT SUSPENDED CEILING				
Light construction	3	11	18	17
Medium construction	2	7	15	17
Heavy construction	3	5	11	15
ROOFS OVER-RETURN AIR CEILINGS PLENUM				
Calculate the load to return air from the data for roof without suspended ceiling. Calculate the load to the occupied space by assuming a three to five degree temperature difference across the ceiling panels.				

NOTES:

- For example of each type of construction refer to Table 7.
- This table is based on a design temperature difference of 20 °F. The design temperature difference is defined as:
 (Outside design temperature of 3 pm — room design temperature)
 When the Indoor — outdoor design temperature difference at 3 p.m. is greater (or less) than 20 °F, add the excess to (or subtract the deficiency from) the values in Table 8.
- This table is based on a daily range (D.R.) of 20 °F. When the daily range is greater (or less) than 20 °F, add one half the deficiency to (or subtract one half of the excess from) the values in Table 8.

Example - Outside design at 3 pm = 100 °F
 Daily Range = 10 °F
 Room design = 75 °F
 Design temp difference = (100 - 75) = 25 °F
 Correction per Note 2 = (25 - 20) = + 5 °F
 Correction per Note 3 = (20 - 10) ÷ 2 = + 5 °F
 Total correction applied to all values in Table 8 = + 10 °F

- The values shown in Table 9 are for dark colored walls. Multiply these values by 0.85 to obtain values for light colored walls.
- The values shown in Table 9 are valid for summer conditions. This table is not suitable for estimating cooling loads in the spring or fall.
- The values shown above will vary slightly with latitude, but this variation will not significantly alter the total load.

Table 9a
APPROXIMATE TEMPERATURE RISE^①
IN RETURN AIR CEILING PLENUM^③

U Factor ^② For Roof	LIGHTING WATTS WATTS/SQ. FT.				U Factor ^② For Roof	LIGHTING WATTS WATTS/SQ. FT.				U Factor ^② For Roof	LIGHTING WATTS WATTS/SQ. FT.				U Factor ^② For Roof	LIGHTING WATTS WATTS/SQ. FT.				
	0	1	2	3		0	1	2	3		0	1	2	3		0	1	2	3	
0.15	2*	3*	4*	5*	0.15	6*	7*	8*	9*	0.15	7*	8*	9*	10*	0.15	5*	6*	7*	8*	
0.10	1*	2*	3*	4*	0.10	4*	5*	6*	7*	Noon	0.10	4*	5*	6*	7*	0.10	3*	4*	5*	6*
0.05	0*	1*	2*	3*	0.05	3*	4*	5*	6*	0.05	3*	4*	5*	6*	0.05	1*	2*	3*	4*	

① From Table 7 in Bluh(sq. ft. °F).

② Only Use wattage of lights that are recessed in ceiling.

③ Do not use a return air ceiling plenum if the Roof "U" Value is greater than 0.15 BTU(sq. ft. °F).

④ Plenum temperature equals room temperature plus Table 9a rise.

Table 10
HEAT GAIN FROM OCCUPANTS¹

Degree of Activity	Typical Application	Total Heat Btuh	Sensible Heat Btuh	Latent Heat Btuh
Seated, at rest	Theater/Matinee, Grade School Classroom	350	210	140
Seated, very light work	Office, Hotel, Apartment, High School Classroom	420	230	190
Moderately active office work	Office, Hotel, Apartment, College Classroom	510	255	255
Standing, light work; walking slowly	Drug Store, Bank, Retail Store	640	315	325
Seated, eating	Restaurant ²	550	225	325
Light bench work	Factory	780	345	435
Moderate dancing	Dance Hall	1280	405	875
Walking, 3 mph; moderately heavy work	Factory	1600	565	1035
Bowling ³ , heavy work	Bowling alley, Factory	1800-3000	635-1000	1165-2000

¹ This table was extracted from the 1981 ASHRAE Handbook of Fundamentals.

² The adjusted total heat value for sedentary work, restaurant, includes 60 Btuh for food per individual (30 Btuh sensible and 30 Btuh latent).

³ For bowling, figure one person per alley actually bowling and all others sitting (400 Btuh) or standing (550 Btuh).

⁴ For racketball figure 1000 Btuh sensible and 2000 Btuh latent per person participating.

NOTE: The above values are based on 75 °F room db temperature. For 80 °F room db temperature, the total heat gain remains the same, but the sensible heat values should be decreased by 20 percent and this amount of heat load added to the latent heat value to arrive at the same total heat.

Table 11
HEAT GAIN FROM ELECTRIC MOTORS
(Continuous Operation)* (Btuh)

Motor Nameplate or Rated Horsepower	Motor Type	Full Load Motor Efficiency In Percent	Location of Motor and Driven Equipment with Respect to Conditioned Space of Air Stream		
			A	B	C
			Motor In, Driven Equipment In Btu/hr	Motor out, Driven Equipment In Btu/hr	Motor In, Driven Equipment out Btu/hr
0.05 (1/20)	Shaded Pole	35	360	130	240
0.08 (1/12)		35	580	200	380
0.125 (1/8)		35	900	320	590
0.16 (1/6)		35	1180	400	760
0.25 (1/4)	Split Phase	54	1180	640	540
0.33 (1/3)		56	1500	840	660
0.50 (1/2)		60	2120	1270	850
0.75 (3/4)	3 Phase	72	2650	1900	740
1		75	3390	2550	850
1.5		77	4960	3820	1140
2		79	6440	5090	1350
3		81	9430	7640	1790
5		82	15500	12700	2790
7.5		84	22700	19100	3640
10		85	29900	24500	4490
15		86	44400	38200	6210
20		87	58500	50900	7610
25		88	72300	63600	8680
30		89	85700	76350	9440
40		89	114000	102000	12600
50		89	143000	127000	15700
60		89	172000	153000	18900
75		90	212000	191000	21200
100	90	283000	255000	28300	
125	90	353000	318000	35300	
150	91	420000	382000	37800	
200	91	559000	509000	50300	
250	91	699000	636000	629000	

*Normally motors do not operate at the name plate power or run continuously.
 Appropriate load and usage factors should be used with this table.

Table 12
HEAT GAIN FROM APPLIANCES
(Btuh)¹

TYPE OF APPLIANCE	ELECTRIC				GAS				STEAM			
	Without Hood			Hood ^a	Without Hood			Hood ^a	Without Hood			Hood ^a
	Sensible	Latent	Total	All Sensible	Sensible	Latent	Total	All Sensible	Sensible	Latent	Total	All Sensible
Broiler-Griddle 31 in. x 20 in. x 18 in.					11,700	6,300	18,000	3,800				
Coffee brewer/warmer per burner	770	230	1,000	340	1,750	750	2,500	500				
per warmer	230	70	300	90								
Coffee urn: 3 gallon	2,550	850	3,400	1,000	3,500	1,500	5,000	1,000	2,180	1,120	3,300	1,000
5 gallon	3,850	1,250	5,100	1,600	5,250	2,250	7,500	1,500	3,300	1,700	5,000	1,600
8 gallon (twin)	5,200	1,800	6,800	2,100	7,000	3,000	10,000	2,000	4,350	2,250	6,800	2,100
Roaster	1,700	1,100	2,800	900								
Deep fat fryer: 15# fat	2,800	6,600	9,400	3,000	7,500	7,500	15,000	3,000				
21# fat	4,100	9,600	13,700	4,300								
Dry food warmer per sq ft top	320	80	400	130	560	140	700	140				
Griddle, frying per sq ft top	3,000	1,600	4,600	1,500	4,900	2,600	7,500	1,500				
Griddle - Grille	6,600	3,600	10,200	3,200								
Hot plate (two heating units)	5,300	3,600	8,900	2,800								
Short order stove (open grates) per burner					3,200	1,800	5,000	1,000				
Steam table per sq ft top					750	500	1,250	250	500	325	825	260
Toaster: Continuous 360 slices per hour	1,960	1,740	3,700	1,200	3,600	2,400	6,000	1,200				
720 slices per hour	2,700	2,400	5,100	1,600	6,000	4,000	10,000	2,000				
Pop-up (4 slice)	2,230	1,970	4,200	1,300								
Waffle iron 18 in. x 20 in. x 13 in. (2 grids)	1,680	1,120	2,800	900								
Hair dryer: Blower type	2,300	400	2,700									
Helmet type	1,870	330	2,200									
Lab burners: Bunsen					1,680	420	2,100					
Fishtail					2,800	700	3,500					
Meeker					3,360	840	4,200					
Neon sign per foot of tube	60		60									
Sterilizer	650	1,200	1,850									
Vending machines: Hot drink			1,200									
Cold drink			625									
Typewriter	350		350									
Small copier	4,500		4,500									
Large copier	9,000		9,000									

^a Average operation for one hour.

¹ Does not include the latent and sensible heat loads imposed by the outdoor makeup air exhausted through the hood. Includes only sensible heat load resulting from direct radiation from the appliance.

Table 13a
INFILTRATION

Values listed are air changes per hour. ① Add door infiltration (Table 13b) to determine total infiltration	CASE I Space Pressurized Ventilation ② allows the supply CFM to exceed the return and exhaust CFM.		CASE II Neutral Pressure No ventilation ③ or exhaust or ventilation equals exhaust		CASE III Negative Pressure Exhaust and no ventilation ④ or Exhaust exceeds ventilation ⑤
	Low rise ⑥ Commercial, industrial or institutional buildings				
Low exhaust CFM ⑦	7½ mph Summer	15 mph Winter	7½ mph Summer	15 mph Winter	Add the net space exhaust CFM to the Case II infiltration CFM
Tight construction	0.0	0.0	0.2	0.3	
Average construction	0.0	0.3	0.4	0.6	
Poor construction	0.3	0.5	0.6	1.0	
Loose construction	do not pressurize		1.2-1.8	2.0-3.0	
High exhaust CFM ⑧			7½ mph Summer	15 mph Winter	Make-up air is required for this application see Case II
Tight construction	It is not economical to use ventilation to pressurize the space when exhaust rates are high		0.2	0.3	
Average construction			0.4	0.6	
Poor construction			0.6	1.0	
Loose construction			1.2-1.8	2.0-3.0	
HIGH RISE ⑨ BUILDINGS					
The stack effect is significant in high rise buildings and infiltration must be analyzed by the methods outlined in the ASHRAE Fundamentals Manual.					
RESIDENTIAL BUILDINGS					
Refer to ACCA Manual J for residential load calculation procedure.					
RESTAURANTS					
The dining area should be slightly pressurized. The excess air supplied to the dining area is usually allowed to exfiltrate through the kitchen. The kitchen may require additional make up air to offset the exhaust air.					

① Low rise buildings - 3 stories or less

② Low exhaust CFM - toilet and minor exhaust system CFM is less than 10% of the total supply CFM.

High exhaust CFM - process or cooking exhaust system CFM exceeds 10% of the total supply CFM.

③ Infiltration CFM = $\frac{\text{AIR CHANGES} \times \text{VOLUME OF SPACE}}{60}$

④ Use Table 13A for individual rooms or zones or for the entire structure. Note the simultaneous infiltration for the entire building will be about 50% of the total of the individual room infiltration.

⑤ Tight construction - Non opening windows or best quality windows; penetrations in envelope sealed - vapor barrier.
Average construction - Standard quality windows, major penetrations sealed, vapor barrier. Glass area less than 20% of wall area.

Poor construction - Below standard windows, no vapor barrier, some unsealed crackage in the skin.
Or, average construction with operable glass exceeding 20% of the wall area.

Loose construction - Obvious crackage at windows and doors, unsealed cracks in the skin, no vapor barrier, considerable loosely fitting glass.

⑥ Ventilation - Outside air introduced through the equipment to provide fresh air or make-up air.

⑦ Above Table does not include door infiltration - use Table 13b for doors.

Table 13b

Table 13b - DOOR INFILTRATION - CFM PER DOOR ^①								
		TOTAL ENTRANCES & EXITS PER HOUR PER DOOR (TRAFFIC RATE) ^②						
		NONE	5	10	20	50	100	200
Double Door - Glass, Wood, or Metal No vestibule 1/8" Crack	WINTER	240	280	310	380	590	940	1640
	SUMMER	140	160	180	220	340	540	940
Double Door - Glass, Wood, or Metal With vestibule 1/8" Crack	WINTER	150	170	190	230	350	660	1310
	SUMMER	90	100	110	130	200	380	750
Revolving Door	WINTER	110	120	130	140	180	250	400
	SUMMER	70	75	80	90	110	150	220
Single Door - Glass, Wood or Metal	WINTER	20	60	90	160	370		
	SUMMER	10	30	50	90	210		
8 x 8 Segmented O.H. Door	WINTER	500	1000	1500				
	SUMMER	300	600	900				
12 x 10 Segmented O.H. Door	WINTER	800	1600	2300				
	SUMMER	500	1000	1400				
12 x 20 Segmented O.H. Door	WINTER	1200	3000	4800				
	SUMMER	700	1800	2900				

NOTES to Table 13b

- ① "Double Door" is considered as two doors. When the traffic rate calculation is made the CFM for the complete double door assembly is twice the value four in the Table.
- ② Values shown assume wind is blowing directly at the door and no other window or doors are open.
- ③ Door infiltration CFM must be added to the Table A Infiltration.
- ④ Traffic Rate = $\frac{\text{Average occupancy} \times 2 \times \text{door openings per person}}{\# \text{ of doors} \times \text{average length of stay in hours}}$

Table 14
VENTILATION REQUIREMENTS¹

Application	ft ³ /min per Person
Banking space	7
Barber shop	7
Beauty parlor	25
Bowling alley	15
Cocktail lounge, bar	30
Department store	
Retail shop	7
Storage area serving sales area	5
Drug store	
Pharmacists' workroom	20
Sales area	7
Factory ¹	10-35
Garage	
Parking	1.5 ²
Repair ³	1.5 ²
Hospital ⁴	
Single or double room	10
Ward	10
Corridor	20
Operating room ⁵	20
Food service center	35
Hotel	
Bedroom	7
Living room (suite)	10
Bath	20
Corridor	5
Lobby	7
Conference room (small)	20
Assembly room (large)	15
Public restroom	15

Application	ft ³ /min per Person
Laboratory	15
Office	
General	15
Conference room	25
Waiting room	10
Pool or Billiard room	20
Restaurant	
Dining room	10
Kitchen	30
Cafeteria, short order, drive-in	30
School ⁶	
Classroom	10
Laboratory	10
Shop ⁷	10
Auditorium	5
Gymnasium	20
Library	7
Office	7
Lavalory	15
Locker room ⁸	30
Dining room	10
Corridor	15
Dormitory bedroom	7
Theater	
Lobby	20
Auditorium	
Smoking	10
No smoking	5
Restroom	15

¹ Data extracted from ASHRAE Standard 62-73. Minimum values used.

² Special contaminant control systems may be required.

³ State or local codes are usually determining factor.

⁴ ft³/min per square foot of floor area.

⁵ Where engines are run, positive engine exhaust withdrawal system must be used.

⁶ All outside air often required to avoid hazard of anesthetic explosion.

⁷ Special exhaust systems required.

⁸ In some cases ventilation rates can be reduced if charcoal filters are installed.

Table 15
OCCUPANCY ESTIMATES¹

Application	Square Foot Floor Area per Person
Assembly hall, church or school auditorium, funeral parlor, theater	7
Barber shop	40
Beauty parlor	20
Bowling alley	(seating capacity plus 6 persons per alley)
Classrooms	20
Conference room	14-17
Department stores, retail shops:	
Basement and first floor	33
Other floors	50
Dormitory	50
Food services:	
Dining room	14
Cafeteria, short order, drive-in	10
Kitchen	50
Laboratory	20
Library	50
Office, general	100
Recreation facilities:	
Ballroom	10
Pool room	40
Restrooms, public*	10
Tavern, bar, cocktail lounge:	
Stand-up crowd	7
Average crowd	10

¹Code requirements should be followed whenever they apply.

Table 16
DUCT GAIN AND LOSS FACTORS

DUCT GAIN AND LOSS FACTORS		COOLING		HEATING	
DESCRIPTION	INSULATION	GAIN	LOSS EXCEPT HEAT PUMP	LOSS FOR HEAT PUMP	
Supply and return on roof or in an unvented ceiling cavity	1" R = 3 to 5	0.15	0.20	0.15	
	2" R = 7 to 9	0.10	0.15	0.10	
Supply and return in a ventilated unconditioned space	1" R = 3 to 5	0.10	0.15	0.10	
	2" R = 7 to 9	0.05	0.10	0.05	
Supply in a return air ceiling plenum	NONE	0.10	0.15	0.10	
	1" R = 3 to 5	0.05	0.10	0.05	
Supply in slab with return in unconditioned space	NONE	0.10	0.15	0.10	
	1" on Return	0.05	0.10	0.05	

NOTE (1): For Table 16, ducts in unoccupied space the duct losses are negligible.

NOTE (2): All ducts should be taped to prevent losses due to leakage.

Table 17
HEAT LOSSES FOR BELOW GRADE BASEMENT FLOORS AND WALLS*

Outdoor db Design Temperature	Floor Loss Btuh per sq. ft.	Wall Loss Btuh per sq. ft.
Below 0 °F	3.0	6.0
0 to 25 °F	2.0	4.0
Above 15 °F	1.0	2.0

*Adapted from data in ASHRAE Handbook of Fundamentals - 1972.

Table 18
MAXIMUM (WINTER) INSIDE RELATIVE HUMIDITY (% RH)

Outside Design db Temperature (°F)	Inside Dry bulb Temperature					
	68°F		72°F		75°F	
	Single Glass	Double Glass	Single Glass	Double Glass	Single Glass	Double Glass
-30	3	18	3	18	3	18
-20	5	23	5	22	5	21
-10	8	27	7	26	6	25
0	12	33	11	31	10	29
10	17	39	16	37	15	35
20	24	46	23	44	22	42
30	34	55	32	52	30	49

Table 19a
HUMIDIFICATION HEATING LOAD (68°F)
 (Btuh per 100 ft³/min of outside air flow for Inside Design Conditions
 of 68°F and desired RH and gallons of water/day required)

Outdoor db Temperature (°F) (80% RH)	Indoor Relative Humidity (% at 68°F db Temperature)								
	40	35	30	25	20	15	10	5	
40	2.1 775	1.2 440	0.2 80						Gallons Btuh
35	3.1 1150	2.1 775	1.2 440	0.2 80					Gallons Btuh
30	3.9 1445	3.0 1110	2.0 735	1.1 400					Gallons Btuh
25	4.7 1755	3.7 1370	2.8 1035	1.8 665					Gallons Btuh
20	5.3 1975	4.3 1610	3.4 1260	2.5 920	1.5 555	0.6 215			Gallons Btuh
15	5.8 2145	4.8 1795	3.8 1410	2.9 1075	2.0 735	1.0 365			Gallons Btuh
10	6.2 2300	5.2 1940	4.2 1570	3.3 1225	2.4 885	1.4 520	0.5 180		Gallons Btuh
5	6.5 2410	5.5 2045	4.6 1715	3.6 1330	2.7 995	1.7 625	0.8 285		Gallons Btuh
0	6.7 2490	5.8 2145	4.8 1795	3.9 1445	2.9 1075	2.0 735	1.0 365		Gallons Btuh
-5	6.9 2560	5.9 2185	5.0 1865	4.0 1495	3.1 1150	2.2 810	1.2 440	0.3 115	Gallons Btuh
-10	7.0 2600	6.0 2225	5.1 1905	4.1 1535	3.2 1190	2.3 850	1.3 480	0.4 145	Gallons Btuh
-15	7.1 2640	6.1 2265	5.2 1940	4.2 1570	3.3 1225	2.4 885	1.4 520	0.5 180	Gallons Btuh
-20	7.2 2680	6.2 2300	5.3 1975	4.3 1610	3.4 1260	2.5 920	1.5 555	0.6 215	Gallons Btuh
-25	7.3 2715	6.3 2340	5.4 2010	4.4 1645	3.5 1295	2.6 960	1.6 590	0.7 250	Gallons Btuh
-30	7.4 2750	6.4 2375	5.5 2045	4.5 1680	3.6 1330	2.7 995	1.7 625	0.8 285	Gallons Btuh

Table 19b
HUMIDIFICATION HEATING LOAD (72°F)
 (Btuh per 100 ft³/min of outside air flow for Indoor Conditions
 of 72°F and desired RH and gallons of water/day required)

Outdoor db Temperature (°F) (80% RH)	Indoor Relative Humidity (% at 72°F db Temperature)									
	40	35	30	25	20	15	10	5		
40	3.2 1210	2.2 810	1.0 365							Gallons Btuh
35	4.2 1570	3.1 1150	2.0 735	0.9 325						Gallons Btuh
30	5.1 1905	4.0 1495	2.9 1075	1.8 665	0.7 250					Gallons Btuh
25	5.8 2145	4.7 1755	3.6 1330	2.5 920	1.5 555	0.4 145				Gallons Btuh
20	6.4 2375	5.3 1975	4.2 1570	3.2 1190	2.1 775	1.0 365				Gallons Btuh
15	6.9 2560	5.8 2145	4.7 1755	3.6 1330	2.5 920	1.4 520	0.4 145			Gallons Btuh
10	7.3 2715	6.2 2300	5.1 1905	4.0 1495	2.9 1075	1.8 665	0.8 285			Gallons Btuh
5	7.6 2830	6.5 2410	5.4 2010	4.3 1610	3.2 1190	2.1 775	1.1 400			Gallons Btuh
0	7.8 2910	6.7 2490	5.6 1080	4.6 1715	3.5 1295	2.4 885	1.3 480	0.3 115		Gallons Btuh
-5	8.0 2980	6.9 2560	5.8 2145	4.8 1795	3.7 1370	2.6 960	1.5 555	0.4 145		Gallons Btuh
-10	8.1 3020	7.0 2600	5.9 2185	4.9 1830	3.8 1410	2.7 995	1.6 590	0.5 180		Gallons Btuh
-15	8.2 3060	7.1 2640	6.0 2225	5.0 1865	3.9 1445	2.8 1035	1.7 625	0.6 215		Gallons Btuh
-20	8.3 3100	7.2 2680	6.1 2265	5.1 1905	4.0 1495	2.9 1075	1.8 665	0.7 250		Gallons Btuh
-25	8.4 3135	7.3 2715	6.2 2300	5.2 1940	4.1 1535	3.0 1110	1.9 700	0.8 285		Gallons Btuh
-30	8.5 3170	7.4 2750	6.3 2340	5.2 1940	4.1 1535	3.1 1150	2.0 735	0.9 325		Gallons Btuh

Table 19c
HUMIDIFICATION HEATING LOAD (75°F)
 (Btuh per 100 ft³/min of outside air flow for Indoor Conditions
 of 75°F and desired RH and gallons of water/day required)

Outdoor db Temperature (°F) (80% RH)	Indoor Relative Humidity (% at 75°F db Temperature)								
	40	35	30	25	20	15	10	5	
40	4.2 1570	2.9 1075	1.7 625						Gallons Btuh
35	5.1 1905	3.8 1410	2.7 995	1.4 520	0.2 80				Gallons Btuh
30	6.0 2225	4.7 1755	3.5 1295	2.3 850	1.1 400				Gallons Btuh
25	6.7 2490	5.4 2010	4.3 1610	3.1 1150	1.8 665	0.7 250			Gallons Btuh
20	7.3 2715	6.1 2265	4.9 1830	3.7 1370	2.4 885	1.3 480	0.1 35		Gallons Btuh
15	7.8 2910	6.5 2410	5.4 2010	4.1 1535	2.9 1075	1.7 625	0.6 215		Gallons Btuh
10	8.2 3060	6.9 2560	5.8 2145	4.5 1680	3.3 1225	2.1 775	1.0 365		Gallons Btuh
5	8.5 3170	7.2 2680	6.1 2265	4.8 1795	3.6 1330	2.4 885	1.3 480	0.1 35	Gallons Btuh
0	8.8 3255	7.5 2795	6.3 2340	5.1 1905	3.9 1445	2.7 995	1.5 555	0.3 115	Gallons Btuh
-5	9.0 3330	7.7 2870	6.5 2410	5.3 1975	4.1 1535	2.9 1075	1.7 625	0.5 180	Gallons Btuh
-10	9.1 3365	7.8 2910	6.7 2490	5.4 2010	4.2 1570	3.0 1110	1.9 700	0.7 250	Gallons Btuh
-15	9.2 3405	7.9 2925	6.8 2525	5.5 2045	4.3 1610	3.1 1150	2.0 735	0.8 285	Gallons Btuh
-20	9.3 3440	8.0 2980	6.9 2560	5.6 2080	4.4 1645	3.2 1210	2.1 775	0.9 325	Gallons Btuh
-25	9.4 3480	8.1 3020	7.0 2600	5.7 2120	4.5 1680	3.3 1225	2.2 810	1.0 365	Gallons Btuh
-30	9.4 3480	8.1 3020	7.0 2600	5.7 2120	4.5 1680	3.3 1225	2.2 810	1.0 365	Gallons Btuh

Table 20
SYSTEM LOAD CALCULATION INFORMATION

EQUIPMENT SELECTION					PERFORMANCE	
SYSTEM	COOLING CAPACITY	COIL CFM	FAN CFM	DUCT DIVERSITY	*ENERGY EFFICIENCY	SPACE CONDITIONS
SINGLE ZONE	PEAK LOAD	PEAK LOAD	PEAK LOAD	NO	EXCELLENT	DRIFT db & RH
TRH ¹	Σ ZONE PEAK LOADS	Σ ZONE CFM	Σ ZONE CFM	NO	POOR	EXCELLENT
B.P. VAV ¹	BLOCK LOAD	Σ ZONE CFM	Σ ZONE CFM	NO	GOOD	DRIFT db RH CFM
MOD. VAV ¹	BLOCK LOAD	BLOCK CFM	BLOCK CFM	YES	VERY GOOD	DRIFT db RH CFM
D.T. ¹ MULTI	Σ ZONE PEAK LOADS	Σ ZONE CFM	Σ ZONE CFM	NO	POOR	GOOD
B.T. ¹ MULTI	BLOCK LOAD & XS	BLOCK & XS CFM	Σ ZONE CFM	NO	POOR TO GOOD	DRIFT db & RH

¹ Terminal reheat

¹ Bypass variable volume

¹ Full modulating variable volume

¹ Draw thru multi-zone

¹ Blow thru multi-zone

Zone CFM is CFM determined from peak zone load.

XS-AT PART LOAD: COOLING CFM IS LESS THAN ROOM DESIGN CFM. THE AIR THAT IS NOT REQUIRED FOR COOLING DIVIDES BETWEEN THE HOT DECK AND THE COLD DECK. THE AIR THAT GOES THRU THE COLD DUCT IS AN ADDITIONAL COOLING LOAD; OR "XS" COOLING LOAD.

* ENERGY EFFICIENCY WILL DEPEND ON CONTROL. THIS COLUMN IS PROVIDED FOR A COMPARISON. (A WELL DESIGNED T.R.H. SYSTEM COULD BE MORE EFFICIENT THAN A POORLY DESIGNED VAV SYSTEM.)

Σ = SUM OF

FALLA DE ORIGEN

Table 21
APPROXIMATE TEMPERATURE OF UNCONDITIONED SPACES

Table 21a
(WINTER CONDITIONS)

LOCATION	APPROXIMATE TEMPERATURE OF AIR
Unheated room, not well ventilated	20 to 50° above outside temperature
Unheated room, well ventilated	10 to 30° above outside temperature
Attic space, minimum ventilation	5 to 20° above outside temperature
Attic space, well ventilated	Outside temperature

Table 21b
(SUMMER CONDITIONS)

LOCATION	APPROXIMATE TEMPERATURE OF AIR
Unconditioned room, not well ventilated, not exposed to sunlight	5 °F below outside db temperature
Unconditioned room, not ventilated exposed to sunlight	Outdoor db temperature plus 5 to 20 °F (depending on exposure to sunlight)
Unconditioned room, well ventilated	Outside db temperature
Attic space, minimum ventilation	Outside design db temperature plus 25 to 50 °F
Attic space, well ventilated	Outside design db temperature plus 10 to 20 °F
Other conditioned spaces (boiler rooms, kitchens, etc.)	Base on db temperature measurements in similar spaces

Table 22
R-VALUES OF COMMON BUILDING MATERIALS

(Used with permission of The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)

Position of Air Space	Direction of Heat Flow	Air Space Thickness, in.	Thermal Resistance (R)		
			Bright Aluminum Foil	Aluminum Painted Paper	Non-Reflective
No. 1 Still Air Surfaces					
(a) Horizontal	Up		1.32	1.10	0.61
(b) 45° Slope	Up		1.37	1.14	0.62
(c) Vertical	Horiz.		1.70	1.35	0.68
(d) 45° Slope	Down		2.22	1.67	0.76
(e) Horizontal	Down		4.55	2.70	0.92
No. 2 Air Spaces					
(a) Horizontal	Up (Winter)	¾ to 4	2.06	1.62	0.85
(b) Horizontal	Up (Summer)	¾ to 4	2.75	1.87	0.80
(c) 45° Slope	Up (Winter)	¾ to 4	2.22	1.71	0.88
(d) Vertical	Horiz. (Winter)	¾ to 4	2.62	1.94	0.94
(e) Vertical	Horiz. (Summer)	¾ to 4	3.44	2.16	0.91
(f) 45° Slope	Down (Summer)	¾ to 4	4.36	2.50	0.90
(g) Horizontal	Down (Winter)	¾	3.55	2.39	1.02
(h) Horizontal	Down (Summer)	¾	3.25	2.08	0.84
(i) Horizontal	Down (Winter)	1½	5.74	3.21	1.14
(j) Horizontal	Down (Summer)	1½	5.24	2.76	0.93
(k) Horizontal	Down (Winter)	4	8.94	4.02	1.23
(l) Horizontal	Down (Summer)	4	8.08	3.38	0.99
No. 3 Moving Air Surfaces (Any Position or Direction)					
(a)	15 mph Wind (Winter)				0.17
(b)	7½ mph Wind (Summer)				0.25
Description			Density lb. per cu. ft.	Thermal Resistance (R)	
				Per inch of Thickness	For Thickness Listed
No. 4 Building Board, Boards, Panels, Sheathing, etc.					
(a)	Asbestos-cement board		120	0.25	
(b)	Asbestos-cement board — ½ in.		120		0.03
(c)	Gypsum or plaster board — ½ in.		50		0.32
(d)	Gypsum or plaster board — ½ in.		50		0.45
(e)	Plywood		34	1.25	
(f)	Plywood — ¼ in.		34		0.31
(g)	Plywood — ½ in.		34		0.47
(h)	Plywood — ½ in.		34		0.63
(i)	Plywood — ¾ in.		34		0.78
(j)	Plywood or wood panels — ¾ in.				0.94
(k)	Wood fiber board, laminated or homogeneous		26	2.38	
			31	2.00	
			33	1.82	
			65	0.72	
(l)	Wood fiber, hardboard type		65		0.18
(m)	Wood fiber, hardboard type — ½ in.				0.98
(n)	Wood, fir or pine sheathing — 25/32 in.				0.98
(o)	Wood, fir or pine — 1½ in.				2.03

Table 22 (CONTINUED)

Description	Density lb. per cu. ft.	Thermal Resistance (R)	
		Per Inch of Thickness	For Thickne Listed
No. 5 Building Paper			
(a) Vapor-permeable felt			0.06
(b) Vapor-seal, two layers or mopped 15 lb. felt			0.12
(c) Vapor-seal, plastic film			Negl
No. 6 Flooring Materials			
(a) Carpet and fibrous pad			2.08
(b) Carpet and rubber pad			1.23
(c) Cork tile ½ in.			0.28
(d) Floor tile or linoleum — average value — ¼ in.			0.05
(e) Terrazzo — 1 in.			0.08
(f) Wood subfloor — 25/32 in.			0.98
(g) Wood, hardwood finish — ¾ in.			0.68
No. 7 Insulating Materials, Blanket and Batt			
(a) Cotton fiber		0.8-2.0	3.85
(b) Mineral wool, fibrous form, processed from rock, slag or glass	(2"-2¾") (3"-3½") (3½"-3¾") (5½"-6½") (6"-7")	1.5-4.0	7 11 13 19 23
(c) Wood fiber		3.2-3.6	4.0
No. 8 Insulating Materials, Board			
(a) Glass fiber		9.5-11.0	4.00
(b) Wood or cane fiber Acoustical tile — ½ in.			1.19
(c) Wood or cane fiber Acoustical tile — ¾ in.			1.78
(d) Wood or cane fiber Interior finish, (plank, tile, lath)	15.0	2.86	
(e) Wood or cane fiber Interior finish, (plank, tile, lath) — ½ in.	15.0		1.43
(f) Roof deck slab, approximately — 1½ in.			4.17
(g) Roof deck slab, approximately — 2 in.			5.56
(h) Roof deck slab, approximately — 3 in.			8.33
(i) Sheathing, impregnated or coated	20.0	2.63	
(j) Sheathing, impregnated or coated — ½ in.	20.0		1.32
(k) Sheathing, impregnated or coated — 25/32 in.	20.0		2.06
No. 9 Insulating Materials, Board and Slabs			
(a) Cellular glass		9.0	2.50
(b) Expanded Urethane			5.88
(c) Expanded rubber		4.5	4.55
(d) Hog hair, with asphalt binder		8.5	3.00
(e) Expanded Polystyrene, molded beads		1.0	3.57
(f) Expanded Polystyrene extruded		2.2	5.00
(g) Wood shredded, cemented in preformed slabs		22.0	1.82
(h) Mineral wool with resin binder		15.0	3.45
(i) Mineral wool with asphalt binder		15.0	3.22
No. 10 Insulating Materials, Loose Fill			
(a) Macerated paper or pulp products		2.5-3.5	3.57
(b) Mineral wool, glass, slag, or rock		2.0-5.0	3.33
(c) Sawdust or shavings		8.0-15.0	2.22
(d) Silica Aerogel		7.6	5.88
(c) Vermiculite, expanded*		7.0-6.2	2.08
(f) Wood fiber, redwood, hemlock, or fir		20-3.5	3.33
(g) Wood fiber, redwood bark		3.0	3.22
(h) Wood fiber, redwood bark		4.0	3.57
(i) Wood fiber, redwood bark		4.5	3.84

Table 22 (CONTINUED)

Description	Density lb. per cu. ft.	Thermal Resistance (R)	
		Per Inch of Thickness	For Thickness Listed
No. 11 Roof Insulation, Preformed, for Use Above Deck			
(a) Approximately — ½ in.			1.39
(b) Approximately — 1 in.			2.78
(c) Approximately — 1½ in.			4.17
(d) Approximately — 2 in.			5.56
(e) Approximately — 2½ in.			6.67
(f) Approximately — 3 in.			8.33
No. 12 Masonry Materials, Concretes			
(a) Cement mortar	116	0.20	
(b) Gypsum-fiber concrete, 7½% gypsum, 12½% wood chips	51	0.60	
(c) Lightweight aggregates including	120	0.19	
	100	0.28	
expanded shale, clay or slate; expanded	80	0.40	
slags; cinders; pumice; perlite; vermiculite;	60	0.59	
also cellular concretes	40	0.86	
	30	1.11	
	20	1.43	
(d) Sand and gravel or stone aggregate, oven dried	140	0.11	
(e) Sand and gravel or stone aggregate, not dried	140	0.08	
(f) Stucco	116	0.20	
No. 13 Plastering Materials			
(a) Cement plaster, sand aggregate	116	0.20	
(b) Cement plaster, sand aggregate — ½ in.			0.10
(c) Cement plaster, sand aggregate — ¾ in.			0.15
(d) Gypsum plaster, lightweight aggregate — ½ in.	45		0.32
(e) Gypsum plaster, lightweight aggregate — ¾ in.	45		0.39
(f) Gypsum plaster, lightweight aggregate on metal lath — ¾ in.			0.47
(g) Gypsum plaster, perlite aggregate	45	0.67	
(h) Gypsum plaster, sand aggregate	105	0.18	
(i) Gypsum plaster, sand aggregate — ½ in.	105		0.09
(j) Gypsum plaster, sand aggregate — ¾ in.	105		0.11
(k) Gypsum plaster, sand aggregate on metal lath — ¾ in.			0.10
(l) Gypsum plaster, sand aggregate on wood lath			0.40
(m) Gypsum plaster, vermiculite aggregate	45	0.59	
No. 14 Masonry Units			
(a) Brick, common	120	0.20	
(b) Brick, face	130	0.11	
(c) Hollow clay tile, one cell deep — 3 in.			0.80
(d) Hollow clay tile, one cell deep — 4 in.			1.11
(e) Hollow clay tile, two cells deep — 6 in.			1.52
(f) Hollow clay tile, two cells deep — 8 in.			1.85
(g) Hollow clay tile, two cells deep — 10 in.			2.20
(h) Hollow clay tile, three cells deep — 12 in.			2.52
(i) Stone, lime or sand		0.08	
(j) Gypsum partition tile, 3 in. x 12 in. x 30 in. — solid			1.26
(k) Gypsum partition tile, 3 in. x 12 in. x 30 in. — 4 cell			1.35
(l) Gypsum partition tile, 4 in. x 12 in. x 30 in. — 3 cell			1.67

Table 22 (CONTINUED)

Description	Density lb. per cu. ft.	Thermal Resistance (R)	
		Per inch of Thickness	For Thickness Listed
No. 15 Concrete Blocks			
(a) Sand and gravel aggregate, three oval core — 4 in.			0.71
(b) Same as (15a) but — 8 in.			1.11
(c) Same as (15a) but — 12 in.			1.28
(d) Cinder aggregate, three oval core — 3 in.			0.85
(e) Same as (15d) but — 4 in.			1.11
(f) Same as (15d) but — 8 in.			1.72
(g) Same as (15d) but — 12 in.			1.89
(h) Sand and gravel aggregate, two core — 8 in., 36 lb.			1.04
(i) Same as (15h) but — with filled cores			1.93
(j) Lightweight aggregate, expanded shale, clay, slate or slag; pumice — 3 in.			1.27
(k) Same as (15j) but — 4 in.			1.50
(l) Same as (15j) but — 8 in.			2.00
(m) Same as (15j) but — 12 in.			2.27
(n) Lightweight aggregate, expanded shale, clay, slate or slag, pumice — 2 core, 8 in., 24 lb.			2.18
(o) Same as (15n) but — with filled cores			5.03
(p) Same as (15n) but — 3 core, 6 in., 19 lb.			1.65
(q) Same as (15p) but — with filled cores			2.99
(r) Same as (15n) but — 3 core, 12 in., 38 lb.			2.48
(s) Same as (15r) but — with filled cores			5.82
No. 16 Roofing			
(a) Asbestos-cement shingles	120		0.21
(b) Asphalt roll roofing	70		0.15
(c) Asphalt shingles	70		0.44
(d) Built-up roofing — $\frac{3}{8}$ in.	70		0.33
(e) Slate — $\frac{1}{2}$ in.			0.05
(f) Sheet Metal		Negl	
(g) Wood shingles			0.94
No. 17 Siding Materials (On Flat Surface)			
(a) Wood shingles, 16 in., $7\frac{1}{2}$ in. exposure			0.87
(b) Wood shingles, double, 16 in., 12 in. exposure			1.19
(c) Wood shingles, plus insulation 5/16 in. backer board			1.40
(d) Asbestos-cement siding, $\frac{1}{4}$ in., lapped or shingles			0.21
(e) Asphalt roll siding			0.15
(f) Asphalt insulating siding ($\frac{1}{2}$ in. board)			1.46
(g) Wood siding drop, 1 in. x 8 in.			0.79
(h) Wood siding, bevel, $\frac{1}{2}$ in. x 8 in., lapped			0.81
(i) Wood siding, bevel, $\frac{3}{4}$ in. x 10 in., lapped			1.05
(j) Wood siding, plywood, $\frac{1}{2}$ in., lapped			0.59
(k) Structural glass			0.10
No. 18 Woods			
(a) Maple, oak, and similar hardwoods	45	0.91	
(b) Fir, pine, and similar soft woods	32	1.25	
(c) Fir, pine, and similar soft woods — 25/32 in.	32		0.98
(d) Fir, pine and similar soft woods — $1\frac{1}{4}$ in.	32		2.03
(e) Fir, pine and similar soft woods — 2 $\frac{1}{4}$ in.	32		3.28
(f) Fir, pine, and similar soft woods — 3 $\frac{1}{4}$ in.	32		4.55

5. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES.

ASHRAE. Sociedad norteamericana de ingenieros para el calentamiento, refrigeración y el aire acondicionado. (American Society for Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers).

BFP. Abreviatura usada para "Bajo Factor de Potencia".

BTU (British Thermal Unit). Es una unidad de energía, que se define como 1/180 de la cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de una libra de agua desde 32°F a 212°F.

CALOR ESPECIFICO. Se define como la cantidad de calor absorbido para conseguir un aumento de temperatura de 1 grado.

CALOR LATENTE. La entalpía del vapor de agua contenido en la mezcla, multiplicada por la cantidad de vapor, da el calor total del vapor de agua o calor latente.

$$h_L = W_v \cdot h_v$$

donde,

W_v : libras de vapor contenidas en una libra de aire seco.

h_v : entalpía del vapor de agua en BTU/lb_v, tomado de las tablas de las propiedades de la mezcla de aire con vapor de agua saturado.

Por lo que el calor latente total de M libras por hora de aire, será:

$$q_L = M \cdot h_L$$

CALOR SENSIBLE. Es como se conoce a la entalpía del aire seco, y suele representarse por la letra q_s ; para la masa M [lb/hr] de aire se tiene:

$$q_s = M \cdot C_p \cdot t$$

CFM. Abreviatura empleada para designar "pies cúbicos por minuto", (Cubic Feet per Minute).

ENTALPIA. Cuando un fluido atraviesa unos límites determinados se observa que el flujo de trabajo (P_v) y la energía interna (u) aparecen siempre juntos, y es conveniente combinar estos dos términos para facilitar los cálculos. Su suma se denomina entalpía.

HUMEDAD ESPECIFICA. O razón de humedad, es la masa de vapor de agua por unidad de masa de aire seco.

HUMEDAD RELATIVA. Es la razón de masa de vapor real a la masa de vapor requerida, a fin de producir una mezcla saturada a la misma temperatura.

PUNTO DE ROCIO. El punto de rocío de la mezcla, es la temperatura a la cual el vapor comienza a condensarse cuando se enfría la mezcla a presión constante.

TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO. La temperatura de bulbo húmedo indica la cantidad de calor total contenido en el aire y está expresado en grados Fahrenheit o centígrados. Se determina cubriendo el bulbo de un termómetro con franela o con un trapo húmedo y haciendo pasar aire rápidamente; en esta forma la humedad comienza a evaporarse. La temperatura del agua y del aire circundante baja proporcionalmente a la evaporación ocurrida.

TEMPERATURA DE BULBO SECO. Es la que se mide con un termómetro ordinario, y es la medida del calor sensible del aire expresado en grados Fahrenheit o centígrados.

6. BIBLIOGRAFIA.

- (1) Avallone, Eugene A., Mark's Standard Handbook for Mechanical Engineers, Ed. McGraw Hill, 1994, (novena edición).
- (2) Carrier, Air Conditioning Company, Manual de Aire Acondicionado, Ed. Marcombo, 1994, (primera edición).
- (3) Coss Bu, Raúl, Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión, Ed. Limusa, 1986, (2a. ed.).
- (4) Enriquez Harper, Gilberto, El ABC del Alumbrado y las Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión, Ed. Noriega-Limusa, 1990, (2a. reimpresión).
- (5) G. Fink, Donald, Standard Handbook for Electrical Engineers, Ed. McGraw Hill, 1993, (thirteenth edition).
- (6) Griek, Kurt, Manual de Fórmulas Técnicas, Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería, S. A., 1987, (62a. ed.).
- (7) Hernández Goribar, Eduardo, Fundamentos de Aire Acondicionado y Refrigeración, Ed. Limusa, 1993, (décima segunda reimpresión).
- (8) Karlekar, B. V., Transferencia de Calor, Ed. McGrawHill, 1990, (segunda edición).
- (9) Sanders S., Mark, Human Factors in Enginneering Design, Ed. McGraw Hill, 1993, (séptima edición).
- (10) Wark, Kenneth, Termodinámica, Ed. McGraw Hill, 1988, (en español).