



Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica



Dirección General de Educación Superior Tecnológica

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MINATITLÁN.

**“AUDITORÍA ENERGÉTICA ELÉCTRICA AL HOTEL  
TERRAZA DEL SOL DE COATZACOALCOS,  
VERACRUZ”**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRO EN INGENIERÍA ENERGÉTICA

PRESENTA:

Ing. Guillermo Andrés Pintos Díaz

ASESOR:

Dr. Roberto Ramírez Mesa.



Minatitlán, Veracruz. Junio de 2008.

## **AGRADECIMIENTOS**

## AGRADECIMIENTOS

A mis profesores, Dr. Lázaro Valentín García Aguilar, M.C. Arturo Casados Mellado, M.C. Andrés Álvarez Alvarado e Ing. Juan García Aguilar, por darme una nueva visión sobre el medioambiente, la importancia del cuidado del mismo y por compartir todos sus años de conocimientos académicos y personales, no solo conmigo si no también con todos aquellos alumnos que han tenido y tendrán.

A quienes me inculcaron las sólidas bases sin las que me hubiera sido excesivamente complicado determinar los aspectos técnicos principales de esta tesis: Ing. José Jiménez Cruz e Ing. Mario Ocaña Bravo.

A mis amigos, aquellos a los que cuando he necesitado siempre han estado a mi lado, en especial a Dulce, por provocar que sea tan feliz.

Sin ánimo de olvidar a nadie en particular y a todas aquellas personas que de una u otra manera han compartido mi vida durante el transcurso de estos últimos años, mi más sincero agradecimiento por su comprensión, estímulo y ayuda, ya que todos son parte importante de mi vida.

## **DEDICATORIA**

## DEDICATORIA

Mi satisfacción y eterno agradecimiento a mis padres por su comprensión y apoyo en todo momento y por infundirme el rigor y la ética que me guían por el camino de la vida.

Al Dr. Roberto Ramírez Mesa ya que, sin su insistencia, paciencia, dedicación y desinteresada colaboración, no habría siquiera cursado este grado y este trabajo habría sido casi imposible de realizar.

También deseo reconocer a una persona involucrada en este proyecto hasta un poco más que yo mismo, ya que sin su valioso apoyo me hubiera rendido en más de una ocasión. Gracias Betty, ninguno de los caminos que podría haber tomado mi vida tendría sentido sin ti.

Ing. Guillermo Andrés Pintos Díaz

## ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	ii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iv
<b>RESUMEN</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	12
<b>CAPITULO I. GENERALIDADES DEL HOTEL TERRAZA DEL SOL</b> .....	13
1.1 Generalidades.....	14
1.2 Historia.....	14
1.3 Ubicación.....	14
1.4 Orden jerárquico dentro de la organización.....	16
1.5 Misión.....	17
1.6 Visión.....	17
1.7 Descripción.....	17
1.8 Filosofía.....	17
1.9 Política de protección ambiental.....	19
<b>CAPITULO II. ESTUDIO TÉCNICO SOBRE EL ANÁLISIS ENERGÉTICO EN EL SECTOR SERVICIOS</b> .....	20
2.1 La problemática energética y medioambiental y el uso racional de la energía.....	21
2.2 El consumo energético en hoteles.....	23
2.3 El ahorro energético en hoteles.....	25
2.4 La energía en espera.....	26
2.5 Las auditorías energéticas.....	27
2.5.1 Definición de auditoría energética.....	28
2.5.2 Tipos de auditorías energéticas.....	28
2.5.3 Objetivos de las auditorías energéticas.....	29
2.5.4 El auditor energético.....	29
2.6 Análisis de las inversiones en ahorro energético.....	30
2.6.1 Estudio técnico del proyecto.....	30
2.6.2 Estudio de la organización del proyecto.....	31

2.6.3 Criterios para evaluar proyectos de inversión. . . . .	31
2.6.3.1 Valor actual neto. . . . .	31
2.6.3.2 Tasa interna de retorno (TIR). . . . .	32
2.6.3.3 Razón costo/beneficio (C/B). . . . .	32
2.6.3.4 Periodo de recuperación. . . . .	33
2.6.4 El criterio apropiado de decisión. . . . .	33
2.7 La Norma Oficial Mexicana. . . . .	35
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE AUDITORÍAS ENERGÉTICAS APLICADA EN EL HOTEL TERRAZA DEL SOL. . . . .</b>	<b>36</b>
3.1 Métodos para reducir el consumo eléctrico. . . . .	37
3.1.1 Mejora del factor de potencia. . . . .	37
3.1.2 La energía de espera. . . . .	40
3.1.3 La iluminación de un local. . . . .	41
3.2 Metodología para el cálculo de iluminación de un local. . . . .	41
3.3 Metodología para el cálculo de demandas de aire acondicionado de un recinto. . . . .	53
3.4 Evaluación estadística para la determinación del tamaño de la muestra y los Equipos a evaluar. . . . .	62
3.5 Etapas en la realización de una auditoria energética. . . . .	64
3.6 La teoría de errores de mediciones. . . . .	65
3.6.1 Clasificación de los errores. . . . .	66
<b>CAPÍTULO IV. CÁLCULOS Y ANÁLISIS. . . . .</b>	<b>68</b>
4.1 Cálculo del banco de capacitores para mejorar el factor de potencia. . . . .	69
4.2 Cálculos de iluminación. . . . .	72
4.2.1 Cálculos de iluminación en almacén. . . . .	72
4.2.2 Cálculos de iluminación en cocina. . . . .	74
4.2.3 Cálculos de iluminación en oficina. . . . .	76
4.2.4 Cálculos de iluminación en pasillos. . . . .	77
4.2.4.1 Cálculo de iluminación en pasillo 1. . . . .	78
4.2.4.2 Cálculo de iluminación en pasillo 2. . . . .	79
4.2.4.3 Cálculo de iluminación en pasillo 3. . . . .	80
4.2.5 Cálculo de iluminación en recepción. . . . .	80
4.2.6 Cálculo de iluminación en el salón “La Ola”. . . . .	82

4.3 Cálculos de demandas de aire acondicionado. . . . .	84
4.3.1 Cálculo de aire acondicionado para “Habitación 1”. . . . .	85
4.3.2 Cálculo de aire acondicionado para “Habitación 2”. . . . .	88
4.4 Auditoría energética eléctrica al Hotel Terraza del Sol. . . . .	91
4.4.1 Cuestionario sobre consumo eléctrico. . . . .	91
4.4.2 Informe preliminar. . . . .	92
4.4.3 Datos reales de consumos. . . . .	95
4.4.3.1 En aire acondicionado. . . . .	95
4.4.3.1 En iluminación. . . . .	97
4.4.4 Cuestionario de hábitos y costumbres de huéspedes. . . . .	99
4.4.5 Análisis económico. . . . .	106
4.4.5.1 Análisis económico en iluminación. . . . .	106
4.4.5.2 Análisis económico por eliminación de cargas parásitas. . . . .	109
4.4.5.3 Análisis económico en aire acondicionado. . . . .	110
4.4.6 Informe final de resultados. . . . .	113
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. . . . .</b>	<b>115</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS. . . . .</b>	<b>116</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS. . . . .</b>	<b>118</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS Y DEFINICIONES. . . . .</b>	<b>121</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA. . . . .</b>	<b>124</b>



## RESUMEN

Consumir energía es sinónimo de actividad, de transformación y de progreso, siempre que ese consumo esté ajustado a nuestras necesidades y trate de aprovechar al máximo las posibilidades contenidas en la energía.

Desde las necesidades más básicas y primitivas (calentarse con una hoguera o cocinar los alimentos), a las más modernas y sofisticadas (conservar esos mismos alimentos durante varios meses o enviar mensajes por escrito a través de un fax), la mejora de las condiciones de vida de los hombres o de su nivel de bienestar han exigido siempre disponer de un excedente de energía que pudiese ser consumido. El consumo de energía es, por tanto, sinónimo de progreso, de aumento de la infraestructura, los bienes y servicios disponibles y de la satisfacción de las necesidades.

Un principio esencial para el ahorro de energía consiste en conocer cómo funcionan los equipos y aparatos, los diferentes tipos de energía que consumen y el distinto aprovechamiento que se puede obtener de ellos.

Es importantísimo tener en cuenta que el consumo de energía en los edificios, conlleva la enorme posibilidad de un ahorro de energía al hacer un uso adecuado de ella y utilizarla con la máxima eficiencia posible.

## **ABSTRACT**

Consuming energy is a synonymous of activity, transformation and progress, only if that consumption is adjusted to our needs and would try to maximize the potential in energy.

Since the most basic and primitive needs (heating ourselves in a fireplace or cooking food), to the most sophisticated and modern ones (preserving that food during various months or sending written messages through a fax), improving men's life conditions or it's wealthy level, have always demanded an energy surplus that could be consumed. Therefore, energy consumption is a synonym of progress, wealthy and available services and the satisfaction of our needs.

An essential principle for saving energy is to know how equipment and appliances work, different types of energy that they consume and the diverse uses we could give to them.

It is absolutely important to know that energy consumption in buildings bears a huge potential for energy savings, by making proper use of it and use it as efficiently as possible.

## **INTRODUCCIÓN**

## INTRODUCCIÓN

Después de la primera gran crisis energética mundial de 1973, diversos países tanto desarrollados como en vías de desarrollo comenzaron a tomar medidas en cuanto al uso racional de la energía y a implementar aplicaciones basadas en la utilización de energías no; quizá el primer llamado de atención de la globalización económica que se avecinaba y donde el control de grupos de poder podían poner en crisis a todos, sociedades ricas y pobres, en uno de los intercambios básicos de cualquier sistema: el energético.

Los profesionales de la construcción no fueron ajenos a las necesidades de cambios que las estructuras políticas debieron adoptar con rapidez, como tampoco los sistemas educativos, sobre todo universitarios. Es así a fines de la década de los '70 se comenzó a hablar de "Arquitectura Solar", "Arquitectura Bioclimática", "Análisis de Impacto Energético" y "Auditoria Energética", en relación con la arquitectura y el urbanismo. Estos nuevos conceptos y desarrollos se fueron introduciendo con lentitud en las escuelas de arquitectura, sobre todo en las otras disciplinas que preparan profesionales responsables del diseño y la construcción de edificios.

Con distintos altibajos y según el país considerado, se consiguieron importantes ahorros de energías convencionales, además de un profundo cambio en el reconocimiento social de la problemática, cambio que se profundiza luego de conocerse los estudios sobre calentamiento global y efecto invernadero, y su relación con las modalidades de producción y uso de la energía, hecho que se produce en la década del noventa.

# **CAPÍTULO I**

## **CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL HOTEL TERRAZA DEL SOL.**

### **1.1 Generalidades.**

Nombre de la empresa: Hotel Terraza del Sol

Giro de la empresa: Servicios

Categoría: 3 estrellas

### **1.2 Historia.**

En el año de 1993, un grupo de accionistas temporales, con una visión futurista sobre el desarrollo económico e industrial en la zona, se proponen crear una empresa con el fin de incrementar la capacidad de alojamiento en la zona y ocupar los nichos existentes en el ramo, prestando servicios con gran calidad.

Es entonces que, bajo esta visionaria intención, se funda el Hotel Terraza del Sol, establecido para cubrir las necesidades de alojamiento y alimentación con calidad para los usuarios, principalmente empresas petroleras, que solicitaban a sus empleados trasladarse a la región sur del estado de Veracruz.

Con la realización de este proyecto, también se incrementaron las fuentes locales de empleo y la variedad en la demanda requerida por los visitantes.

A la fecha, se han realizado más de cien mil transacciones diferentes en los 15 años de operación de la empresa.

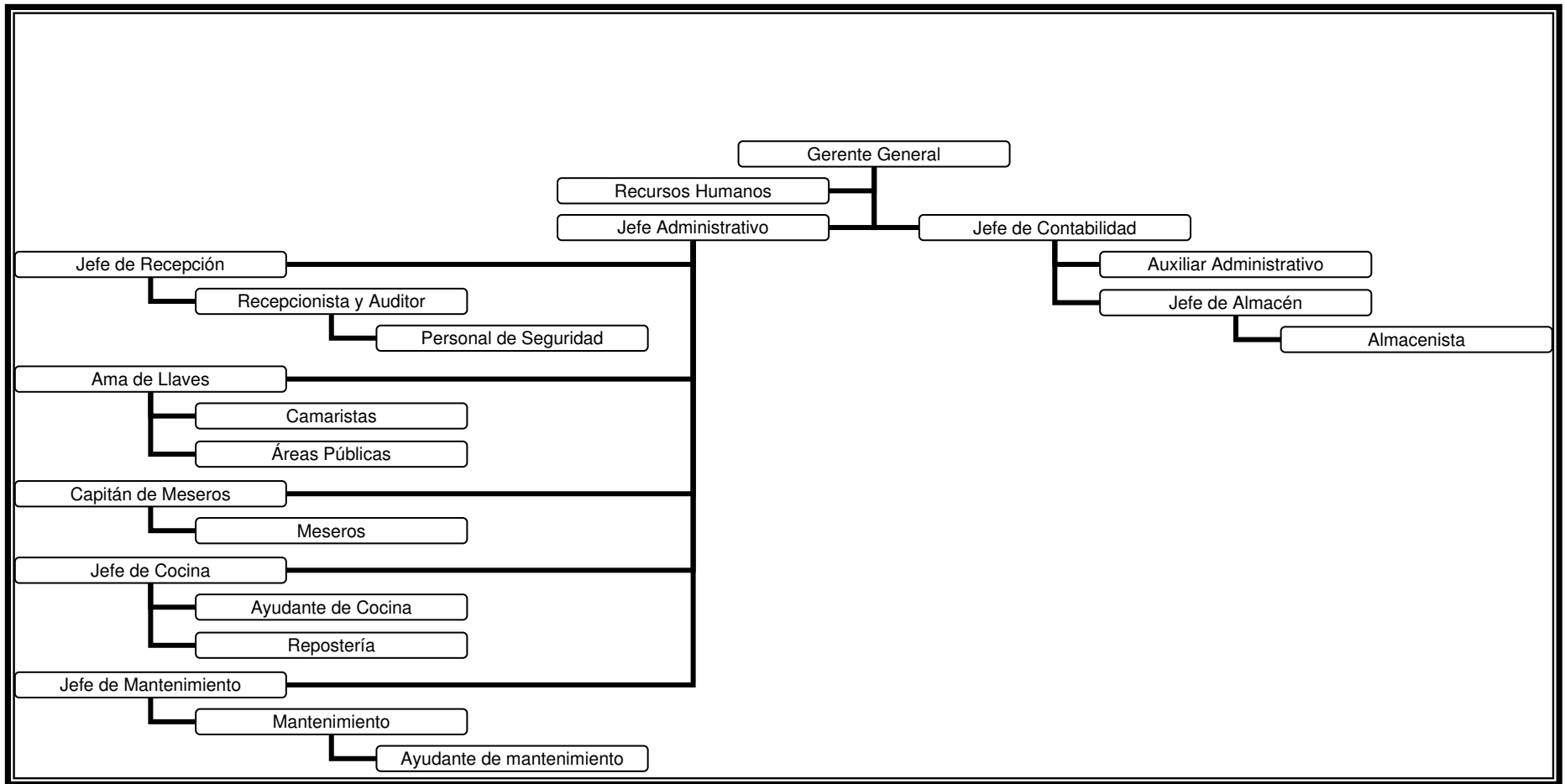
### **1.3 Ubicación.**

Se encuentra ubicado en la zona Sureste del Estado de Veracruz a 18° 09' 11.93" latitud Norte y 94° 26' 07.50" longitud Oeste; específicamente en la ciudad de Coatzacoalcos en la siguiente dirección: Malecón Costero #1201 esquina con Melchor Ocampo, Colonia Centro.



**Figura 1.1** Ubicación satelital del Hotel Terraza del Sol.

### 1.4 Orden jerárquico dentro de la organización



**Figura 1.2** Organigrama del Hotel Terraza del Sol



### **1.5 Misión.**

La misión del Hotel Terraza del Sol es ser el hotel de preferencia, prestando servicios hoteleros y de eventos para lograr ser los mejores en el mercado, así como satisfaciendo las exigencias de sus clientes a través de la motivación de su equipo de trabajo e innovación en el servicio<sup>22</sup>.

### **1.6 Visión.**

“Convertirnos en el Hotel líder de la región, con la mejor calidad, consistencia en el servicio y tecnología por medio de trabajo en equipo, compromiso, autocontrol, proactividad, confiabilidad, ahorro e higiene”.<sup>1</sup>

### **1.7 Descripción.**

El cuenta con 55 habitaciones: 30 habitaciones dobles y 25 sencillas, todas con una privilegiada vista al mar. También posee un salón de eventos múltiples con capacidad hasta para 300 personas llamado “La Ola”, un lobby bar para pequeños eventos (hasta 30 personas) denominado “Piscis” y otro salón más con capacidad hasta para 70 personas designado con el nombre de “Salón Terraza”, con la ventaja de estar ubicado a un costado de las albercas. Asimismo cuenta con servicio de restaurante (Isla Dorada) el cual ofrece en su menú una variedad de comida regional, nacional e internacional.

De igual forma, cuenta con dos albercas y un chapoteadero para la diversión y la relajación personal así como generar la unión familiar mediante un sano esparcimiento.

Además, cuenta con los servicios de televisión por cable, aire acondicionado, acceso inalámbrico a Internet, lavandería, tintorería, servicio a la habitación, teléfono y fax.

### **1.8 Filosofía.**

El objetivo del Hotel Terraza del Sol es hacer felices a sus visitantes. Esto equivale a estar siempre a su total disposición y resolver cualquier situación en el servicio para poder satisfacerlos con calidad competitiva, logrando así una preferencia de marca contra sus competidores.

---

<sup>1</sup> Sin Autor. “Nuevo reglamento interno del Hotel Terraza del Sol de Coatzacoalcos, Veracruz”, pp.4, 2004.

La conexión entre la orientación y el servicio, valor por la innovación y el compromiso con nuestros trabajadores, hacen desde hace ya 15 años del hotel Terraza del Sol lo que es: “Un lugar para sentirse más cerca de casa”.



**Figura 1.3** Restaurante “Isla Dorada”

La razón por la que el Hotel Terraza del Sol está catalogado dentro de la categoría de tres estrellas es que, de esta manera, podemos sorprender a nuestros clientes dando un servicio superior a las tres estrellas por el mismo precio. Si optáramos por una cuarta o quinta estrella, el cliente se esperaría la calidad del hotel, pues estaría acorde con lo que en realidad ofrecemos a nuestros alojados : calidad, confort y servicio. Sin embargo, de esta otra forma, el cliente que nos visita queda gratamente sorprendido pues espera un hotel de tres estrellas, y lo que puede comprobar es que la categoría del Hotel está muy por encima. Así conseguimos una mayor preferencia de marca y nuestros visitantes vuelven a demandar nuestros servicios. Además, el nivel de precios se mantiene dentro de los parámetros que marca el mercado para establecimientos de tres estrellas.



**Figura 1.4** Vista interior de las habitaciones.

## **1.9 Política de protección ambiental.**

El medio ambiente es el recurso máspreciado que tenemos, por eso el Hotel Terraza del sol se ha preocupado por él a tal punto que se ha creado una serie de sencillos pasos, reglamentos y directivas<sup>2</sup> que evitarán que se siga contaminando más a nuestro planeta, entre los que destacan:

- Evitar la liberación a la atmósfera de gases refrigerantes, con o sin cloro, utilizando una recuperadora de gas cuando se efectúen cambios o reparaciones.
- No desechar a la basura las baterías inservibles y llevarlas a un centro de acopio para su disposición final.
- Colocar el aceite usado, tanto mineral como vegetal, en recipientes de plástico para después llevarlo a un centro de disposición final.
- Clasificar la basura como orgánica e inorgánica para facilitar su reciclaje posterior.

Como se puede ver, son estatutos sencillos de seguir pero que, si todos los siguiéramos, serían de gran ayuda para disminuir la contaminación, el desgaste de la capa de ozono y el calentamiento global.

---

<sup>2</sup> Op, cit., Sin Autor, pp. 8.

## **CAPÍTULO II**

## CAPÍTULO II. ESTUDIO TÉCNICO SOBRE EL ANÁLISIS ENERGÉTICO EN EL SECTOR SERVICIOS.

### 2.1 La problemática energética y medioambiental y el uso racional de la energía.

Estamos viviendo en una época donde cada vez es más frecuente escuchar términos como “calentamiento global”, “agotamiento del petróleo”, “ahorro de energía” y “fuentes alternas de energía”. Esto no es mera política o invento de unos cuantos científicos disparatados.

El problema energético se ha venido recrudeciendo cada vez más debido, principalmente, al aumento en la población mundial y al uso excesivo (al que yo llamaría “derroche”) de la energía tanto térmica como eléctrica. Cada día es más difícil satisfacer la demanda energética de miles de millones de vehículos que recorren las calles y de trillones de focos, licuadoras, cafeteras, planchas y demás artículos que nos facilitan la vida diaria.

Aunque no nos demos cuenta y pensemos que siempre habrá energía y que el mundo es muy grande para explotarlo, la solución no se centra en la cantidad sino en la calidad. ¿A qué me refiero con esto? En la calidad de los equipos; en el rendimiento. No es igual un automóvil que rinde 17 kilómetros por litro de gasolina que otro que rinde sólo 8 o 9 kilómetros. ¿En qué se basan las diferencias, además del precio de los automóviles? En la eficiencia. Un equipo más eficiente que otro utiliza menos energía para producir igual o mayor potencia. Esto se ve desde un motor a gasolina hasta un panel solar, pasando por las tan importantes lámparas ahorradoras y los balastos electrónicos de alto rendimiento y se traduce en mayor vida útil del equipo, menos pérdidas y, por consecuencia, un ahorro tanto energético como económico.

Las reservas de petróleo han comenzado su declive y esto lo podemos apreciar en nuestro país. La producción en la sonda de Campeche, principal reserva petrolera de México, ha disminuido drásticamente casi en 50% según menciona Enriqueta Cabrera: “Los datos de Petróleos Mexicanos son también inquietantes. De acuerdo con el *Anuario Estadístico de Pemex 2005*, las reservas probadas pasaron de 34 mil 179 millones de barriles en 1999 a 17 mil 649.8 millones en 2005”.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Cabrera, Enriqueta. México: hacia el fin de la era del petróleo. [www.proceso.com.mx/noticia.html?nid=36118&cat=3](http://www.proceso.com.mx/noticia.html?nid=36118&cat=3)

Pero esto no es solo nuestro problema. Las reservas de otros países también han ido disminuyendo con el paso de los años, aunque esta no es la verdadera preocupación. El inconveniente se centra en el crecimiento exponencial que sigue teniendo el consumo de hidrocarburos y el mal aprovechamiento del mismo.

Muchos creen que el petróleo, el carbón y el gas natural, en las plantas generadoras de electricidad, serán sustituidos por energías renovables, energía nuclear u otras que aparezcan. Sin embargo, los mayores consumos de petróleo y gas se registran en el transporte, en donde el único sustituto que se vislumbra a largo plazo es el de las celdas de hidrógeno pero esto implicaría una reestructura global en cuanto a transporte, almacenaje y lugares de abastecimiento se refiere.

Estamos en el umbral de consumir más energía de la que podemos producir. ¿Qué pasará después? Alguien podrá pensar “Inventaremos nuevos medios de transporte, más eficientes y que consuman otro tipo de combustibles, como el gas metano o el biogás”. Bien pensado, pero cuándo esos energéticos sean escasos, ¿entonces qué sigue?

Si pensamos en el bioetanol como combustible alternativo, no pensamos en que para producirlo a partir de caña de azúcar o maíz necesitamos mayores áreas de cultivo, por lo que hay que disminuir los bosques y las selvas y quitarle al mundo poco a poco los únicos seres capaces de absorber el dióxido de carbono que producimos diariamente. Tampoco pensamos que los precios de las materias primas subirían y, al derivarse de ellas productos básicos, menor cantidad de la población tendría acceso a las mismas, por lo que habría mayor desnutrición y enfermedades.

Y si se piensa en el biogás o el metano, muchos desconocen que éstos también generan gases de efecto invernadero que seguirían provocando estragos en nuestro medio ambiente. Es cierto que estos gases tienen un menor potencial de calentamiento global, pero al final va a resultar igual de nocivo por la cantidad de equipos, que irán apareciendo con los años, que lo consumirán.

Es un hecho que el mayor despilfarro se produce por ignorancia. La ignorancia de las consecuencias del calentamiento global, la ignorancia de los precios reales de la energía, la ignorancia de las medidas para el ahorro de energía en todos los ámbitos de nuestra vida.

Debemos procurar el ahorro energético y los equipos más eficientes, tanto en la casa como en la industria. Debemos concienciar a nuestros semejantes y a nosotros mismos sobre la importancia del ahorro de energía y lo fatídico que serían los efectos del

calentamiento global que conlleva el derroche de la misma. Fomentar la cultura del ahorro representa un enorme potencial para el cuidado del planeta y de nuestra economía.

Estamos volviendo al mundo un lugar en el que solo los ricos y poderosos podrán vivir ya que ellos serán los únicos que podrán financiar los excesivos precios de los combustibles y los alimentos. Recuerde: el mundo no se va a acabar, tarde o temprano la naturaleza encontrará la forma de remediar todo el mal que le estamos haciendo; al ritmo de consumo y crecimiento actual, ¿podrá la humanidad sobrevivir a los efectos directos e indirectos del calentamiento global como huracanes, sequías y hambre? No lo creo.

## **2.2 El consumo energético en hoteles.**

Las condiciones de competitividad actual demandan una mayor eficiencia en la operación de los Hoteles siendo, además de otros parámetros, el más importante la relación entre costo/utilidad del edificio. El consumo de energía en Hoteles es muy significativo así como también el precio de la energía eléctrica se torna cada vez más cara.

El consumo energético en hoteles depende de los servicios con que cuente y la categoría del mismo. La mayoría de los hoteles cuentan con servicios como: aire acondicionado, televisión a color, agua caliente sanitaria y restaurant, que a su vez conlleva una cocina para preparar los alimentos. Dependiendo de la categoría del hotel, los servicios pueden ser más o menos lujosos y más o menos eficientes.

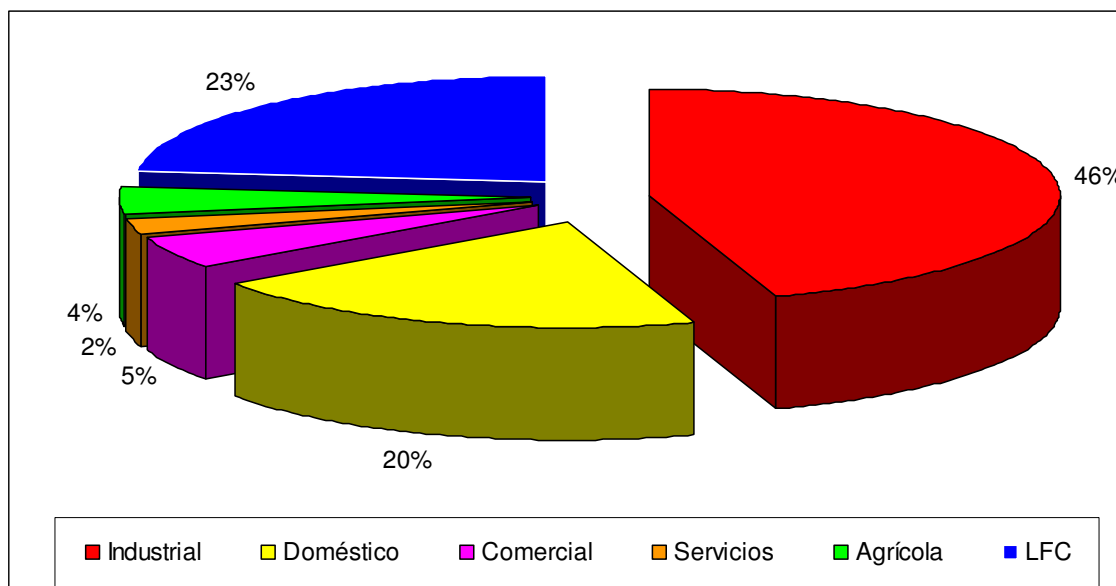
Los sistemas que presentan un mayor consumo de energía eléctrica son los de climatización (30 a 70%) y alumbrado (15 a 35%). Estos pueden variar, dependiendo de la localización geográfica del edificio así como de las condiciones ambientales de la ciudad donde se encuentre.

Según un estimado del consumo de energía eléctrica de los inmuebles del sector terciario en México, realizado por Odón de Buen, dicho consumo llega a cerca de 14,000 GWh al año<sup>28</sup> (Tabla 2.1).

**Tabla 2.1.** Consumo estimado de energía eléctrica en inmuebles del sector servicios en México.

Tipo de inmueble	Consumo anual estimado (GWh)
Hoteles	5,160
Tiendas de autoservicio	2,160
Tiendas departamentales	1,500
Restaurantes	3,900
Edificios públicos	370
Total	13,890

Este valor, sin incluir oficinas de uso privado, escuelas, bancos u hospitales, es superior al consumo que se tuvo en 2006 en los rubros comercial y de servicios (Tabla 2.3). Esto refleja claramente la gran subestimación que se tiene en las estadísticas energéticas de lo que representan los edificios.



**Figura 2.1.** Gráfico de ventas de energía eléctrica en 2006 por categorías según CFE.<sup>30</sup>



**Tabla 2.2.** Ventas de energía eléctrica en los últimos años, por categorías definidas por CFE.<sup>30</sup>

Tipo de servicio	VENTAS (GWh)					
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Total</b>	<b>165 672</b>	<b>170 095</b>	<b>171 598</b>	<b>175 849</b>	<b>183 091</b>	<b>189 959</b>
<b>Ventas Directas al Público</b>	<b>127 593</b>	<b>130 969</b>	<b>131 526</b>	<b>134 473</b>	<b>140 283</b>	<b>145 678</b>
Industrial	75 747	78 171	77 369	79 718	82 533	85 655
Empresa Mediana	40 505	42 358	43 142	45 339	47 879	51 060
Gran Industria	35 242	35 813	34 228	34 379	34 654	34 595
Doméstico	31 871	32 633	33 539	34 405	36 100	38 072
Comercial	8 518	8 832	9 029	9 062	9 136	9 391
Agrícola	7 376	7 137	7 300	6 906	7 994	7 901
Servicios	4 081	4 195	4 289	4 382	4 520	4 660
<b>LFC</b>	<b>38 079</b>	<b>39 126</b>	<b>40 072</b>	<b>41 377</b>	<b>42 809</b>	<b>44 282</b>

Es muy probable que al realizar un análisis más riguroso y completo en los sectores comercial y de servicios, encontremos que los edificios no residenciales son el segundo mayor consumidor de energía eléctrica del país, después del sector industrial.

De esta manera, se deben realizar las labores necesarias para caracterizar de manera más eficiente, en cuanto a parque instalado, consumos de energía por tipos de inmuebles, por región y por usos finales (que determinan su efecto en el sistema eléctrico en cuanto a demanda máxima y, por lo tanto, necesidades de inversión), los sectores comercial y de servicios. Así mismo, se deben redefinir las estrategias de los programas de ahorro de energía para este tipo de instalaciones ya que existe un potencial enorme para ahorro de energía tanto térmica como eléctrica.

### **2.3 El ahorro energético en hoteles.**

La situación climática de México es un factor que se debe tomar en cuenta en el análisis del consumo energético, donde existen zonas con variación de temperaturas significativas y diferentes niveles de humedad. Altos niveles de insolación, edificaciones sin consideraciones de eficiencia energética tales como la envolvente térmica, provocan un mayor consumo de energía y le restan confort para quienes las habitan. El consumo de

electricidad se incrementa cada vez más debido al incremento de temperaturas, sobre todo en el norte del país, por el uso de aire acondicionado (AA). Este incremento de consumo requiere de mayores inversiones en infraestructura para atender la demanda en horas pico.

Con el uso adecuado de aislamientos térmicos en las edificaciones residenciales y no residenciales, se podría reducir el crecimiento del consumo. Existen proyectos pilotos del uso de envolventes térmicos en techos de viviendas como el que lleva a cabo el Fideicomiso para el Ahorro de Energía (FIDE) en Mexicali, donde se ha demostrado un ahorro del 40% en el consumo de electricidad en más de 80,000 viviendas<sup>38</sup>. No es solamente un beneficio para el usuario, sino también para todo el país.

Otra iniciativa importante para provocar el uso de aislamientos térmicos es el SELLO FIDE, el cual es un programa de identificación voluntaria de productos eficientes sobresalientes en el ahorro de energía eléctrica a los que se otorga una licencia para portar una etiqueta denominada SELLO FIDE, la cual es otorgada después de comprobar su alto nivel de eficiencia, lo cual es una tentativa para el comprador, como menciona Frank Zeller: “de esta manera el usuario puede identificar aquellos productos de alto grado de eficiencia energética que puedan ser utilizados en la envolvente térmica de sus edificaciones, reduciendo el pago por consumo de energía eléctrica y mejorando así su economía.”<sup>6</sup>

## **2.4 La energía en espera.**

Desde hace algunos años, la aplicación de la electrónica se ha intensificado en casi todos los campos, incluyendo a los aparatos electrodomésticos y de oficina. Con ello se ha incrementado la confiabilidad, funcionalidad y eficiencia de aquéllos, pero este avance tecnológico ha implicado que muchos de estos equipos al permanecer conectados al circuito de alimentación eléctrica, continúen consumiendo energía aun cuando permanezcan supuestamente "apagados" o no estén efectuando su principal función, lo que significa un desperdicio de electricidad que el usuario tiene que pagar. A estos consumos de energía se les conoce como “energía en reposo” o “energía de espera”.

---

<sup>6</sup> Zeller, Frank. [El ahorro de energía en edificios crea valor para todos,](http://www.energiadebate.com.mx/Articulos/Octubre%202004/frank_zeller.htm)  
[www.energiadebate.com.mx/Articulos/Octubre%202004/frank\\_zeller.htm](http://www.energiadebate.com.mx/Articulos/Octubre%202004/frank_zeller.htm)

Para reducir los consumos parásitos o innecesarios de estos equipos, se debe entender que la energía está siempre en función de la potencia y el tiempo. Por ello, nos conviene reducir el tiempo de uso o consumo de energía, lo que puede ser tan simple o sofisticado como desconectar el aparato o utilizar un interruptor manual que corte la corriente de suministro.

## **2.5 Las auditorías energéticas.**

La auditoría energética es una herramienta técnica utilizada en la evaluación del uso eficiente de la energía que requiere de una inspección y de un análisis energético detallado de los consumos y pérdidas de energía. Sin embargo, no podría alcanzar ahorros significativos a largo plazo sin el respaldo de un programa de ahorro de energía. Tal programa asegura la infraestructura necesaria para llevar a cabo con éxito las medidas tanto de conservación, uso eficiente y sustitución energética, como ahorro de energía.

Un programa de ahorro de energía implica un compromiso y una organización permanente y a largo plazo, mientras que las auditorías energéticas representan una intervención temporal. En realidad, no puede existir el uno sin los otros, ya que el programa de ahorro de energía sienta las bases y desarrolla un plan de acción para las auditorías energéticas.

También con la auditoría energética se diagnosticará la situación energética de los diversos equipos de la instalación, para terminar en las posibilidades de mejora que tiene cada proceso principal de la empresa analizada en aspectos tales como<sup>18</sup>:

- Sustituciones energéticas.
- Establecimiento de los costes energéticos relativos.
- Realización de balances energéticos por procesos individuales o para la planta completa.
- Aprovechamiento de energías residuales.
- Evolución de las pérdidas y, por lo tanto, del rendimiento energético de los equipos e instalaciones con el tiempo.
- Programación de sustituciones por equipos más eficientes.

### **2.5.1 Definición de auditoría energética.**

Es provechoso definir debidamente y de manera general este concepto. “La auditoría energética para un edificio es un estudio de disminución de costes energéticos”<sup>7</sup>. Este término tiene un significado muy amplio y depende de la profundidad con la que se realice el estudio, pudiendo comprender desde un informe de propuestas de mejoras de equipos, hasta un estudio detallado de mejoras, como la integración de energías renovables.

La auditoría energética recae dentro de la auditoría general y forma parte de la misma, su importancia relativa dependerá de la importancia que tengan los costos energéticos dentro de los costos totales para cada empresa en concreto. Los principios de auditoría energética son simples en su filosofía y aplicación y se practican de manera metódica ya sea por la empresa que los usa como herramientas de gestión o por compañías especializadas que, en muchas ocasiones, son subcontratadas.

El lapso entre auditorías energéticas dependerá de la regularidad del proceso, y de lo propenso que sea a desviaciones por causas externas. Una periodicidad anual sería recomendable en fabricaciones de contenido energético mediano y alto. En las actividades de menor contenido energético, la auditoría energética se podría hacer con frecuencia menor debido a la menor complejidad de la misma. Sin embargo, es muy recomendable realizar una auditoría cada vez que se lleven a cabo modificaciones importantes en el proceso, o se hagan instalaciones de equipos con alta eficiencia energética.

### **2.5.2 Tipos de auditorías energéticas.**

Existen varias formas de clasificar las auditorías energéticas, dependiendo del criterio y punto de vista de cada persona. Una forma de clasificarlas, la cual me parece de las más adecuadas, es según la profundidad de la auditoría<sup>20</sup>. Así, tenemos:

- Diagnóstico energético. Estudio sobre el actual estado de las instalaciones.
- Auditoría energética. Estudio sobre el estado de las instalaciones, incluyendo propuestas de mejoras orientadas al ahorro de energía incluyendo un análisis económico de las mismas.

---

<sup>7</sup> Rey Martínez, Francisco Javier, et. al., “Eficiencia energética en edificios. Certificación y Auditorías energéticas”, Thomson Editores Spain Paraninfo, España, 2006, pp. 28.

- Auditoría energética en profundidad. Incluye, además de los puntos de la auditoría simple, un estudio sobre el proceso productivo, llegando a proponer modificaciones al proceso.

### **2.5.3 Objetivos de las auditorías energéticas.**

El establecimiento de un sistema de auditorías energéticas permite obtener datos sobre consumos, costes de energía y de producción para mejorar el entendimiento de los factores que contribuyen a la variación de los índices energéticos de las instalaciones consumidoras de energía, así como obtener los balances energéticos de las instalaciones consumidoras de energía. También nos permite identificar las áreas de oportunidad que ofrecen potencial de ahorro de energía y determinar y evaluar económicamente los volúmenes de ahorro alcanzables y las medidas técnicamente aplicables para lograrlo.

### **2.5.4 El auditor energético.**

Un auditor energético es la persona o grupo de personas que realizan las auditorías energéticas. Su función es informar sobre la interpretación y aplicación de los estatutos y leyes que la energía, como usos, demanda, adquisición y transformación. A su vez, plantean soluciones provechosas para conseguir los objetivos con un mínimo gasto de energía. Convenientemente, deben reunir las siguientes características<sup>20</sup>:

- Experiencia comprobable en las instalaciones consumidoras del tipo de energía que se vaya a auditar.
- Conocimiento del funcionamiento de equipos y de instrumentos de medición, así como sus aplicaciones y limitaciones.
- Buenas bases en los principios de ingeniería.
- Buen carácter para tratar con la gente.
- Compromiso con su trabajo.

El equipo de trabajo requerido básico para hacer la auditoría energética se compone de:

- Experto en el proceso y equipos de conjunto de instalaciones consumidoras de energía a auditar,

- Experto en energía térmica y
- Experto en energía eléctrica.

Asimismo, los auditores energéticos deben conocer el manejo de los equipos de medida experimentales aplicados a las instalaciones y deben ser siempre conscientes de sus limitaciones. El auditor debe confirmar la validez de cada dato o medición a través de balances de energía o masa, de su experiencia o de las leyes de la física. Es muy importante realizar numerosas veces las mediciones para evitar caer en errores de mediciones. Por último, el auditor realizará un informe final proponiendo una optimización energética y añadiendo un estudio de viabilidad económica.

## **2.6 Análisis de las inversiones en ahorro energético.**

En la decisión de invertir se deben tener en cuenta las siguientes fases:

1. Identificación de los proyectos de inversión que se adaptan a la estrategia definida por la empresa.
2. Organización y modelación de la información referente a cada proyecto en relación con los aspectos jurídico, contable, fiscal, técnico-social, comercial, económico-financiero.
3. Elección del mejor programa de inversión entre los diferentes programas a partir de las alternativas viables.
4. Implantación, seguimiento y control del programa de inversión elegido.

### **2.6.1 Estudio técnico del proyecto.**

Desde la óptica financiera, este estudio tiene por objeto proveer información para cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación pertenecientes a esta área.

Este estudio debe definir la función de producción que optimice la utilización de los recursos disponibles en la producción del bien o servicio del proyecto. De aquí podrá obtenerse la información de las necesidades de capital, mano de obra y recursos materiales, tanto para la puesta en marcha, como para la posterior operación del proyecto.

## 2.6.2 Estudio de la organización del proyecto.

El estudio de las variables organizacionales durante la preparación del proyecto manifiesta su importancia en el hecho de que la estructura que se adopte para su implementación y operación está asociada a egresos de inversión y costos de operación tales que pueden determinar la rentabilidad o no de la inversión.

Los efectos económicos de la estructura organizativa se manifiestan tanto en las inversiones como en los costos de operación del proyecto. Toda estructura puede definirse en términos de su tamaño, tecnología administrativa y complejidad de operación. Conociendo esto podrá estimarse el dimensionamiento físico necesario para la operación, las necesidades de equipamiento de las oficinas, las características del recurso humano que desempeñará las funciones y los requerimientos de materiales, entre otras cosas. La cuantificación de estos elementos en términos monetarios y su proyección en el tiempo son los objetivos que busca el estudio organizacional.

## 2.6.3 Criterios para evaluar proyectos de inversión.

La utilización de estos criterios de evaluación posibilitará la aceptación o el rechazo de los proyectos individualmente analizados.

### 2.6.3.1 Valor actual neto (VAN).

Consiste en actualizar a valor presente los flujos de caja futuros, que va a generar el proyecto, descontados a un cierto tipo de interés (la tasa de descuento), y compararlos con el importe inicial de la inversión. Como tasa de descuento se utiliza normalmente, el costo promedio ponderado del capital de la empresa que hace la inversión. Si  $VAN > 0$ : El proyecto es rentable, se acepta. Si  $VAN < 0$ : El proyecto no es rentable, se rechaza. A la hora de elegir entre dos proyectos, elegiremos aquel que tenga el mayor VAN.

Este método se considera el más apropiado a la hora de analizar la rentabilidad de un proyecto. Las fórmulas para calcular este método son:

$$VAN = -A + \sum_{t=1}^n \frac{Qt}{(1+k)^t} \quad (2.1)$$

donde:

A = desembolso inicial.

Qt = flujo de tesorería en el período t.

k = costo de capital.

n = vida útil estimada para la inversión.

### 2.6.3.2 Tasa interna de retorno (TIR).

Proporciona una medida de la rentabilidad relativa del proyecto, frente a la rentabilidad en términos absolutos, proporcionada por el VAN. Para la TIR, se aceptan los proyectos que permitan obtener una rentabilidad interna, superior a la tasa de descuento apropiada para la empresa, es decir, a su costo de capital. Este método presenta más dificultades y es menos fiable que el anterior, por eso suele usarse como complementario al VAN. Si  $TIR >$  tasa de descuento (r): El proyecto es aceptable. Si  $TIR <$  tasa de descuento (r): El proyecto no es aceptable. Es la tasa de descuento capaz de dar al proyecto un VAN que sea cero, es decir:

$$- A + \sum_{t=1}^n \frac{Q_t}{(1+r)^t} = 0 \quad (2.2)$$

donde:

A = desembolso inicial.

Qt = flujo de tesorería en el período t.

r = tasa de rendimiento.

### 2.6.3.3 Razón Costo/beneficio (C/B).

Compara a base de razones, el VA de las entradas de efectivo futuras, con el VA del desembolso original y de otros que se hagan en el futuro; dividiendo el primero entre el segundo. Se calcula de la siguiente manera:

$$CB = VA/A \quad (2.3)$$

donde:

VA = valor actual.

A = desembolso inicial.

Si la razón C/B es mayor que 1 debe aceptarse el proyecto, si de lo contrario es menor que 1, debe rechazarse. De haber otros costos, aparte del desembolso original, se deben considerar. La razón C/B toma en cuenta específicamente esos gastos,



comparando el VA de las entradas, con el VA de todas las salidas, independientemente del período en que ocurran, de manera que:

$$BC = \frac{VaEntradasEfectivo}{VASalidasEfectivo} \quad (2.4)$$

El método B / C para incorporar las salidas de efectivo, permite separarlas de las entradas. El tratamiento por separado, posibilita enfocar mejor la distribución y la naturaleza de los gastos, pero en la mayoría de los casos, no se altera la decisión de aceptar o rechazar proporcionada por los métodos FED, VAN y TIR.

#### **2.6.3.4 Período de recuperación.**

Se define como el período que tarda en recuperarse la inversión inicial, a través de los flujos de caja generados por el proyecto. La inversión se recupera en el año, donde los flujos de caja acumulados superen a la inversión inicial. No se considera un método adecuado si se toma como criterio único, pero, de la misma forma que el método anterior, puede ser utilizado complementariamente con el VAN. Los proyectos que ofrezcan un PR inferior a cierto número de años (n) determinado por la empresa, se aceptarán, en caso contrario, se rechazarán.

Este método también presenta varios inconvenientes: ignora por completo muchos componentes de la entrada de efectivo (las entradas que exceden al PR se pasan por alto), no toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo, ignora también el valor de desecho y la duración del proyecto. Sin embargo, el método puede ser aplicable cuando una empresa atraviesa por una crisis de liquidez, cuando la empresa insiste en preferir la utilidad a corto plazo y no los procedimientos confiables de la planeación a largo plazo, entre otras.

#### **2.6.4 El criterio apropiado de decisión.**

La elección del criterio apropiado depende de las circunstancias en que se tome la decisión y de la estrategia que siga la empresa. Las empresas tienen distintas normas de aceptación que es necesario conocer, además los evaluadores de proyectos deben estar preparados para aplicar cualquier criterio o todos ellos y deben ser consistentes en el empleo de aquel que haya seleccionado.

En algunos casos se puede dar preferencia a uno de esos criterios que será aquel que más fácilmente se relacione con el objetivo de la organización. La empresa puede

aplicar más de uno de ellos a su proceso de planeación de inversiones con el fin de estudiar los proyectos propuestos desde ángulos diferentes.

1. Se hace más efectivo utilizar el criterio del FED cuando las Empresas tienen por objetivo la maximización del patrimonio y reconocen que el valor actual de la empresa aumentará mediante proyectos cuyo FED exceda a su costo, el cual encuentra mejor aplicación cuando la empresa busca el valor actual absoluto que cada proyecto puede producir y la ordenación de los proyectos según su atractivo no es motivo de preocupación y no es necesario considerar específicamente los desembolsos que siguen a la inversión inicial.
2. El VAN se adapta mejor a las empresas que buscan el importe absoluto del valor actual adicional. Es muy apropiado para las empresas que desean ordenar sus proyectos de acuerdo con el valor actual agregado. Ofrece una indicación más clara del valor adicional del proyecto y es la forma más directa de comunicarlo a los demás. Su mejor aplicación es en aquellos casos en que no interesa considerar el neto de las entradas y salidas de un período y no se requiere una indicación absoluta del costo de cada proyecto.
3. La TIR relaciona directamente a las Empresas que tienen por objetivo la maximización de sus utilidades, pues compara directamente el costo con el rendimiento. Es adecuado en particular para las administraciones que aplican el criterio rendimiento - aceptación y es fácilmente comparable con el costo de los recursos que se acostumbra expresarlo en términos de porcentaje. Se puede comparar con facilidad con el costo de los recursos derivados externamente y expresados en porcentajes, como pueden ser las tasas de interés que se pagan por los bonos de la empresa. A veces facilita la comunicación con quienes toman las decisiones. Encuentra su mejor aplicación cuando no hay que preocuparse específicamente por el tamaño absoluto del proyecto ni por los desembolsos que siguen a la inversión original.
4. El criterio C/B es difícil relacionar directamente con la maximización de utilidades, pues no expresa en forma directa la relación costo/beneficio ni el valor actual. Es adecuado cuando se quiere evaluar el efecto de las salidas de efectivo que siguen al desembolso original.

5. El criterio del período de recuperación es difícil de relacionar con algún objetivo particular de la empresa; pero es más apropiado cuando la empresa da importancia primordial a su liquidez y a la aceleración a corto plazo de sus ingresos.

Como se puede ver ninguno de los criterios se puede aplicar todo el tiempo y a todas las situaciones. De hecho, es probable que se tenga que aplicar más de uno para evaluar un conjunto cualquiera de proyectos.

## **2.7 La Norma Oficial Mexicana.**

Las normas oficiales mexicanas que se encargan sobre la eficiencia energética en la edificación, son:

- NOM-020-ENER. De la cual existe un anteproyecto y cuyo objetivo es limitar la ganancia de calor de los edificios residenciales a través de su envolvente (techo, paredes, vanos, piso y superficies Inferiores), con objeto de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento.
- NOM-007-ENER-1995. Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
- NOM-008-ENER-2001. Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales.
- NOM-013-ENER-1996. Eficiencia energética en sistemas de alumbrado para vialidades y exteriores de edificios.
- NOM-018-ENER-1997. Aislantes térmicos para edificaciones. Características, límites y métodos de prueba.

Diversos estados de nuestra República, han iniciado ya el proceso de normar los requerimientos de diseño y construcción de las envolventes en edificios, a fin de buscar la eficiencia energética y el confort de los usuarios. Tenemos ejemplos como Sonora (“Norma técnica complementaria al reglamento de construcción del municipio de Hermosillo que establece los requerimientos de diseño y construcción para la eficiencia energética en envolventes de edificaciones”) y Coahuila (“Ley de Fomento al Uso Racional de la Energía para el Estado de Coahuila”).

## **CAPÍTULO III**

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE CÁLCULOS Y AUDITORÍAS ENERGÉTICAS APLICADAS EN EL HOTEL “TERRAZA DEL SOL”.

### 3.1 Métodos para reducir el consumo eléctrico.

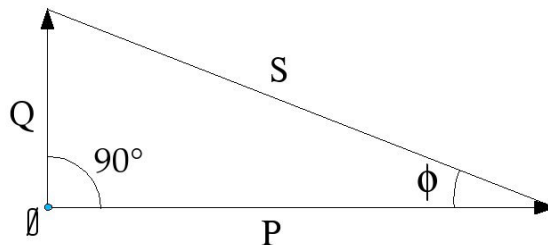
Adicional al beneficio de ahorrar dinero, el hecho de reducir el consumo eléctrico del hotel, también beneficiará al medio ambiente ya que, al disminuir la generación de energía eléctrica, también se disminuye, indirectamente, la emisión de dióxido de Carbono a la atmósfera y por consiguiente el calentamiento global.

#### 3.1.1 Mejora del factor de potencia.

Factor de potencia se refiere a la relación que existe entre la potencia activa “P” y la potencia aparente “S” en un circuito eléctrico; también se define como el coseno del ángulo que forman los catetos de la intensidad y el voltaje, designándose como  $\cos\phi$  siendo  $\phi$  el valor de dicho ángulo.

De acuerdo con el triángulo de potencias de la figura 3.1,

$$FP = \cos \phi = P/S \quad (3.1)$$



**Figura 3.1** Triángulo de potencias.

El valor del FP viene determinado por el tipo de cargas conectadas en una instalación. De acuerdo con su definición, el factor de potencia es adimensional y solamente puede tomar valores entre 0 y 1. En un circuito resistivo puro recorrido por una corriente alterna, la intensidad y la tensión están en fase ( $\phi=0$ ), esto es, cambian de polaridad en el mismo instante en cada ciclo, siendo por lo tanto el factor de potencia la unidad. Por otro lado, en un circuito reactivo puro, la intensidad y la tensión están en cuadratura ( $\phi=90^\circ$ ) siendo nulo el valor del FP.

En la práctica los circuitos no pueden ser puramente resistivos ni reactivos, observándose desfases, más o menos significativos, entre las formas de onda de la corriente y el voltaje. Así, si el FP está cercano a la unidad, se dirá que es un circuito

fuertemente resistivo por lo que su FP es alto, mientras que si está cercano a cero que es fuertemente reactivo y su FP es bajo. Cuando el circuito sea de carácter inductivo, caso más común, se hablará de un FP en retraso, mientras que se dice en adelanto cuando lo es de carácter capacitivo.

Las cargas inductivas, tales como transformadores, motores de inducción y, en general, cualquier tipo de inductancia (tal como las que acompañan a las lámparas fluorescentes) generan potencia reactiva con la intensidad “retrasada” respecto a la tensión.

Las cargas capacitivas, tales como bancos de capacitores o cables enterrados, generan potencia reactiva con la intensidad “adelantada” respecto a la tensión.

A menudo es posible ajustar el factor de potencia de un sistema a un valor muy próximo a la unidad. Esta se realiza mediante la conexión a través de conmutadores, en general automáticos, de bancos de capacitores o de inductores. Por ejemplo, el efecto inductivo de las cargas de motores puede ser corregido localmente mediante la conexión de capacitores. En determinadas ocasiones pueden instalarse motores síncronos con los que se puede suministrar potencia capacitiva o reactiva con tan solo variar la corriente de excitación del motor.

Las pérdidas de energía en las líneas de transporte de energía eléctrica aumentan con el incremento de la intensidad. Como se ha comprobado, cuanto más bajo sea el FP de una carga, se requiere más corriente para conseguir la misma cantidad de energía útil. Por tanto, como ya se ha comentado, las compañías suministradoras de electricidad, para conseguir una mayor eficiencia de su red, requieren que los usuarios, especialmente aquellos que utilizan grandes potencias, mantengan los factores de potencia de sus respectivas cargas dentro de límites especificados, estando sujetos, de lo contrario, a pagos adicionales por energía reactiva.

La mejora del factor de potencia debe ser realizada de una forma cuidadosa con objeto de mantenerlo lo más alto posible, pero sin llegar nunca a la unidad, ya que en este caso se produce el fenómeno de la resonancia que puede dar lugar a la aparición de tensiones o intensidades peligrosas para la red. Es por ello que en los casos de grandes variaciones en la composición de la carga es preferible que la corrección se realice por medios automáticos.

Para mejorar el factor de potencia, se utilizará la siguiente metodología<sup>9</sup> de acuerdo al triángulo de potencias:

1. De la factura del proveedor de energía eléctrica, se obtienen los siguientes datos:
  - KWh totales consumidos.
  - Cantidad de días de facturación.
  - kVARh
  - Factor de potencia.
2. A continuación, se calcula la potencia activa instantánea consumida. Esto es, la potencia en KWh entre los días de facturación por 24 horas. Se utilizará la siguiente fórmula:

$$P_a = P/(d*24) \quad (3.2)$$

donde:

$P_a$  = Potencia en KW.

$P$  = Potencia en KWh.

$d$  = Días transcurridos en el periodo de facturación.

3. Después, se convierte la potencia reactiva ( $P_r$ ) en KVARh en potencia reactiva instantánea consumida, mediante la fórmula:

$$Q_a = P_r/(d*24) \quad (3.3)$$

donde:

$Q_a$  = Potencia en kVA.

$P_r$  = Potencia reactiva en kVARh.

4. En caso de desconocer el Factor de Potencia Actual ( $FP_a$ ), se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$FP_a = \cos (\tan^{-1} (Q_a/P_a)) \quad (3.4)$$

De lo anterior se deduce el ángulo  $\phi_1$  del triángulo de potencias.

5. Luego, se obtiene el valor de la potencia aparente actual ( $S$ ):

$$S = \sqrt{(P_a^2 + Q_a^2)} \quad (3.5)$$

Ahora, con el Factor de Potencia deseado ( $FP_d$ ), se calcula el ángulo  $\phi$ :

$$\phi = \cos^{-1} FP_d \quad (3.6)$$

6. Luego, por trigonometría, se supone el valor de  $Q_d$ , que será el valor de la potencia reactiva deseada:

$$Q_d = S * \sin \phi_2 \quad (3.7)$$

7. Finalmente, la diferencia entre  $Q_a$  y  $Q_d$  dará la capacidad del banco de capacitores, en kVAr, a instalarse para aumentar el Factor de Potencia:

$$Q_c = Q_a - Q_d \quad (3.8)$$

### 3.1.2 La energía de espera.

En los últimos años, el desarrollo de la electrónica se ha intensificado en diversos campos, incluyendo a los aparatos electrodomésticos y de oficina. Si bien con ello se ha incrementado la confiabilidad, funcionalidad y eficiencia de los mismos, el avance tecnológico ha implicado que muchos de estos equipos al permanecer conectados al circuito de alimentación eléctrica, continúen consumiendo energía aun cuando permanezcan "apagados" o no estén efectuando su principal función, lo que significa un desperdicio de electricidad que el usuario tiene que pagar<sup>36</sup>. A estos consumos de energía se les conoce como "energía en reposo" o "energía de espera".

Para reducir los consumos parásitos de estos equipos, se debe entender que la energía está siempre en función de la potencia y el tiempo. Por ello, conviene reducir el tiempo de uso o consumo de energía, lo que puede ser tan simple como desconectar el aparato o utilizar un interruptor manual que corte la corriente de suministro.

Para calcular un valor aproximado en este rubro se medirán estas cargas con ayuda de un amperímetro digital de gancho, realizando esta medición 25 veces por equipo para disminuir los errores de medición, explicados más adelante.

Los equipos a los que se hará este análisis serán: los aires acondicionados y los televisores de las habitaciones. La razón de lo anterior es que los primeros siempre se encuentran conectados, pudiendo deshabilitarlos mediante un interruptor termomagnético o "break", y los segundos suelen dejarse conectados por los huéspedes.



### **3.1.3 La iluminación de un local.**

“Una iluminación correcta es aquella que permite distinguir las formas, los colores, los objetos en movimiento y apreciar los relieves, y que todo ello, además, se haga fácilmente y sin fatiga, es decir, que asegure el confort visual permanentemente”<sup>11</sup>.

Los ahorros en iluminación se presentan, principalmente, al determinar la iluminación adecuada en una zona y mediante el reemplazo de focos incandescentes por focos ahorradores. De esta forma, se pueden reducir hasta en un 80% los consumos por este rubro.

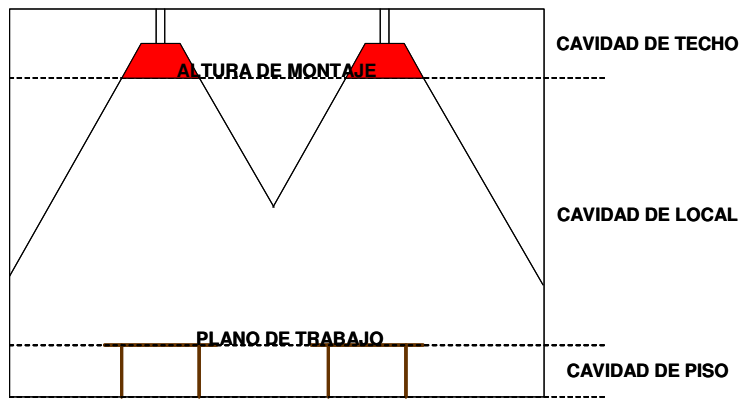
### **3.2 Metodología para el cálculo de iluminación de un local.**

El cálculo de los niveles de iluminación de una instalación de alumbrado de interiores es bastante sencillo. A menudo nos bastará con obtener el valor medio del alumbrado general usando el método de los lúmenes. Para los casos en que se requiera una mayor precisión o se necesiten conocer el valor de la iluminación en algunos puntos concretos, como pasa en el alumbrado general localizado o el alumbrado localizado, se recurrirá al método de punto por punto. El cálculo de iluminación por el método de lúmenes o de cavidad zonal se realiza bajo la siguiente metodología<sup>9</sup>, y de acuerdo al M.C. Arturo Casados Mellado y el Ing. José Jiménez Cruz:

1. Obtener las características del local. Para comenzar, se deben obtener las dimensiones del local a iluminar, como son: largo, ancho, altura total, cavidad de local (altura del plano de trabajo a las luminarias), cavidad de piso (altura del piso al plano de trabajo) y cavidad de techo (altura de la luminaria al techo). A su vez, se deben especificar las características de las luminarias usadas (o las de las que sustituirán a las ya instaladas) y los periodos de uso aproximados especificando días y horas (indispensable para el cálculo económico si se propone alguna mejora). Características de algunas luminarias se presentan en la tabla 3.1.

---

<sup>11</sup> Chavarría Cosar, Ricardo. “Iluminación en los centros de trabajo”, [www.mtas.es/insht/ntp/ntp\\_211](http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_211)



**Figura 3.2** Segmentación de un local de trabajo.

También se debe detallar el uso que se dará al recinto para poder obtener de la tabla 3.2, proporcionada por la CONAE, el nivel de iluminación recomendado para dicho uso.

2. Calcular la Relación de cavidad del local (RCL). Esta se determina con la siguiente ecuación:

$$RCL = \frac{5 * H_{CL} (largo + ancho)}{Area} \quad (3.9)$$

donde:

$H_{CL}$ : altura de cavidad de local.

Área: área del local.

**Tabla 3.1** Datos técnicos de lámparas fluorescentes<sup>(28)</sup>.

Marca	Watts	Lúmenes	Lúmenes/Watt	Horas de vida	Tipo
Tecnolite	9	530	58.89	8,000	3U
Tecnolite	11	600	54.54	6,000	3U
Tecnolite	13	720	55.38	8,000	3U
Osram	20	1050	52.5	6,000	3U
Tecnolite	15	800	53.33	8,000	4U
MAGG	26	1700	65.38	8,000	BiPin
Tecnolite	22	1350	61.36	8,000	Circular
Tecnolite	13	720	55.38	8,000	Espiral
Tecnolite	15	925	61.67	8,000	Espiral
Tecnolite	20	1100	55.00	8,000	Espiral
Tecnolite	23	1300	56.52	8,000	Espiral
Tecnolite	26	1600	61.54	8,000	Espiral
GE	20	1250	62.50	10,000	T-12 Slim line
GE	30	1850	61.67	10,000	T-12 Slim line

**Tabla 3.1** Continuación...

GE	35	2200	62.86	10,000	T-12 Slim line
GE	39	2950	75.64	10,000	T-12 Slim line
Philips	75	4400	58.66	10,000	T-12 Slim line
GE	13	880	67.69	20,000	T-5
GE	14	1350	96.43	20,000	T-5
GE	21	2100	100.00	20,000	T-5
GE	24	2000	83.33	20,000	T-5
GE	28	2900	103.57	20,000	T-5
GE	35	3650	104.29	20,000	T-5
GE	54	5000	92.59	20,000	T-5
GE	80	7000	87.50	20,000	T-5
OSRAM	10	650	65.00	20,000	T-8
OSRAM	15	950	63.33	20,000	T-8
OSRAM	17	1280	75.29	20,000	T-8
OSRAM	18	1350	75.00	20,000	T-8
OSRAM	30	2400	80.00	20,000	T-8
OSRAM	32	2820	88.13	24,000	T-8 XP ECO
OSRAM	38	3300	86.84	20,000	T-8

**Tabla 3.2** Niveles de iluminación recomendados para diferentes locales o actividades, obtenidos de (bibliografía).

<b>LOCAL O ACTIVIDAD</b>	<b>FLUJO LUMINOSO (lux)</b>
Despachos	500
Pasillos y escaleras	100
Servicios y baños	100
Salas de espera y recepciones	100
Salas de reuniones y conferencias	300
Secretarías	
- Iluminación general	400
- Sobre papel de escribir	600
Computadoras	500
Archivos	200
Cafeterías	200
Estacionamiento en exterior	10
Cocinas	500

- Determinar el porcentaje de reflectancias. Se observan los colores y acabados en paredes y techos y, con ayuda de la tabla 3.3, se obtienen las reflectancias adecuadas. Éstas influyen directamente en la determinación del Coeficiente de Utilización de una luminaria. De los valores obtenidos, debe asignarse el valor indicado para pinturas en techo, 50% del valor indicado para paredes y 20% para colores de piso.

**Tabla 3.3** Porcentaje de reflectancias en diversos acabados y colores.

<b>REFLECTANCIAS EN ACABADO MADERA</b>	
<b>COLOR</b>	<b>REFLECTANCIAS</b>
Maple (claro)	48%
Encino (claro)	34%
Avellana (medio)	19%
Nogal (oscuro)	16%
Caoba (oscuro)	12%

<b>REFLECTANCIAS EN ACABADO METALICO</b>	
<b>COLOR</b>	<b>REFLECTANCIAS</b>
Blanco porcelanizado o esmalte horneado	70-88%
Aluminio pálido (espectacular)	80-85%
Aluminio mate (difuso)	75%
Pintura aluminio (claro)	79%
Pintura aluminio (medio)	0%

<b>REFLECTANCIAS EN VIDRIO</b>	
<b>COLOR</b>	<b>REFLECTANCIAS</b>
Vidrio claro	10%
vidrio opaco	15-30%
Con acabado mármol (claro)	20-40%

<b>REFLECTANCIAS EN PLASTICO</b>	
<b>COLOR</b>	<b>REFLECTANCIAS</b>
Claro	5-10%
Oscuro	15-30%

<b>REFLECTANCIAS EN ACABADO MAPLE</b>	
<b>COLOR</b>	<b>REFLECTANCIAS</b>
Blanco	80-88%
<b>MUY CLARO</b>	
Azul verde	76%
Verde	72%
Crema	80%
Amarillo crema	76%
Azul	70%
Gris	73%
<b>CLARO</b>	
Azul verde	70%
Verde	64%
Crema	70%
Amarillo crema	66%
Azul	55%

**Tabla 3.3** Continuación...

Gris	49%
Café	35%
<b>MEDIO</b>	
Azul verde	54%
Verde	33%
Crema	44%
Amarillo crema	55%
Azul	22%
Gris	38%
Café	24%
<b>OBSCURO</b>	
Amarillo	50%
Naranja	25%
Gris	25%
Rojo	12%
Café	10%
Azul	8%
Verde	7%

4. Calcular el coeficiente de utilización (CU). El coeficiente de utilización es el cociente de los lúmenes que llegan al plano de trabajo y los totales generados por la lámpara. Con los valores de reflectancias de paredes y techos y la Relación de Cavidad de Local, se interpola en la tabla correspondiente al tipo de luminaria y se obtiene el valor adecuado.
5. Calcular las pérdidas en el sistema, las cuales son:
  - Factor de balastro (FB). Este valor depende de la reactancia con que opera el balastro, debido a esta reactancia las lámparas pierden cierto porcentaje de su luminosidad. El valor correcto de este factor debe de ser proporcionado por los fabricantes, la Asociación de Balastros de Estados Unidos especifica un valor de 0.95 para balastros electromagnéticos de lámparas fluorescentes.
  - Depreciación de los Lúmenes de las Lámparas. La degradación gradual de la luminosidad producida por el paso del tiempo es diferente para cada tipo y calidad de lámpara. Este valor se reporta como DLL.
  - Depreciación por Polvo en el luminario (DPL). Este valor, el cual debe ser menor a 1, varía con el tipo de luminaria y el ambiente en que trabaja. Para determinarlo deben consultarse las curvas de depreciación por polvo, las

cuales indican la limpieza del local, en las figuras 3.3 a 3.8 de categorías de mantenimiento, según categoría, tipo de ambiente y ciclo de limpieza.

- Depreciación por Suciedad del Local. Este factor es una compensación a las pérdidas ocasionadas por la suciedad en la reflectancia de las superficies del local. A este índice se le denomina DPSL y se determina mediante la tabla 3.4, indicando si la iluminación es directa, semi-directa, directa-indirecta, semi-indirecta o indirecta.
- Lámparas inutilizadas (LI). Es la relación entre las lámparas fuera de servicio y el total de lámparas instaladas.

De las pérdidas anteriores, obtenemos el Factor de Perdidas Totales (FPT):

$$FPT = FB * DLL * DLL * DPL * DPSL * LI \quad (3.10)$$

A continuación se presentan 6 imágenes, las cuales corresponden a las curvas de categorías de mantenimiento utilizadas para obtener el factor por DPL<sup>9</sup> donde la curva representa las condiciones de limpieza del local, que debe cortarse con la línea vertical del ciclo de limpieza en meses para obtener dicho factor.

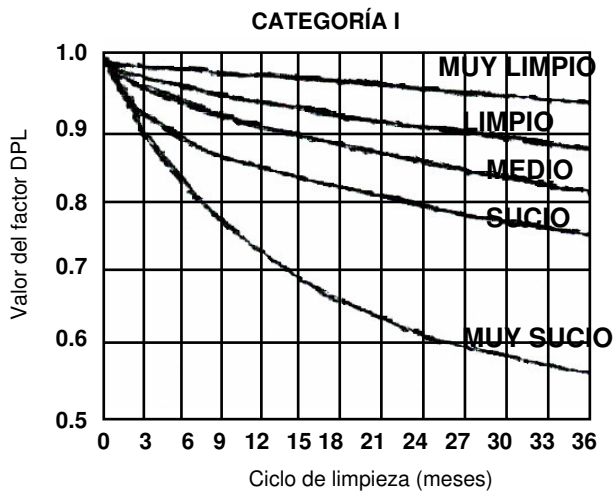


Figura 3.3 Categoría de mantenimiento I.

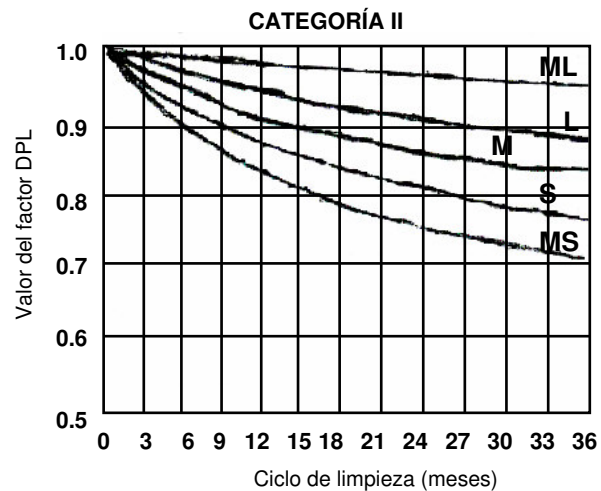
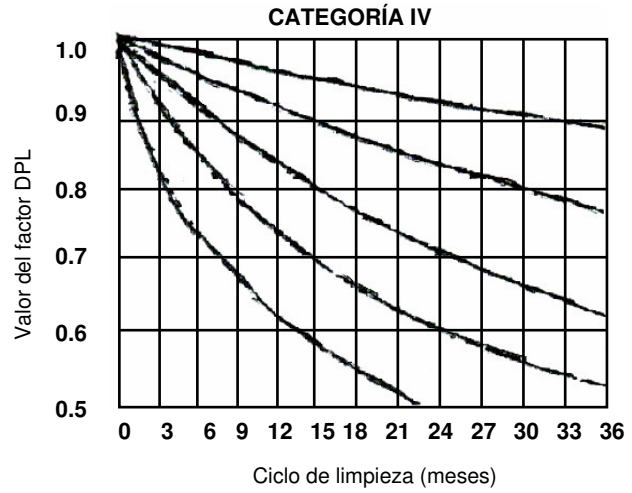
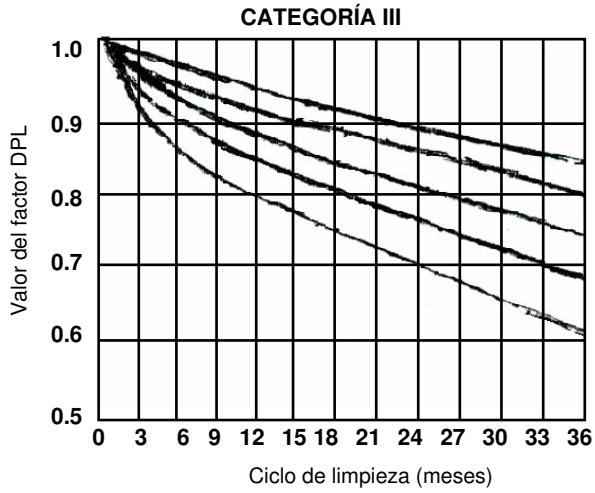
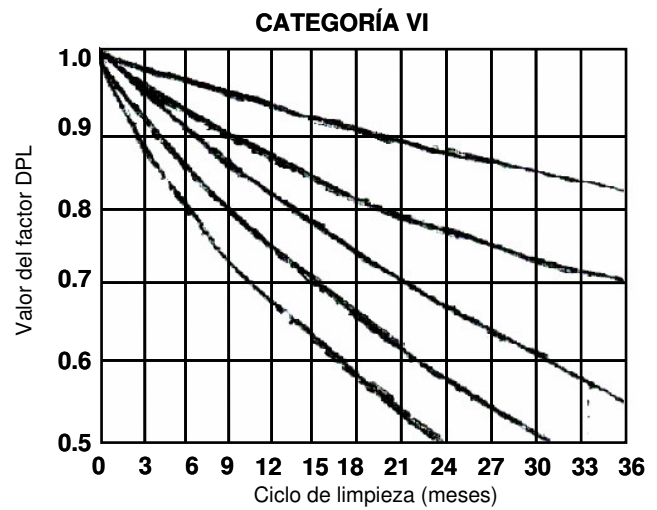
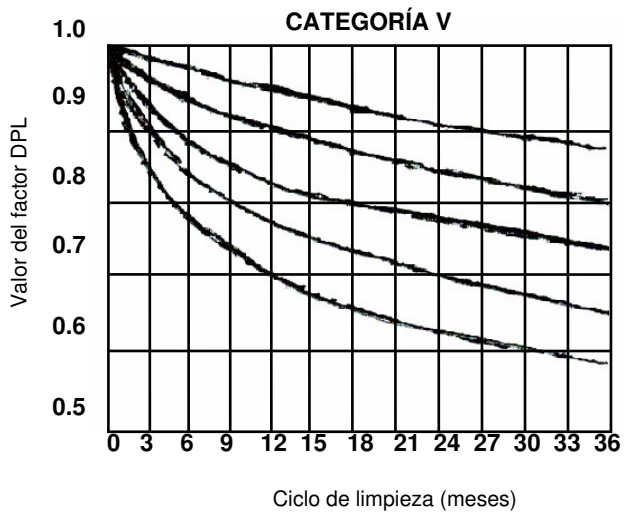


Figura 3.4 Categoría de mantenimiento II.



**Figura 3.5** Categoría de mantenimiento III. **Figura 3.6** Categoría de mantenimiento IV.



**Figura 3.7** Categoría de mantenimiento V. **Figura 3.8** Categoría de mantenimiento VI.

**Tabla 3.4** Tabla de depreciación por suciedad del local.

		Tipos de Distribución de la Luminaria																			
		Directo				Semi-directo				Directo-Indirecto				Semi-indirecto				Indirecto			
		( <i>%</i> )																			
Depreciación por Polvo en el Luminario		10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40
R C L	1	.98	.96	.94	.92	.94	.87	.80	.76	.94	.87	.80	.76	.94	.87	.80	.73	.90	.80	.70	.60
	2	.98	.96	.94	.92	.96	.92	.88	.83	.94	.87	.80	.75	.94	.87	.79	.72	.90	.80	.69	.59
	3	.98	.95	.93	.90	.96	.91	.87	.82	.94	.86	.79	.74	.94	.86	.78	.71	.90	.79	.68	.58
	4	.97	.95	.92	.90	.95	.90	.85	.80	.94	.86	.79	.73	.94	.86	.78	.70	.89	.78	.67	.56
	5	.97	.94	.91	.89	.94	.90	.84	.79	.93	.86	.78	.72	.93	.86	.77	.69	.89	.78	.66	.55
	6	.97	.94	.91	.88	.94	.89	.83	.78	.93	.85	.78	.71	.93	.85	.76	.68	.89	.77	.66	.54
	7	.97	.93	.90	.87	.93	.88	.82	.77	.93	.84	.77	.70	.93	.84	.76	.68	.89	.76	.65	.53
	8	.96	.93	.89	.86	.93	.87	.81	.75	.93	.84	.76	.69	.93	.84	.76	.68	.88	.76	.64	.52
	9	.96	.93	.88	.85	.93	.87	.80	.74	.93	.84	.76	.68	.93	.84	.75	.67	.88	.75	.63	.51
	10	.96	.93	.87	.83	.93	.86	.79	.72	.93	.84	.75	.67	.92	.83	.75	.67	.88	.75	.62	.50

6. Cálculo del nivel de iluminación. Cuando ya se cuenta con los datos anteriores, se puede calcular la cantidad de luminarias requeridas para dicho recinto. Si estamos calculando la iluminación en un recinto que ya tiene instaladas cierta cantidad de luminarias, debemos realizar el cálculo para conocer si el sistema se encuentra lúmicamente sobredimensionado; esto nos podría encaminar a un ahorro de energía.
7. La fórmula para calcular la cantidad de luminarias es la siguiente:

$$Lum = \frac{Luxes * Area}{\left( \frac{Lumenes}{Luminario} \right) * CU * FPT} \quad (3.11)$$

donde:

**Luxes:** nivel de iluminación.

**Lum:** número de luminarias instaladas.

**Lúmenes/luminaria:** cantidad de lúmenes promedio que emite cada luminaria (en caso de no tener el dato, utilizar la cantidad de lúmenes iniciales).

**CU:** coeficiente de utilización.

**FPT:** Factor de Pérdidas totales.



Posteriormente, se debe calcular el nivel de iluminación (en luxes) que se tiene (o se tendrá) en el local con la cantidad de luminarias que ya se han calculado. La fórmula que se debe aplicar es:

$$Luxes = \frac{Lum * \frac{Lumenes}{Lu\ min\ airo} * CU * FPT}{Area} \quad (3.12)$$

8. Criterio de Espaciamento. Una vez obtenida la cantidad de luminarias necesarias y haber comprobado que la iluminación es adecuada en el local, se procederá a diseñar la colocación de las luminarias de acuerdo al espaciamento máximo que debe haber entre las mismas.

Cuando las luminarias no son simétricas en su geometría y curva de distribución, algunos fabricantes asignan diferentes criterios de espaciamento laterales.

El espaciamento máximo, es la altura de montaje por el criterio de espaciamento de la luminaria:

$$\text{Espaciamento Máximo} = \text{Criterio de Espaciamento} \times \text{Altura de Montaje} \quad (3.13)$$


**Tabla 3.5** Tabla de trabajo del método de cavidad zonal.

<b>CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL</b>	
Largo (m)	
Ancho (m)	
Área (m <sup>2</sup> )	
Nivel de iluminación recomendado (lux)	
Cavidad de local (m)	
Relación de Cavidad de Local	
Ambiente	
<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS</b>	
Marca	
Potencia (W)	
Cantidad de luminarias	
Color (°K)	
Lúmenes por luminaria (lum)	
Categoría de mantenimiento	
Ciclo de limpieza (meses)	
Tipo de iluminación	
Periodo (s) de uso aproximado (s) (hrs)	
<b>REFLECTANCIAS</b>	


<b>Tabla 3.5 Continuación...</b>
Techo (%)
Pared (%)
Coefficiente de Utilización
Tabla utilizada
<b>PÉRDIDAS</b>
Factor de balastro (<1)
Depreciación de los lúmenes de las lámparas (<1)
Depreciación por polvo en el luminario (<1)
Depreciación por suciedad del local (<1)
Lámparas inutilizadas (<1)
Factor de pérdidas totales (FB*DLL*DPL*DPSL*LI)
<b>CANTIDAD DE LUMINARIAS</b>
<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN</b>

A continuación se presentan las tablas 3.6 a 3.14, las cuales fueron obtenidas de la metodología proporcionada por el Ing. José Jiménez Cruz y la CONAE<sup>27</sup> para el cálculo de iluminación de un local por el método de cavidad zonal.


**Tabla 3.6** Tabla de referencia para luminaria ventilada de aluminio para grandes alturas.

Separación no superior a "h" por altura de montaje	Techo		80%			50%			10%			0%
	Pared	RCL	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
Categorías II h=0.7  Ventilada de aluminio 450 mm para grandes alturas. Haz concentrado. Lámpara clara de vapor de 400 W.	RCL											
	1		0.93	0.90	0.88	0.85	0.83	0.82	0.76	0.75	0.74	0.72
	2		0.86	0.82	0.79	0.79	0.77	0.74	0.72	0.70	0.69	0.67
	3		0.79	0.75	0.71	0.74	0.70	0.66	0.66	0.65	0.64	0.62
	4		0.74	0.69	0.65	0.69	0.65	0.62	0.64	0.61	0.59	0.57
	5		0.68	0.63	0.59	0.64	0.60	0.57	0.60	0.57	0.54	0.53
	6		0.63	0.58	0.54	0.60	0.56	0.52	0.56	0.53	0.50	0.49
	7		0.59	0.53	0.49	0.56	0.51	0.48	0.52	0.49	0.46	0.45
	8		0.55	0.49	0.45	0.52	0.47	0.44	0.49	0.45	0.43	0.41
	9		0.50	0.45	0.41	0.48	0.43	0.40	0.45	0.42	0.39	0.38
10		0.47	0.41	0.38	0.45	0.40	0.37	0.42	0.38	0.35	0.35	


**Tabla 3.7** Tabla de referencia para lámpara reflectora. Haz ancho.

Separación no superior a "h" por altura de montaje	Techo		80%			50%			10%			0%
	Pared	RCL	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
Categoría I h=1.5  Lámpara reflectora de filamento R-52. Haz ancho 500 y 750 W	RCL											
	1		1.08	1.05	1.02	1.01	0.99	0.97	0.94	0.93	0.91	0.89
	2		0.98	0.93	0.89	0.93	0.89	0.86	0.88	0.85	0.82	0.80
	3		0.89	0.83	0.78	0.85	0.80	0.76	0.80	0.76	0.73	0.71
	4		0.81	0.74	0.68	0.77	0.72	0.67	0.73	0.69	0.65	0.64
	5		0.73	0.66	0.60	0.70	0.64	0.59	0.66	0.62	0.58	0.56
	6		0.67	0.58	0.53	0.64	0.58	0.52	0.64	0.56	0.52	0.50
	7		0.60	0.52	0.47	0.58	0.51	0.46	0.55	0.50	0.46	0.45
	8		0.54	0.46	0.40	0.52	0.45	0.40	0.49	0.44	0.40	0.38
	9		0.48	0.40	0.35	0.46	0.39	0.35	0.44	0.38	0.34	0.33
10		0.43	0.36	0.30	0.42	0.35	0.30	0.40	0.34	0.30	0.28	


**Tabla 3.8** Tabla de referencia para lámpara reflectora. Haz estrecho.

Separación no superior a "h" por altura de montaje		Techo	80%			50%			10%			0%
		Pared	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
Categorías II  Ventilada de aluminio 450 mm para grandes alturas. Haz concentrado. Lámpara clara de vapor de 400 W.	h=1.6	RCL										
	1	1.10	1.08	1.05	1.04	1.02	1.00	0.97	0.96	0.95	0.93	
	2	1.02	0.98	0.94	0.97	0.94	0.91	0.91	0.89	0.88	0.86	
	3	0.95	0.90	0.85	0.91	0.87	0.83	0.86	0.83	0.81	0.79	
	4	0.88	0.82	0.78	0.85	0.80	0.76	0.81	0.77	0.75	0.73	
	5	0.82	0.76	0.71	0.79	0.74	0.70	0.76	0.72	0.69	0.67	
	6	0.77	0.70	0.66	0.74	0.69	0.65	0.72	0.68	0.64	0.63	
	7	0.71	0.65	0.61	0.69	0.64	0.60	0.67	0.63	0.60	0.58	
	8	0.66	0.60	0.56	0.65	0.59	0.55	0.63	0.58	0.55	0.54	
	9	0.62	0.55	0.51	0.60	0.55	0.51	0.59	0.54	0.50	0.49	
10	0.58	0.51	0.47	0.56	0.51	0.47	0.55	0.50	0.46	0.45		


**Tabla 3.9** Tabla de referencia para 2 lámparas T-12 de cualquier carga con protección central.

Separación no superior a "h" por altura de montaje		Techo	80%			50%			10%			0%
		Pared	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
Categoría II  2 Lámparas T-12 Cualquier carga. Protección central. Para lámparas T-10 C.U. x 1.02 Para lámparas T-8 C.U. x 1.04	h=1.3	RCL										
	1	0.84	0.81	0.78	0.74	0.72	0.73	0.61	0.60	0.59	0.56	
	2	0.75	0.70	0.65	0.66	0.62	0.59	0.55	0.53	0.51	0.48	
	3	0.66	0.60	0.56	0.59	0.54	0.51	0.49	0.47	0.44	0.42	
	4	0.59	0.52	0.47	0.52	0.47	0.43	0.44	0.41	0.38	0.36	
	5	0.52	0.45	0.40	0.46	0.41	0.37	0.39	0.36	0.33	0.31	
	6	0.47	0.40	0.35	0.42	0.36	0.32	0.36	0.32	0.29	0.27	
	7	0.42	0.35	0.30	0.37	0.32	0.28	0.32	0.28	0.25	0.23	
	8	0.38	0.31	0.26	0.34	0.28	0.24	0.29	0.25	0.22	0.20	
	9	0.34	0.27	0.22	0.30	0.25	0.21	0.26	0.22	0.19	0.17	
10	0.31	0.24	0.20	0.27	0.22	0.18	0.23	0.19	0.17	0.15		

**Tabla 3.10** Tabla de referencia para 2 lámparas T-12 de cualquier carga con lente prismática.


Separación no superior a "h" por altura de montaje		Techo	80%			50%			10%			0%
		Pared	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
Categoría V  2 Lámparas T-12 430 mA Lente prismática 60 cm ancha Para lámparas T-10 C.U. x 1.02 Para lámparas T-8 C.U. x 1.04	h=1.2	RCL										
	1	0.73	0.71	0.68	0.69	0.67	0.66	0.64	0.62	0.61	0.60	
	2	0.66	0.62	0.59	0.62	0.59	0.57	0.58	0.56	0.55	0.53	
	3	0.59	0.55	0.51	0.56	0.53	0.50	0.53	0.50	0.48	0.47	
	4	0.53	0.48	0.45	0.51	0.47	0.44	0.48	0.45	0.43	0.41	
	5	0.48	0.43	0.39	0.46	0.42	0.39	0.44	0.40	0.38	0.38	
	6	0.44	0.38	0.34	0.42	0.37	0.34	0.40	0.36	0.33	0.32	
	7	0.39	0.34	0.30	0.38	0.33	0.30	0.36	0.32	0.30	0.28	
	8	0.36	0.30	0.26	0.34	0.30	0.26	0.33	0.29	0.26	0.25	
	9	0.32	0.27	0.23	0.31	0.26	0.23	0.29	0.25	0.23	0.21	
10	0.29	0.24	0.20	0.28	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	0.19		

**Tabla 3.11** Tabla de referencia para 4 lámparas T-12 de cualquier carga con lente


Separacion no superior a "h" por altura de montaje		Techo	80%			50%			10%			0%
		Pared	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
Categoría V h=1.2  4 Lámparas T-12 430 mA Lente prismática 60 cm ancha Para lámparas T-10 C.U. x 1.02 Para lámparas T-8 C.U. x 1.04	RCL											
	1	0.66	0.64	0.62	0.62	0.61	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	
	2	0.60	0.56	0.53	0.56	0.54	0.52	0.53	0.51	0.49	0.48	
	3	0.54	0.50	0.46	0.51	0.48	0.45	0.48	0.46	0.44	0.43	
	4	0.49	0.44	0.41	0.46	0.43	0.40	0.44	0.41	0.39	0.38	
	5	0.44	0.39	0.35	0.42	0.38	0.35	0.40	0.37	0.34	0.33	
	6	0.40	0.35	0.31	0.38	0.34	0.31	0.36	0.33	0.31	0.29	
	7	0.36	0.31	0.28	0.35	0.30	0.27	0.33	0.30	0.27	0.26	
	8	0.32	0.28	0.24	0.31	0.27	0.24	0.30	0.26	0.24	0.23	
	9	0.29	0.24	0.21	0.28	0.24	0.21	0.27	0.23	0.21	0.20	
10	0.27	0.22	0.19	0.26	0.23	0.19	0.25	0.21	0.18	0.17		

prismática.


**Tabla 3.12** Tabla de referencia para 6 lámparas T-12 de cualquier carga con lente prismática.

Separacion no superior a "h" por altura de montaje		Techo	80%			50%			10%			0%
		Pared	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
Categoría V h=1.2  6 Lámparas T-12 430 mA Lente prismática 1.2 x 1.2 m Para lámparas T-10 C.U. x 1.05 Para lámparas T-8 C.U. x 1.07	RCL											
	1	0.60	0.58	0.56	0.56	0.55	0.54	0.52	0.51	0.50	0.49	
	2	0.54	0.51	0.48	0.51	0.49	0.47	0.48	0.46	0.45	0.44	
	3	0.49	0.45	0.42	0.46	0.43	0.41	0.44	0.41	0.40	0.39	
	4	0.44	0.40	0.37	0.42	0.39	0.36	0.40	0.37	0.35	0.34	
	5	0.40	0.35	0.32	0.38	0.35	0.32	0.36	0.33	0.31	0.30	
	6	0.36	0.32	0.29	0.35	0.31	0.28	0.33	0.30	0.28	0.27	
	7	0.33	0.28	0.25	0.32	0.28	0.25	0.30	0.27	0.25	0.24	
	8	0.30	0.25	0.22	0.28	0.25	0.22	0.27	0.27	0.22	0.21	
	9	0.27	0.22	0.19	0.26	0.22	0.19	0.25	0.21	0.19	0.18	
10	0.24	0.20	0.17	0.23	0.20	0.17	0.22	0.19	0.17	0.16		

**Tabla 3.13** Tabla de referencia para 8 lámparas T-12 de cualquier carga con lente prismática.

Separacion no superior a "h" por altura de montaje		Techo	80%			50%			10%			0%
		Pared	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
Categoría V h=1.2  8 Lámparas T-12 430 mA Lente prismática 1.2 x 1.2 m Para lámparas T-10 C.U. x 1.02 Para lámparas T-8 C.U. x 1.04	RCL											
	1	0.59	0.57	0.55	0.55	0.54	0.52	0.51	0.50	0.49	0.48	
	2	0.53	0.50	0.47	0.50	0.48	0.46	0.47	0.45	0.44	0.43	
	3	0.48	0.44	0.41	0.45	0.42	0.40	0.43	0.40	0.39	0.38	
	4	0.43	0.39	0.36	0.41	0.38	0.35	0.39	0.36	0.34	0.33	
	5	0.39	0.35	0.31	0.37	0.34	0.31	0.35	0.32	0.30	0.29	
	6	0.35	0.31	0.28	0.34	0.30	0.28	0.32	0.29	0.27	0.26	
	7	0.32	0.28	0.25	0.31	0.27	0.25	0.29	0.26	0.24	0.23	
	8	0.29	0.25	0.22	0.28	0.24	0.22	0.27	0.24	0.21	0.20	
	9	0.26	0.22	0.19	0.25	0.21	0.19	0.24	0.21	0.19	0.18	
10	0.24	0.20	0.17	0.23	0.19	0.17	0.22	0.17	0.16	0.16		

**Tabla 3.14** Tabla de referencia para 2 lámparas T-12 de cualquier carga, desnudas.

Separacion no superior a "h" por altura de montaje		Techo	80%			50%			10%		
		Pared	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
Categoría 1  2 lámparas desnudas cualquier carga	h=1.5	RCL									
	1	0.83	0.79	0.75	0.79	0.76	0.72	0.73	0.70	0.70	
	2	0.71	0.65	0.60	0.68	0.62	0.57	0.62	0.58	0.58	
	3	0.62	0.55	0.49	0.59	0.53	0.47	0.55	0.49	0.49	
	4	0.55	0.47	0.41	0.52	0.45	0.39	0.48	0.42	0.42	
	5	0.48	0.40	0.34	0.46	0.38	0.33	0.42	0.36	0.36	
	6	0.43	0.35	0.29	0.41	0.41	0.28	0.38	0.31	0.31	
	7	0.38	0.30	0.25	0.36	0.36	0.24	0.34	0.27	0.27	
	8	0.34	0.26	0.21	0.33	0.33	0.21	0.30	0.24	0.24	
	9	0.30	0.23	0.18	0.30	0.30	0.18	0.27	0.21	0.21	
10	0.28	0.21	0.16	0.27	0.27	0.15	0.25	0.19	0.19		

### 3.3 Metodología para el cálculo de demandas de aire acondicionado de un recinto.

A diferencia del cálculo de iluminación, el cálculo de demandas de aire acondicionado para un recinto es, si no más complicado, sí más extenso. Este cálculo se realizó utilizando el sistema inglés de unidades bajo la siguiente metodología, de acuerdo a la norma AMICA y al Ing. Mario Ocaña Bravo:

1. Determinar las condiciones del proyecto. Esto incluye la localidad o ciudad y su ubicación geográfica (latitud y longitud), así como el largo, ancho, y área del local. También se deben especificar la orientación de la entrada principal y si está expuesta o no a la radiación solar.
2. Especificar los datos climatológicos. Se deben mencionar las temperaturas de diseño para verano de bulbo seco y de bulbo húmedo para la ciudad base del estudio; éstos los podemos encontrar en la tabla 3.15. En caso de no existir dichos datos, se utilizarán las condiciones de diseño de una ciudad con condiciones ambientales similares. A su vez, se deben obtener los valores de humedad relativa y específica con los valores de temperaturas obtenidos de la misma tabla.

**Tabla 3.15** Condiciones exteriores de diseño para algunas ciudades del estado de Veracruz.

CONDICIONES EXTERIORES DE DISEÑO PARA ALGUNAS CIUDADES DEL ESTADO DE VERACRUZ												
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
ESTADO	Posicion Latitud	Geografica Longitud	Altura S.N.M.	Presion Barometrica		Temp. Max.-Ext.-	Temps. De calculo		Grados dias anuales	Temp. Min. Ext.	Temp. De calculo	Grados dias anuales
				Mb	MM Hg	°C	BS	BH	°C	°C		
VERACRUZ	N	W	M									
Jalapa	19° 32'	96° 55'	1399	863	647	34.6	32	21	245	+ 2.2	+ 6	208
Orizaba	18° 51'	97° 05'	1246	878	659	37.0	34	21	184	+ 1.5	+ 6	134
Veracruz	19° 12'	96° 08'	16	1011	758	35.6	33	27	1763	+ 9.6	+ 13	

3. Definir las dimensiones del local, como superficie, altura de piso a losa de techo, altura de muros, altura de cancelería de aluminio (de existir) y dimensiones de las ventanas en cada muro.
4. Detallar las características de los materiales de edificación para piso, techo, muros, colindancias y exposición solar para aplicar la tabla 3.16.

**Tabla 3.16** Factores de ganancia por transmisión.

FACTORES DE GANANCIA POR TRANSMISION						
CONCEPTOS	FACTORES					
	PARA ENFRIAMIENTO			PARA CALEFACCION		
VENTANAS:						
con vidrio sencillo	1.13			1.13		
con vidrio doble	0.50			0.50		
MUROS:						
expuestos al sol	0.43			0.43		
muros sombreados	0.36			0.36		
DIVISIONES EXTERIORES	0.40			0.40		
TECHOS CON FALSO PLAFOND	0.48			0.48		
PISOS:						
con local abajo	0.48			0.48		
con sotano abajo	0.40			0.40		
sobre el terreno	0.00			0.00		
TECHOS:	sin plafond	con plafond	con desván	sin plafond	con plafond	con desván
de concreto sin aislamiento	1.20	1.07	0.93	0.60	0.35	0.30
const. Ligera sin aislamiento	1.87	1.60	1.33	0.80	0.40	0.35
con aislamientos	0.80	0.67	0.67	0.15	0.13	0.13

5. Especificar las luminarias que comprenden el sistema de iluminación del local, así como el equipo y los aparatos que hay en el mismo, como computadoras, impresoras, multifuncionales, sumadoras, etc. para determinar la ganancia de calor debida a los mismos utilizando la tabla 3.17.
6. Determinar el número de ocupantes en el local, así como el tipo de actividad que realizan así como la máxima asistencia de personas, el horario de permanencia de dichas personas y el tiempo promedio de acceso y retiro de las mismas. De aquí obtendremos la ganancia de calor sensible y latente debida a personas con la tabla 3.24 y las condiciones de diseño interiores con la tabla 3.18.

**Tabla 3.17** Ganancia de calor debida a aparatos y accesorios diversos.

GANANCIA DE CALOR DEBIDA A APARATOS Y ACCESORIOS DIVERSOS									
Valores recomendables para uso promedio Btu/Hr.									
A P A R A T O S	ELECTRICOS						GAS		
	VAPOR								
	Cuando exista campana de dimensiones y salida de aire adecuadas, utilice el 50% de los valores siguientes:								
	Sensible	Latente	Total	Sensible	Latente	Total	Sensible	Latente	Total
Cafetera para calentar agua 2 lts.	900	220	1120	1350	350	1700	-----	-----	-----
Unidad cafetera agua caliente 15 lts.	4800	1200	6000	2700	1800	9000	-----	-----	-----
Cafetera restaurant 12 lts.	2200	1500	3700	2500	2500	5000	2400	1600	4000
Cafetera restaurant 20 lts.	3400	2300	5700	3900	3900	7800	3400	2000	5700
Cafetera para calentar café 2 lts.	230	60	290	400	100	500	-----	-----	-----
Aditamento para calentar comida y platos, por pie cuadrado superficie	350	350	700	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Aditamento para calentar solamente comida , por pie cuadrado superficie	-----	-----	-----	850	450	1300	400	500	900
Aditamento para preparar comida por pie cuadrado de área de cocimiento	3500	5000	8500	6000	4000	10000	-----	-----	-----
Plancha caliente por pie cuadrado área	3000	1600	4600	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Parrilla para carnes, por pie cuadrado	4700	2500	7200	10000	2500	12500	-----	-----	-----
Parrilla para sandwich por pie cuadrado área	2700	700	3400	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Secador de pelo por aire	2300	400	2700	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Secador para pelo	1870	330	2200	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Sistema para secar pelo 5 personas	-----	-----	-----	15000	4000	19000	-----	-----	-----
Sistema para secar pelo 10 personas	-----	-----	-----	21000	6000	27000	-----	-----	-----
Estufas pequeñas por pie cuad. Sup.	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Con plancha	-----	-----	-----	3300	3300	6600	-----	-----	-----
Con parrilla	-----	-----	-----	3600	3600	7200	-----	-----	-----
Sin plancha	-----	-----	-----	4200	4200	8400	-----	-----	-----
Tostador de banda, 2 piezas	5100	1300	6400	7700	3300	11000	-----	-----	-----
Tostador de banda, 4 piezas	6100	2600	8700	12000	5000	17000	-----	-----	-----
Tostador automático por pieza	37	8	45	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Wafiera, 20 waffles por hora	1100	750	1850	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Aditamento luz neón (Tubo 1/2") por Pie de tubo	30	0	30	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Maquina para hacer permanente	850	150	1000	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Esterilizador de instrumentos	650	1200	1850	-----	-----	-----	-----	-----	-----

**Tabla 3.18** Ganancia de calor debida a personas.

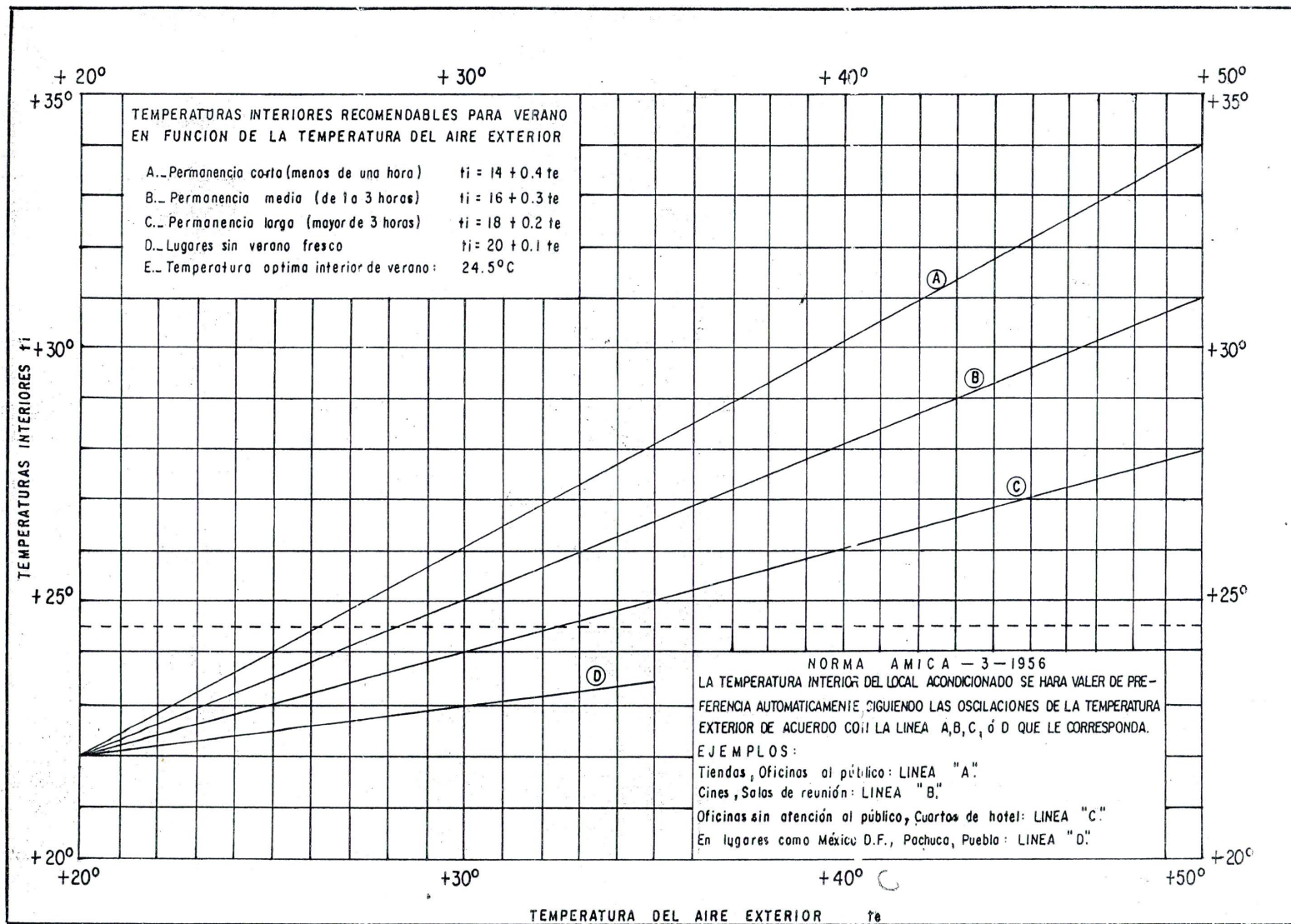
GANANCIA DE CALOR DEBIDA A PERSONAS					
GRADO DE ACTIVIDAD	APLICACIÓN TÍPICA	CALOR TOTAL ADULTOS BTU/Hr.	CALOR TOTAL AJUSTADO BTU/Hr.	CALOR SENSIBLE BTU/Hr.	CALOR LATENTE BTU/Hr.
Sentadas descansando	Cine- matinée	390	330	180	150
	Cine- tarde	390	350	195	155
Sentadas trabajo ligero	Oficinas, hoteles, departamentos	450	400	195	205
Actividad moderada trabajo oficina	Oficinas, hoteles, departamentos	475	450	200	250
Paradas, trabajo ligero, caminando poco	Tiendas, almacenes, supermercados	550	450	200	250
Caminando, sentadas	Farmacias	550	500	200	300
Paradas, caminando despacio					
Trabajando poco	Restaurant	490	550	220	330
Trabajando sentadas	Fabrica	800	750	230	530
Bailando moderadamente	Salón de baile	900	850	245	605
Caminando, 5 Km/Hr.	Fabrica	1000	1000	300	700
Trabajando ligero pesado		1000	1000	300	700
Jugando boliche	Boliche	1500	1450	465	985
Trabajo pesado	Fabricas	1500	1450	465	985

7. Ganancia de calor por efecto solar a través de vidrios. Utilizando la tabla 3.19, aproximando la latitud norte de la ciudad, buscamos el factor máximo en la columna de la orientación respectiva de cada vidrio. Al pie de dicha tabla se busca si el factor de corrección es aplicable o no e inmediatamente, se aplica la tabla 3.20 para obtener el coeficiente de transferencia de calor por efecto solar. Inmediatamente, se llena la tabla 3.21 con los factores obtenidos y se obtiene un subtotal de la carga sensible.

**Tabla 3.19** Ganancia de calor por efecto solar a través de vidrio.

GANANCIA DE CALOR POR EFECTO SOLAR A TRAVÉS DE VIDRIO BTU/(HR.) (PIE CUAD.)										
LATITUD NORTE	MESES DEL AÑO	EXPUESTO LATITUD NORTE								
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HORIZ.
20°	JUNIO	26	154	160	73	14	73	160	154	250
	JULIO Y MAYO	19	138	163	85	14	85	163	138	251
	AGOSTO Y ABRIL	11	118	165	113	26	113	165	118	247
	SEPT. Y MARZO	10	87	163	140	65	140	163	87	233
	OCT. Y FEBRERO	9	52	147	160	111	160	147	52	208
	NOV. Y ENERO	8	26	128	164	141	164	128	26	180
	DICIEMBRE	8	18	121	167	149	167	121	18	170
	Correcciones a la ganancia de calor por efecto solar	Para ventanas con marco de acero o sin marco, multiplicar por 1.17	Corrección por altitud +0.7% por cada 1000 pies							





**Figura 3.9** Temperaturas interiores recomendables para verano.

**Tabla 3.20** Coeficientes de transferencia de calor por efecto solar a través de vidrio.

COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE CALOR POR EFECTO SOLAR A TRAVES DE VIDRIO										
TIPO DE VIDRIO	Vidrio sin sombra	Persiana Veneciana INTERIOR			Persiana EXTERIOR		Cortina Metálica EXTERIOR		Cornisa o Marquesina EXTERIOR	
		Color Claro	Lig. Obsc.	Color Obsc.	Color claro	Claro Ext. Obsc. Int.	Ligs. Obs.	Color Obs.	Color Claro	Color Medio u obscuro
VIDRIO ORD.	1.00	0.56	0.65	0.75	0.15	0.13	0.22	0.15	0.20	0.25
VIDRIO 6.3 mm.	0.94	0.56	0.65	0.74	0.14	0.12	0.21	0.14	0.19	0.24

**Tabla 3.21** Subtotal de carga sensible por efecto solar en vidrios.

Orientación	Área		Factor 1 (Tabla 3.19)	Factor 2 (Tabla 3.19)	Factor 3 (Tabla 3.20)	BTU/hr = L*A*F1*F2*F3
	L	A				
Subtotal de la carga sensible						

8. Ganancia de calor por transmisión en vidrios. Se utiliza la ecuación de Fourier para el cálculo de calor transferido en función del coeficiente de transmisión obtenido de la tabla 3.16 y se obtiene la diferencia de tbs externa e interna. Así, tenemos la tabla 3.22:

**Tabla 3.22** Subtotal de carga sensible por transmisión en vidrios.

Orientación	Área		U	$\Delta T_{bs}$	BTU/hr = L*A*U*\Delta Tbs
	L	A			
Subtotal de la carga sensible					

9. Ganancia de calor por transmisión en muros. Realizamos la misma operación que en el punto anterior, pero ahora con los muros expuestos al sol, el techo y el piso. Así, tenemos la tabla 3.23.

**Tabla 3.23** Subtotal de carga sensible por transmisión en muros.

Orientación	Área		U	ΔTbs	BTU/hr = L*A*U*ΔTbs
	L	A			
	Subtotal de la carga sensible				

10. Ganancia de calor debido a las personas. Se determinan los valores de calor sensible y calor latente para las personas que concurren al local, dependiendo del trabajo que realicen dentro del mismo. De esta manera, ubicamos los datos obtenidos en la tabla 3.24.

**Tabla 3.24** Subtotal de carga sensible y latente debido a personas.

PERSONAS	C.S.	C.L.	BTU/hr (CS)	BTU/hr (CL)
Subtotal de la carga sensible				
Subtotal de la carga latente				

11. Ganancia de calor por alumbrado y equipo. Se determina la cantidad de Watts debida a este rubro y se aplica un factor de conversión de 3.412128 para convertir de Watts a BTU/hr, considerándose como calor sensible impuesto al local. Además, se localizan los equipos existentes en el local, en la tabla 3.17 para determinar la aportación de calor sensible y calor latente al mismo.

**Tabla 3.25** Ganancia de calor por alumbrado y equipo.

Cantidad	Descripción	Capacidad	Total Watts	BTU/hr (CL)	BTU/hr (CS)
Subtotal					

12. Ganancia de calor por infiltración o ventilación. La cantidad de aire de infiltración (PCM) se puede calcular de la siguiente forma:

$$PCM = (H \times L \times W \times AC) / 60 \quad (3.14)$$

donde:

H = altura del local en pies.

L = largo del local en pies.

W = ancho del local en pies.

AC = cambios de aire por hora.

Consultando la tabla 3.26, dependiendo de la cantidad de lados expuestos y del tipo de cierre, obtenemos el valor de AC el cual llevamos a la fórmula 3.14. A su vez, agregamos el valor de infiltración por cada persona que pasa por la puerta hacia el interior, el cual se considera de 50 ft<sup>3</sup>/min.

**Tabla 3.26** Infiltración de aire.

<b>INFILTRACION</b>				
TIPO DE LOCAL O EDIFICIO	CAMBIOS DE AIRE POR HORA			
	VERANO		INVIERNO	
	CIERRE ORDINARIO	CIERRE HERMETICO	CIERRE ORDINARIO	CIERRE HERMETICO
Sin ventanas o sin puertas exteriores	0.3	0.15	0.5	0.25
Pasillo de entrada (Hall)	1.20-1.80	0.60-0.90	2.00-3.00	1.00-1.50
Recepción	1.2	0.6	2.00	1.00
Baños	1.2	0.6	2.00	1.00
Infiltración a través de ventanas:				
Cuartos, 1 lado expuesto	0.60	0.30	1.00	0.50
Cuartos, 2 lados expuestos	0.90	0.45	1.50	0.75
Cuartos, 3 lados expuestos	1.20	0.60	2.00	1.00
Cuartos, 4 lados expuestos	1.20	0.60	2.00	1.00

Los cálculos de ventilación se basan en la tabla 3.27 y se multiplica el valor recomendable por la máxima cantidad de personas en el local. Después de obtener ambos valores (ventilación e infiltración), se comparan y se toma el valor mayor, agregándolo a la fórmula:

$$PCM \times \Delta t_{bs} \times 1.08 \quad (3.15)$$

**Tabla 3.27** Ganancia de calor por ventilación.

VENTILACION				
APLICACIÓN	FUMANDO	AIRE EXTERIOR		
		PCM por persona		PCM por pie cuadrado
		Recomendable:	Mínimo:	Mínimo:
Departamento	Algunos	20	15	0.33
Bancos	Ocasionalmente	10	7.5	-----
Peluquerías	Considerable	15	10	-----
Salones de Belleza	Ocasionalmente	10	7.5	-----
Bares	Bastante	30	25	-----
Tiendas	Nadie	7.5	5	0.05
Farmacias	Considerable	10	7.5	-----
Fabricas	Nadie	10	7.5	0.10
Funerarias	Nadie	10	7.5	-----
Hospitales-privados	Nadie	30	25	0.33
Hospitales-guarderías	Nadie	20	15	-----
Cuartos de hotel	Bastante	30	25	0.33
Salones de juntas	Demasiado	50	30	1.25
Oficinas-privadas	Nadie	25	15	0.25
Oficinas-generales	Algunos	15	10	-----
Restaurantes	Considerable	15	12	-----
Cafeterías	Considerable	12	10	-----
Teatros	Nadie	7.5	5	-----

El aire por concepto de ventilación, deberá calcularse como sigue:

..... PCM por persona X..... Personas = .....PCM o  
 ..... PCM por pie cuadrado X..... Pies cuadrados = .....PCM

Así tenemos la tabla siguiente:

**Tabla 3.28** Subtotal de cargas por infiltración o ventilación.

Calor sensible			
PCM	$\Delta Tbs$	Factor	BTU/hr
		1.08	

13. Capacidad teórica. Se recopilan los datos obtenidos en las tablas de ganancia de calor y se completa la tabla 3.29 para obtener el calor total teórico emitido en el local. A esto agregaremos entre 5 Y 10% de ese valor para ajustar la apreciación de factores en las tablas utilizadas (tipos de materiales, cantidad variable de personas, utilización de equipo eléctrico, etc.) y así determinaremos las toneladas de refrigeración necesarias dividiendo dicho valor entre 12,000. El valor resultante nos ayudará a determinar el (los) equipo (s) necesario (s) para obtener un correcto enfriamiento en el local.

**Tabla 3.29** Ganancia de calor en el local.

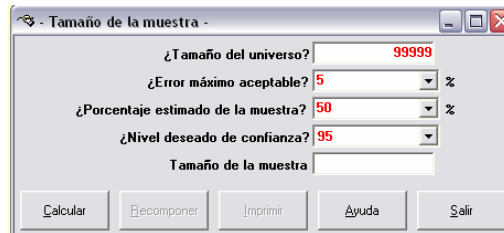
<b>GANANCIA DE CALOR</b>		
	<b>SENSIBLE</b>	<b>LATENTE</b>
Por efecto solar a través de vidrios		
Por transmisión en vidrios		
Por transmisión en muros, techo y piso		
Por las personas		
Por alumbrado y equipo		
Por infiltración o ventilación		
Subtotal (BTU/hr)		
Calor Total (BTU/hr)		

### **3.4 Evaluación estadística para la determinación del tamaño de la muestra y los equipos a evaluar.**

Mediante el uso del programa STATS®, se determina el tamaño de la muestra de la cual se tomarán los datos necesarios para conocer los consumos de electricidad de los equipos y, posteriormente, se determinan los números aleatorios, los cuales nos especificarán qué equipos serán a los que se realice la toma de datos. La metodología, obtenida de la ayuda del programa, es la siguiente:

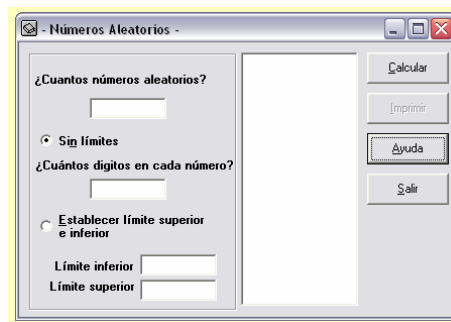
1. Obtener la muestra. Por ejemplo, si está calculando una muestra de residentes en una ciudad de 50,000 habitantes, el universo será de 50,000. Pero para un universo mayor de 99,999 el programa está diseñado para quedarse en 99,999. Esto es por teoría de muestreo.
2. Error máximo aceptable es la exactitud probabilística que se desea lograr. Con el mouse se debe oprimir en la flecha para establecer el máximo porcentaje aceptable de error, desde 1 hasta 20%.
3. Nivel de porcentaje estimado es la mejor forma de determinar el porcentaje de la respuesta. Por ejemplo, si está tratando de estimar el porcentaje de población de personas con ojos color miel, oprima con el mouse en la flecha respectiva para establecer el porcentaje estimado de personas con ojos de dicho color. Este valor varía desde 1 hasta 99%.
4. Nivel deseado de confianza sirve para determinar el nivel de certeza deseado para los resultados. Por ejemplo, el nivel de confiabilidad establecido puede ser de 80, 90, 95 y 99%.

5. Cuando todos los valores estén establecidos, se oprime el botón Calcular para determinar el tamaño de la muestra. El resultado que obtenido será el número de casos necesarios para tener representatividad del universo o población con los niveles de posibilidad de error y confianza que se establecieron.



**Figura 3.10** Ventana para determinar el tamaño de la muestra, en el programa STATS®.

6. Luego, en el subprograma “Números aleatorios”, se capturará el número de números aleatorios que se requieren generar en la celda Cuántos números aleatorios.
7. Después, se seleccionará “Sin límites” o “Establecer límites superior y inferior”. Si elige Sin límites, el programa automáticamente creará un número aleatorio. Si elige Establecer límites superior e inferior, el programa no prestará atención al número de dígitos en la celda y empezará con números aleatorios entre los límites (o los rangos).
8. Oprimir el botón para Calcular los números aleatorios producidos.
9. En caso de repetirse los números aleatorios, se deberán contar cuántos de éstos están repetidos e ingresar de nuevo esa cantidad en la opción de “Cuántos números aleatorios”, sin modificar los límites.



**Figura 3.11** Ventana del subprograma “Números aleatorios” del programa STATS®.

### **3.5 Etapas en la realización de una auditoría energética.**

La adecuada realización de una auditoría energética comienza por una fase de revisión documental apoyada a entrevistas de personas clave de la empresa, en lo que se refiere a aspectos energéticos; esta es la fase denominada como “de gestión” y en ella entrevistaremos a toda aquella persona que pueda aportar información relevante sobre los procesos de la empresa y los equipos involucrados en los mismos. Las entrevistas, para poder ser eficaces, deben tener un cuestionario previo el cual debe ser entregado a los entrevistados con anticipación. Este cuestionario debe ayudarnos a obtener información sobre fuentes de energía, sus suministradores, las tarifas y los contratos, frecuencia de las revisiones energéticas, existencia de un registro estadístico sobre la evolución de parámetros, si se analizan regularmente las pérdidas de energía, tendencias mensuales y anuales de consumos energéticos y si existen planes de inversión para mejorar la eficiencia energética.

Esta fase de gestión deberá culminar con un informe y con la realización detallada de la fase de auditoría detallada en la cual se realiza una toma de datos real sobre los procesos que están analizándose.

La auditoría detallada emplea como documento base el plan establecido como conclusión de la fase anterior e incluye la realización de actividades como:

- Balances energéticos en las partes en las que se haya subdividido el proceso.
- Análisis de costos totales de la energía.
- Reparto de costos adicionales tales como los de distribución. Así, en electricidad existen costos de transformación general en la entrada, pérdidas de líneas de distribución interna, factor de penalización, continuidad del servicio eléctrico, filtrado de armónicos y cualquier otra medida ligada con la calidad del suministro.
- Si hubiese planta de cogeneración, deberá estar considerada en el análisis. Dentro de esta consideración se deberán de verificar los precios de compensación por la energía que se ceda, tratando de minimizar la energía comprada.

Una vez finalizada esta fase, se elaborará el informe final de la auditoría energética el cual, además de incluir los datos recogidos en las etapas anteriormente descritas, contendrá:



- Presentación de medidas de mejora, cada una de las cuales llevará:
  - Descripción de la medida.
  - Posibles suministradores.
  - Estimación del coste de inversión.
  - Estimación del ahorro energético que produce.
  - Estimación simple de su rentabilidad.
- Presentación de las medidas de mejora que no requieren inversión sino solamente un gasto bajo o incluso nulo. En estas se deberá de dar información suficiente para proceder a su implantación lo más pronto posible.

### **3.6 La teoría de errores de mediciones.**

Cuando se realizan diversas mediciones, es importante notar que ningún valor registrado de un parámetro dado es perfectamente preciso. En todo proceso de medición existen limitaciones dadas por los instrumentos usados, el método de medición, el observador (u observadores) que realizan la medición. Asimismo, el mismo proceso de medición introduce errores o incertezas. El resultado de la medición es un valor modificado del original debido a la inevitable interacción que se debe realizar. Nunca se puede medir algo exactamente, por lo tanto se trata de minimizar el error, y para esto se desarrolló la teoría de error. Si no se conoce el error en una medición no se conoce que tan confiable es el resultado, por eso es que un resultado experimental sin un error asociado no representa nada.

Tanto los instrumentos que usamos para medir como las magnitudes mismas son fuente de incertezas al momento de medir. Los instrumentos tienen una precisión finita, por lo que, para un dado instrumento, siempre existe una variación mínima de la magnitud que puede detectar. Esta mínima cantidad se denomina la apreciación nominal del instrumento.

### 3.6.1 Clasificación de los errores.

Existen varias formas de clasificar y expresar los errores de medición. Según su origen los errores pueden clasificarse del siguiente modo:

- Errores introducidos por el instrumento.

Error de apreciación,  $\varepsilon_{ap}$ . Si el instrumento está correctamente calibrado la incertidumbre que tendremos al realizar una medición estará asociada a la mínima división de su escala o a la mínima división que podemos resolver con algún método de medición. Nótese que no decimos que el error de apreciación es la mínima división del instrumento, sino la mínima división que es discernible por el observador. La mínima cantidad que puede medirse con un dado instrumento la denominamos apreciación nominal. El error de apreciación puede ser mayor o menor que la apreciación nominal, dependiendo de la habilidad (o falta de ella) del observador. Así, es posible que un observador entrenado pueda apreciar con una regla común fracciones del milímetro mientras que otro observador, con la misma regla pero con dificultades de visión sólo pueda apreciar 2 mm.

Error de exactitud,  $\varepsilon_{exac}$ . Representa el error absoluto con el que el instrumento en cuestión ha sido calibrado.

- Error de interacción,  $\varepsilon_{int}$ . Esta incerteza proviene de la interacción del método de medición con el objeto a medir. Su determinación depende de la medición que se realiza y su valor se estima de un análisis cuidadoso del método usado.
- Falta de definición en el objeto sujeto a medición,  $\varepsilon_{def}$ . Como se dijo antes, las magnitudes a medir no están definidas con infinita precisión. Con este parámetro, designamos la incertidumbre asociada con la falta de definición del objeto a medir y representa su incertidumbre intrínseca.

En general, en un dado experimento, todas estas fuentes de incertidumbres estarán presentes, de modo que resulta útil definir el error nominal de una medición  $\varepsilon_{nom}$ , como:

$$\varepsilon_{nom}^2 = \varepsilon_{ap}^2 + \varepsilon_{exac}^2 + \varepsilon_{int}^2 + \varepsilon_{def}^2 \quad (3.16)$$

Este procedimiento de sumar los cuadrados de los errores es un resultado de la estadística, y proviene de suponer que todas las distintas fuentes de error son independientes una de otras. <sup>(6,23)</sup>

Los errores pueden ser clasificados en sistemáticos, estadísticos e ilegítimos o espurios.

- Errores sistemáticos ( $\epsilon_{\text{exac}}$ ). Se originan por los desperfectos de los métodos de medición. Por ejemplo, un reloj que se atrasa o adelanta, o una regla dilatada. Los errores introducidos por estos instrumentos o métodos imperfectos afectarán los resultados siempre en un mismo sentido.
- Errores estadísticos ( $\epsilon_{\text{est}}$ ). Son los que se producen al azar. En general son debidos a causas múltiples y fortuitas. Ocurren cuando, por ejemplo, nos equivocamos en contar el número de divisiones de una regla, o si estamos mal ubicados frente al fiel de una balanza. Estos errores pueden cometerse con igual probabilidad por defecto como por exceso. Por tanto, midiendo varias veces y promediando el resultado, es posible reducirlos considerablemente.
- Errores ilegítimos o espurios. Si se equivoca en el número introducido al introducir un valor en una fórmula o se usa una expresión inadecuada o se hace en unidades incorrectas, se habrá cometido un error. “A este tipo de errores no se aplica la teoría estadística de errores y el modo de evitarlo consiste en una evaluación cuidadosa de los procedimientos realizados en la medición”.

Cuando se desea combinar los errores sistemáticos con los estadísticos, la prescripción usual es sumar los cuadrados de los errores absolutos y luego tomar la raíz cuadrada de este resultado, como lo indica la ecuación 3.17. Si estamos midiendo una magnitud  $Z$ , el error final o combinado o efectivo de  $Z$ ,  $\Delta Z$ , vendrá dado por:

$$\Delta Z = \sqrt{\epsilon_{\text{est}}^2 + \epsilon_{\text{nom}}^2} = \sqrt{\epsilon_{\text{est}}^2 + \epsilon_{\text{ap}}^2 + \epsilon_{\text{exac}}^2 + \epsilon_{\text{int}}^2 + \epsilon_{\text{def}}^2} \quad (3.17)$$

“Un modo de minimizar la incidencia de los errores estadísticos, es realizar varias mediciones del mesurando. Dado el carácter al azar de los este tipo de errores es claro que, al promediar los resultados, el promedio estará menos afectado de las desviaciones estadísticas que los valores individuales”.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> Gil, Salvador, et. al. “Física re-creativa: experimentos de física usando nuevas tecnologías”, Prentice Hall, Argentina, 2001.

## **CAPÍTULO IV**

## CAPÍTULO IV. CÁLCULOS Y ANÁLISIS.

### 4.1 Cálculo del banco de capacitores para mejorar el factor de potencia.

De acuerdo con la metodología explicada anteriormente, se calculará la potencia del banco de capacitores para procurar que el factor de potencia no baje de 90. Lo anterior, para evitar recargos por bajo factor de potencia y obtener bonificaciones por uno alto.

Se tomará como referencia un factor de potencia de 88.02, registrado en Enero de 2008 y se recalculará el factor de potencia máximo registrado en el último año, que es de 96.52, obtenido en Junio de 2007. Esto es para saber cuál sería el máximo factor de potencia que tendríamos.

De la factura del proveedor eléctrico, tenemos que: kWh = 18,648

$$FP = 0.8802$$

$$d = 32$$

$$kVA_{rh} = 10,056$$

Se calculan las potencias activa y reactiva inmediatas consumidas:

$$P_a = P/(d*24)$$

$$P_a = 18648/(32*24)$$

$$P_a = 24.28125$$

$$Q_a = P_r/(d*24)$$

$$Q_a = 10056/(32*24)$$

$$Q_a = 13.09375$$

Posteriormente, se calcula la potencia aparente actual:

$$S = \sqrt{(P_a^2 + Q_a^2)}$$

$$S = \sqrt{[(24.28125)^2 + (13.09375)^2]}$$

$$S = 27.58668$$

Ahora, con el Factor de Potencia deseado ( $FP_d$ ), se obtiene el ángulo  $\phi$ :

$$\phi = \cos^{-1} FP_d$$

$$\phi = 25.84193^\circ$$

Luego, por trigonometría, obtenemos el valor de  $Q_d$ , que será el valor de la potencia reactiva deseada:

$$Q_d = S * \sin \phi_2$$

$$Q_d = 27.58668 * \sin (25.84193)$$

$$Q_d = 12.024754$$

Finalmente, la diferencia entre  $Q_a$  y  $Q_d$  nos dará la capacidad del banco de capacitores, a instalarse para mejorar el Factor de Potencia:

$$Q_c = Q_a - Q_d$$

$$Q_c = 13.09375 - 12.024754$$

$$Q_c = 1.0146 \text{ kVAr}$$

De catálogos de proveedores, se encuentra que la menor capacidad de un banco de capacitores es de 5kVAr, por lo que se realizan los nuevos cálculos y se tiene:

$$Q_c = 5 \text{ kVAr}$$

$$Q_d = Q_a - Q_c$$

$$Q_d = 13.09375 - 5$$

$$Q_d = 8.09375$$

$$Q_d = S * \sin \phi_2$$

$$\phi_2 = \arcsin (Q_d/S)$$

$$\phi_2 = \arcsin (8.09375/27.58668)$$

$$\phi_2 = 29.77745$$

$$FP = \cos \phi_2$$

$$FP = 95.59$$

A continuación, se recalcula el máximo Factor de Potencia (96.52) suponiendo que se tenía instalado el banco de capacitores de 5 kVAr, cuando fue tomada la lectura del medidor:

De la factura del proveedor eléctrico, tenemos que:

$$\text{kWh} = 45,864$$

$$\text{FP} = 0.9652$$

$$d = 31$$

$$\text{kVArh} = 12,43$$

Se calculan las potencias activa y reactiva inmediatas consumidas:

$$P_a = P/(d*24)$$

$$P_a = 45,864/(31*24)$$

$$P_a = 61.645161$$

$$Q_a = P_r/(d*24)$$

$$Q_a = 12,432/(31*24)$$

$$Q_a = 16.709677$$

Posteriormente, se calcula la potencia aparente actual, la potencia reactiva deseada, el nuevo ángulo del triángulo de potencias y, por último, el factor de potencia que se tendría:

$$S = \sqrt{(P_a^2 + Q_a^2)}$$

$$S = \sqrt{[(61.645161)^2 + (16.709677)^2]}$$

$$S = 63.869704$$

$$Q_c = 5 \text{ kVAr}$$

$$Q_d = Q_a - Q_c$$

$$Q_d = 16.709677 - 5$$

$$Q_d = 11.709677$$

$$Q_d = S * \sin \phi_2$$

$$\phi_2 = \arcsin (Q_d/S)$$

$$\phi_2 = \arcsin (11.709677/63.869704)$$

$$\phi_2 = 10.564188$$

$$FP = \cos \phi_2$$

$$FP = 98.305$$

Como se puede observar, la instalación del banco de capacitores ayudará a mantener siempre el factor de potencia por encima de 94%, por lo que se aumentará la bonificación por este rubro. A su vez, se impedirá tener recargos por bajo factor de potencia.

#### 4.2 Cálculos de iluminación.

De acuerdo a la metodología expuesta anteriormente, se realizaron estos cálculos para determinar si el nivel de iluminación era adecuado en las diferentes áreas. Posteriormente, se comprobó con un luxómetro la veracidad de dichos cálculos.

A continuación se presentan los cálculos de iluminación de diversas áreas, utilizando como base la tabla 3.5.

##### 4.2.1 Cálculo de iluminación en almacén.

A continuación se presenta el cálculo de iluminación en el almacén, tomando como base las luminarias actuales.

**Tabla 4.1** Cálculo de iluminación en almacén con las luminarias actuales.

<b>CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL</b>	
Largo (m)	6.85
Ancho (m)	4.72
Área (m <sup>2</sup> )	32.395
Nivel de iluminación recomendado (lux)	200
Cavidad de local (m)	2.10
Relación de Cavidad de Local	3.7574229
Ambiente	Limpio
<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS</b>	
Marca	GE



**Tabla 4.1** Continuación...

Potencia (W)	2x39 T-12 (78 W)
Cantidad de luminarias	3
Energía total consumida (W)	234
Color (°K)	6,500
Lúmenes por luminaria (lum)	5,900
Categoría de mantenimiento	V
Ciclo de limpieza (meses)	12
Tipo de iluminación	Directo
Periodo (s) de uso aproximado (s) (hrs)	L-S: 7am – 6pm
<b>REFLECTANCIAS</b>	
Techo (%)	80 (blanco)
Pared (%)	40 (blanco)
Coefficiente de Utilización	0.61680672
Tabla utilizada	
<b>PÉRDIDAS</b>	
Factor de balastro (<1)	0.95
Depreciación de los lúmenes de las lámparas (<1)	No disponible
Depreciación por polvo en el luminario (<1)	0.89 (amb. limpio)
Depreciación por suciedad del local (<1)	0.95 (10% deprec)
Lámparas inutilizadas (<1)	1 (todas en uso)
Factor de pérdidas totales (FB*DLL*DPL*DPSL*LI)	0.803225
<b>CANTIDAD DE LUMINARIAS</b>	2.21 (3)
<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN CALCULADO (lux)</b>	270.69
<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN MEDIDO (lux)</b>	210

El área se encuentra correctamente iluminada. Para buscar un ahorro de energía, recurriremos a la utilización de luminarias con mayor eficiencia y a la disminución de las pérdidas por suciedad.

**Tabla 4.2** Cálculo de iluminación en almacén con las luminarias propuestas para el ahorro de energía.

<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS</b>	
Marca	GE
Potencia (W)	2x21 T-5(42 W)
Cantidad de luminarias	3
Energía total consumida (W)	126
Ahorro de energía eléctrica (W)	108
Color (°K)	6,500
Lúmenes por luminaria (lum)	4,200
Categoría de mantenimiento	V
Ciclo de limpieza (meses)	3
Tipo de iluminación	Directo
Periodo (s) de uso aproximado (s) (hrs)	L-S: 7am – 6pm

**Tabla 4.2** Continuación...

<b>REFLECTANCIAS</b>	
Techo (%)	80 (blanco)
Pared (%)	40 (blanco)
Coefficiente de Utilización	0.641478988
Tabla utilizada	3.10
<b>PÉRDIDAS</b>	
Factor de balastro (<1)	0.97
Depreciación de los lúmenes de las lámparas (<1)	No disponible
Depreciación por polvo en el luminario (<1)	0.97 (amb. limpio)
Depreciación por suciedad del local (<1)	0.98 (10% deprec)
Lámparas inutilizadas (<1)	1 (todas en uso)
Factor de pérdidas totales (FB*DLL*DPL*DPSL*LI)	0.922082
<b>CANTIDAD DE LUMINARIAS</b>	2.602 (3)
<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN CALCULADO (lux)</b>	210.5224

#### 4.2.2 Cálculo de iluminación en cocina.

A continuación se presenta el cálculo de iluminación en cocina, tomando como base las luminarias actuales.

**Tabla 4.3** Cálculo de iluminación en almacén con las luminarias actuales.

<b>CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL</b>	
Largo (m)	9.07
Ancho (m)	6.82
Área (m <sup>2</sup> )	61.8574
Nivel de iluminación recomendado (lux)	500
Cavidad de local (m)	1.67
Relación de Cavidad de Local	2.1448431
Ambiente	sucio
<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS</b>	
Marca	Philips
Potencia (W)	2 x 75 lente prism.
Cantidad de luminarias	8
Energía total consumida (W)	1,200
Color (°K)	6,500
Lúmenes por luminaria (lum)	8,800
Categoría de mantenimiento	V
Ciclo de limpieza (meses)	18
Tipo de iluminación	Semi-directo
Periodo (s) de uso aproximado (s) (hrs)	L-S: 6:30 am a 11:30 pm D : 6.30 am a 5.30 pm
<b>REFLECTANCIAS</b>	
Techo (%)	80 (blanco)
Pared (%)	40 (bco. porcelaniz)

**Tabla 4.3 Continuación...**

Coeficiente de Utilización	0.62986098
Tabla utilizada	3.10
<b>PÉRDIDAS</b>	
Factor de balastro (<1)	0.95
Depreciación de los lúmenes de las lámparas (<1)	No disponible
Depreciación por polvo en el luminario (<1)	0.77 (amb. sucio)
Depreciación por suciedad del local (<1)	0.88 (30% deprec)
Lámparas inutilizadas (<1)	1 (todas en uso)
Factor de pérdidas totales (FB*DLL*DPL*DPSL*LI)	0.64372
<b>CANTIDAD DE LUMINARIAS</b>	5.00119 (6)
<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN CALCULADO (lux)</b>	461.44
<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN MEDIDO (lux)</b>	420

Como se puede observar, el nivel de iluminación es ligeramente deficiente. Como opción ahorradora, se propone un cambio por lámparas más eficientes, el cual se describe a continuación. La ausencia de datos en esta tabla indica que los mismos permanecen constantes.

**Tabla 4.4** Cálculo de iluminación en cocina con las luminarias propuestas para el ahorro de energía.

<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS</b>	
Marca	Philips
Potencia (W)	2x32 (lente prism)(64W)
Cantidad de luminarias	8
Energía total consumida (W)	512
Ahorro de energía eléctrica (W)	688
Color (°K)	6,500
Lúmenes por luminaria (lum)	5,600
Categoría de mantenimiento	V
Ciclo de limpieza (meses)	3
Tipo de iluminación	Directo
Coeficiente de Utilización (x 1.04 para t-8)	0.667652
<b>PÉRDIDAS</b>	
Factor de balastro (<1)	0.97 (electrónico)
Depreciación de los lúmenes de las lámparas (<1)	No disponible
Depreciación por polvo en el luminario (<1)	0.92 (amb. sucio)
Depreciación por suciedad del local (<1)	0.98 (10% deprec)
Lámparas inutilizadas (<1)	1 (todas en uso)
Factor de pérdidas totales (FB*DLL*DPL*DPSL*LI)	0.874552
<b>CANTIDAD DE LUMINARIAS</b>	9.4588 (10)
<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN</b>	528.606

#### 4.2.3 Cálculo de iluminación en oficina.

A continuación se presenta el cálculo de iluminación en oficina, tomando como base las luminarias actuales.

**Tabla 4.5** Cálculo de iluminación en oficina con las luminarias actuales.

<b>CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL</b>	
Largo (m)	4.75
Ancho (m)	4.98
Área (m <sup>2</sup> )	23.655
Nivel de iluminación recomendado (lux)	500
Cavidad de local (m)	2.05
Relación de Cavidad de Local	4.21612766
Ambiente	Limpio
<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS</b>	
Marca	Philips T-12
Potencia (W)	2x39 (lente prism.) (78W)
Cantidad de luminarias	4
Energía total consumida (W)	312
Color (°K)	6,500
Lúmenes por luminaria (lum)	5,900
Categoría de mantenimiento	V
Ciclo de limpieza (meses)	18
Tipo de iluminación	Semi-directo
Periodo (s) de uso aproximado (s) (hrs)	L-S: 9:00 am a 6:00 pm
<b>REFLECTANCIAS</b>	
Techo (%)	80 (blanco)
Pared (%)	40 (blanco)
Coefficiente de Utilización	0.49419362
Tabla utilizada	3.10
<b>PÉRDIDAS</b>	
Factor de balastro (<1)	0.95
Depreciación de los lúmenes de las lámparas (<1)	No disponible
Depreciación por polvo en el luminario (<1)	0.89 (amb. limpio)
Depreciación por suciedad del local (<1)	0.95 (10% deprec)
Lámparas inutilizadas (<1)	1 (todas en uso)
Factor de pérdidas totales (FB*DLL*DPL*DPSL*LI)	0.803225
<b>CANTIDAD DE LUMINARIAS</b>	5.05 (6)
<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN CALCULADO (lux)</b>	396.0257
<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN MEDIDO (lux)</b>	360

El área se encuentra incorrectamente iluminada. Recurriremos a disminuir la altura de montaje, ya que la iluminación requerida es para escritorios que se encuentran

directamente bajo las luminarias, así como a utilizar lámparas T-5, las cuales son más eficientes, y a disminuir las pérdidas por suciedad.

**Tabla 4.6** Cálculo de iluminación en oficina con las luminarias propuestas para el ahorro de energía.

<b>CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL</b>	
Cavidad de local (m)	1.25
Relación de Cavidad de Local	2.570809
Ambiente	Limpio
<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS</b>	
Marca	GE T-5
Potencia (W)	2x21 (lente prism.) (42W)
Cantidad de luminarias	4
Energía total consumida (W)	168
Ahorro de energía eléctrica (W)	144
Color (°K)	6,500
Lúmenes por luminaria (lum)	4,200
Ciclo de limpieza (meses)	3
Tipo de iluminación	Directo
<b>REFLECTANCIAS</b>	
Coeficiente de Utilización	0.70280407
Tabla utilizada	3.10
<b>PÉRDIDAS</b>	
Factor de balastro (<1)	0.97
Depreciación de los lúmenes de las lámparas (<1)	No disponible
Depreciación por polvo en el luminario (<1)	0.89 (amb. limpio)
Depreciación por suciedad del local (<1)	0.98 (directo)(10% dep.)
Lámparas inutilizadas (<1)	1 (todas en uso)
Factor de pérdidas totales (FB*DLL*DPL*DPSL*LI)	0.931588
<b>CANTIDAD DE LUMINARIAS</b>	4.3011 (4)
<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN CALCULADO (lux)</b>	464.99

#### 4.2.4 Cálculo de iluminación en pasillos.

Los pasillos que conducen a las habitaciones podrían dividirse en 3 para su cálculo de iluminación, ya que forman una “T”. El pasillo más largo (habs. 7 a 15) se divide, a su vez, por el recinto que sirve de salida del elevador y descanso de las escaleras y el otro es el que se encuentra perpendicular al anteriormente mencionado (habs. 1 a 6). Cabe mencionar que el pasillo largo sólo está presente en 3 pisos ya que el primero sólo cuenta con 10 habitaciones, lo que repercute en la energía total consumida por piso.

#### 4.2.4.1 Pasillo 1.

A continuación se presenta el cálculo de iluminación en el pasillo 1, tomando como base las luminarias actuales.

**Tabla 4.7** Cálculo de iluminación en el pasillo 1 con las luminarias actuales.

<b>CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL</b>	
Largo (m)	20.9
Ancho (m)	1.4
Área (m <sup>2</sup> )	29.26
Nivel de iluminación recomendado (lux)	50
Cavidad de local (m)	1.80
Relación de Cavidad de Local	6.8591
Ambiente	Limpio
<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS</b>	
Marca	TecnoLite
Potencia (W)	13
Cantidad de luminarias	6
Energía total consumida (W)	72 (x 4 = 288 W)
Color (°K)	6,500
Lúmenes por luminaria (lum)	720
Categoría de mantenimiento	III
Ciclo de limpieza (meses)	6
Tipo de iluminación	Semi-directo
Periodo (s) de uso aproximado (s) (hrs)	L-D: 7 pm a 7 am
<b>REFLECTANCIAS</b>	
Techo (%)	80 (blanco)
Pared (%)	40 (blanco)
Coefficiente de Utilización	0.5691585
Tabla utilizada	3.7
<b>PÉRDIDAS</b>	
Factor de balastro (<1)	0.95
Depreciación de los lúmenes de las lámparas (<1)	No disponible
Depreciación por polvo en el luminario (<1)	0.94 (amb. Limpio)
Depreciación por suciedad del local (<1)	0.97 (10% deprec.)
Lámparas inutilizadas (<1)	1 (todas en uso)
Factor de pérdidas totales (FB*DLL*DPL*DPSL*LI)	0.86621
<b>CANTIDAD DE LUMINARIAS</b>	4.121 (5)
<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN CALCULADO (lux)</b>	72.78901
<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN MEDIDO (lux)</b>	50

Aunque el cálculo muestra un nivel un poco más alto de iluminación, la medición con el luxómetro indica que aquél es el adecuado, por lo que no se proponen propuestas de ahorro ni nuevos cálculos para esta área.

#### 4.2.4.2 Pasillo 2.

A continuación se presenta el cálculo de iluminación en el pasillo 2, tomando como base las luminarias actuales.

**Tabla 4.8** Cálculo de iluminación en el pasillo 2 con las luminarias actuales.

<b>CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL</b>	
Largo (m)	12.65
Ancho (m)	1.4
Área (m <sup>2</sup> )	17.71
Nivel de iluminación recomendado (lux)	50
Cavidad de local (m)	1.80
Relación de Cavidad de Local	7.140033
Ambiente	Limpio
<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS</b>	
Marca	TecnoLite
Potencia (W)	15
Cantidad de luminarias	3
Energía total consumida (W)	45 (x 4 = 180 W)
Color (°K)	6,500
Lúmenes por luminaria (lum)	925
Categoría de mantenimiento	III
Ciclo de limpieza (meses)	6
Tipo de iluminación	Semi-directo
Periodo (s) de uso aproximado (s) (hrs)	L-D: 7 pm a 7 am
<b>REFLECTANCIAS</b>	
Techo (%)	80 (blanco)
Pared (%)	40 (blanco)
Coefficiente de Utilización	0.55159802
Tabla utilizada	3.7
<b>PÉRDIDAS</b>	
Factor de balastro (<1)	0.95
Depreciación de los lúmenes de las lámparas (<1)	No disponible
Depreciación por polvo en el luminario (<1)	0.94 (amb. Limpio)
Depreciación por suciedad del local (<1)	0.97 (10% deprec.)
Lámparas inutilizadas (<1)	1 (todas en uso)
Factor de pérdidas totales (FB*DLL*DPL*DPSL*LI)	0.86621
<b>CANTIDAD DE LUMINARIAS</b>	2.003 (3)
<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN CALCULADO (lux)</b>	74.866
<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN MEDIDO (lux)</b>	50

Nuevamente, el cálculo muestra un nivel de iluminación más alto, pero la medición con el luxómetro indica que aquél es el adecuado, por lo que no se plantean proposiciones de ahorro.

#### 4.2.4.2 Pasillo 3.

A continuación se presenta el cálculo de iluminación en el pasillo 3, tomando como base las luminarias actuales.

**Tabla 4.9** Cálculo de iluminación en el pasillo 3 con las luminarias actuales.

<b>CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL</b>	
Largo (m)	19.4
Ancho (m)	1.4
Área (m <sup>2</sup> )	27.16
Nivel de iluminación recomendado (lux)	50
Cavidad de local (m)	1.80
Relación de Cavidad de Local	6.8924889
Ambiente	Limpio
<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS</b>	
Marca	TecnoLite
Potencia (W)	13
Cantidad de luminarias	5
Energía total consumida (W)	65 (x 3 = 195 W)
Color (°K)	6,500
Lúmenes por luminaria (lum)	720
Categoría de mantenimiento	III
Ciclo de limpieza (meses)	6
Tipo de iluminación	Semi-directo
Periodo (s) de uso aproximado (s) (hrs)	L-D: 7 pm a 7 am
<b>REFLECTANCIAS</b>	
Techo (%)	80 (blanco)
Pared (%)	40 (blanco)
Coefficiente de Utilización	0.56698823
Tabla utilizada	3.7
<b>PÉRDIDAS</b>	
Factor de balastro (<1)	0.95
Depreciación de los lúmenes de las lámparas (<1)	No disponible
Depreciación por polvo en el luminario (<1)	0.94 (amb. Limpio)
Depreciación por suciedad del local (<1)	0.91 (10% deprec.)
Lámparas inutilizadas (<1)	1 (todas en uso)
Factor de pérdidas totales (FB*DLL*DPL*DPSL*LI)	0.81263
<b>CANTIDAD DE LUMINARIAS</b>	4.09 (5)
<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN CALCULADO (lux)</b>	61.07
<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN MEDIDO (lux)</b>	45

#### 4.2.5 Cálculo de iluminación en recepción.

A continuación se presenta el cálculo de iluminación en recepción, tomando como base las luminarias actuales.



**Tabla 4.10** Cálculo de iluminación en recepción con las luminarias actuales.

<b>CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL</b>	
Largo (m)	4.3
Ancho (m)	3.45
Área (m <sup>2</sup> )	14.835
Nivel de iluminación recomendado (lux)	200
Cavidad de local (m)	2.42
Relación de Cavidad de Local	6.3211
Ambiente	Limpio
<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS</b>	
Marca	Magg
Potencia (W)	2x26 Bi-Pin
Cantidad de luminarias	4
Energía total consumida (W)	208
Color (°K)	2,700
Lúmenes por luminaria (lum)	3,400
Categoría de mantenimiento	III
Ciclo de limpieza (meses)	9
Tipo de iluminación	Directo
Periodo (s) de uso aproximado (s) (hrs)	L-D : 24hrs
<b>REFLECTANCIAS</b>	
Techo (%)	80 (blanco)
Pared (%)	40 (blanco)
Coeficiente de Utilización	0.56598505
Tabla utilizada	3.10
<b>PÉRDIDAS</b>	
Factor de balastro (<1)	0.95
Depreciación de los lúmenes de las lámparas (<1)	No disponible
Depreciación por polvo en el luminario (<1)	0.92 (amb. limpio)
Depreciación por suciedad del local (<1)	0.97 (10% deprec)
Lámparas inutilizadas (<1)	1 (todas en uso)
Factor de pérdidas totales (FB*DLL*DPL*DPSL*LI)	0.84778
<b>CANTIDAD DE LUMINARIAS</b>	1.81865
<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN CALCULADO (lux)</b>	439.88
<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN MEDIDO (lux)</b>	390

Como se observa, la iluminación calculada sobrepasa el nivel mínimo recomendado. Como opción ahorradora, se propone un cambio por lámparas más eficientes y reducir el ciclo de limpieza para tener menor depreciación por polvo en las luminarias, lo cual se describe a continuación.

**Tabla 4.11** Cálculo de iluminación en recepción con las luminarias propuestas para el ahorro de energía.

<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS</b>	
Marca	TecnoLite
Potencia (W)	26
Cantidad de luminarias	4
Energía total consumida (W)	104
Ahorro de energía eléctrica (W)	104
Color (°K)	6,500
Lúmenes por luminaria (lum)	1,600
Categoría de mantenimiento	III
Ciclo de limpieza (meses)	3
Tipo de iluminación	Directo
Periodo (s) de uso aproximado (s) (hrs)	L-D : 24hrs
<b>REFLECTANCIAS</b>	
Techo (%)	80 (blanco)
Pared (%)	40 (blanco)
Tabla utilizada	3.10
<b>PÉRDIDAS</b>	
Factor de balastro (<1)	0.95
Depreciación de los lúmenes de las lámparas (<1)	No disponible
Depreciación por polvo en el luminario (<1)	0.98 (amb. limpio)
Depreciación por suciedad del local (<1)	0.97 (10% deprec)
Lámparas inutilizadas (<1)	1 (todas en uso)
Factor de pérdidas totales (FB*DLL*DPL*DPSL*LI)	0.90307
<b>CANTIDAD DE LUMINARIAS</b>	3.62 (4)
<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN CALCULADO (lux)</b>	220.5051

#### 4.2.6 Cálculo de iluminación en el salón “La Ola”.

A continuación se presenta el cálculo de iluminación en el salón de eventos “La Ola”, tomando como base las luminarias actuales.

**Tabla 4.12** Cálculo de iluminación en el salón “La Ola” con las luminarias actuales.

<b>CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL</b>	
Largo (m)	21.43
Ancho (m)	8.66
Área (m2)	185.5838
Nivel de iluminación recomendado (lux)	300(sala de conferencias)
Cavidad de local (m)	3.57
Relación de Cavidad de Local	2.2537042
Ambiente	Muy limpio
<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS</b>	
Marca	GE

**Tabla 4.12 Continuación...**

Potencia (W)	2x20 T-12 (40W)
Cantidad de luminarias	25
Energía total consumida (W)	1,000
Color (°K)	6,500
Lúmenes por luminaria (lum)	2,500
Categoría de mantenimiento	V
Ciclo de limpieza (meses)	12
Tipo de iluminación	Directo
Periodo (s) de uso aproximado (s) (hrs)	6 horas por evento
<b>REFLECTANCIAS</b>	
Techo (%)	80 (blanco)
Pared (%)	32 (verde)
Coefficiente de Utilización	0.5826555
Tabla utilizada	3.10
<b>PÉRDIDAS</b>	
Factor de balastro (<1)	0.95
Depreciación de los lúmenes de las lámparas (<1)	No disponible
Depreciación por polvo en el luminario (<1)	0.95 (amb. muy limpio)
Depreciación por suciedad del local (<1)	0.98 (10% deprec)
Lámparas inutilizadas (<1)	1 (todas en uso)
Factor de pérdidas totales (FB*DLL*DPL*DPSL*LI)	0.88445
<b>CANTIDAD DE LUMINARIAS</b>	43.2151
<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN CALCULADO (lux)</b>	173.5501
<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN MEDIDO (lux)</b>	150

Como se puede observar, la iluminación es deficiente en este recinto. A continuación se proponen luminarias más eficientes y con mayor tiempo de duración, con lo que conseguirá que sean sustituidas con menor frecuencia y se tenga la iluminación adecuada.

**Tabla 4.13** Cálculo de iluminación en el salón “La Ola” con las luminarias propuestas para el ahorro de energía.

<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS</b>	
Marca	GE
Potencia (W)	2x21 T-5 (42W)
Cantidad de luminarias	25
Energía total consumida (W)	1,050
Ahorro de energía eléctrica (W)	-50 (W)
Color (°K)	6,500
Lúmenes por luminaria (lum)	4,200
Categoría de mantenimiento	V
Ciclo de limpieza (meses)	3

**Tabla 4.13** Continuación...

Tipo de iluminación	Directo
Periodo (s) de uso aproximado (s) (hrs)	6 horas por evento
<b>REFLECTANCIAS</b>	
Techo (%)	80 (blanco)
Pared (%)	32 (verde)
Coefficiente de Utilización	0.60596172
Tabla utilizada	3.10
<b>PÉRDIDAS</b>	
Factor de balastro (<1)	0.97
Depreciación de los lúmenes de las lámparas (<1)	No disponible
Depreciación por polvo en el luminario (<1)	0.98 (amb. muy limpio)
Depreciación por suciedad del local (<1)	0.98 (10% deprec)
Lámparas inutilizadas (<1)	1 (todas en uso)
Factor de pérdidas totales (FB*DLL*DPL*DPSL*LI)	0.931588
<b>CANTIDAD DE LUMINARIAS</b>	23.48 (24)
<b>NIVEL DE ILUMINACIÓN CALCULADO (lux)</b>	319.3877

Aunque no existe un ahorro de energía, el ahorro económico se daría debido al mayor tiempo de vida que tienen las luminarias propuestas anteriormente, con lo que se evitaría el continuo cambio de las luminarias.

#### 4.3 Cálculos de demandas de aire acondicionado.

Es obvio que al tratarse del mismo edificio, existirán varias condiciones que serán las mismas para el cálculo de cualquier recinto dentro del mismo edificio. Así, tenemos que la infraestructura que se ha escogido para este proyecto se encuentra en la ciudad de Coatzacoalcos, Veracruz, la cual se encuentra situada en la Latitud Norte 18° 09' 11.93" y Longitud Oeste 94° 26' 07.50".

Coatzacoalcos es una ciudad con alta humedad en el medio ambiente, debido a su límite territorial con el mar y los vientos dominantes del Norte, que es propio de la zona tropical.

La tabla 3.19 en las columnas 8 y 9 muestra las temperaturas exteriores de diseño para la ciudad de Veracruz, Ver. Por falta de datos más precisos, se utilizarán los mencionados anteriormente ya que las condiciones ambientales son similares. Dichas condiciones son:

- Temperatura de bulbo seco: 91.4° F (33° C)
- Temperatura de bulbo húmedo: 80.6° F (27° C)

- Humedad específica: 142 granos/lb

Dependiendo de la ubicación en el edificio y considerando las tablas utilizadas para los cálculos, se pueden dividir, para este cálculo, dos tipos de habitaciones:

1. Las que tienen ventanas orientadas al este y un muro expuesto a la radiación solar, a las que llamaremos “habitación 1”.
2. Las que tienen ventanas orientadas al norte y un muro expuesto a la radiación solar, a las que llamaremos “habitación 2”.

Cabe mencionar que no se hace distinción de la orientación del muro expuesto al sol ya que la utilización de la tabla 3.16 no requiere de ese dato y que todas las ventanas están compuestas por vidrio doble de 6 mm sin polarizado y con cerramientos ordinarios. A continuación se presentan los cálculos de aire acondicionado de cada uno de estos tipos de habitaciones.

#### 4.3.1 Cálculo de aire acondicionado para “Habitación 1”.

1. Condiciones de proyecto.

La habitación cuenta con una dimensión de 10.925197 ft (3.33 m) por el este y 14.304462 (4.36 m) por el norte, teniendo un área anexa que mide 3.543307 ft (1.08) por el este y 8.497375 ft (2.59 m) por el norte y tiene su entrada principal orientada hacia el oeste, la cual está expuesta a la radiación solar durante la tarde.

2. Dimensiones.

Superficie de la construcción	156.2790626 ft (14.5188 m <sup>2</sup> )
Altura de piso a losa de techo	8.530184 ft (2.6 m)
Altura de muros	8.530184 ft (2.6 m)
Altura de cancelería de aluminio	3.28084 ft (1 m)
Dimensiones de ventanas lado NE	3.28084 ft x 8.53018 ft (1m x 2.6m)
Dimensiones de puertas lado SE	6.88976 ft x 2.78871 ft (2.1m x 0.85m)
Dimensiones de muro lado Norte	22.80183 ft x 8.53018 ft (6.95m x 2.6m)
Dimensiones de muro lado Este	5.24934 ft x 10.89238 ft (3.32mx 1.6m)
Dimensiones de muro lado Oeste	8.103675 ft x 8.53018 ft (2.47m x 2.6m)
Dimensiones de muro lado Sur	22.80183 ft x 8.53018 ft (6.95m x 2.6m)

Subtotal de carga sensible por efecto solar en vidrios.

Orientación	Área		Fact 1 (T 3.25)	Factor 2 (T 3.25)	Factor 3 (T 3.26)	BTU/hr = $L \cdot A \cdot F1 \cdot F2 \cdot F3$
	L	A				
Noreste	3.28084	8.53018	154	1.17	0.94	4,739.99281
Subtotal de la carga sensible						4,739.99281

Subtotal de carga sensible por transmisión en vidrios.

Orientación	Área		U	$\Delta T_{bs}$	BTU/hr = $L \cdot A \cdot U \cdot \Delta T_{bs}$
	L	A			
Este	3.28084	8.53018	0.50	12.6	176.31278
Subtotal de la carga sensible					176.31278

3. Características de los materiales. El techo es de losa de concreto sin aislamiento, sin plafond y con desván. Los muros están contruidos a base de tabique y los lados Este y Norte expuestos al sol. El sistema de iluminación consta de 3 luminarias espirales de 13 W, color luz de día y 1 luminaria espiral de 15 W color blanco cálido.

Subtotal de carga sensible por transmisión en muros, techo y piso.

Orientación	Área		U	$\Delta T_{bs}$	BTU/hr = $L \cdot A \cdot U \cdot \Delta T_{bs}$
	L	A			
<b>MUROS</b>					
Norte	22.80183	8.53018	0.43	12.6	1053.8211
Sur	22.80183	8.53018	0.36	12.6	882.2688
Este	5.24934	10.89238	0.43	12.6	309.7893
Oeste	8.103675	8.53018	0.36	12.6	313.5546
<b>TECHO</b>					
	22.80183	10.925197	0.93	12.6	2,919.1235
<b>PISO</b>					
	22.80183	10.925197	0.48	12.6	1,506.6444
Subtotal de la carga sensible					6,985.2019

Ganancia de calor por alumbrado y equipo.

Cant.	Descripción	Capacidad	Total (W)	BTU/hr (CL)	BTU/hr (CS)
3	Foco ahorrador	13 W	39		133.0729
1	Foco ahorrador	15 W	15		51.1819
<b>Subtotal</b>					184.2548

4. Condiciones climatológicas. En la habitación pueden hospedarse un máximo de 5 personas, teniendo una actividad cuyo máximo valor sería considerada como de actividad moderada, siendo la asistencia máxima de 5 personas, teniendo un acceso y retiro de 1 persona por cada 15 minutos en promedio.

Subtotal de carga sensible y latente debido a personas.

PERSONAS	C.S.	C.L.	BTU/hr (CS)	BTU/hr (CL)
5	200		1,000	
5		250		1,250
Subtotal de la carga sensible			1,000	
Subtotal de la carga latente				1,250

5. Para las condiciones de diseño internas, se toman las recomendadas para verano de la tabla 3.19 basada en la norma AMICA:

- Temperatura de bulbo seco: 91.4° F (26° C)
- Temperatura de bulbo húmedo: 80.6° F (18.7° C)
- Humedad específica: 74granos/lb (carta psicrométrica)

Ganancia de calor por infiltración o ventilación.

Consultando la tabla 3.27 para “cuartos 1 lado expuesto”, cierre ordinario, se obtiene el valor de AC = 0.60.

$$PCM = (H \times L \times W \times AC)/60$$

$$PCM = 13.33089 \text{ ft}^3/\text{min}.$$

Se estima que por cada persona que pasa por la puerta hacia el interior se agrega, para un uso poco frecuente, el valor de 50 ft<sup>3</sup>/min. Así tenemos:

$$PCM = 18.27731 \text{ ft}^3/\text{min} + 250 = 268.27731 \text{ ft}^3/\text{min}$$

Los cálculos de ventilación se basan en la tabla 3.28 para una aplicación de “cuartos de hotel” cuyo valor recomendable es de 30 ft<sup>3</sup> por persona.

$$PCM = 5 \times 30 = 150 \text{ ft}^3/\text{min}$$

Subtotal de cargas por infiltración o ventilación.

Calor sensible			
PCM	ΔTbs	Factor	BTU/hr
268.27731	12.6	1.08	3650.7176

6. Ganancia de calor en el local.

<b>GANANCIA DE CALOR</b>		
	<b>SENSIBLE</b>	<b>LATENTE</b>
Por efecto solar a través de vidrios	4,739.99281	
Por transmisión en vidrios	176.31278	
Por transmisión en muros, techo y piso	6,478.6121	
Por las personas	1,000	1,250
Por alumbrado y equipo	184.2548	
Por infiltración o ventilación	3,650.7176	
Subtotal (BTU/hr)	16,229.89009	1,250
Calor Total (BTU/hr)	17,479.89009	
+5% de ajuste	18,353.88459	

En la habitación se tiene instalado un equipo de aire acondicionado de 18,000 BTUs/hr y notamos que la capacidad es ligeramente deficiente, tomando en cuenta las condiciones planteadas al principio. Como lo demuestran datos estadísticos del Hotel Terraza del Sol, la ocupación promedio por habitación es de dos personas, lo que se traduce en menor ganancia de calor por infiltración o ventilación y por personas, aunque se recuerda que los cálculos se deben realizar considerando la mayor demanda.

**4.3.2 Cálculo de aire acondicionado para “Habitación 2”.**

1. Condiciones de proyecto.

La habitación cuenta con una dimensión de 10.892388 ft (3.32 m) por el norte y 12.664042 ft (3.86 m) por el este, teniendo un área anexa que mide 8.103675ft (2.47m) por el este y 3.707349 ft (1.13 m) por el norte y tiene su entrada principal orientada hacia el sur, la cual no está expuesta a la radiación solar.

2. Dimensiones.

Superficie de la construcción	156.2790626 ft <sup>2</sup>
Altura de piso a losa de techo	8.530184 ft
Altura de muros	8.530184 ft
Altura de cancelería de aluminio	3.28084 ft
Dimensiones de ventanas lado NO	3.28084 ft x 9.350394 ft
Dimensiones de puertas lado SE	6.88976 ft x 2.78871 ft
Dimensiones de muro lado Norte	10.892388 ft x 8.530184 ft
Dimensiones de muro lado Este	12.664042 ft x 8.530184 ft



Dimensiones de muro lado Oeste	20.767717 ft x 8.530184 ft
Dimensiones de muro lado Sur	3.707349 ft x 8.530184 ft

3. Subtotal de carga sensible por efecto solar en vidrios.

Orientación	Área		Fact 1 (T 3.19)	Factor 2 (T 3.19)	Factor 3 (T 3.20)	BTU/hr = $L \cdot A \cdot F1 \cdot F2 \cdot F3$
	L	A				
Noroeste	3.28084	9.350394	154	1.17	0.94	5,195.76378
Subtotal de la carga sensible						5,195.76378

4. Subtotal de carga sensible por transmisión en vidrios.

Orientación	Área		U	$\Delta T_{bs}$	BTU/hr = $L \cdot A \cdot U \cdot \Delta T_{bs}$
	L	A			
Este	3.28084	9.350394	0.50	12.6	193.26602
Subtotal de la carga sensible					193.26602

5. Características de los materiales. El techo es de losa de concreto sin aislamiento, sin plafond y con desván. Los muros están contruidos a base de tabique y sólo el lado Norte está expuesto al sol. El sistema de iluminación consta de 3 luminarias espirales de 13 W, color luz de día y 1 luminaria espiral de 15 W color blanco cálido.

Subtotal de carga sensible por transmisión en muros, techo y piso.

Orientación	Área		U	$\Delta T_{bs}$	BTU/hr = $L \cdot A \cdot U \cdot \Delta T_{bs}$
	L	A			
<b>MUROS</b>					
Norte	10.892388	8.530184	0.43	12.6	503.4085
Sur	3.70349	8.530184	0.36	12.6	143.2988
Este	12.664042	8.530184	0.36	12.6	490.0087
Oeste	20.767717	8.530184	0.36	12.6	809.5635
<b>TECHO</b>					
	10.892388	20.767717	0.93	12.6	2,650.7291
<b>PISO</b>					
	167.9848		0.48	12.6	1,105.9721
Subtotal de la carga sensible					5,606.9807

Ganancia de calor por alumbrado y equipo.

Cant.	Descripción	Capacidad	Total (W)	BTU/hr (CL)	BTU/hr (CS)
3	Foco ahorrador	13 W	39		133.0729
1	Foco ahorrador	15 W	15		51.1819
	<b>Subtotal</b>				184.2548

6. Condiciones climatológicas. En la habitación pueden hospedarse un máximo de 5 personas, teniendo una actividad cuyo máximo valor sería considerada como de actividad moderada, siendo la asistencia máxima de 5 personas, teniendo un acceso y retiro de 1 persona por cada 15 minutos en promedio.

Subtotal de carga sensible y latente debido a personas.

PERSONAS	C.S.	C.L.	BTU/hr (CS)	BTU/hr (CL)
5	200		1,000	
5		250		1,250
Subtotal de la carga sensible			1,000	
Subtotal de la carga latente				1,250

7. Ganancia de calor por infiltración o ventilación.

Consultando la tabla 3.27 para “cuartos 1 lado expuesto”, cierre ordinario, se obtiene el valor de  $AC = 0.60$ .

$$PCM = (H \times L \times W \times AC)/60$$

$$PCM = 19.29613 \text{ ft}^3/\text{min}$$

Se estima que por cada persona que pasa por la puerta hacia el interior se agrega, para un uso poco frecuente, el valor de  $50 \text{ ft}^3/\text{min}$ . Así tenemos:

$$PCM = 19.29613 \text{ ft}^3/\text{min} + 250 = 269.29613 \text{ ft}^3/\text{min}$$

Los cálculos de ventilación se basan en la tabla 3.28 para una aplicación de “cuartos de hotel” cuyo valor recomendable es de  $30 \text{ ft}^3$  por persona.

$$PCM = 5 \times 30 = 150 \text{ ft}^3/\text{min}$$

Subtotal de cargas por infiltración o ventilación.

Calor sensible			
PCM	$\Delta T_{bs}$	Factor	BTU/hr
269.29613	12.6	1.08	3,664.5817

#### 8. Ganancia de calor en el local.

<b>GANANCIA DE CALOR</b>		
	<b>SENSIBLE</b>	<b>LATENTE</b>
Por efecto solar a través de vidrios	5,195.76378	
Por transmisión en vidrios	193.26602	
Por transmisión en muros, techo y piso	5,606.9807	
Por las personas	1,000	1,250
Por alumbrado y equipo	184.2548	
Por infiltración o ventilación	3,664.5817	
Subtotal (BTU/hr)	15,844.85	1,250
Calor Total (BTU/hr)	17,094.847	
+5% ajuste	17,949.58935	

Como se puede observar, la diferencia entre habitaciones es mínima y los equipos de aire acondicionado en ambas fueron seleccionados correctamente.

En estos casos, una opción para el ahorro de energía sería realizar una inspección para determinar qué equipos se encuentran en condiciones deplorables y requieren ser cambiados por unos nuevos y más eficientes. Esto traerá como resultado un enfriamiento más rápido del local y un ahorro de energía eléctrica por el menor consumo de los equipos nuevos.

#### **4.4 Auditoría energética eléctrica al Hotel Terraza del Sol.**

Con la auditoría energética eléctrica se diagnosticará la situación de los diversos equipos de la instalación para determinar las posibilidades de mejora que tiene cada proceso principal. Esto se llevará a cabo con la metodología descrita en el tema 3.5.

##### **4.4.1 Cuestionario sobre consumo eléctrico.**

1. ¿Cuál es la tarifa eléctrica que le determinó CFE?
2. Durante el periodo Febrero 2007- Abril 2008, ¿Cual ha sido su consumo mensual de energía eléctrica (en kWh)?
3. Durante el mismo período, ¿Cuál ha sido la ocupación mensual de las habitaciones?

4. En la operación del Hotel, ¿Ha contado con alguna auditoria eléctrica?
5. En caso de haber contado con alguna auditoria eléctrica, ¿Cuáles fueron los resultados obtenidos de esa auditoría?
6. ¿Cuenta con algún programa de mantenimiento a equipos de aire acondicionado?
7. ¿Existe algún proyecto de inversión en mejora energética para reemplazar los equipos existentes por unos más eficientes?
8. ¿Cuenta con alguna fuente alterna para obtener electricidad que no sea de la red eléctrica nacional?

#### 4.4.2 Informe preliminar.

A continuación se describen los datos más relevantes de la información obtenida, mediante la presentación de un informe preliminar.

La tarifa eléctrica por la que se rige el consumo del Hotel Terraza del Sol es la HM, la cual se aplica a los servicios que destinan la energía a cualquier uso con una demanda de 100 kilowatts o más suministrados en media tensión. Los consumos eléctricos en el último año son los siguientes:

**Tabla 4.14** Consumos eléctricos en el Hotel Terraza del Sol de Febrero de 2007 a Abril de 2008.

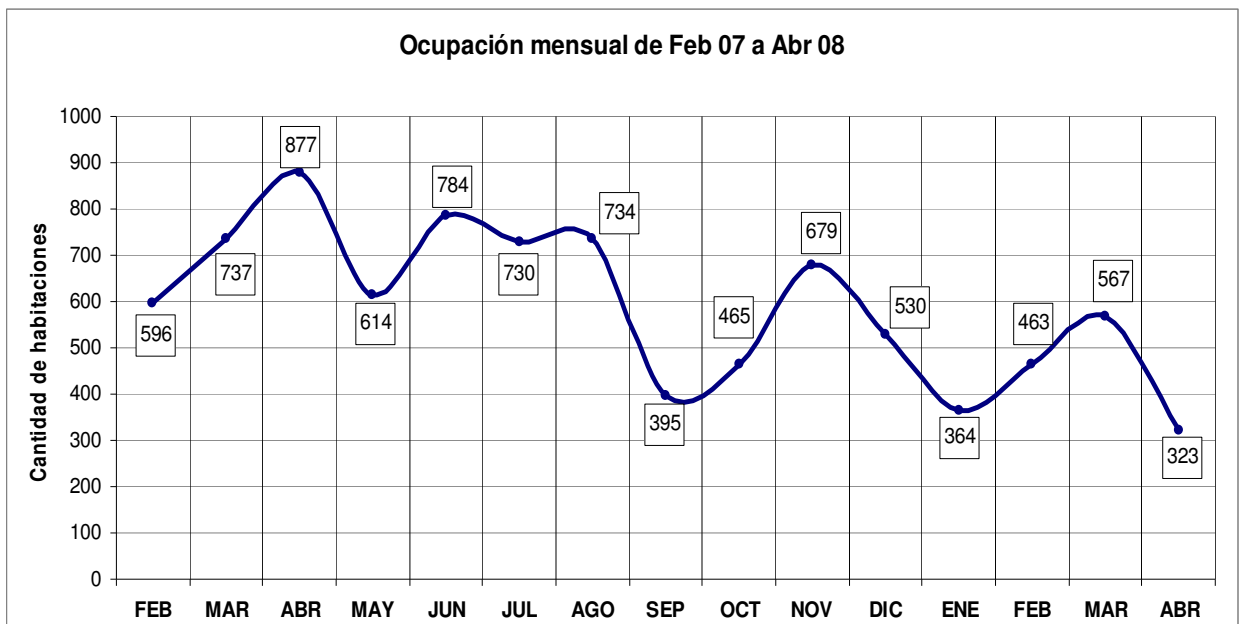
PERIODO	CONSUMOS DE ENERGIA			TOTAL	DEMANDA FACTURABLE	KVARH	FP
	BASE	INTERMEDIA	PUNTA				
Febrero 2007	6384	12576	3096	22056	101	9816	91.36
Marzo 2007	8304	17832	4464	30600	125	11328	93.78
Abril 2007	12816	26568	2784	42168	124	12528	95.86
Mayo 2007	11448	25224	2664	39336	99	11952	95.68
Junio 2007	13272	29736	2856	45864	126	12432	96.52
Julio 2007	13392	26568	2928	42888	114	13080	95.65
Agosto 2007	11832	26808	2784	41424	103	12480	95.75
Septiembre 2007	8568	18840	1920	29328	81	10896	93.74
Octubre 2007	7200	18120	1992	27312	108	10056	93.84
Noviembre 2007	8232	15600	3984	27816	90	11568	92.33
Diciembre 2007	8928	14736	3504	27168	87	12144	91.29
Enero 2008	5088	10728	2832	18648	52	10056	88.02
Febrero 2008	7152	13560	3384	24096	99	10632	91.49
Marzo 2008	8568	14808	3552	26928	88	11352	92.15
Abril 2008	7824	17304	2136	27264	104	10440	93.46

Así mismo, no se cuenta con un programa de mantenimiento para los equipos de aire acondicionado ni estudios que determinen las condiciones de los equipos existentes.

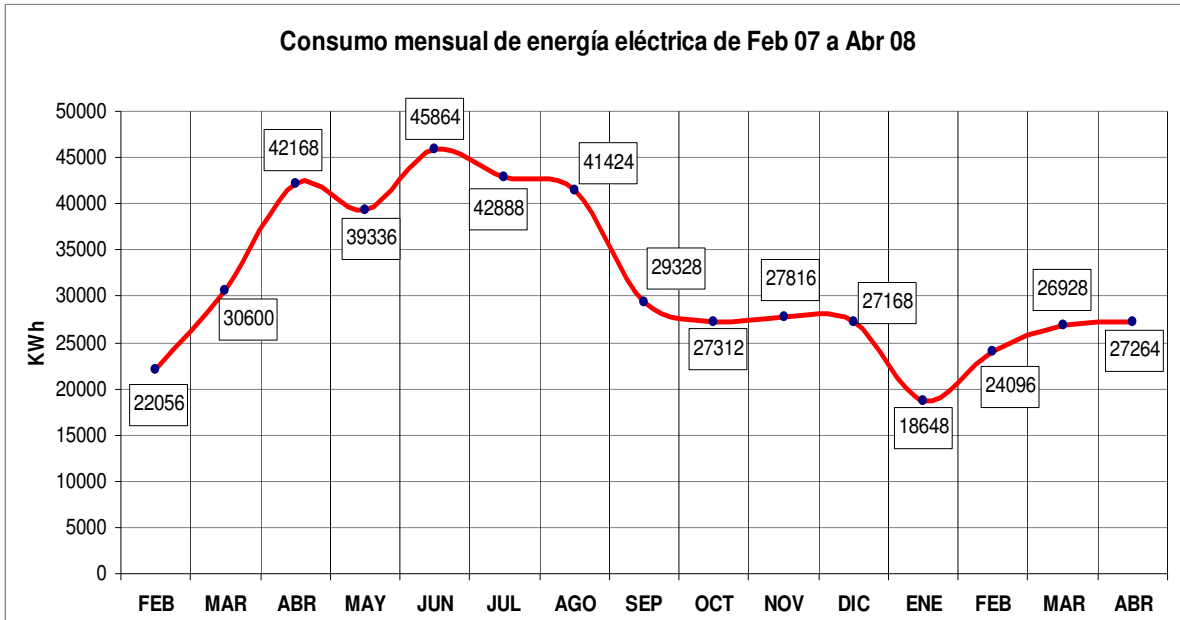
Nunca antes en la historia del hotel se ha contado con una auditoría energética y/o eléctrica ni existe un análisis económico que refleje el beneficio de sustituir los equipos existentes por equipos nuevos o más eficientes. Tampoco se cuenta con aislamientos térmicos en muros y/o ventanas, por lo que aquí se tiene un alto potencial de ahorro de energía térmica y, por consecuencia, eléctrica.

Por último, se observó la falta de un equipo auxiliar que suministre energía eléctrica en caso de falla o para disminuir los consumos por energía eléctrica.

A continuación, se presentan dos gráficas que indican el consumo de energía eléctrica mensual en KWh y la ocupación mensual, de Febrero de 2007 a Abril de 2008:

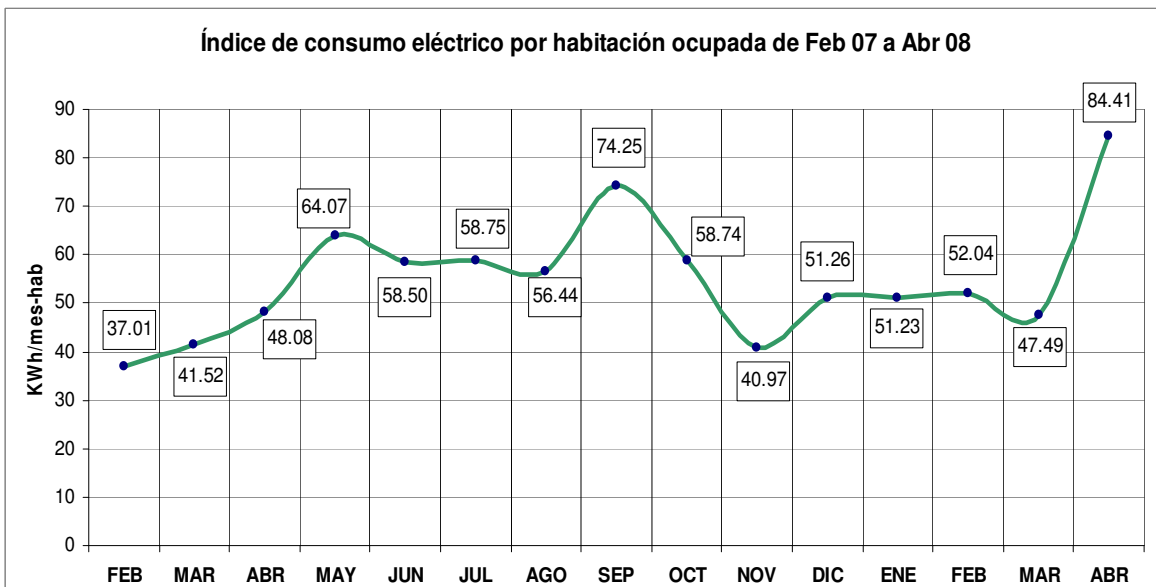


**Figura 4.1** Ocupación mensual en el Hotel Terraza del Sol, de Febrero de 2007 a Abril de 2008.



**Figura 4.2** Consumo mensual de energía eléctrica en el Hotel Terraza del Sol, de Febrero de 2007 a Abril de 2008.

De los datos anteriores, se puede obtener el índice de consumo eléctrico por habitación, el cual se presenta en KWh/mes-hab o en KWh/año-hab, dependiendo de los requerimientos. Es conveniente obtener dicho dato en meses ya que se podía corroborar si existieron eventos especiales que aumentaran significativamente el consumo en algún mes. A continuación los resultados.



**Figura 4.3** Índice de consumo eléctrico por habitación ocupada en el Hotel Terraza del Sol, de Febrero de 2007 a Abril de 2008.

Los picos observados en Mayo de 2007 y Marzo de 2008 se deben a las altas temperaturas registradas en esas épocas. El pico observado en Septiembre de 2007 se debió, principalmente, a las numerosas rentas de salones de eventos y el pico registrado en Abril de 2008 se debió al mayor uso de máquinas para el mantenimiento del hotel (soldadoras, esmeriladoras, taladros, etc.) y a la revisión y mantenimiento continuo a los equipos de aire acondicionado.

#### **4.4.3. Datos reales de consumos.**

En este apartado, se detallarán los consumos eléctricos de los equipos de aire acondicionado, refrigeración e iluminación, junto con el tiempo estimado que se encuentran encendidos.

##### **4.4.3.1 En aire acondicionado.**

Para determinar a qué equipos de aire acondicionado se debían tomar las mediciones, se utilizó el programa estadístico STATSR® y se obtuvieron los siguientes resultados:

Al encontrarse instalados 4 equipos de aire acondicionado nuevos en las habitaciones, el número de climas antiguos se redujo a 51. Así, tenemos los siguientes datos:

Error máximo aceptable: 5%

Porcentaje estimado de la muestra: 99%

Nivel deseado de confianza: 99%

Tamaño de la muestra: 17.6053 (18)

Números aleatorios: Tabla 4.15

**Tabla 4.15** Equipos de aire acondicionado de habitaciones que fueron evaluadas estadísticamente para realizar mediciones en ellos.

Habitación	No. designado	Habitación	No. designado	Habitación	No. designado
101	1	210	18	314	35
102	2	211	19	315	36
103	3	212	20	401	37
104	4	213	21	402	38
105	5	214	22	403	39
106	6	215	23	404	40
107	7	302	24	405	41
108	8	303	25	406	42
109	9	304	26	407	43
110	10	305	27	408	44
201	11	306	28	409	45
202	12	308	29	410	46
203	13	309	30	411	47
204	14	310	31	412	48
205	15	311	32	413	49
208	16	312	33	414	50
209	17	313	34	415	51

Las casillas resaltadas corresponden a los números aleatorios obtenidos con el programa STATS®.

Los resultados de las mediciones a los equipos demostraron que existe un enorme potencial de ahorro de energía en este sector. A continuación se muestra una tabla con el promedio de consumo medido de cada equipo de aire acondicionado:



**Tabla 4.16** Equipos de aire acondicionado de habitaciones que fueron evaluadas estadísticamente para realizar mediciones en ellos.

No. hab.	Consumo prom. (W)	En espera (W)	No. hab.	Consumo prom. (W)	En espera (W)
103	2,148.36	40.82	305	2,258.13	42.90
105	2,276.45	43.25	<b>307*</b>	<b>1,883.86</b>	<b>35.79</b>
202	2,461.06	46.76	310	2,116.21	40.21
204	2,284.11	43.40	311	2,096.24	39.83
205	2,374.15	45.11	313	2,415.06	45.89
<b>206*</b>	<b>1,835.24</b>	<b>34.87</b>	404	2,138.46	40.63
<b>207*</b>	<b>1,908.62</b>	<b>36.26</b>	407	2,381.99	45.26
208	2,224.48	42.27	411	2,201.73	41.83
211	2,385.19	45.32	413	2,305.98	43.81
214	2,251.37	42.78	415	2,286.64	43.45
302	2,329.83	44.27			

\*Equipos nuevos.

El promedio de consumo de los equipos antiguos es de 2,274.19 Watts, mientras que el de los equipos nuevos es de 1,875.91 Watts. Existe una diferencia de 398.28 Watts.

Como se puede observar, los equipos antiguos consumen más electricidad, por lo que más adelante se planteará la propuesta de sustituirlos por equipos nuevos y su respectivo cálculo económico.

#### 4.4.3.2 En iluminación.

Se presenta un resumen de las áreas donde fueron realizados los cálculos de iluminación, indicando asimismo las propuestas y el potencial de ahorro eléctrico.

**Tabla 4.17** Resumen de cálculos de iluminación en almacén.

Área: Almacén			
CONDICIÓN ACTUAL		PROPUESTA DE AHORRO	
<b>LUMINARIAS</b>		<b>LUMINARIAS</b>	
Cantidad	3	3	Cantidad
Potencia (W)	2x39 W T-12	2x21 W T-8	Potencia (W)
Balastro	Magnético	Electrónico	
Potencia total (W)	234 W	126 W	Potencia total (W)
<b>ILUMINACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
Calculada (Lux)	270.69	210.52	Calculada (Lux)
Medida (Lux)	210		
<b>AHORRO (W): 108 W</b>			

**Tabla 4.18** Resumen de cálculos de iluminación en cocina.

<b>Área: Cocina</b>			
<b>CONDICIÓN ACTUAL</b>		<b>PROPUESTA DE AHORRO</b>	
<b>LUMINARIAS</b>			<b>LUMINARIAS</b>
Cantidad	8	8	Cantidad
Potencia (W)	2x75 W T-12	2x32 W T-8	Potencia (W)
Balastro	Magnético	Electrónico	Balastro
Potencia total (W)	1,200 W	512 W	Potencia total (W)
<b>ILUMINACIÓN</b>			<b>ILUMINACIÓN</b>
Calculada (Lux)	461.44	528.61	Calculada (Lux)
Medida (Lux)	420		
<b>AHORRO (W): 420 W</b>			

**Tabla 4.19** Resumen de cálculos de iluminación en oficina.

<b>Área: Oficina</b>			
<b>CONDICIÓN ACTUAL</b>		<b>PROPUESTA DE AHORRO</b>	
<b>LUMINARIAS</b>			<b>LUMINARIAS</b>
Cantidad	4	4	Cantidad
Potencia (W)	2x39 W T-12	2x21W T-8	Potencia (W)
Balastro	Magnético	Electrónico	Balastro
Potencia total (W)	312 W	168 W	Potencia total (W)
<b>ILUMINACIÓN</b>			<b>ILUMINACIÓN</b>
Calculada (Lux)	396.02	464.99	Calculada (Lux)
Medida (Lux)	360		
<b>AHORRO (W): 144 W</b>			

**Tabla 4.20** Resumen de cálculos de iluminación en recepción.

<b>Área: Recepción</b>			
<b>CONDICIÓN ACTUAL</b>		<b>PROPUESTA DE AHORRO</b>	
<b>LUMINARIAS</b>			<b>LUMINARIAS</b>
Cantidad	4	4	Cantidad
Potencia (W)	2x26 W	26 W	Potencia (W)
Balastro	Magnético	Electrónico	Balastro
Potencia total (W)	208 W	104 W	Potencia total (W)
<b>ILUMINACIÓN</b>			<b>ILUMINACIÓN</b>
Calculada (Lux)	439.88	220.5	Calculada (Lux)
Medida (Lux)	380		
<b>AHORRO (W): 104 W</b>			

**Tabla 4.21** Resumen de cálculos de iluminación en el salón “La Ola”.

Área: Salón “La Ola”			
CONDICIÓN ACTUAL		PROPUESTA DE CORRECCIÓN	
<b>LUMINARIAS</b>			<b>LUMINARIAS</b>
Cantidad	25	25	Cantidad
Potencia (W)	2x20 W T-12	2x21W T-5	Potencia (W)
Balastro	Magnético	Electrónico	Balastro
Potencia total (W)	1,000 W	1,050 W	Potencia total (W)
<b>ILUMINACIÓN</b>			<b>ILUMINACIÓN</b>
Calculada (Lux)	173.55	319.38	Calculada (Lux)
Medida (Lux)	150		
<b>AHORRO: Doble tiempo de vida</b>			

#### 4.4.4 Cuestionario sobre hábitos y costumbres de los huéspedes del Hotel Terraza del Sol.

A continuación se define la tabla de calificación siendo excelente la calificación más alta y mala la calificación más baja.



1. ¿De que región del país nos vista?

- a) Norte      b) Sur      c) Centro      d) Otro \_\_\_\_\_

2. Dentro de su habitación ¿Qué calificación nos da en cuanto al aire acondicionado?



3. ¿El clima en su habitación cuenta con controles de temperatura y velocidad del aire de salida?

- a) Si      b) No      c) No me di cuenta

4. En caso de que el clima en su habitación cuente con controles, ¿Aproximadamente a que temperatura ajusto el termostato?

- a) 24°C      b) 22°C      c) 20°C      d) 18°C      e) 16°C

5. ¿Cuál es la calificación que nos da en cuanto a la iluminación dentro de su habitación?



6. Dentro de su habitación, ¿Cuántas horas aproximadamente encendió la luz?

- a) 1-2      b) 3-4      c) 4-5      d) 5-6      e) Mas de 6

7. ¿Cuánto tiempo aproximado encendió la televisión mientras estaba en su habitación?

- a) 1-2      b) 3-4      c) 4-5      d) 5-6      e) Mas de 6

8. Si encendió el aire acondicionado dentro de su habitación, ¿Cuánto tiempo aproximado lo encendió?

- a) 1-2      b) 3-4      c) 4-5      d) 5-6      e) Mas de 6

9. ¿Dejo la luz encendida mientras dormía?

- a) Si      b) No      c) No me di cuenta

10. ¿Olvido apagar la televisión antes de dormir?

- a) Si      b) No      c) No me di cuenta

11. Dentro del restaurante ¿Qué calificación nos da en cuanto al aire acondicionado?

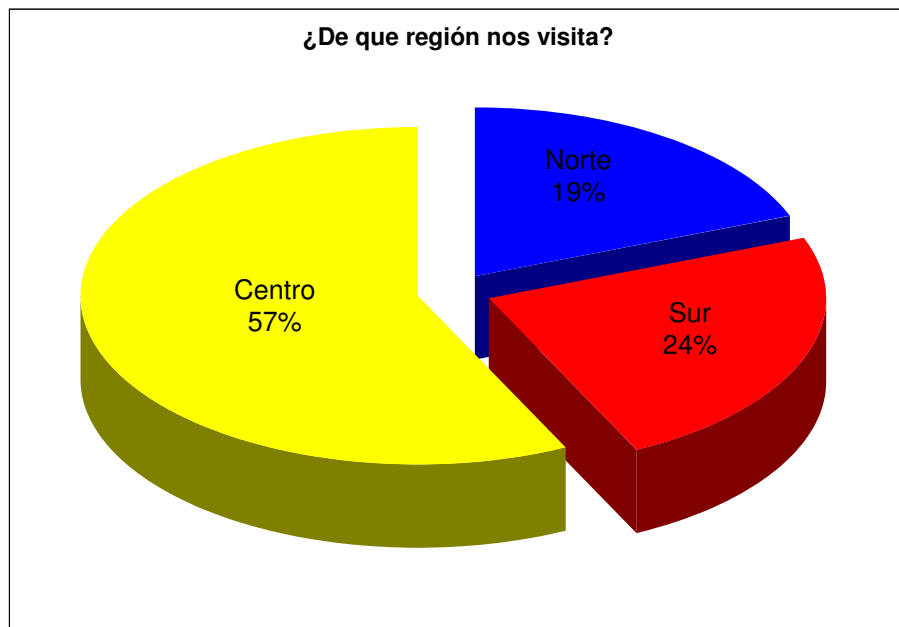


12. ¿Cuál es la calificación que nos da en cuanto a la iluminación en el restaurante?



Los resultados dan una idea bastante aproximada sobre el consumo eléctrico en las habitaciones y permiten evaluar, de manera más precisa, la rentabilidad de realizar la sustitución de equipos antiguos por nuevos más eficientes, preferentemente con el SELLO FIDE. Cabe mencionar que la pregunta 4 contiene parámetros que son diferentes a los reales, ya que en la encuesta se encuentra en grados Centígrados y en los controles están indicados en grados Fahrenheit.

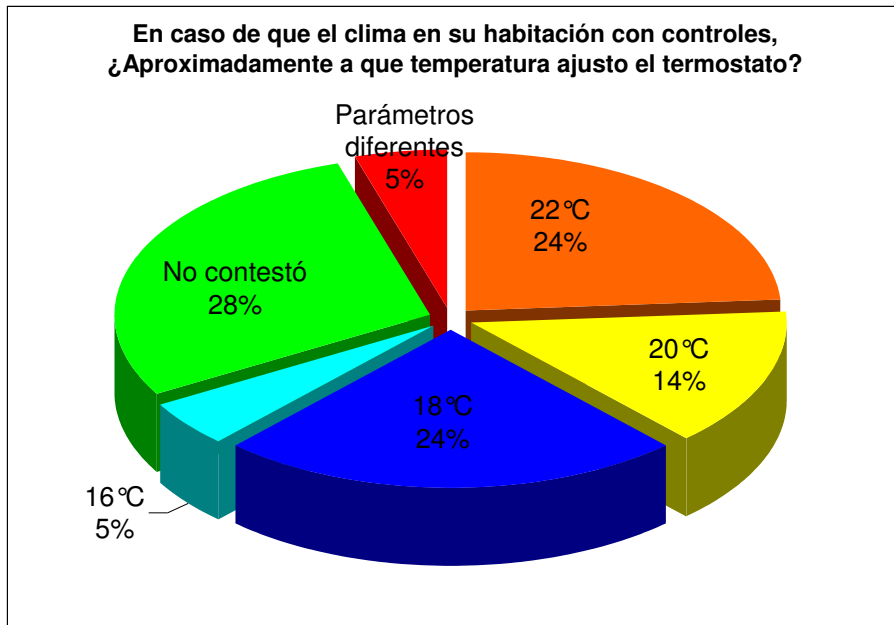
A continuación se presentan las gráficas de los resultados más importantes de la encuesta anterior:



**Figura 4.4** Gráfica que indica el porcentaje de huéspedes del Hotel Terraza del Sol, de acuerdo a su procedencia.



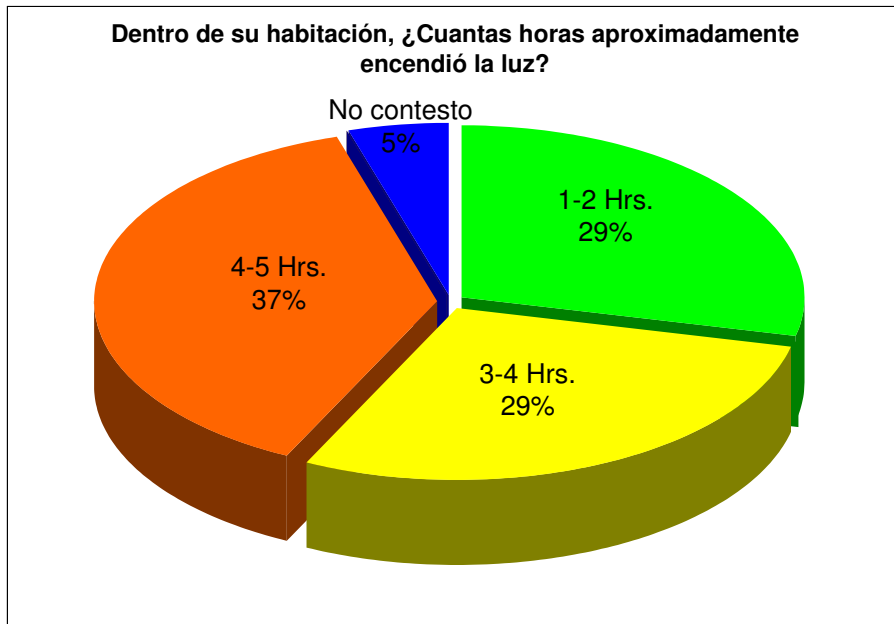
**Figura 4.5** Gráfica que indica el grado de satisfacción con respecto a la sensación térmica en las habitaciones.



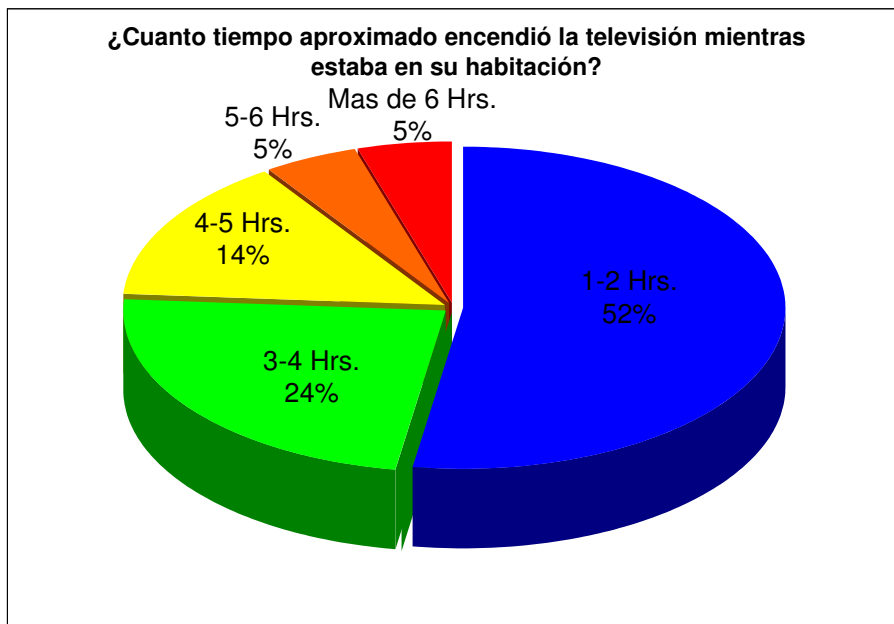
**Figura 4.6** Gráfica que indica la temperatura a la que los huéspedes del Hotel Terraza del Sol supuestamente ajustaron el termostato.



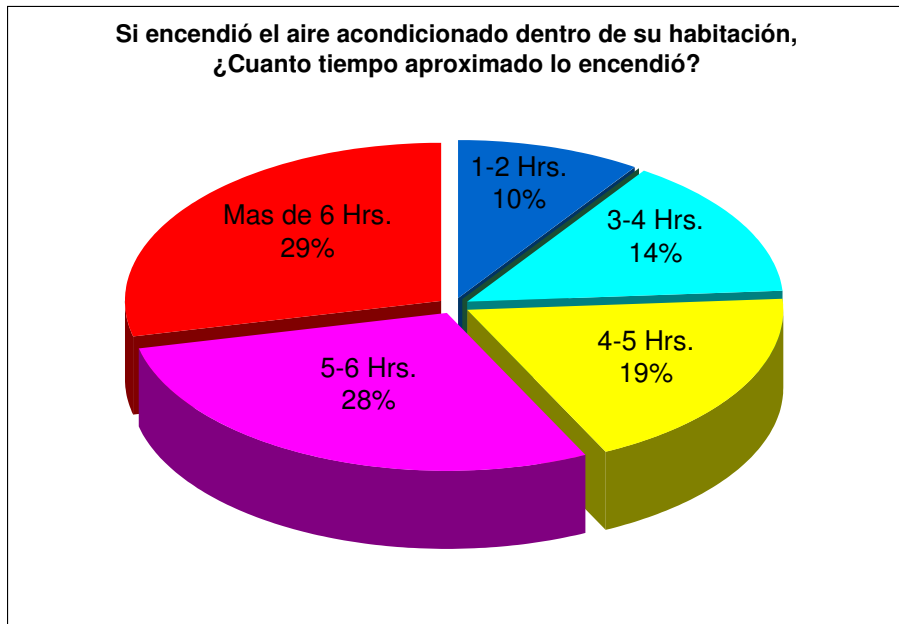
**Figura 4.7** Gráfica que indica el grado de satisfacción de los huéspedes del Hotel Terraza del Sol con respecto a la iluminación en las habitaciones.



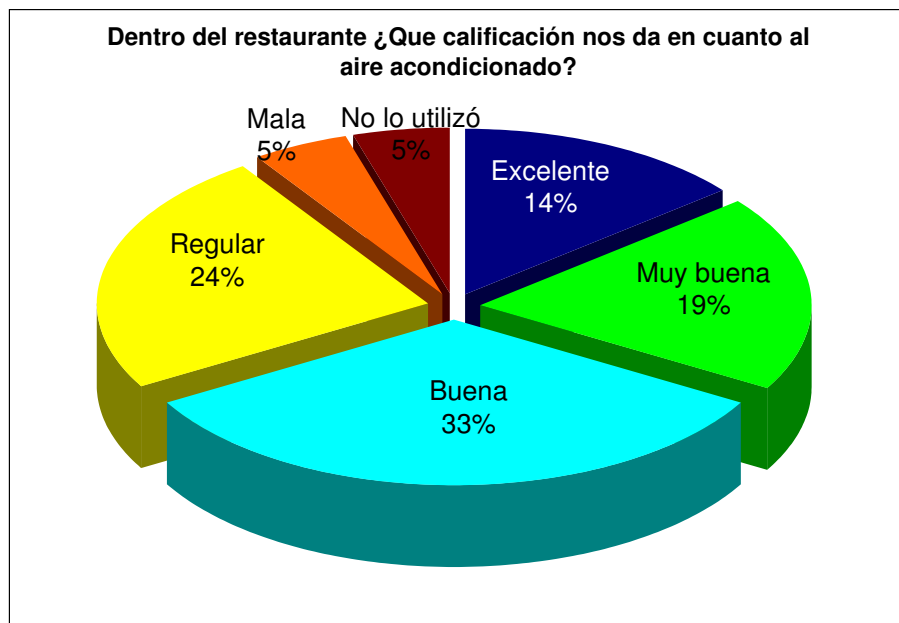
**Figura 4.8** Gráfica que indica el promedio de horas que fue encendida la luz en las habitaciones, por los huéspedes del Hotel Terraza del Sol.



**Figura 4.9** Gráfica que indica el promedio de horas que fue encendida la televisión en las habitaciones, por los huéspedes del Hotel Terraza del Sol.



**Figura 4.10** Gráfica que indica el tiempo promedio que los huéspedes del Hotel Terraza del Sol encendieron el aire acondicionado en las habitaciones.



**Figura 4.11** Gráfica que indica el grado de satisfacción de los huéspedes del Hotel Terraza del Sol con respecto a la sensación térmica en el restaurante.





**Figura 4.12** Gráfica que indica el grado de satisfacción de los huéspedes del Hotel Terraza del Sol con respecto a la iluminación en el restaurante.

De estas respuestas, podemos obtener las siguientes conclusiones:

- La mayoría de los huéspedes no ajusta el termostato del aire acondicionado, ya que éste se encuentra en una escala diferente a la real, lo que sólo notó el 5% de la población encuestada. Esto indica que se puede ajustar el termostato a una temperatura mayor (24° C o 75° F) y pocos lo notarán. Esto se traducirá en un menor tiempo de funcionamiento del compresor y un ahorro de energía eléctrica.
- Gracias a que los televisores cuentan con control remoto, es más difícil que se dejen encendidas, lo cual no significa que también sean desconectadas.
- Debido a que existe un apagador cercano a la cama de la habitación, es poco probable que se dejen las luces encendidas toda la noche.
- Casi el 60% de los encuestados encienden más de 5 horas el aire acondicionado, por lo que se nota la importancia que tiene este rubro en cuanto a ahorro de energía se refiere.
- La mayoría de las respuestas positivas en aire acondicionado se obtuvieron de habitaciones en las que el clima es antiguo y tiene buen funcionamiento, aunque el consumo de energía sea más elevado que en las que tienen equipos nuevos.

- En las habitaciones con equipos de aire acondicionado nuevos, no hubo ninguna queja al respecto y las calificaciones fueron “Excelentes”.

#### 4.4.5 Análisis económico.

Se realizó una recopilación de datos de los precios de la energía eléctrica suministrada por CFE en tarifa H-M y se concluyó que los precios han aumentado, en promedio, un 0.6% mensual por horario desde Diciembre de 2006 a Febrero de 2008.

##### 4.4.5.1 Análisis económico en iluminación.

Los baños públicos del restaurante son escasamente utilizados (en promedio una hora al día) y, por no tener apagador, se encuentran prendidos las 24 horas. Este es un lugar donde sería ideal colocar un detector de movimiento para evitar que las lámparas de 2x20 Watts funcionen todo el día.

Otra opción ahorradora de energía eléctrica es la de cambiar un foco ahorrador de 65 Watts colocado en el pasillo de recepción, que se encuentra encendido 24 horas y que la ilumina indirectamente, por uno de 23 Watts ya que la recepción se encontraría correctamente iluminada y dicho foco solo serviría para la iluminación del pasillo de dicho lugar.

La siguiente tabla muestra el ahorro en KW que se tendría en diversas áreas, aplicando la sustitución de equipos existentes por los propuestos en los cálculos anteriormente realizados. También se indican las horas que se encuentran prendidas dichas luminarias.

**Tabla 4.22** Ahorro de energía por horas al mes que se tendría al implementar las medidas propuestas.

Medida propuesta	Ahorro (KW)	HORAS QUE SE ENCUENTRAN ENCENDIDAS AL MES		
		Base	Intermedia	Punta
Cambio de luminarias en cocina.	0.688	52.5	366.5	94
Cambio de luminarias en almacén.	0.108	5	281	
Cambio de luminarias en oficina.	0.144		234	
Cambio de luminarias en recepción.	0.104	256	394	94
Cambio de luminaria indirecta en recepción.	0.042	256	394	94
Inst. de sensores en baños del restaurante.	0.080	235	389	89

En seguida se describen los costos de los equipos necesarios para implementar las medidas de ahorro por iluminación propuestas. Es importante señalar que no se consideraron bonificaciones ni recargos por factor de potencia.

**Tabla 4.23** Descripción de los equipos que constituyen las propuestas de ahorro por iluminación de las áreas comprendidas en la tabla 4.22.

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Total
4	Foco ahorrador espiral 26 Watts.	\$ 50	\$200.00
7	Luminaria de 2x21 W T-8 incluye gabinete, balastro, difusor y lámparas.	\$ 264	\$1,848.00
8	Luminaria de 2x32 W T-8 incluye gabinete, balastro, difusor y lámparas.	\$ 305	\$2,440.00
2	Detector de movimiento para baños del restaurante.	\$ 80	\$160.00
1	Foco ahorrador espiral 23 Watts.	\$ 40	\$40.00
	Subtotal		\$4,688.00
	Mano de obra		\$234.40
	Gastos de administración		\$46.88
	Otros gastos		\$234.40
	Gastos totales		\$5,203.68

<b>CONSUMO EN KW/h</b>					
	KW	Consumo en KW/h			
		Base	Intermedia	Punta	
	1.166	92.84	363.86	85.52	
<b>Cargos</b>					
		Base	Intermedia	Punta	
	<b>Por energía</b>	\$78.58	\$370.30	\$139.67	= \$588.551
	<b>Por demanda</b>				= \$166.656
	<b>Subtotal</b>				= \$755.208
	<b>IVA</b>				= \$113.281
	<b>TOTAL</b>				= \$868.489

**Figura 4.13** Cálculo del ahorro de energía eléctrica de las propuestas de ahorro en iluminación, tomando como base de precios el mes de Abril de 2008.

Los cálculos de consumo de energía eléctrica se realizaron suponiendo que la instalación de todos los equipos se realizaría el mes de Abril de 2008 y suponiendo, también, que el aumento de la energía eléctrica se mantendrá fijo en 0.5% mensual.

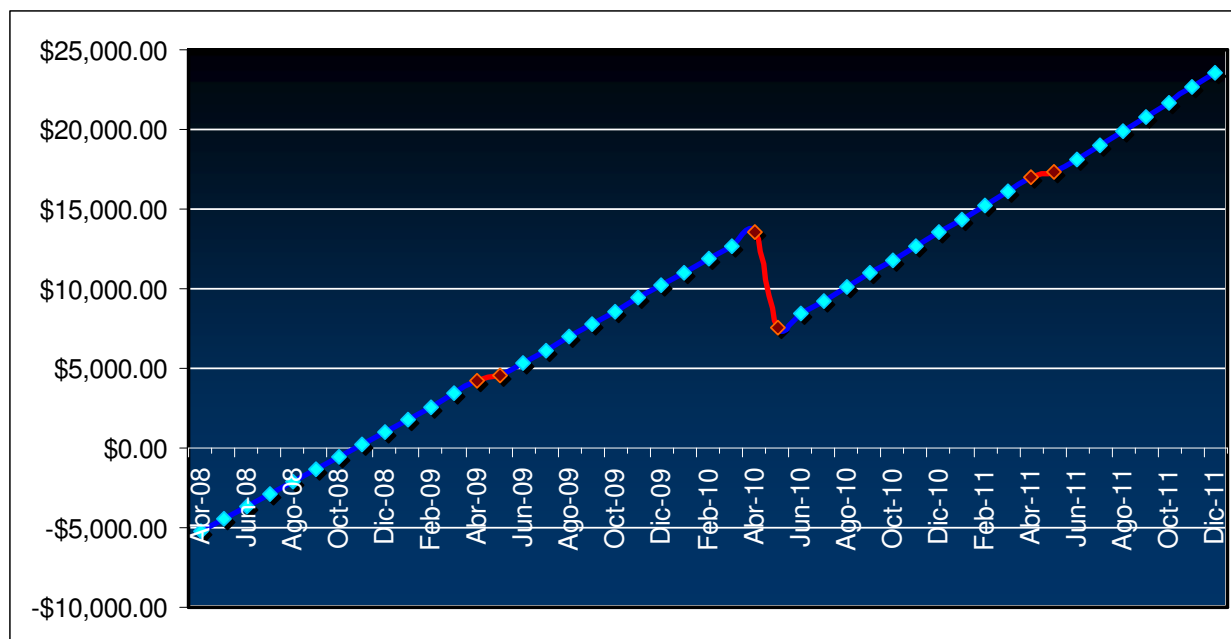
**Tabla 4.24** Total del ahorro en pesos en un año producido por la instalación de las luminarias descritas en la tabla 4.23.

Mes	Ahorro
May-08	\$758.23
Jun-08	\$761.26
Jul-08	\$764.31
Ago-08	\$767.36
Sep-08	\$770.43
Oct-08	\$773.51
Nov-08	\$776.61

Mes	Ahorro
Dic-08	\$779.72
Ene-09	\$782.83
Feb-09	\$785.97
Mar-09	\$789.11
Abr-09	\$792.27
<b>Total de ahorros</b>	<b>\$9,301.61</b>

Así, se tiene que el tiempo de retorno de la inversión sería de 6.76 meses, por lo que se considera que es un conjunto de soluciones altamente viable.

Considerando que los focos ahorradores y los detectores de movimiento tendrán una vida de un año, que las luminarias con lámparas T-8 tendrán una vida de dos años y que los precios de dichos elementos aumentarán 15% cada año, se tendría el siguiente balance económico proyectado hasta Diciembre de 2011:



**Figura 4.14** Gráfica que muestra el balance económico por la implementación las propuestas de ahorro en iluminación.\*

\*Nota: Las líneas rojas indican una inversión en equipo nuevo.

Así, para diciembre de 2011 se tendría un balance positivo del orden de \$23,512.42 sólo por la ejecución de las propuestas de ahorro en iluminación.

#### 4.4.5.2 Análisis económico por eliminación de cargas parásitas.

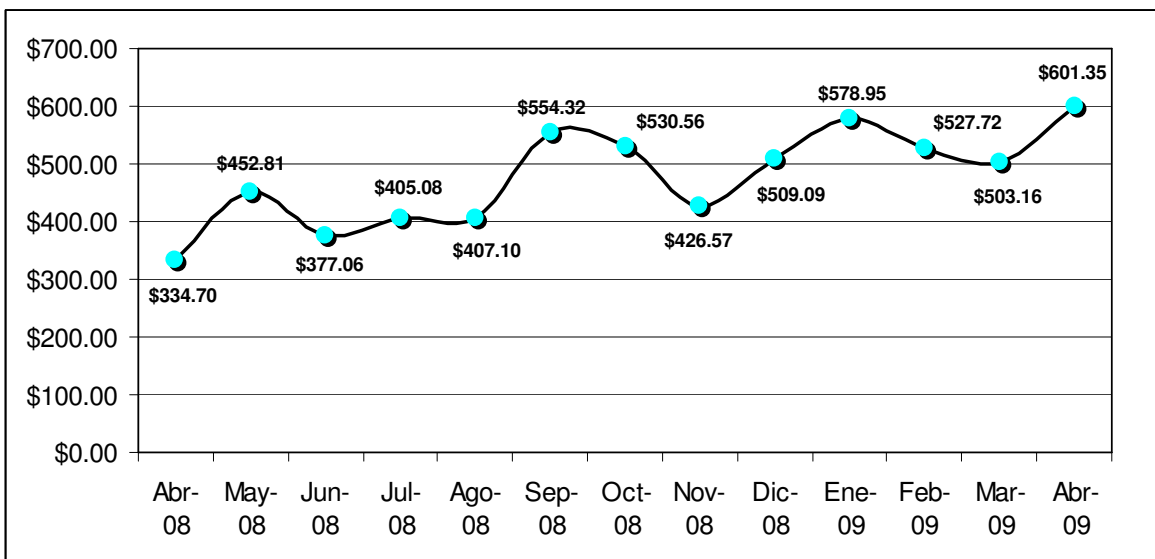
Normalmente, se dejan la televisión y el aire acondicionado conectados porque se desconoce que de esta forma generan un consumo. En estas habitaciones se pudieron haber eliminado dichos consumos con un valor promedio de 40.5 Watts (35.64 W en aires acondicionados y 4.86 W en televisores).

En Abril de 2008 se tuvo una ocupación mensual promedio de 11 habitaciones, por lo que el promedio de habitaciones desocupadas fue de 44. Con estos datos, se obtiene el siguiente cálculo económico del ahorro que se pudo tener en dicho mes:

CONSUMO EN KW/h					
KW	Consumo en KW/h				
	Base	Intermedia	Punta		
1.053	58.97	94.77	23.17		
<b>Cargos</b>					
	Base	Intermedia	Punta	=	
<b>Por energía</b>	\$49.91	\$96.45	\$37.83	=	<b>\$184.193</b>
<b>Por demanda</b>				=	<b>\$150.505</b>
<b>Subtotal</b>				=	<b>\$334.698</b>
<b>IVA</b>				=	<b>\$50.205</b>
<b>TOTAL</b>				=	<b>\$384.903</b>

**Figura 4.15** Cálculo del ahorro de energía eléctrica por la propuesta de ahorro de eliminación de cargas parásitas en aires acondicionados en el mes de Abril de 2008.

Si se toma en cuenta una ocupación promedio mensual similar a la del año anterior, se tiene que, de Abril de 2008 a Abril de 2009, se tendría un ahorro total por eliminación de cargas parásitas de \$ 6,208.47. A continuación se muestra una gráfica que especifica dichos ahorros.



**Figura 4.16** Ahorros mensuales estimados por eliminación de cargas parásitas en las habitaciones desocupadas.

#### 4.4.5.3 Análisis económico en equipos de aire acondicionado.

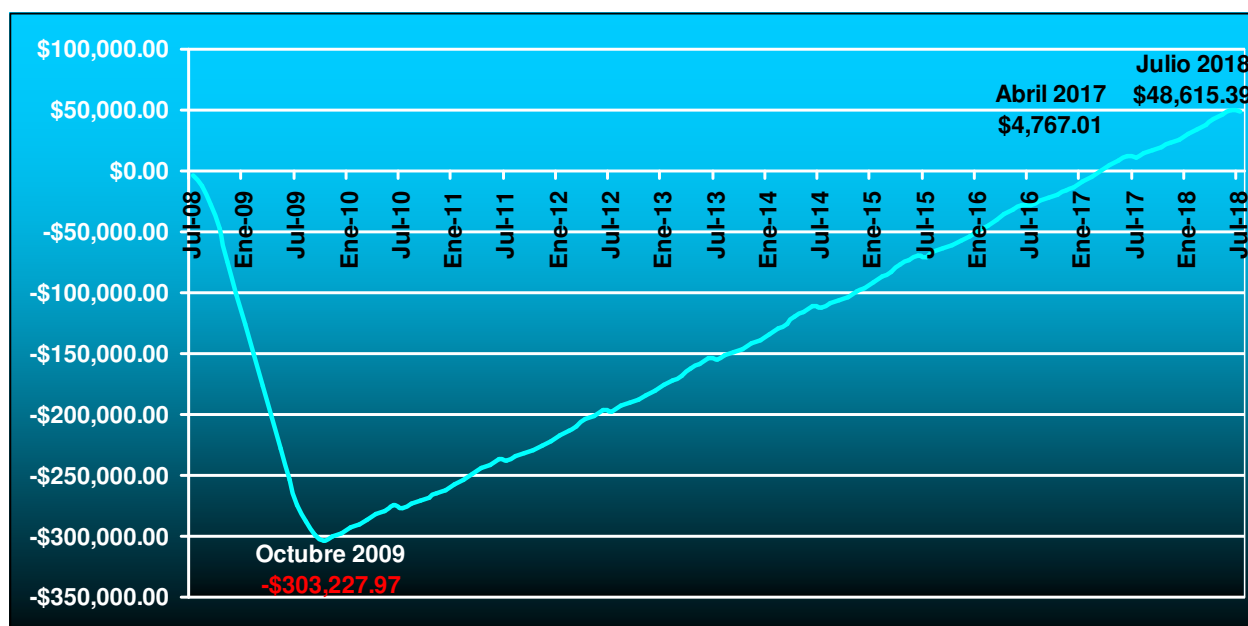
Como ya se mencionó, existe una diferencia promedio de 398.28 Watts por consumo entre los equipos antiguos y los nuevos, por lo que se tomará este dato para determinar el tiempo de retorno de la inversión si se decide aplicar esta medida.

Del cuestionario de hábitos de consumo eléctrico de los huéspedes, se conjetura que el tiempo promedio de utilización de los equipos de aire acondicionado por habitación es de 6.5 horas, en un horario aproximado entre 10 pm a 5.30 am.

**Tabla 4.25** Descripción de los equipos que constituyen las propuestas de ahorro por sustitución de equipos de aire acondicionado.

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Total
52	Minisplit 18,000 BTU/hr	\$6,025.76	\$313,339.52
	Subtotal		\$313,339.52
	Mano de obra		\$15,666.98
	Gastos de administración		\$3,133.40
	Otros gastos		\$15,666.98
	Gastos totales		\$347,806.87
	Gastos de mantenimiento		\$5,217.10

Considerando que se sustituyeran todos los equipos antiguos por nuevos en un lapso de cinco meses, de Junio a Octubre de 2008, que el aumento de energía eléctrica mensual se mantuviera en 0.5%, que se daría mantenimiento preventivo a los equipos cada 12 meses con un costo de 1.5% del valor actual de un equipo, que los equipos se obtendrían a 12 meses sin intereses, que el consumo eléctrico de los equipos aumentaría 0.12% mensualmente (14.06% en 10 años), que los equipos tendrían una duración de 10 años y que la ocupación aumentaría 5% cada año respecto al mismo mes de un año anterior, se obtiene el siguiente cálculo económico:



**Figura 4.17** Balance económico de la instalación de equipos de aire acondicionado según consideraciones del punto 4.4.5.3 proyectado a 10 años. Base de precios: Abril de 2008.

La tasa de retorno de la inversión es de 9.02 años y, aunque es muy alta, se recuerda que no se consideran los ingresos obtenidos por la renta de las habitaciones ni gastos de mantenimiento correctivo de ninguna índole. A su vez, se recuerda que, obviamente, una habitación con un servicio deficiente de aire acondicionado no puede ser rentada debido a las condiciones climatológicas de las zonas tropicales ni se discute la obvia importancia de un equipo eficiente de aire acondicionado. Al considerar todas las condiciones planteadas, se lograría un ahorro estimado de \$443,376.18.

**Tabla 4.26** Ahorro mensual en pesos producido por la instalación de equipos nuevos de aire acondicionado considerando las condiciones descritas en 4.4.5.3.

Mes	Ocupación promedio	Ahorro	Mes	Ocupación promedio	Ahorro	Mes	Ocupación promedio	Ahorro
Jul-08	24	\$1,531.52	Dic-11	20	\$2,996.48	May-15	28	\$3,581.30
Ago-08	24	\$2,693.57	Ene-12	35	\$4,965.48	Jun-15	37	\$4,663.75
Sep-08	13	\$1,675.78	Feb-12	26	\$3,770.85	Jul-15	33	\$4,190.59
Oct-08	15	\$1,943.27	Mar-12	29	\$4,233.59	Ago-15	33	\$4,183.78
Nov-08	23	\$2,994.57	Abr-12	36	\$5,153.24	Sep-15	19	\$2,320.52
Dic-08	17	\$2,224.45	May-12	24	\$3,494.44	Oct-15	21	\$2,625.60
Ene-09	30	\$3,945.07	Jun-12	32	\$4,568.97	Nov-15	32	\$4,008.99
Feb-09	22	\$2,903.93	Jul-12	29	\$4,121.98	Dic-15	24	\$3,078.72
Mar-09	25	\$3,312.33	Ago-12	29	\$4,131.91	Ene-16	42	\$5,074.43
Abr-09	31	\$4,122.72	Sep-12	16	\$2,301.02	Feb-16	31	\$3,832.94
May-09	21	\$2,803.30	Oct-12	18	\$2,614.09	Mar-16	35	\$4,280.19
Jun-09	27	\$3,617.77	Nov-12	28	\$4,007.60	Abr-16	43	\$5,181.95
Jul-09	25	\$3,362.36	Dic-12	21	\$3,090.15	May-16	29	\$3,494.99
Ago-09	25	\$3,374.97	Ene-13	37	\$5,113.98	Jun-16	39	\$4,545.06
Sep-09	14	\$1,897.07	Feb-13	27	\$3,878.54	Jul-16	35	\$4,078.28
Oct-09	16	\$2,176.21	Mar-13	30	\$4,348.78	Ago-16	35	\$4,066.00
Nov-09	24	\$3,276.54	Abr-13	37	\$5,286.48	Sep-16	19	\$2,252.07
Dic-09	18	\$2,466.61	May-13	25	\$3,580.08	Oct-16	22	\$2,544.60
Ene-10	32	\$4,401.50	Jun-13	33	\$4,674.77	Nov-16	33	\$3,879.90
Feb-10	23	\$3,175.42	Jul-13	30	\$4,211.87	Dic-16	25	\$2,975.43
Mar-10	26	\$3,603.03	Ago-13	30	\$4,216.43	Ene-17	44	\$4,897.33
Abr-10	32	\$4,451.07	Sep-13	17	\$2,344.99	Feb-17	33	\$3,693.99
May-10	22	\$3,071.55	Oct-13	19	\$2,660.50	Mar-17	37	\$4,119.25
Jun-10	29	\$4,063.99	Nov-13	29	\$4,073.34	Abr-17	45	\$4,980.11
Jul-10	26	\$3,657.18	Dic-13	22	\$3,136.67	May-17	31	\$3,354.14
Ago-10	26	\$3,670.83	Ene-14	38	\$5,184.07	Jun-17	41	\$4,355.75
Sep-10	15	\$2,125.69	Feb-14	29	\$3,926.46	Jul-17	37	\$3,902.91
Oct-10	17	\$2,418.09	Mar-14	32	\$4,396.64	Ago-17	37	\$3,885.67
Nov-10	25	\$3,569.28	Abr-14	39	\$5,337.52	Sep-17	20	\$2,149.14
Dic-10	19	\$2,722.76	May-14	27	\$3,609.81	Oct-17	23	\$2,424.87
Ene-11	33	\$4,746.61	Jun-14	35	\$4,707.28	Nov-17	35	\$3,692.11
Feb-11	25	\$3,609.30	Jul-14	32	\$4,235.47	Dic-17	27	\$2,827.39
Mar-11	28	\$4,057.46	Ago-14	32	\$4,234.37	Ene-18	47	\$4,647.07
Abr-11	34	\$4,945.25	Sep-14	18	\$2,351.80	Feb-18	35	\$3,500.23
May-11	23	\$3,357.75	Oct-14	20	\$2,664.63	Mar-18	39	\$3,897.63
Jun-11	30	\$4,395.95	Nov-14	30	\$4,074.17	Abr-18	48	\$4,705.44
Jul-11	27	\$3,971.05	Dic-14	23	\$3,133.07	May-18	32	\$3,164.62
Ago-11	27	\$3,985.79	Ene-15	40	\$5,171.13	Jun-18	43	\$4,103.76
Sep-11	15	\$2,222.55	Feb-15	30	\$3,911.36	Jul-18	38	\$3,671.84
Oct-11	17	\$2,528.23	Mar-15	33	\$4,373.79			
Nov-11	26	\$3,881.04	Abr-15	41	\$5,302.58			



#### 4.4.6 Informe final de resultados.

Se tienen diversas soluciones para energía en el Hotel Terraza del Sol, las cuales se presentan a continuación:

1. Las que implican costos significativos de inversión:

- Sustituir los equipos obsoletos de aire acondicionado de las habitaciones para disminuir el consumo de energía, aumentar la eficiencia y mejorar la calidad en el servicio.

Costo total: \$347,806.87

Tiempo de retorno de la inversión: 9.02 años

Ahorro estimado en pesos en el primer año: \$443,376.18.

Ahorro estimado de energía: 925 KWh/año-habitación ocupada.

2. Las que no requieren inversión o ésta es muy baja:

- Apagar los equipos y luminarias que no se estén utilizando y cortar el suministro de corriente eléctrica a las habitaciones que no se estén ocupando para evitar corrientes parásitas por televisores y equipos de aire acondicionado.

Costo total: Nulo.

Ahorro estimado en pesos en un año: \$ 6,208.47.

Ahorro estimado de energía: 350 KWh/año-habitación ocupada.

- Aumentar el período de limpieza a las luminarias para evitar depreciaciones por polvo en las mismas.

Costo total: Nulo.

Beneficio: Conservación del nivel lumínico.

- En las áreas que requieran iluminación concentrada en un punto, disminuir la altura de montaje de las luminarias.

- Programar los equipos de aire acondicionado a una temperatura agradable (22 a 24° C) para lograr ahorros de energía al haber un menor funcionamiento del compresor.

Costo total: Nulo.

Beneficio actual: Menor tiempo de funcionamiento del compresor.

Ahorro estimado en pesos en un año por habitación ocupada: \$619.47.

Ahorro estimado de energía: 648 KWh/año-habitación ocupada.

Otras alternativas, no evaluadas en este trabajo, que podrían ser de gran utilidad para el ahorro de energía eléctrica en el Hotel Terraza del Sol, son:

- Instalar aislamiento térmico en los muros de las habitaciones.
- Sustituir las ventanas ordinarias por ventanas aislantes.
- Cambiar las lámparas fluorescentes con balastro electromagnético de los baños de las habitaciones por lámparas circulares compactas T-5 de base E-26.
- Incorporar sensores de movimiento en pasillos, baños públicos y salas de conferencias.
- Instalar sensores de intensidad luminosa, junto con sensores de movimiento, en pasillos, para evitar que las luces se encuentren encendidas sin ser requeridas, como en la madrugada.
- Añadir sensores de presencia en habitaciones.
- De existir, sustituir los focos incandescentes por focos ahorradores compactos.

Como se puede notar, existe un gran potencial de ahorro económico y de energía eléctrica en el Hotel Terraza del Sol, con inversiones que van desde ser nulas a casi \$350 mil, aunque éste último valor podría aumentar al instalar aislamientos térmicos y el beneficio sería al comprar equipos de menor capacidad de enfriamiento.

Aunque para el caso de los aires acondicionados se requiere una inversión inicial cuantiosa, la suma de los beneficios producidos por la instalación de dichos equipos es considerable ya que, independientemente de los ahorros por energía, se tiene el beneficio de la satisfacción de los huéspedes y la alta disponibilidad de las habitaciones para su renta. A su vez, se disminuirían los costos de mantenimiento correctivo, obteniendo un ahorro adicional.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sector servicios presenta un importante potencial de ahorro de energía eléctrica, tanto en iluminación como en aire acondicionado. Estos costes de energía, aun siendo la segunda partida de gasto en importancia para el sector después de los costes de personal, no es una de las prioridades de optimización de las instalaciones, para los responsables hoteleros aunque, cada vez más, estas inversiones aparecen ligadas a la calidad del servicio que los establecimientos hoteleros prestan a sus clientes y se percibe un interés creciente entre los empresarios del sector por las soluciones y equipos que se presentan.

La iluminación es un rubro que no suele ser tomado en cuenta para optimización debido a que las nuevas tecnologías de iluminación no suelen ser tan publicitadas y al desconocimiento de las posibilidades de ahorro con sólo observar detalladamente la factura eléctrica. A su vez, el costo de una luminaria más eficiente representa un costo mayor respecto a los tradicionales focos incandescentes y las lámparas fluorescentes T-12, aunque el retorno de la inversión es, en la mayoría de los casos, extremadamente bajo.

Aunque las inversiones en aire acondicionado son significativas, suelen tener un retorno de inversión menor a 3 años, lo que hace que sean una propuesta atractiva, pero suele ocurrir algo similar que con las luminarias: altos costos y desconocimiento de los beneficios.

Se recomienda profundamente realizar un profundo estudio termoeconómico de la caldera del Hotel Terraza del Sol y el ahorro que se podría tener al instalar un calentador solar de agua, así como la reducción de la emisión a la atmósfera de gases producto de la combustión. También se recomienda evaluar la posibilidad de instalar aislamientos térmicos en los muros y colocar ventanas aislantes para reducir la capacidad de los equipos de aire acondicionado y así disminuir el gasto por compra de equipos de aire acondicionado de mayor capacidad.

A su vez, se exhorta a permanecer atento a las nuevas y más eficientes tecnologías que se vayan desarrollando, tratando de actualizar los equipos siempre que se pueda justificar con un cálculo económico.

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
1.1 Ubicación satelital del Hotel Terraza del Sol. ....	15
1.2 Organigrama del Hotel Terraza del Sol. ....	16
1.3 Restaurante “Isla Dorada”. ....	18
1.4 Vista interior de las habitaciones. ....	18
2.1 Grafico de ventas de energía eléctrica en 2006 por categorías según CFE. ...	24
3.1 Triangulo de potencias. ....	37
3.2 Segmentación de un local de trabajo. ....	42
3.3 Categoría de mantenimiento I. ....	46
3.4 Categoría de mantenimiento II. ....	46
3.5 Categoría de mantenimiento III. ....	47
3.6 Categoría de mantenimiento IV. ....	47
3.7 Categoría de mantenimiento V. ....	47
3.8 Categoría de mantenimiento VI. ....	47
3.9 Temperaturas interiores recomendables para verano. ....	57
3.10 Ventana para determinar el tamaño de la muestra, en el programa STATS®. .	63
3.11 Ventana del subprograma “Números aleatorios” del programa STATS®. ....	63
4.1 Ocupación mensual en el Hotel Terraza del Sol, de Febrero de 2007 a Abril de 2008. ....	93
4.2 Consumo mensual de energía eléctrica en el Hotel Terraza del Sol, de Febrero de 2007 a Abril de 2008. ....	94
4.3 Índice de consumo eléctrico por habitación ocupada en el Hotel Terraza del Sol, de Febrero de 2007 a Abril de 2008. ....	94
4.4 Gráfica que indica el porcentaje de huéspedes del Hotel Terraza del Sol, de acuerdo a su procedencia. ....	101
4.5 Gráfica que indica el grado de satisfacción con respecto a la sensación térmica en las habitaciones. ....	101
4.6 Gráfica que indica la temperatura a la que los huéspedes del Hotel Terraza del Sol supuestamente ajustaron el termostato. ....	102
4.7 Gráfica que indica el grado de satisfacción de los huéspedes del Hotel Terraza del Sol con respecto a la iluminación en las habitaciones. ....	102

4.8 Gráfica que indica el promedio de horas que fue encendida la luz en las habitaciones, por los huéspedes del Hotel Terraza del Sol. . . . .	<b>103</b>
4.9 Gráfica que indica el promedio de horas que fue encendida la televisión en las habitaciones, por los huéspedes del Hotel Terraza del Sol. . . . .	<b>103</b>
4.10 Gráfica que indica el tiempo promedio que los huéspedes del Hotel Terraza del Sol encendieron el aire acondicionado en las habitaciones. . . . .	<b>104</b>
4.11 Gráfica que indica el grado de satisfacción de los huéspedes del Hotel Terraza del Sol con respecto a la sensación térmica en el restaurante. . . . .	<b>104</b>
4.12 Gráfica que indica el grado de satisfacción de los huéspedes del Hotel Terraza del Sol con respecto a la iluminación en el restaurante. . . . .	<b>105</b>
4.13 Cálculo del ahorro de energía eléctrica de las propuestas de ahorro en iluminación, tomando como base de precios el mes de Abril de 2008. . . . .	<b>107</b>
4.14 Gráfica que muestra el balance económico por la implementación las propuestas de ahorro en iluminación. . . . .	<b>108</b>
4.15 Cálculo del ahorro de energía eléctrica por la propuesta de ahorro de eliminación de cargas parásitas en aires acondicionados en el mes de Abril de 2008. . . . .	<b>109</b>
4.16 Ahorros mensuales estimados por eliminación de cargas parásitas en las habitaciones desocupadas. . . . .	<b>110</b>
4.17 Balance económico de la instalación de equipos de aire acondicionado según consideraciones del punto 4.4.5.3 proyectado a 10 años. Base de precios: Abril de 2008. . . . .	<b>111</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
2.1 Consumo estimado de energía eléctrica en inmuebles del sector servicios en México. ....	24
2.2 Ventas de energía eléctrica en los últimos años, por categorías definidas por CFE. ....	25
3.1 Datos técnicos de lámparas fluorescentes. ....	42
3.2 Niveles de iluminación recomendados para diferentes locales o actividades. .	43
3.3 Porcentaje de reflectancias en diversos acabados y colores. ....	44
3.4 Tabla de depreciación por suciedad del local. ....	48
3.5 Tabla de trabajo del método de cavidad zonal. ....	49
3.6 Tabla de referencia para luminaria ventilada de aluminio para grandes alturas. ....	50
3.7 Tabla de referencia para lámpara reflectora. Haz ancho. ....	50
3.8 Tabla de referencia para lámpara reflectora. Haz estrecho. ....	51
3.9 Tabla de referencia para 2 lámparas T-12 de cualquier carga con protección central. ....	51
3.10 Tabla de referencia para 2 lámparas T-12 de cualquier carga con lente prismática. ....	51
3.11 Tabla de referencia para 4 lámparas T-12 de cualquier carga con lente prismática. ....	52
3.12 Tabla de referencia para 6 lámparas T-12 de cualquier carga con lente prismática. ....	52
3.13 Tabla de referencia para 8 lámparas T-12 de cualquier carga con lente prismática. ....	52
3.14 Tabla de referencia para 2 lámparas T-12 de cualquier carga desnudas. ....	53
3.15 Condiciones exteriores de diseño para algunas ciudades del estado de Veracruz. ....	53
3.16 Factores de ganancia por transmisión. ....	54
3.17 Ganancia de calor debida a aparatos y accesorios diversos. ....	55
3.18 Ganancia de calor debida a personas. ....	56
3.19 Ganancia de calor por efecto solar a través de vidrio. . . . .	56

3.20	Coeficientes de transferencia de calor por efecto a través de vidrio. ....	<b>58</b>
3.21	Subtotal de carga sensible por efecto solar en vidrios. ....	<b>58</b>
3.22	Subtotal de carga sensible por transmisión en vidrios. ....	<b>58</b>
3.23	Subtotal de carga sensible por transmisión en muros. ....	<b>59</b>
3.24	Subtotal de carga sensible y latente debido a personas. ....	<b>59</b>
3.25	Ganancia de calor por alumbrado y equipo. ....	<b>59</b>
3.26	Infiltración de aire. ....	<b>60</b>
3.27	Ganancia de calor por ventilación. ....	<b>61</b>
3.28	Subtotal de cargas por infiltración o ventilación. ....	<b>61</b>
3.29	Ganancia de calor en el local. ....	<b>62</b>
4.1	Calculo de iluminación en el almacén, con las luminarias actuales. ....	<b>72</b>
4.2	Calculo de iluminación en el almacén con las luminarias propuestas para el ahorro de energía. ....	<b>73</b>
4.3	Calculo de iluminación en almacén con las luminarias actuales. ....	<b>74</b>
4.4	Calculo de iluminación en cocina con las luminarias propuestas para el ahorro de energía ....	<b>75</b>
4.5	Calculo de iluminación en oficina con las luminarias actuales. ....	<b>76</b>
4.6	Calculo de iluminación en oficina con las luminarias propuestas para el ahorro de energía. ....	<b>77</b>
4.7	Calculo de iluminación en el pasillo 1 con las luminarias actuales. ....	<b>78</b>
4.8	Calculo de iluminación en el pasillo 2 con las luminarias actuales. ....	<b>79</b>
4.9	Calculo de iluminación en el pasillo 3 con las luminarias actuales. ....	<b>80</b>
4.10	Calculo de iluminación en recepción con las luminarias actuales. ....	<b>81</b>
4.11	Calculo de iluminación en recepción con las luminarias propuestas para el ahorro de energía. ....	<b>82</b>
4.12	Calculo de iluminación en el salón “La Ola” con las luminarias actuales. ....	<b>82</b>
4.13	Calculo de iluminación en el salón “La Ola” con las luminarias propuestas para el ahorro de energía. ....	<b>83</b>
4.14	Consumos eléctricos en el Hotel Terraza del Sol de Febrero de 2007 a Abril de 2008. ....	<b>92</b>
4.15	Equipos de aire acondicionado de habitaciones que fueron evaluadas estadísticamente para realizar mediciones en ellos. ....	<b>96</b>

4.16 Equipos de aire acondicionado de habitaciones que fueron evaluadas estadísticamente para realizar mediciones en ellos. . . . .	<b>97</b>
4.17 Resumen de cálculos de iluminación en almacén. . . . .	<b>97</b>
4.18 Resumen de cálculos de iluminación en cocina. . . . .	<b>98</b>
4.19 Resumen de cálculos de iluminación en oficina. . . . .	<b>98</b>
4.20 Resumen de cálculos de iluminación en recepción. . . . .	<b>98</b>
4.21 Resumen de cálculos de iluminación en el salón “La Ola”. . . . .	<b>98</b>
4.22 Ahorro de energía por horas al mes que se tendría al implementar las medidas propuestas. . . . .	<b>106</b>
4.23 Descripción de los equipos que constituyen las propuestas de ahorro por iluminación de las áreas comprendidas en la tabla 4.22. . . . .	<b>107</b>
4.24 Total del ahorro en pesos en un año producido por la instalación de las luminarias descritas en la tabla 4.23. . . . .	<b>108</b>
4.25 Descripción de los equipos que constituyen las propuestas de ahorro por sustitución de equipos de aire acondicionado . . . . .	<b>110</b>
4.26 Ahorro mensual en pesos producido por la instalación de los equipos nuevos de aire acondicionado, considerando las condiciones descritas en 4.4.5.3. . .	<b>112</b>



## GLOSARIO DE TÉRMINOS Y DEFINICIONES

**Biocombustible:** Es el término con el cual se denomina a cualquier tipo de combustible que derive de la biomasa - organismos recientemente vivos o sus desechos metabólicos, tales como el estiércol de la vaca. Los combustibles de origen biológico pueden sustituir parte del consumo en combustibles fósiles tradicionales, como el petróleo o el carbón). Los biocombustibles más usados y desarrollados son el bioetanol y el biodiesel.

**Bioenergía:** Es la energía renovable a disposición de los materiales derivados de fuentes biológicas. En su más estricto sentido, es un sinónimo de biocombustibles, combustibles derivados de fuentes biológicas. En su sentido más amplio que abarca también la biomasa, el material biológico utilizado como biocombustible, así como la situación social, económica, científica y técnica relacionados con la utilización de fuentes de energía biológica.

**Calentamiento global:** Es un término utilizado habitualmente en dos sentidos:

1. Es el fenómeno observado en las medidas de la temperatura que muestra en promedio un aumento en la temperatura de la atmósfera terrestre y de los océanos en las últimas décadas.
2. Es una teoría que predice, a partir de proyecciones basadas en simulaciones computacionales, un crecimiento futuro de las temperaturas.

**Combustibles fósiles:** Son mezclas de compuestos orgánicos que se extraen del subsuelo con el objetivo de producir energía por combustión. Se consideran combustibles fósiles al carbón, procedente de bosques del periodo carbonífero, y al petróleo y el gas natural procedente de otros organismos.

**COP:** El término *coefficient of performance* o *COP* (en castellano, coeficiente de eficiencia energética, CEE o coeficiente de rendimiento, CoDeRe) se utiliza para describir la relación entre la producción de calor y el consumo de energía que es necesario pagar. Una bomba de calor típica tiene un COP de entre dos y seis (dependiendo de la diferencia entre las temperaturas de ambas fuentes), mientras que un calentador eléctrico de resistencia (por efecto Joule) tiene un COP de sólo uno.

**Envolvente:** Se refiere a los componentes exteriores de un edificio que tienen contacto directo con los elementos de la naturaleza. Pueden ser ventanas, paredes y aislamientos.

**Flujo de caja:** En finanzas y en economía se entiende por **flujo de caja o flujo de fondos** (en inglés *cash flow*) los flujos de entradas y salidas de caja o efectivo, en un período dado.

**HCFC:** Siglas para HidroCloroFluoroCarbonos. Son compuestos que contienen átomos de hidrógeno, fluorina, clorina y carbono. Aunque son sustancias que reducen la capa de ozono, no son tan potentes como los clorofluorocarbonos (CFCs).

**HFC:** Siglas para HidroFluoroCarbonos. Son hidrocarburos en los que algunos de los átomos de hidrógeno, pero no todos, han sido reemplazados por flúor. Los átomos de flúor no catalizan en estos compuestos la destrucción del ozono, por lo que los HFCs no dañan la capa de ozono. Así, HFCs como el tetrafluoroetano se han convertido en sustitutos favoritos de los CFCs.

**Holística:** La holística alude a la tendencia que permite entender los eventos desde el punto de vista de las múltiples interacciones que los caracterizan; corresponde a una actitud integradora como también a una teoría explicativa que orienta hacia una comprensión contextual de los procesos, de los protagonistas y de sus contextos. La holística se refiere a la manera de ver las cosas enteras, en su totalidad, en su conjunto, en su complejidad, pues de esta forma se pueden apreciar interacciones, particularidades y procesos que por lo regular no se perciben si se estudian los aspectos que conforman el todo, por separado.

**Protocolo de Kyoto sobre el cambio climático:** Es un acuerdo internacional que tiene por objeto reducir las emisiones de seis gases provocadores del calentamiento global: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), gas metano ( $\text{CH}_4$ ) y óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), además de tres gases industriales fluorados: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ), en un porcentaje aproximado de un 5 por ciento, dentro del período que va del año 2008 al 2012, en comparación con las emisiones al año 1990. Por ejemplo, si la contaminación de estos gases en el año 1990 alcanzaba el 100 por ciento, al término del

año 2012 deberá ser del 95 por ciento. Es preciso señalar que esto no significa que cada país deba reducir sus emisiones de gases regulados en un 5 por ciento, sino que éste es un porcentaje a nivel global y, por el contrario, cada país obligado por Kioto tiene sus propios porcentajes de disminución en la emisión de gases.

Este instrumento se encuentra dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), suscrita en 1992 dentro de lo que se conoció como la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro. El protocolo vino a dar fuerza vinculante a lo que en ese entonces no pudo hacer la CMNUCC.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Aguer, Mario. “El ahorro energético: estudios de viabilidad económica”, Ediciones Díaz de Santos, España, 2005.
2. Boletín Informativo. “Aplicación de Energía Solar en edificios Públicos en España”, CIEMAT-IER, España, 2000.
3. CIEMAT- IER: “La energía solar en la Edificación”, Editorial CIEMAT-IER, España, 1999.
4. Cengel, Yunus. “Termodinámica”, Mc Graw-Hill, México, 2003.
5. Chapa Carreón, Jorge. “Manual de instalaciones de alumbrado y fotometría”, Editorial Limusa, México, 1990.
6. Cramér, Harald. “Elementos de la teoría probabilidades y algunas de sus aplicaciones”, Ed. Aguilar, España, 1977.
7. Din, En. “Comportamiento del calor en la edificación”, Alemania, 1995.
8. Ehm, H. “Directivas para la protección térmica del año 1995: Conceptos básicos, Aclaraciones e indicaciones para sus aplicaciones. El camino hacia las viviendas de bajo consumo energético”. Editorial Bauverlag, Alemania, 1995.
9. Enríquez Harper, Gilberto. “El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja tensión”, Editorial Limusa, México, 2006.
10. Ezquerro Pizà, Pere. “Dispositivos y sistemas para el ahorro de energía”, Marcombo, S.A., España, 1988
11. Fanger P. O. “Conditions for Thermal Comfort”, Universidad Técnica de Forlag, Copenhague, Dinamarca, 1971.
12. Gil, Salvador, et. al. “Física re-creativa: experimentos de física usando nuevas tecnologías”, Prentice Hall, Argentina, 2001.
13. Gonzalo, Guillermo E., “Uso Racional de la Energía en la Edificación. Energías No Convencionales en la edificación”, Instituto de Acondicionamiento Ambiental, FAU-UNNTucumán, Argentina, 1990.
14. Heras Celemin, M., “Comportamiento energético de edificios”, Ediciones CIEMAT, España, 1990.
15. Hernández L. “El problema energético en el desarrollo global y la energía fotovoltaica”. Revista Iberoamericana de Física, 2006.
16. J. Chow, et. al. “Energy resources and global development”, Science, 2003.

17. Menéndez Díez, Faustino. Higiene industrial: Manual para la formación del especialista, Editorial Lex Novia, España, 2006.
18. Merino Azcárraga, José María. "Eficiencia energética eléctrica: Introducción y auditoría energética eléctrica", Tomo 1, Cadem-Iberdrola, España, 2000.
19. Minguella Terrades, J.A. "Energía solar: manual de instalaciones térmicas", CEYSA, España, 1982.
20. Rey Martínez, Franciso Javier, et. al., "Eficiencia energética en edificios. Certificación y Auditorías energéticas", Thomson Editores Spain Paraninfo, España, 2006.
21. Severns, W.H., et. al. "Energía mediante vapor, aire o gas", Editorial Reverté, S.A., Barcelona, España, 1991.
22. Sin Autor. "Nuevo reglamento interno del Hotel Terraza del Sol de Coatzacoalcos, Veracruz", 2004.
23. Spitta, Albert F. "Instalaciones Eléctricas", Tomo I, Dossat, España, 1982.
24. Spiegel, Murray, et. al. "Estadística", 2da ed., McGraw Hill, España, 1995.
25. Palz, Wolfgang. "Electricidad solar: estudio económico de la energía solar", Ed. Blume, Barcelona, 1978.
26. Norma Oficial Mexicana
27. [www.conae.gob.mx](http://www.conae.gob.mx)
28. [www.tecno-lite.com.mx](http://www.tecno-lite.com.mx)
29. [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)
30. [www.zonaeconomica.com/inversion/metodos](http://www.zonaeconomica.com/inversion/metodos)
31. CFE, "Informe anual 2006", [www.cfe.gob.mx/informe2006/archivos/053.html](http://www.cfe.gob.mx/informe2006/archivos/053.html)
32. de Buen, Odón. La importancia del consumo de energía en inmuebles no residenciales en México y su evidente subestimación en las estadísticas nacionales, [www.funtener.org/importayconsumo.html](http://www.funtener.org/importayconsumo.html)
33. Chavarría Cosar, Ricardo. Iluminación en los centros de trabajo, [www.mtas.es/insht/ntp/ntp\\_211.htm](http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_211.htm)
34. Cristo Devora, Yuliesky, et. al. Algunas consideraciones para la evaluación de inversiones, [www.monografias.com/trabajos41/evaluacion-inversiones/evaluacion-inversiones2.shtml](http://www.monografias.com/trabajos41/evaluacion-inversiones/evaluacion-inversiones2.shtml)
35. Energía, energía fotovoltaica y celdas solares de alta eficiencia, [www.revista.unam.mx/vol.8/num12/art89/int89.htm](http://www.revista.unam.mx/vol.8/num12/art89/int89.htm)

36. Ríos Roca, Álvaro. Eficiencia energética en Cuba,  
[www.energiaadebate.com.mx/Articulos/junio\\_2006/eficiencia.htm](http://www.energiaadebate.com.mx/Articulos/junio_2006/eficiencia.htm)
37. Sin autor. La energía de espera (Standby power),  
[www.conae.gob.mx/wb/CONAE/la\\_energia\\_de\\_espera](http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/la_energia_de_espera)
38. Zeller, Frank. El ahorro de energía en edificios crea valor para todos,  
[www.energiaadebate.com.mx/Articulos/Octubre%202004/frank\\_zeller.htm](http://www.energiaadebate.com.mx/Articulos/Octubre%202004/frank_zeller.htm)