



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---



FACULTAD DE INGENIERÍA

TESINA

**USO EFICIENTE DE ENERGÍA Y APROVECHAMIENTO DE LAS  
FUENTES RENOVABLES EN LAS PYMES DEL SECTOR TURISMO**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO**

PRESENTA:

**PABLO HIDALGO ARIAS**

DIRECTOR DE TESINA:  
M.I. **AUGUSTO SÁNCHEZ CIFUENTES**



CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE 2014



## AGRADECIMIENTOS

A mis padres, María Guadalupe Arias Segura y Carlos Antonio Hidalgo Manterola por el apoyo incondicional que me han brindado durante mi educación, el camino ha sido muy difícil, con muchos baches y obstáculos pero gracias a ustedes el camino ha sido más fácil de recorrer. Por invertir gran parte de su vida para formarme, por hacer de mí la persona que soy.

A mi hermana Gabriela, aunque hayas estado a 10,197.98 [km] de distancia, tu apoyo siempre es esencial para alcanzar mis metas. Te agradezco por haberme demostrado que no importa la distancia, tú y yo siempre vamos a estar juntos.

A Niuni, por brindarme la oportunidad de ser parte de tu equipo de trabajo y darme la confianza para trabajar libremente. A tu carisma, buena vibra y emoción por hacer lo que uno ama han sido inspiración para mí.

A mi amigo y profesor Diego, por qué siempre has estado en las buenas y en las malas. A ti y a Shantal por enseñarme que la vida es para disfrutarse y el objetivo de hacer las cosas es para ser felices.

A Mary, mi mano derecha, por estar conmigo en esta última etapa de mi carrera, tu felicidad, cariño, ternura, apoyo, comprensión y presión para terminar la tesina. Por ser testigo de los logros más importantes que he conseguido hasta este momento. Por levantarme y animarme a seguir adelante cada vez que me caía. Sobre todo gracias por tanto amor.

A mis compañeros y amigos: Gina, Nelly, Alex, José Juan, Roberto, Luis, Edna, Saúl y Omar por todo lo que hemos vivido juntos, no sólo fueron un apoyo académico, lo fueron emocionalmente. Gracias por sus ánimos y compartir sus conocimientos conmigo.



A mis sinodales que tuve la fortuna de que los aceptaran como tal, por qué todos han sido parte de mi formación académica y profesional. Gracias:

- M.I. Augusto Sánchez Cifuentes por la libertad y apoyo que me dio para trabajar y hacer mi tesina.
- Dr. Arturo Guillermo Reinking Cejudo por compartir conmigo sus conocimientos en clase e inspirarme a investigar más en el tema de energía que hoy en día es mi área de trabajo.
- Dr. Gabriel León De los Santos por sus clases en materia de energía y fuentes renovables, conocimientos que aplico hoy en día.
- Ing. Eleuteria Silvina Alonso Salinas por motivarme a investigar en clase acerca de diagnósticos energéticos, base fundamental para la realización de ésta tesina.
- Ing, Manuel Rubio Suarez por enseñarme que no se debe ser un profesor estricto y mala onda para que los alumnos aprendan. Gracias por sus clases que fueron la base de mi carrera.

Gracias... totales... a todos.

*“El desarrollo del hombre depende fundamentalmente de la invención. Es el producto más importante de su cerebro creativo. Su objetivo final es el dominio completo de la mente sobre el mundo material y el aprovechamiento de las fuerzas de la naturaleza a favor de las necesidades humanas.”*

- Nikola Tesla



## ÍNDICE

OBJETIVO .....	5
MARCO TEÓRICO .....	7
CAPITULO 1: LEVANTAMIENTO DE CARGAS ELÉCTRICAS.....	11
HOTEL MARÍA ISABEL.....	12
HOTEL EL RELICARIO.....	21
CAPITULO 2: TALLER: “Eficiencia Energética y Conveniencia de uso de Fuentes Renovables” .....	39
CAPITULO 3: DESARROLLO DE LA FÓRMULA PARA OBTENER EL CONSUMO ELÉCTRICO DE ELEVADORES .....	52
CAPITULO 4: OTRAS TAREAS REALIZADAS DURANTE EL SERVICIO SOCIAL .....	55
ÍNDICE DE FIGURAS .....	57
ÍNDICE DE TABLAS .....	59
BIBLIOGRAFÍA Y MESOGRAFÍA .....	60



## OBJETIVO

Diseñar una página web que se alojará en el sitio que la SENER y las asociaciones de hoteleros consideren más conveniente para que puedan hacer su levantamiento eléctrico, posteriormente ofrecer alternativas energéticas y proveedores de productos certificados.

Para lograr el objetivo previamente mencionado debemos tener como objetivos generales los siguientes puntos:

- Detectar los hoteles que cumplan con la condición de PyME y dividirlos por estado de la república y por zona climática.
- Encontrar una metodología para realizar diagnósticos energéticos en un hotel.
- **Realizar diagnósticos energéticos.**
- **Solicitar mediante encuestas datos a los hoteleros y conocer sus necesidades para encontrar una metodología que nos permita hacer un análisis técnico-económico de las mejoras energéticas y la posible utilización de fuentes renovables de energía.**
- **Determinar índices de control energético.**
- **Realizar un seminario-taller de eficiencia energética.**
- **Con el análisis de la información recabada en los diagnósticos y la de las encuestas determinar las áreas de oportunidad para disminuir el consumo de energía.**



- Elaborar un software para la realización de diagnósticos energéticos que sea amigable para los usuarios.
- **Realizar bases de datos de productos que sean consumidos por el sector hotelero.**
- Todos estos objetivos serán integrados en una herramienta de consulta dinámica y flexible cuyas bases de datos puedan ser actualizadas en el futuro.
- Por ultimo brindar capacitación a los interesados en usar el portal web.

Estos objetivos son los que el proyecto demanda y los resultados son los que fueron realizados en el tiempo que realicé mi Servicio Social.



## MARCO TEÓRICO

### Etapa 1

Mediante la Asociación Nacional de Hoteles o por medio de la Secretaría de Energía se deberá conseguir una base de datos de los hoteles por estados o regiones del país, así como solicitar su apoyo para poder contar con la cooperación de los hoteleros para realizar el proyecto.

La información obtenida será analizada para discriminar las empresas hoteleras que cumplen con la condición de PyMEs, con lo que obtendremos el universo a considerar en el estudio. Dicho universo se clasifica por categoría y zonas climatológicas del país. Para esto se tomarán las seis zonas climáticas establecidas por el INEGI (Figura 1).

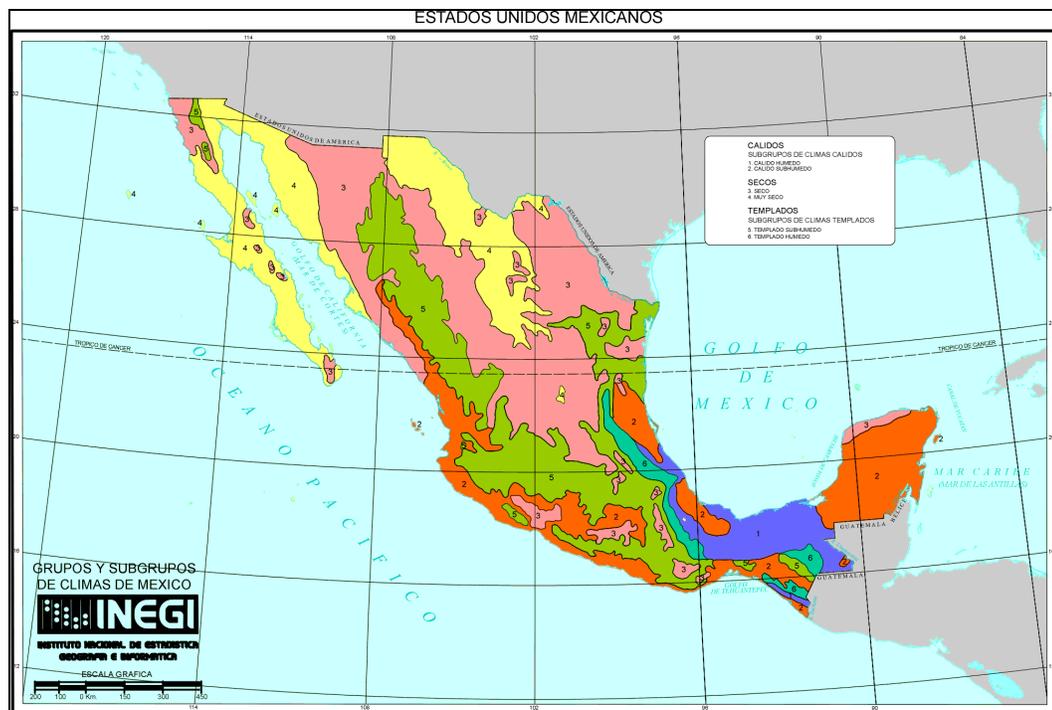


Figura 1: Grupos y subgrupos de climas de México



Se definirá un tamaño de muestra de cada zona y de cada categoría. Sobre esta muestra se realizará un censo o encuesta en las que se solicitarán varios datos sobre temas de consumos y costos de energía, así como otros datos importantes como nivel de ocupación y su variación temporal, personal laborando, clasificación del hotel, número de habitaciones, servicios que ofrece como zona de alberca, gimnasio, restaurante, bar, servicio a cuartos, servi-bar, etc, para así obtener índices energéticos y características del uso de la energía.

Con los resultados obtenidos de la encuesta se adecuará la metodología de los diagnósticos energéticos para las características del sector hotelero, posteriormente se realizarán los diagnósticos de energía en las instalaciones de varios de los hoteles seleccionados por categoría y zonificación que se consideren más representativos, con el fin de verificar los datos recabados y comprobar el uso de las metodologías desarrolladas y poder llegar a contar con las metodologías ajustadas y adecuadas para cada tipo de hotel.

Con el análisis de la información recabada en los diagnósticos, complementada con la de las encuestas realizadas, se podrán determinar las áreas de oportunidad para disminuir el consumo de energía, así como la conveniencia técnica y económica de aplicación de fuentes renovables de energía y la aplicación de medidas arquitectónicas en cada sitio estudiado.

Paralelamente en esta etapa se ofrecerá un seminario taller al personal ejecutivo y a quienes designen los hoteleros en cada una de las zonas definidas. El contenido de estos será sobre los beneficios de tener programas de administración de energía que consideren la eficiencia energética y la utilización de fuentes renovables más adecuadas a la región.

Con los resultados globales se podrán definir los índices de control energético más representativos para aplicar los programas de administración de energía, así como los parámetros que más influyen en los consumos (bench marking), como pueden



ser la categoría, la situación climatológica, número de cuartos, materiales constructivos, antigüedad, etc.

En este punto con toda la información recabada se procede a sistematizar la metodología, desde la captura de información hasta la emisión del informe final, que considere el análisis técnico económico de las mejoras energéticas y la posible utilización de fuentes renovables de energía. Esta se probará con un grupo de hoteles.

Finalmente, en esta etapa del proyecto se tendrá como producto final una herramienta de captura y análisis para la elaboración de diagnósticos energéticos ya probada en campo.

## **Etapa 2**

Con la metodología ya sistematizada se podrá elaborar un software amigable para los usuarios. Por medio de éste se podrá alimentar la información y realizará el diagnóstico emitiendo el informe final correspondiente. La operación de dicho software debe ser apoyada en bases de datos del clima, de insolación, de vientos, etc. Además de las que contengan información de equipos eficientes comerciales como lámparas, motores, sistemas de aire acondicionado, calentadores de agua, celdas fotovoltaicas, etc.

Se diseñará la arquitectura conceptual y funcional del sistema Web para satisfacer a todo tipo de usuario en cuanto al uso eficiente de energía y el uso de energía renovables. Contendrá el software y las bases de datos correspondientes. El diseño se probará en equipos de cómputo de los hoteleros y estará alojado en un servidor del CECADET.



El sistema diseñado deberá contar con ligas que permitan al usuario capturar: Facturas por consumo eléctrico con antigüedad hasta de cinco años, para poder graficar el histórico de consumo. Censo de cargas de luminarias, motores y otros equipos. Periodo de operación de los equipos de mayor consumo eléctrico, para establecer un cambio en el modo y horario de operación. Tipos de materiales de construcción del inmueble, ventanas y puertas, para ver la factibilidad de agregar materiales aislantes o reflectivos a la construcción. Área en m<sup>2</sup> del total de construcción, por niveles, entre otros.

### **Etapas 3**

Diseño de las interfaces con el usuario. Esta etapa implica integrar todos los componentes del sistema web en una herramienta de consulta dinámica y flexible y cuyas bases de datos puedan ser actualizadas en el futuro. La página web se alojará en el sitio que la SENER y las Asociaciones de hoteleros consideren más conveniente.

Se brindará capacitación a los interesados en usar el portal web para que puedan capturar la información de manera óptima, a través de talleres ofrecidos en el lugar sede o vía videoconferencia.



## **CAPITULO 1: LEVANTAMIENTO DE CARGAS ELÉCTRICAS**

En este proyecto se hicieron levantamientos eléctricos para conocer las necesidades energéticas de los hoteleros y con dicha información poder crear una base de datos enfocada a sus necesidades.

Los levantamientos eléctricos que se realizaron durante mi Servicio Social fueron en 2 hoteles:

- Hotel María Isabel ubicado en Aguascalientes, Aguascalientes.
- Hotel El Relicario ubicado en Dolores Hidalgo, Guanajuato.

En cada diagnóstico energético se analizaron los siguientes consumidores de energía:

- Acometida eléctrica
- Sistemas de fuerza (Motores)
- Alumbrado de las instalaciones (Interno y externo)
- Calefacción de agua
- Cocción de alimentos
- Sistemas de Refrigeración
- Aire acondicionado

Se realizó un reporte ejecutivo con todos los datos capturados y se presentó con los administrativos de cada hotel para dar a conocer los problemas encontrados y ofrecerles soluciones energéticas.



## HOTEL MARÍA ISABEL



**Figura 2: Hotel María Isabel**

Se realizó una auditoría energética en el Hotel María Isabel (Figura 2) ubicado en: Boulevard camino real #351 Jardines de vista hermosa Colima, Colima.

### **Diagnostico energético**

Específicamente se analizaron los siguientes sistemas consumidores de energía:

- Acometida eléctrica
- Sistemas de fuerza (Motores)



- Alumbrado de las instalaciones (Interno y externo)
- Calefacción de agua
- Cocción de alimentos
- Sistemas de Refrigeración
- Aire acondicionado

### Energía utilizada

Como se muestra en la Figura 3, de toda la energía utilizada en el hotel “María Isabel”

El porcentaje de energía eléctrica es: 44.01 [%]

El porcentaje de energía térmica es: 55.99 [%]

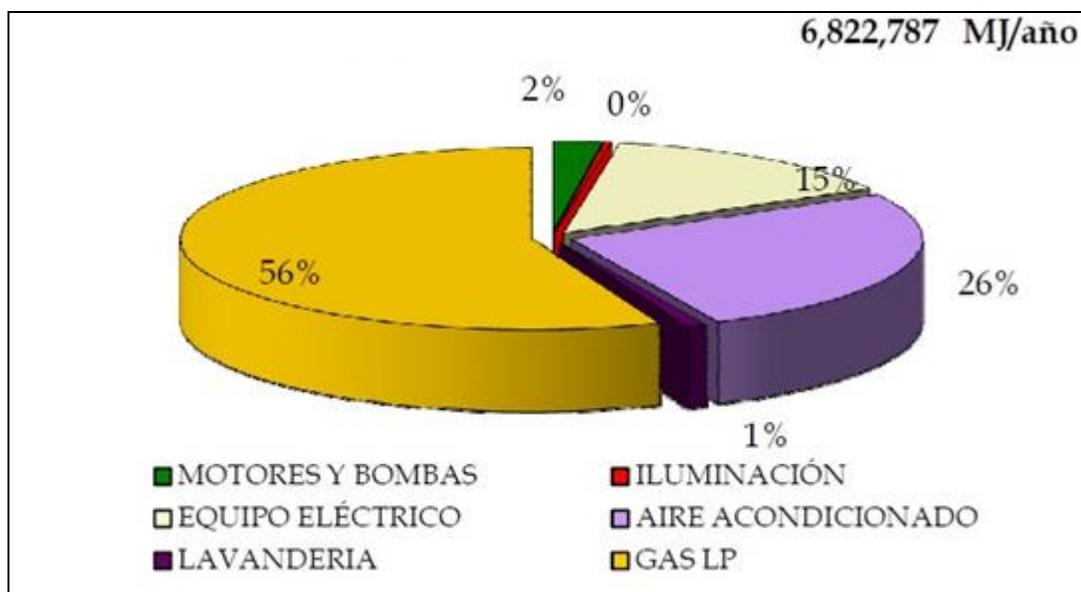


Figura 3: Consumo total de energía del hotel María Isabel



## **Sistema eléctrico**

Mediante la consulta del tablero de alimentación del transformador, observamos que la energía eléctrica que recibe la instalación es suministrada a través de sistemas aéreos en media tensión, suministrada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), con las siguientes características:

- Tres fases
- Tres hilos
- Frecuencia de 60 [Hz]
- Voltaje de 13,200 [V]

Con la cual se tiene contratado el servicio en tarifa HM (Horario Media tensión), esto debido a que se cuenta con cargas mayores de 100 [kW].

El hotel cuenta con un transformador tipo estación para adecuar la señal de voltaje a 220 [V] y se emplea para alimentar equipos de la administración del hotel, del restaurante y motores, según sus necesidades. Con una capacidad de 500 [kVA].

## **Análisis de facturación**

Su consumo de energía durante los últimos años, según datos de facturación (Tabla 1) es:



	<b>Consumo s totales [kWh]</b>	<b>Promedio mensual [kWh]</b>	<b>Demanda facturable [kW]</b>	<b>Factor de potencia</b>	<b>Factor de Carga</b>	<b>Costo de energía [\$/kWh]</b>	<b>Costo por kWh [\$/kWh] pondera do</b>
<b>2010</b>	694,974	63,179	160.64	98	47	1,234,723	1.4183
<b>2011</b>	486,306	81,051	233.50	98	51	911,247	1.5987

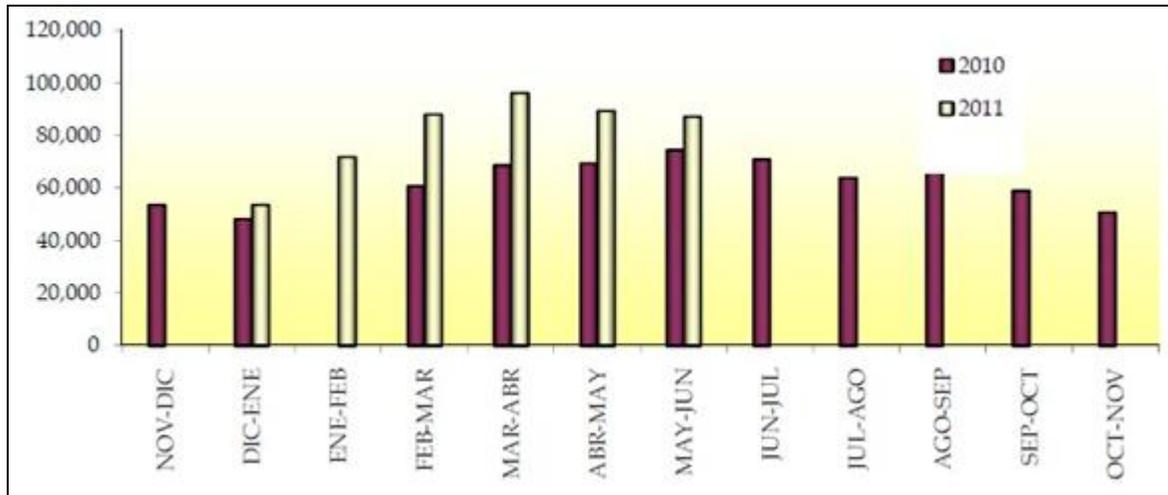
**Tabla 1: Facturación hotel María Isabel**

Podemos resaltar los siguientes puntos:

- No se presentar problemas de factor de carga.
- Sólo se utiliza la mitad de la capacidad de la subestación, lo que conlleva gastos de energización de transformador innecesarios.
- La demanda facturable se ha incrementado un 30% del 2010 al 2011.
- El consumo se ha incrementado un 22% del 2010 al 2011.

### **Consumo y demanda**

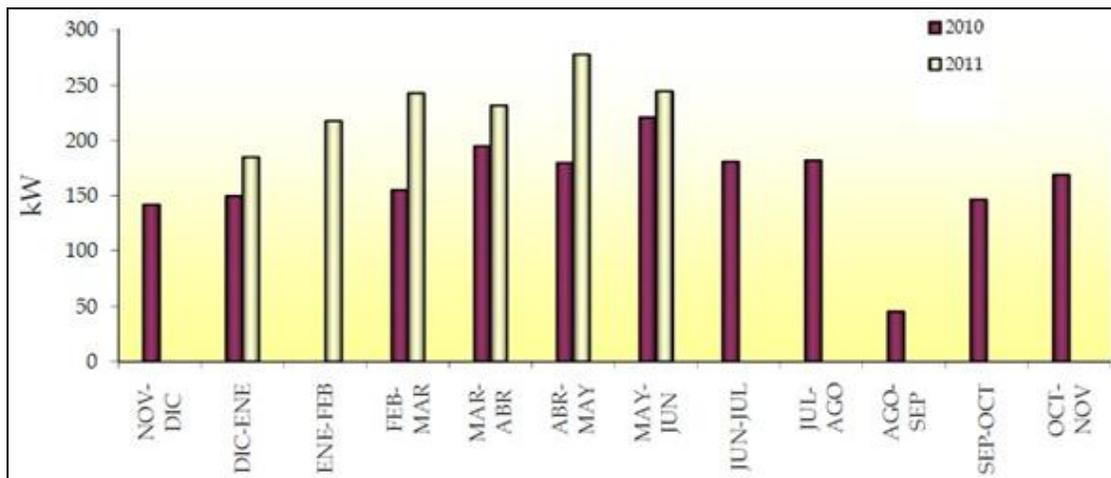
Como se puede observar en la Figura 4, el consumo presenta un incremento en el 2011 con respecto al año anterior, el consumo máximo del año anterior fue de aproximadamente 74,000 [kWh], contra un máximo de 96,000 [kWh] que se presentó en el mes de Mayo.



**Figura 4: Consumo de electricidad anual del hotel María Isabel**

Si se han instalado más equipos de consumo eléctrico, sería normal que se presentará un incremento como lo muestra la Figura 4, de lo contrario, tratar de justificar por qué se dio este incremento.

A costos del mes de Julio el incremento de demanda facturable promedio (Figura 5) (aproximadamente 70 [kWh]) representará unos \$200,000 pesos anuales de continuar esta tendencia en incremento de demanda.

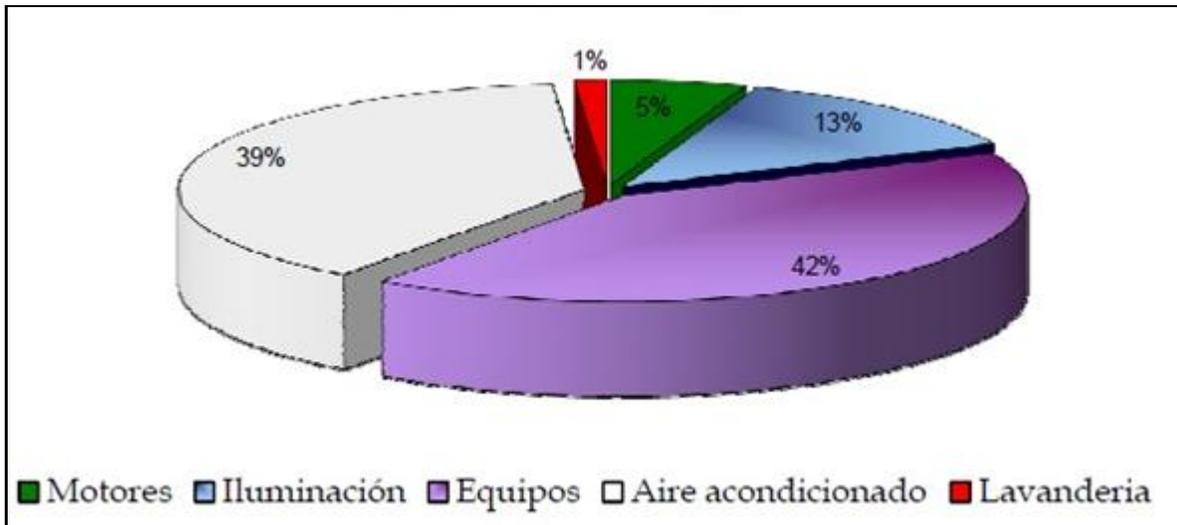


**Figura 5: Demanda facturable del hotel María Isabel**



## Carga conectada

El cuadro de carga conectada (Figura 6) arrojó los siguientes resultados de distribución de carga conectada:



**Figura 6: Distribución de carga del hotel María Isabel**

La cantidad de equipo instalado presenta un mayor porcentaje de carga conectada, seguido el sistema de aire acondicionado, sin embargo hay que considerar que para los equipos el tiempo de utilización es relativamente corto, aunque no deja de ser importante, se recomienda cambiar los equipos que presentan una tecnología obsoleta.

## Estimación de consumo

De acuerdo a la información recabada y los usos y costumbres horarias que nos presentaron en el recorrido el encargado de mantenimiento, se calculó el valor de los sistemas consumidores de energía (Figura 7):

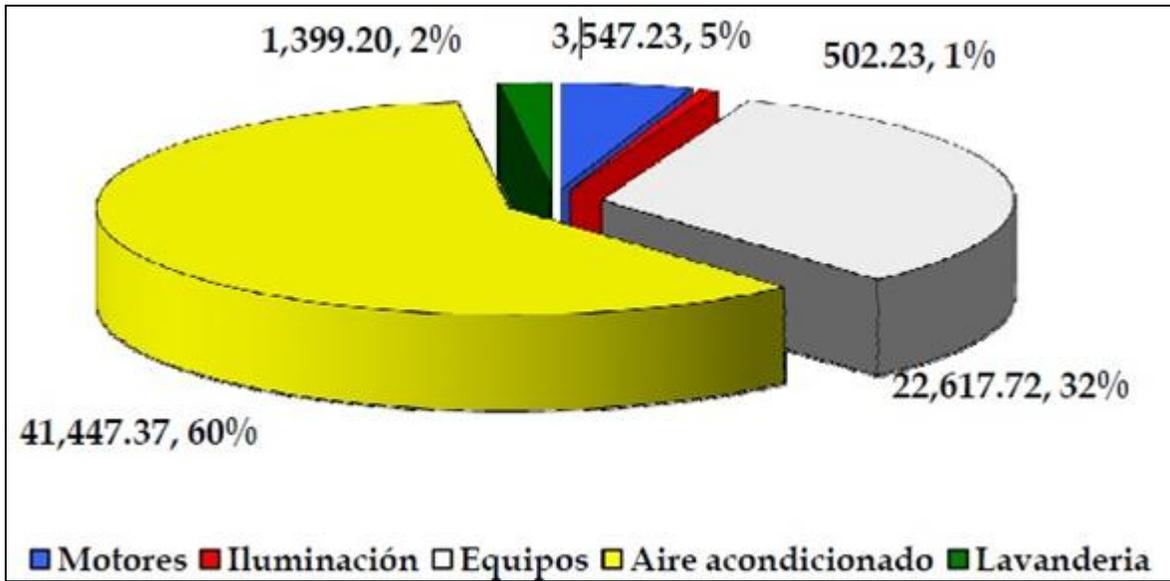


Figura 7: Consumo de electricidad mensual del hotel María Isabel

### Sistema de iluminación

En el sistema de iluminación la distribución se muestra en la Figura 8:

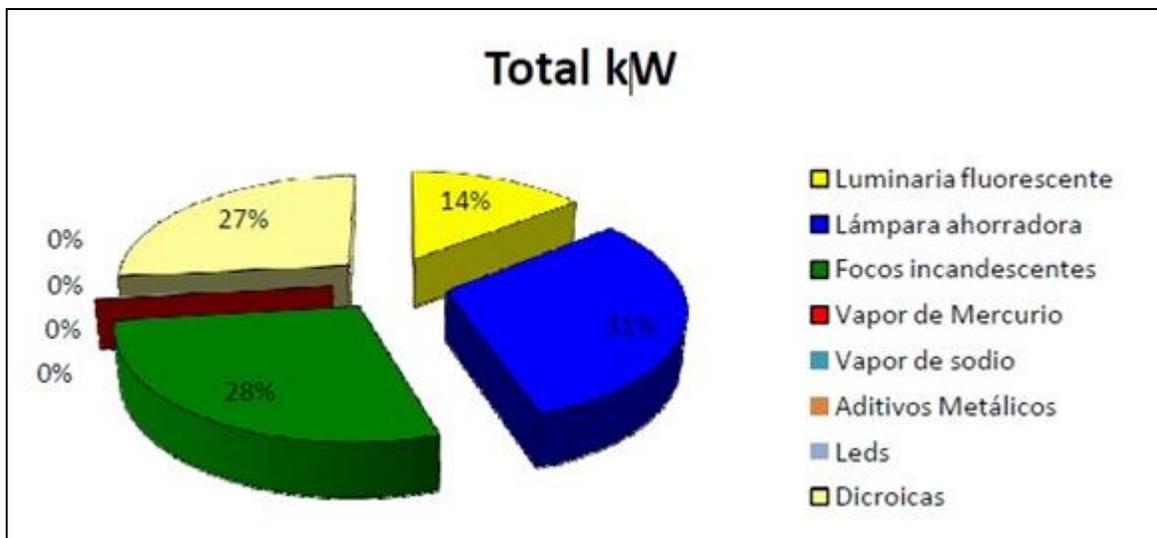
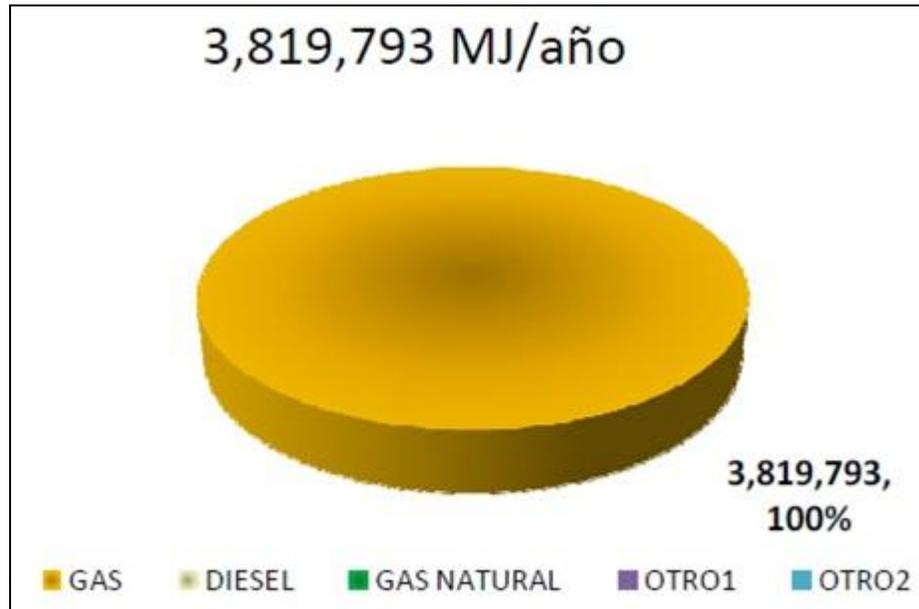


Figura 8: Distribución de tipo de luminaria del hotel María Isabel



## Sistema térmico

El sistema térmico del hotel se distribuye de la siguiente manera (Figura 9):



**Figura 9: Consumo de energía térmica del hotel María Isabel**

Utilizando solamente gas L.P., para los servicios de calentamiento de agua, cocina, restaurante y lavandería.

## Recomendaciones generales

Estas recomendaciones son con base en los datos del diagnóstico energético y lo observado en el recorrido del hotel (Tabla 2).



<b>Sistema</b>	<b>Recomendación</b>
<b>Motores y bombas.</b>	Cambiar a motores de alta eficiencia, no sobredimensionarlos.
<b>Alumbrado interno.</b>	Evitar el uso de dicricas (Aumentan el uso de aire acondicionado) como se puede observar en la Figura 8.
<b>Calefacción de agua.</b>	Utilización de paneles solares y mantenimiento de la caldera.
<b>Cocina.</b>	Cambiar equipos de refrigeración y evitar colocarlos a la intemperie.
<b>Aire acondicionado</b>	Cambio de tecnología una vez que se disminuya la carga térmica actual.
<b>Eléctrico</b>	Administración de la demanda

**Tabla 2: Recomendaciones Generales para el hotel María Isabel**



## HOTEL EL RELICARIO



**Figura 10: Hotel El Relicario**

Se realizó una auditoría energética en el Hotel El Relicario (Figura 10) ubicado en: Calzada de los héroes #12, Colonia Revolución, Dolores Hidalgo, Guanajuato.

### **Diagnostico energético**

Se analizaron los siguientes sistemas consumidores de energía:

- Acometida eléctrica
- Análisis de motores
- Alumbrado de las instalaciones (Externo e interno)
- Calefacción de agua de regaderas



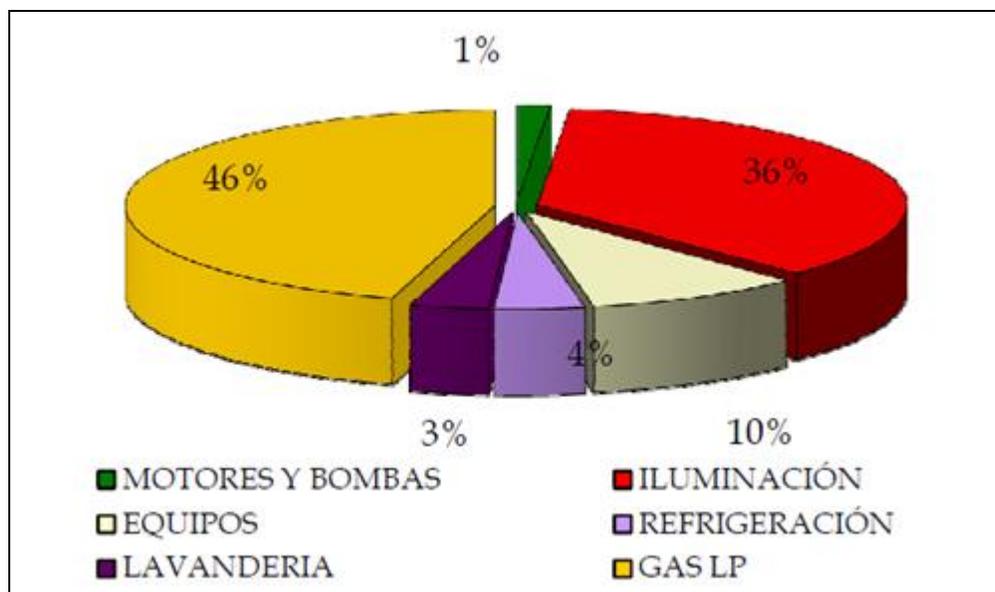
- Cocción de alimentos
- Sistema de refrigeración

## Energía utilizada

De toda la energía utilizada en el hotel:

El porcentaje de energía eléctrica: 54.46% (Figura 11)

El porcentaje de energía térmica: 45.54% (Figura 11)



**Figura 11: Consumo total de energía del hotel El Relicario**



## **Sistema eléctrico**

La energía eléctrica que recibe la instalación es suministrada a través de sistemas aéreos en baja tensión, suministrada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), con las siguientes características.

- Tres fases
- Cuatro hilos
- Frecuencia de 60 [Hz]
- Un voltaje de 127 [V]

Con cual se tiene contratado el servicio en tarifa 2:

Esto debido a que se cuenta con cargas menores a 25 [kW]. El Hotel cuenta con un tablero de distribución general.

## **Análisis de facturación**

Su consumo de energía eléctrica durante los últimos años, según los datos de facturación, se muestra en la Tabla 3.



	<b>Consumo Total [kWh]</b>	<b>Promedio Bimestral [kWh]</b>	<b>Costo de energía [\$]</b>	<b>Costo por kWh [\$/kWh] ponderado</b>
<b>2010</b>	17,941	4,485.25	56,458.21	2.56
<b>2011*</b>	14,483	4,827.67	45,771.25	2.57

\*Corresponde a los tres primeros bimestres del año

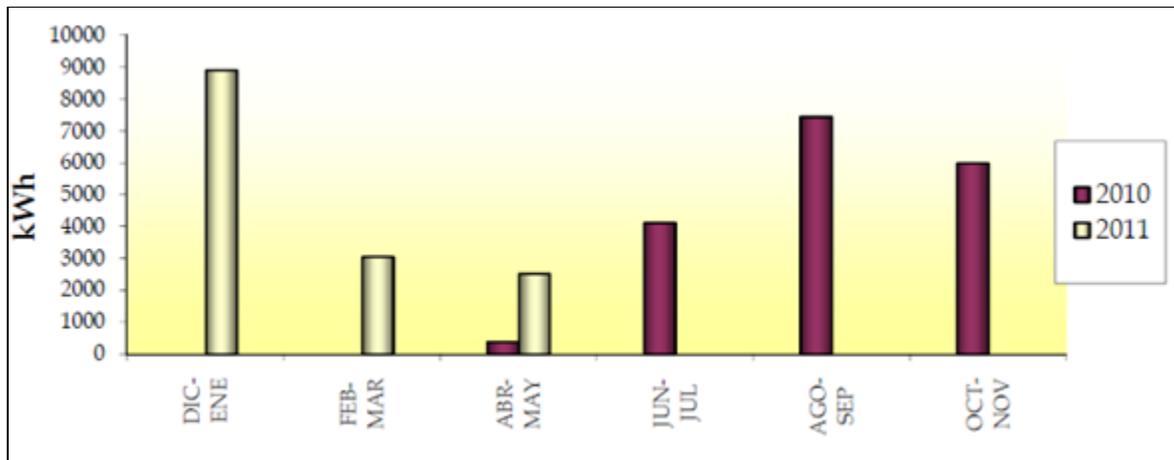
**Tabla 3: Análisis de facturación del hotel El Relicario**

Podemos resaltar que:

- El consumo del primer semestre de este año, representa el 80% del consumo total del año anterior.

### **Consumo y demanda**

Como puede observarse en la Figura 12, el consumo presenta un incremento en el 2011 con respecto al año anterior, este máximo consumo fue de aproximadamente 7,433 [kWh] dado en el periodo Agosto-Septiembre, contra un máximo de 8,913 [kWh] que se presentó en el bimestre Diciembre-Enero.



**Figura 12: Consumos totales del hotel El Relicario**

Cabe mencionar que la falta de datos fue causa de una mala administración puesto que hacían no fueron encontrados muchos recibos de luz para poder hacer un análisis más a fondo.

### **Cargas conectadas**

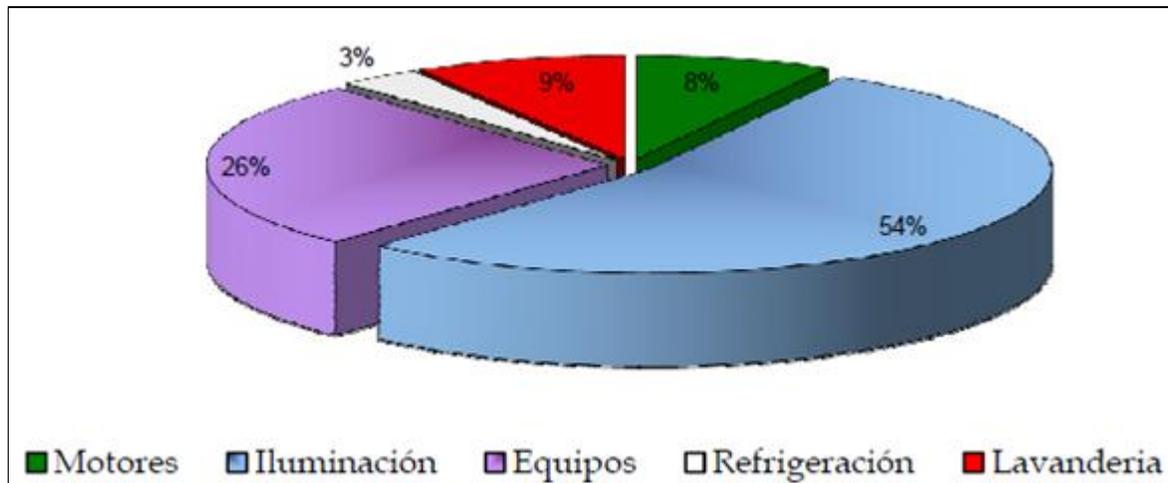
Si se han instalado más equipos de consumo eléctrico, sería normal que se presentara un incremento como lo muestra la Figura 12, de lo contrario, tratar de justificar por qué se dio este incremento.

Si en la Figura 12 se compara el consumo del primer bimestre del año 2011 (Febrero-Marzo) con el promedio bimestral del año 2010, se tiene un incremento del 100%. Esto representó la cantidad de \$11,500 a precio promedio.



## Distribución de carga

El cuadro de la carga instalada nos dio como resultado los siguientes resultados de distribución de carga conectada (Figura 13):



**Figura 13: Distribución de carga del hotel El Relicario**

Podemos señalar que la cantidad de luminarias instaladas representa el mayor porcentaje de carga conectada, seguido de los equipos eléctricos.

## Estimación de consumo

De acuerdo a la información recabada y los usos y costumbres horarias que se observaron en el recorrido realizado en las instalaciones del hotel, se obtuvo un valor de los sistemas consumidores de energía eléctrica (Figura 14).

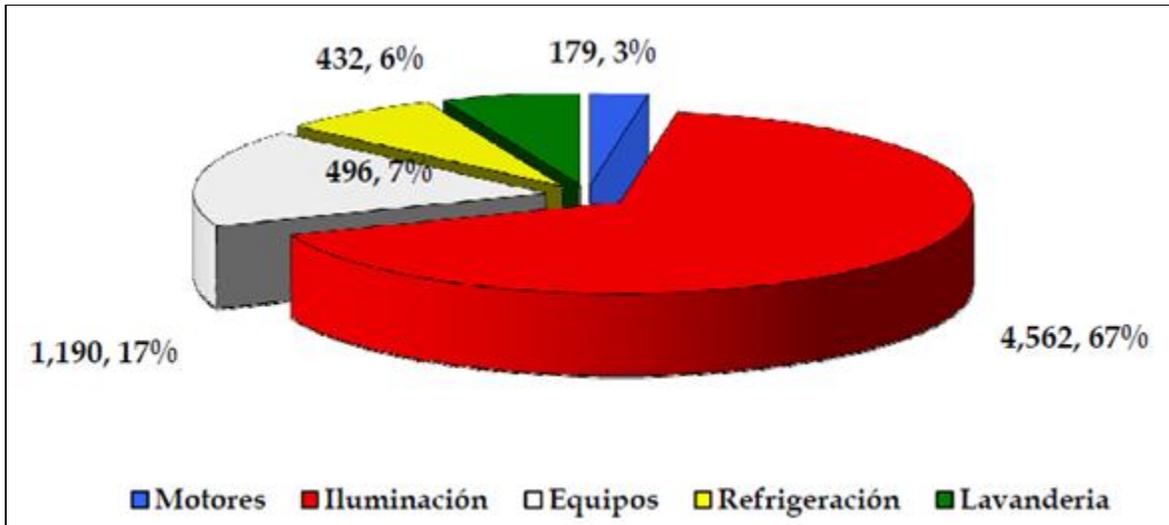


Figura 14: Consumo mensual del hotel El Relicario

### Sistema de iluminación

En el sistema de iluminación, la distribución del uso de luminarias se muestra en la Figura 15:

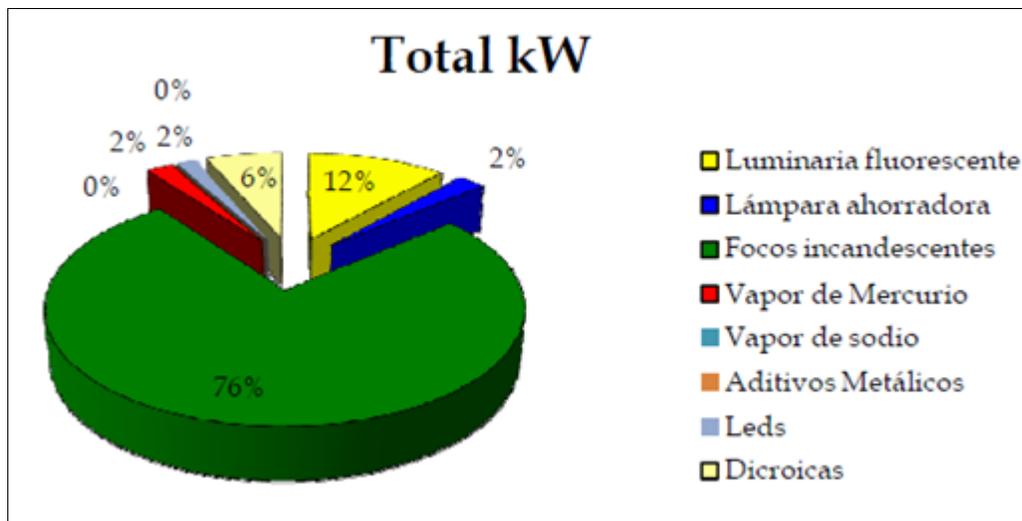


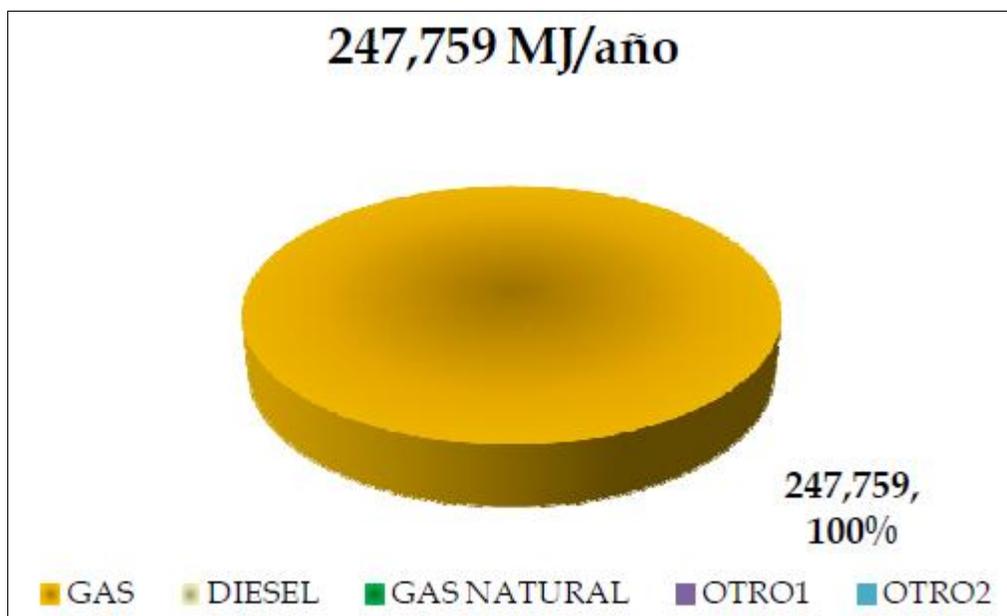
Figura 15: Distribución de tipo de luminaria del hotel El Relicario



Se observa que los focos incandescentes representan el 76% de la carga instalada en iluminación y a su vez representa en 40% de la carga instalada en el hotel.

### Sistema térmico

El sistema térmico en el Hotel se distribuye de la siguiente manera:



**Figura 16: Consumo de energía térmica del hotel El Relicario**

Utilizando solamente Gas L.P., para los servicios de calentamiento de agua, cocina y restaurante.

Aproximadamente el 33% del gas L.P. consumido se utiliza para calentamiento de agua y el 67% restante para la cocina.



Para el sistema de calentamiento de agua se tienen instalados colectores solares con las siguientes características:

- Área de cada colector =  $5.7 \text{ m}^2$
- Número total de colectores = 8
- Área total =  $45.6 \text{ m}^2$

Este sistema de calentamiento solar representa un ahorro estimado de \$50,000 anuales.

### Recomendaciones generales

Sistema	Recomendación
<b>Motores y bombas.</b>	Cambiar a motores de alta eficiencia, no sobredimensionarlos.
<b>Alumbrado interno.</b>	Evitar el uso de incandescentes de 40 W y dicroicas (Figura 15). Se sugiere el cambio a fluorescentes compacta de 13 W
<b>Calefacción de agua.</b>	Mantenimiento de los paneles solares y cuidado del aislante del termo tanque.
<b>Cocina-Refrigeradores</b>	Cambio de equipos y evitar colocarlos en zonas calientes.



**Eléctrico Global**

Disminuir el consumo del sistema de iluminación (Figura 15).

**Tabla 4: Recomendaciones Generales para el hotel El Relicario**

## **Anexo**

### Iluminación

Se tomaron las siguientes mediciones (Tabla 5 y Tabla 6) de niveles de iluminación en las distintas áreas del hotel. La última columna se refiere al cumplimiento de la norma NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de iluminación en los centros de trabajo”.

<b>LUZ NATURAL</b>				
<b>Lugar</b>	<b>Lux. Min.</b>	<b>Lux. Max.</b>	<b>Promedio</b>	<b>Cumplimiento</b>
Hab. 109	<b>20</b>	<b>70</b>	<b>45</b>	No
Baño 109	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	Si
Hab. 105	<b>49</b>	<b>65</b>	<b>57</b>	No
Baño 105	<b>42</b>	<b>62</b>	<b>52</b>	No



Hab. 205	<b>37</b>	<b>95</b>	<b>66</b>	No
Baño 205	<b>130</b>	<b>245</b>	<b>187</b>	No
Hab. 215	<b>39</b>	<b>185</b>	<b>112</b>	Si
Baño 215	<b>67</b>	<b>67</b>	<b>67</b>	No
Hab. 308	<b>19</b>	<b>38</b>	<b>28</b>	No
Baño 308	<b>120</b>	<b>140</b>	<b>130</b>	Si
Hab. 219	<b>16</b>	<b>81</b>	<b>48</b>	No
Baño 219	<b>7</b>	<b>20</b>	<b>13</b>	No
Hab. 406	<b>62</b>	<b>130</b>	<b>96</b>	No
Baño 406	<b>130</b>	<b>154</b>	<b>142</b>	Si
Centro de negocios	<b>45</b>	<b>504</b>	<b>274</b>	Si
Cocina	<b>147</b>	<b>150</b>	<b>148</b>	Si
Restaurante-Bar	<b>70</b>	<b>90</b>	<b>80</b>	No



Lobby 1	154	160	157	Si
Lobby 2	220	220	220	Si
Salón	30	44	37	No
Lavandería	17	29	23	No

**Tabla 5: Mediciones de niveles de iluminación natural en las distintas áreas del hotel El Relicario**

<b>LUZ ARTIFICIAL</b>				
<b>Lugar</b>	<b>Lux. Min.</b>	<b>Lux. Max.</b>	<b>Promedio</b>	<b>Cumplimiento</b>
Hab. 109	10	31	20	No
Baño 109	20	82	51	No
Hab. 105	49	65	57	No
Baño 105	42	62	52	No
Hab. 205	37	95	66	No



Baño 205	<b>130</b>	<b>245</b>	<b>187</b>	Si
Hab. 215	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>28</b>	No
Baño 215	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	No
Hab. 308	<b>30</b>	<b>68</b>	<b>49</b>	No
Baño 308	<b>60</b>	<b>84</b>	<b>72</b>	No
Hab. 219	<b>19</b>	<b>98</b>	<b>58</b>	No
Baño 219	<b>128</b>	<b>128</b>	<b>128</b>	Si
Hab. 406	<b>38</b>	<b>67</b>	<b>52</b>	No
Baño 406	<b>42</b>	<b>62</b>	<b>52</b>	Si
Centro de negocios	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>7.5</b>	No
Cocina	<b>41</b>	<b>240</b>	<b>140</b>	Si
Restaurante- Bar	<b>15</b>	<b>124</b>	<b>69</b>	No



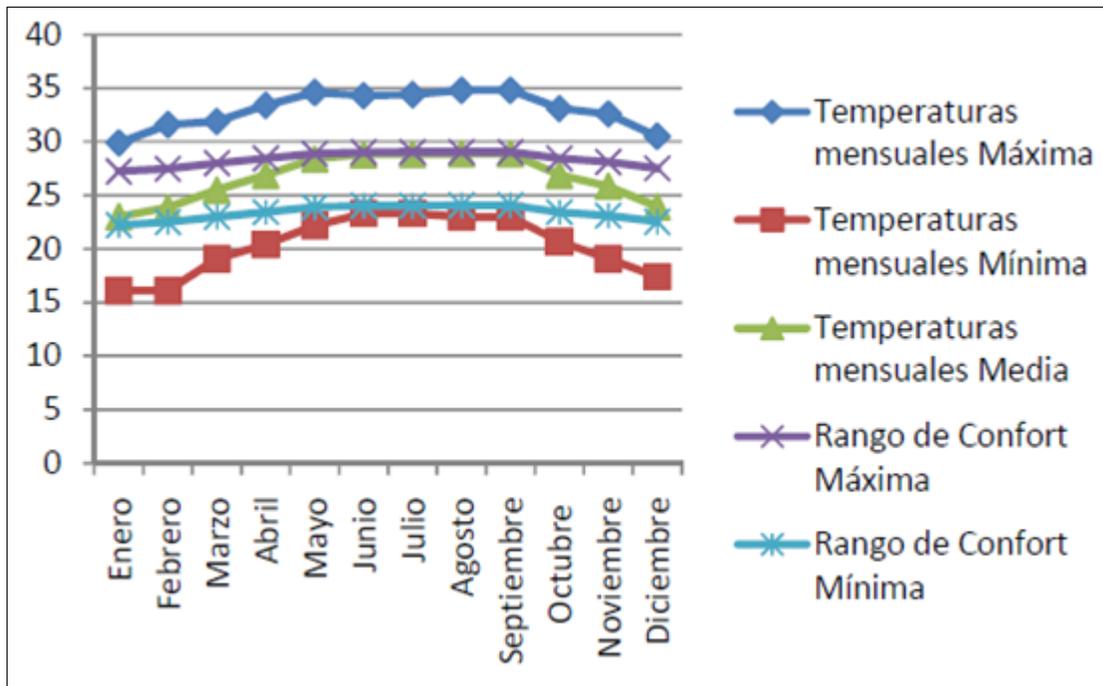
Lobby 1	14	110	62	No
Lobby 2	3	20	11	No
Salón	18	85	51	No
Lavandería	46	307	176	Si

**Tabla 6: Mediciones de niveles de iluminación artificial en las distintas áreas del hotel El Relicario**

### Aspectos arquitectónicos

Tomando en cuenta inicialmente la zona donde se encuentra el hotel, se tomaron las medidas de temperatura y humedad para poder obtener los rangos de confort de los usuarios y estos se encuentren de una manera más cómoda.

Obteniendo un resumen general de las temperaturas por mes reportadas se obtuvieron los rangos de confort de acuerdo a la temperatura de los meses que muestran en la Figura 17.



**Figura 17: Rangos de confort de temperatura**

Viendo esto y tomando en cuenta la temperatura medida dentro de las habitaciones que fueron la máxima y mínima 26.8 °C y 23.5 °C respectivamente, se dice, que el rango de confort térmico dentro de estos espacios es bueno.

Se tomaron medidas de los espacios y de las ventanas para poder ver si se encuentran dentro del rango recomendable del 17.5% del área total, y en el resultado de estas se observa que no son las adecuadas por lo que se sugiere aumentar el área de las ventanas para que se tengan unas mejores condiciones de luz natural dentro de las habitaciones, siempre cuidando la radiación solar ya que esta puede afectar al confort térmico.

Los resultados de estas mediciones se pueden observar en la Tabla 7:



Habitación	zona	Cuartos Medidas				Ventanas Medidas				% de área de ventana con respecto al área del local	"recomendación" no menor del 17.5% del área del local
		Ancho [m]	Largo [m]	Área [m <sup>2</sup> ]	Área tot [m <sup>2</sup> ]	Ancho [m]	Alto [m]	Área [m <sup>2</sup> ]	Área tot [m <sup>2</sup> ]		
1	Dormitorio 109	4.58	4.03	18.3768	37.0188	1.18	1.1	1.298	1.298	3.5%	no pasa
		4.66	4	18.64							
2	baño	1.58	2.85	4.446	28.552	0.49	0.4	1.08	1.08	4.4%	no pasa
		6.64	4.3	28.552							
3	baño	1.64	2.57	4.2148	4.2148	0.4	0.4	0.16	0.16	3.8%	no pasa
		6	5.5	33							
4	Baño	6	5.5	33	4.08	0.4	0.4	0.16	0.16	3.9%	no pasa
		1.2	3.4	4.08							
5	Dormitorio 215	2.45	4.33	10.6085	10.6085	0.9	1.2	1.08	2.16	20.4%	pasa
		1.8	2	3.6							
6	baño	4.5	5.5	24.75	24.75	0.4	0.4	0.16	0.16	4.4%	no pasa
		1.5	2.5	3.75							
7	Dormitorio 219	3.4	3.5	11.9	11.9	0.9	1.2	1.08	1.08	4.3%	no pasa
		1.7	2.5	4.25							
8	Baño	1.7	2.5	4.25	4.25	0.4	0.4	0.16	0.16	3.8%	no pasa
		4.2	6	25.2							
9	Dormitorio 408	1.4	2.72	3.808	3.808	1.2	1.2	1.44	1.44	5.7%	no pasa
		8.5	13.3	113.05							
10	Salón	2.2	6.4	14.08	14.08	0.4	0.4	0.16	0.16	1.1%	no pasa
		3	5	15							
11	Business C	3.5	8	28	28	0	0	0	0	0.0%	no pasa
		5	5.5	27.5							
11	Lavandería	6	5.5	27.5	27.5	0	0	0	0	0.0%	no pasa
		6	5.5	27.5							

Tabla 7: Área de ventana por cuarto



Como se puede apreciar en la Figura 18, la iluminación natural dentro de las habitaciones es escasa y en ocasiones es necesaria, el verdadero problema es la circulación de aire dentro de estas, ya que se puede llegar a viciar el aire en el interior y esto puede ser perjudicial para los usuarios, una gran ventaja es que los baños si son ventilados naturalmente y esto es un gran beneficio que no siempre se aprovechado.



**Figura 18: Habitación doble del hotel El Relicario**

Los sistemas constructivos son los adecuados para este tipo de clima, aunque se recomienda meter cierto aislante que ayude tanto para la acústica como para el aislamiento térmico y más en las zonas nuevas en las que todavía se pueden hacer modificaciones con mayor facilidad.

El tipo de ventilación que se recomienda es el que provenga de un solo sitio en el que si exista una verdadera corriente constante de aire, si se llegan a agrandar las



áreas de ventanas se recomienda que estas sean protegidas mediante elementos sombreadores sobre las mismas.

Hay que tener siempre cuidado con la humedad, ya que si ésta aumenta aunque los cuartos se encuentren a una temperatura adecuada gracias a la sensación térmica puede aumentar y romper el equilibrio.



## **CAPITULO 2: TALLER: “Eficiencia Energética y Conveniencia de uso de Fuentes Renovables”**

EL taller “Eficiencia Energética y Conveniencia de uso de Fuentes Renovables” consiste en apoyar a los Hoteleros y Moteleros de toda la Republica a lograr un mejor aprovechamiento de la energía, así como un uso más eficiente de ésta, ya sea mediante el uso de equipos con mejor tecnología, implementación de energías renovables dentro de sus instalaciones y/o el mejoramiento del diseño arquitectónico de sus propiedades. Esto con el fin de apoyar la economía de los hoteleros y principalmente al medio ambiente.

Con la ayuda de las asociaciones de hoteleros en el país se impartió este taller en las siguientes localidades (ver Figura 19):

- Lázaro Cárdenas, Michoacán.
- San Miguel de Allende, Guanajuato.
- Dolores Hidalgo, Guanajuato.
- Irapuato, Guanajuato.
- Colima, Colima.
- Huejutla, Hidalgo.
- Tulancingo, Hidalgo.
- Acapulco, Guerrero.
- Querétaro, Querétaro
- Tepoztlán, Morelos
- Ciudad de México



**Figura 19: Estados de la República Mexicana donde impartimos el taller**

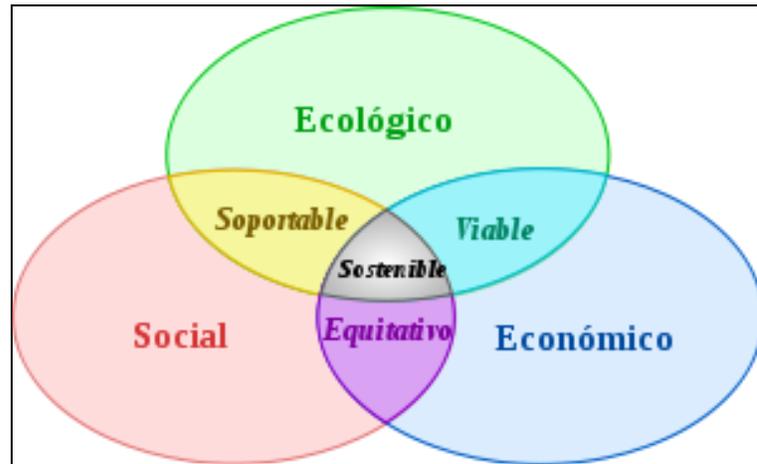
Los temas presentados en el taller fueron los siguientes:

### **Desarrollo sustentable**

El desarrollo sustentable o sostenible es un concepto que plantea un crecimiento económico y social que sea respetuoso con el medio ambiente. Su base es el desarrollo económico la cual promueve iniciativas financieras que sean eficientes en el uso de recursos naturales y que mejoren la calidad de vida de la sociedad. También deben contribuir a disminuir los impactos ambientales de las actividades productivas, tales como la generación de energía eléctrica.



El desarrollo sustentable o sostenible puede dividirse conceptualmente en tres partes: ecológico, económico y social, y como ya fue mencionado, debe haber un equilibrio entre estas tres (ver Figura 20).



**Figura 20: Esquema de los tres pilares del desarrollo sostenible**

### **Generación de energía en México**

La generación total es de 223,6 [TWh], con 78,6% provenientes de fuentes térmicas, 13,6% de fuentes hidroeléctricas, 4,9% de energía nuclear y 3% de fuentes geotérmicas.

Esto quiere decir que 175 TWh de la producción de electricidad implica quemar algún combustible y los contaminantes emitidos a la atmósfera son muy elevados.

Para solucionar esto, existen métodos y tecnologías que permiten emplear menos energía para el mismo fin.

### **Energía renovable**



La energía renovable se denomina a la energía que se obtiene de fuentes naturales y que son inagotables a escala humana. Entre las energías renovables se encuentran la:

- Eólica
- Geotérmica
- Hidroeléctrica
- Mareomotriz
- Solar
- Biomasa

### **Eficiencia energética**

La eficiencia energética es una práctica que tiene como objetivo reducir el consumo de energía mediante el cambio de costumbres sociales y el uso de nueva tecnología para lograr este fin.

El objetivo es consumir energía sin desperdiciarla, realizar más actividades con la misma energía y mejorar nuestra calidad de vida manteniendo un equilibrio con el medio ambiente.

### **Administración de la energía**

Son todas aquellas medidas que permiten optimizar el uso de la energía, mejorando (o sin afectar) el confort humano, la aplicación de éstas medidas permiten reducir el consumo de energía.



Los principales beneficios que aporta un buen programa de administración de la energía son:

- El ahorro económico siendo una ventaja para la empresa.
- La conservación de los recursos naturales del país.
- La contribución a disminuir el impacto ambiental que origina el uso de cualquier forma de energía.

### ¿Qué es el medidor?

Es el aparato que lleva la cuenta de la electricidad que utilizamos y del tiempo que la empleamos

### ¿Cómo se lee el medidor?

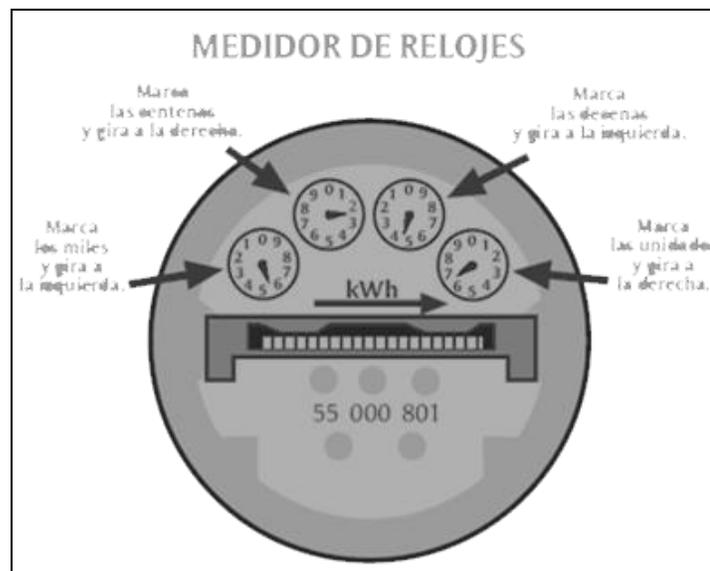


Figura 21: Medidor de consumo eléctrico de relojes



El medidor de relojes (Figura 21) se lee de izquierda a derecha, si la manecilla se encuentra entre dos números, el número que se anota es el menor. Si se encuentra exactamente en un número se observa el reloj de la derecha y si éste ha rebasado el número cero entonces se toma el número indicado, de lo contrario se toma el número anterior.



**Figura 22: Medidor de consumo eléctrico (Electrónico)**

El medidor electrónico o digital (Figura 22) funciona de manera más simple ya que muestran la energía utilizada en la pantalla expresada en kilo watts por hora [kW/h].

## **Facturación energética**

### Consumo eléctrico

Es la energía total gastada durante el periodo de facturación. Se mide en kilowatt-hora [kWh].



## Demanda eléctrica

Es la suma de todas las cargas conectadas que demandan energía en un instante dado. Para la facturación, la demanda máxima es medida en un periodo de 15 minutos. Se mide en kilowatts [kW].

## **El recibo de luz**

El recibo de luz se compone de:

- Datos generales del servicio
- Información del consumo
- Cálculo del importe del consumo
- Detalle de cargos y créditos de la facturación
- Historial del consumo
- Avisos importantes
- Talón de caja

## **Tarifas**

### Tarifa 2

La demanda es por contratar, esto quiere decir que la fija el usuario con base a sus necesidades de potencia. Cualquier fracción de kilowatt se considerará como kilowatt completo.

Si se exceden los 25 kW, deberá solicitar tarifa 3.



### Tarifa 3

Demanda por contratar: La fija inicialmente el usuario y su valor no será menor de 60% de la carga total conectada, ni menor que 25 [kW] o menor de la capacidad del mayor motor o aparato instalado. Cualquier fracción de kilowatt se considerará como kilowatt completo.

### Tarifa OM

Ordinaria en media tensión (Demanda menor a 100 [kW])

Se hace un cargo por:

- Región
- Demanda máxima [kW]
- Consumo kW/mes
- Por temporada (Verano y fuera de Verano)

.Los cargos según la región se muestran en la Tabla 8.

REGIÓN	CARGO POR KILOWATT DE DEMANDA MÁXIMA MEDIDA	CARGO POR KILOWATT - HORA DE ENERGÍA CONSUMIDA
Baja California	\$ 146.24	\$ 1.440
Baja California Sur	\$ 161.93	\$ 1.945
Central	\$ 165.41	\$ 1.440
Noreste	\$ 152.13	\$ 1.346
Noroeste	\$ 155.27	\$ 1.336
Norte	\$ 152.75	\$ 1.346
Peninsular	\$ 170.78	\$ 1.375
Sur	\$ 165.41	\$ 1.394

**Tabla 8: Cargos en tarifa OM por región del país**



## Tarifa HM

Demanda de 100 [kW] o más

Los cargos en ésta tarifa son por:

- Región.
- Demanda facturable.
- Consumo base, intermedio y punta.
- Por temporada (Verano y fuera de Verano)

Los cargos son los mostrados en la Tabla 9:

REGIÓN	CARGO POR KILOWATT DE DEMANDA FACTURABLE	CARGO POR KILOWATT - HORA DE ENERGÍA DE PUNTA	CARGO POR KILOWATT - HORA DE ENERGÍA INTERMEDIA	CARGO POR KILOWATT - HORA DE ENERGÍA DE BASE
Baja California	\$ 260.31	\$ 2.2366	\$ 1.1779	\$ 0.9252
Baja California Sur	\$ 250.19	\$ 1.7946	\$ 1.6342	\$ 1.1567
Central	\$ 180.38	\$ 2.1436	\$ 1.3041	\$ 1.0903
Noreste	\$ 165.84	\$ 1.9800	\$ 1.2109	\$ 0.9918
Noroeste	\$ 169.35	\$ 1.9915	\$ 1.2016	\$ 1.0067
Norte	\$ 166.62	\$ 1.9942	\$ 1.2226	\$ 0.9940
Peninsular	\$ 186.38	\$ 2.0968	\$ 1.2253	\$ 1.0092
Sur	\$ 180.38	\$ 2.0995	\$ 1.2462	\$ 1.0368

**Tabla 9: Cargos en tarifa HM por región del país**

La Demanda facturable se calcula de la siguiente manera:

$$DF = DP + FRI \times DI - DP + FRB \times (DB - DPI)$$

$$Si \quad DI - DP < 0 \rightarrow DI - DP = 0$$

$$Si \quad DB - DPI < 0 \rightarrow DB - DPI = 0$$



Dónde:

DF = Demanda Facturable.

DP = Demanda máxima medida en el periodo de punta

DI = Demanda máxima medida en el periodo intermedio

DB = Demanda máxima medida en el periodo de base

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

FRI y FRB son factores de reducción que tendrán los valores mostrados en la Tabla 10, dependiendo de la región tarifaria:

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

**Tabla 10: Factores de reducción de la tarifa HM por región del país**

Las demandas máximas medidas en los distintos periodos se determinarán mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 minutos del periodo en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en el periodo correspondiente.

Cualquier fracción de kilowatt de demanda facturable se tomará como kilowatt completo



Cuando el usuario mantenga durante 12 meses consecutivos valores de DP, DI y DB inferiores a 100 kilowatts, podrá solicitar al suministrador su incorporación a la tarifa O-M.

### **Indicadores energéticos**

El cálculo de estos parámetros que indican la intensidad de los consumos de energía por unidad de referencia, estos pueden ser:

- Indicador por producción = kWh / Producto.
- Indicador por empleado = kWh / número de empleados.
- Indicador por ocupación = kWh / cuartos o personas.

### **Control de demanda**

Son aquellas que limitan los niveles de demanda máxima facturable, en razón de los precios tarifarios. La aplicación de estas medidas permiten reducir la demanda eléctrica facturable pero no siempre el consumo de energía.

- Desarrollando un proyecto de ahorro de energía.
- Desarrollando una estrategia para administrar la demanda de forma manual.
- Instalando un administrador automático de demanda.

### **Buenas prácticas de ahorro de energía en hoteles**

#### Aire acondicionado

- Tener el diseño adecuado.



- Sustituir equipos viejos por nuevos.
- Dar mantenimiento adecuado (preventivo y correctivo).
- Tener sistemas de control y automatización.

### Motores

- Evitar el rebobinado
- Adecuada instalación.
- Variadores de velocidad.
- Tener sistemas de control y automatización.
- Mantenimiento.
- Cambiar a motores de eficiencias Premium.

### Iluminación

- Cambiar a lámparas ahorradoras de energía
- Iluminación natural
- Tener sistemas de control y automatización
- Mantenimiento

### **Certificaciones**

Consiste en la revisión sistemática y exhaustiva de una empresa de bienes o servicios en sus procedimientos y prácticas con la finalidad de comprobar el grado de cumplimiento de los aspectos tanto normados como los no normados en materia ambiental.

Los otorgan:



- Gobiernos
- Empresas privadas con o sin fines de lucro
- Organizaciones no gubernamentales

Algunos sellos (Figura 23):



Figura 23: Sellos de certificación energética



### CAPITULO 3: DESARROLLO DE LA FÓRMULA PARA OBTENER EL CONSUMO ELÉCTRICO DE ELEVADORES

Se hizo una investigación para obtener el consumo de energía eléctrica mediante un algoritmo y crear un diagrama de flujo para poder facilitar su entendimiento.

Todos los algoritmos hechos en este proyecto son creados con la característica de que los datos que se piden son de fácil obtención para el usuario.

En este algoritmo se piden los siguientes datos:

$$C = \text{Capacidad del ascensor } kg \text{ (1 persona = 75 kg )}$$

$$H = \text{Horas de uso promedio al día } hr$$

Con estos 2 datos podemos hacer un cálculo bastante real del consumo eléctrico, puesto que también tenemos las siguientes funciones que nos ayudan al cálculo:

$$P = \text{Peso de la cabina} = \frac{C}{0.4} [kg]$$

$$V = \text{Velocidad de la cabina} \left[\frac{m}{s}\right]$$

Con cuarto de máquinas:  $V = 2.5 \left[\frac{m}{s}\right]$

Sin cuarto de máquinas:  $V = 1.5 \frac{m}{s}$

Teniendo estos datos podemos despejar en las siguientes fórmulas que fueron obtenidas mediante una investigación para así obtener la potencia del ascensor:



Para los ascensores Electromecánicos:

$$P_a = \frac{\frac{1}{2}(C + P)(V)}{(0.5)(1000)}$$

Para los ascensores Hidráulicos:

$$P_a = \frac{\frac{1}{2}(C + P)(V)}{(0.75)(1000)}$$

Para obtener el consumo eléctrico simplemente se multiplica por las horas de consumo. Para fines del proyecto este dato se multiplica por horas de uso mensuales para así obtener el consumo mensual del ascensor.

$$\text{Consumo mensual} = P_a(H)(30)$$

Como ya se mencionó, el procedimiento de este cálculo fue hecho en un diagrama de flujo (Figura 24):

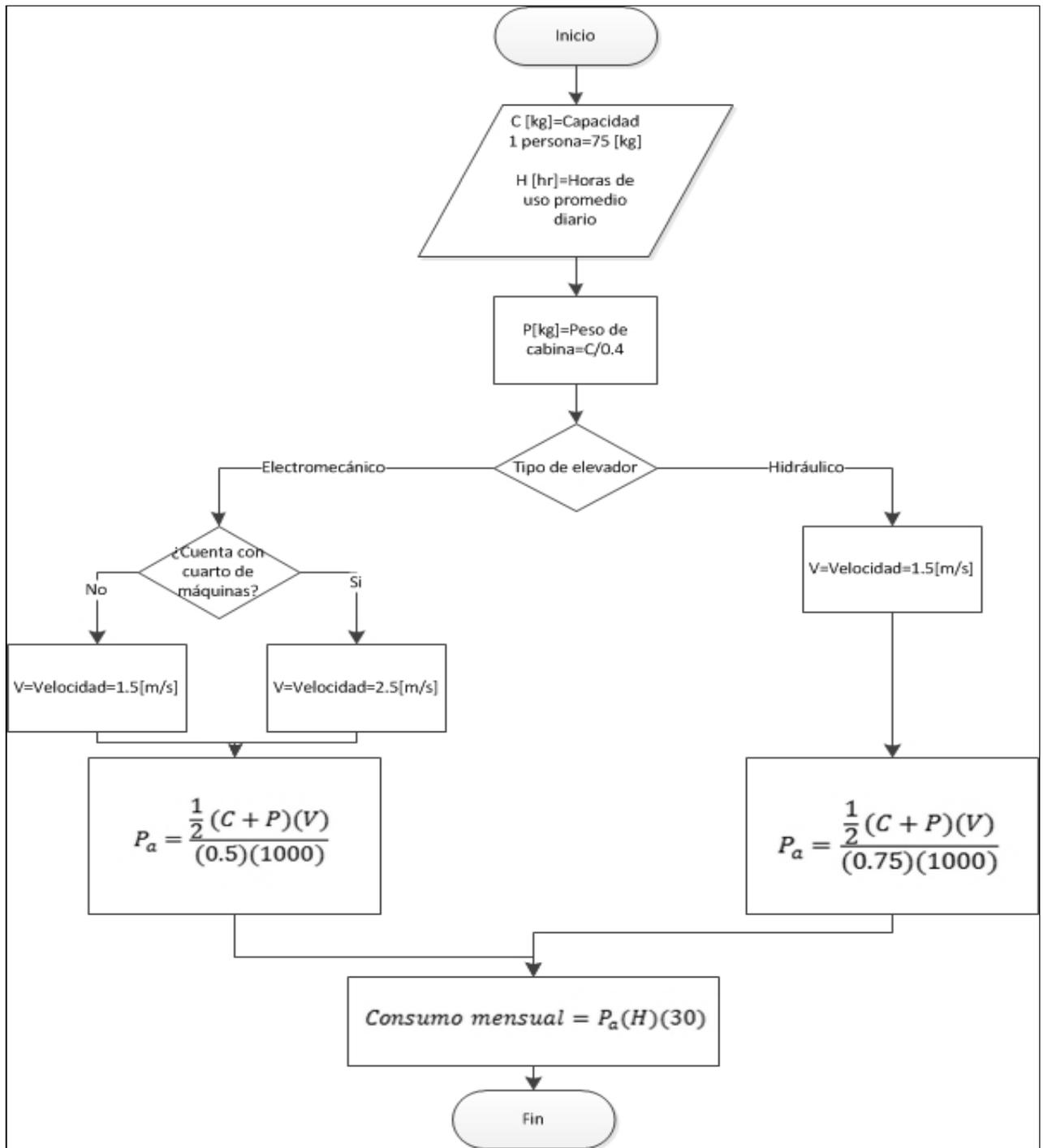


Figura 24: Diagrama de flujo para el cálculo del consumo eléctrico en elevadores



## **CAPITULO 4: OTRAS TAREAS REALIZADAS DURANTE EL SERVICIO SOCIAL**

### **Bases de datos**

Se realizaron bases de datos con la finalidad de ofrecer una lista de proveedores certificados para que los hoteleros puedan consultarlos y así dar solución a los problemas que se detecten en los levantamientos eléctricos.

Las bases de datos que fueron realizadas son las siguientes:

- Refrigeradores
- Luminarias para exteriores
- Luminarias para interiores
- Calentadores de agua

También se realizó una base de datos de los hoteles que existen por estado:

- Hidalgo
- Jalisco

### **Captura de datos del FIDE**

Se visitaron las oficinas del FIDE ubicadas en Mariano Escobedo #420 Col. Anzures, para aprender de sus levantamientos eléctricos y como llevan a cabo sus programas de ahorro.



### **Completar lista de asistencia al taller (tarea continua)**

En cada ocasión que se impartió el taller de “Eficiencia energética y conveniencia de uso de las fuentes renovables” se realizó una lista de asistencia y se ingresó a una base de datos para tener un registro por estado de los hoteles a los que se les dio la ponencia.



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Grupos y subgrupos de climas de México .....	7
Figura 2: Hotel María Isabel .....	12
Figura 3: Consumo total de energía del hotel María Isabel.....	13
Figura 4: Consumo de electricidad anual del hotel María Isabel.....	16
Figura 5: Demanda facturable del hotel María Isabel.....	16
Figura 6: Distribución de carga del hotel María Isabel .....	17
Figura 7: Consumo de electricidad mensual del hotel María Isabel.....	18
Figura 8: Distribución de tipo de luminaria del hotel María Isabel .....	18
Figura 9: Consumo de energía térmica del hotel María Isabel.....	19
Figura 10: Hotel El Relicario.....	21
Figura 11: Consumo total de energía del hotel El Relicario .....	22
Figura 12: Consumos totales del hotel El Relicario.....	25
Figura 13: Distribución de carga del hotel El Relicario.....	26
Figura 14: Consumo mensual del hotel El Relicario.....	27
Figura 15: Distribución de tipo de luminaria del hotel El Relicario.....	27
Figura 16: Consumo de energía térmica del hotel El Relicario .....	28
Figura 17: Rangos de confort de temperatura .....	35
Figura 18: Habitación doble del hotel El Relicario.....	37
Figura 19: Estados de la República Mexicana donde impartimos el taller .....	40
Figura 20: Esquema de los tres pilares del desarrollo sostenible .....	41
Figura 21: Medidor de consumo eléctrico de relojes.....	43
Figura 22: Medidor de consumo eléctrico (Electrónico) .....	44



Figura 23: Sellos de certificación energética..... 51

Figura 24: Diagrama de flujo para el cálculo del consumo eléctrico en elevadores  
..... 54



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Facturación hotel María Isabel .....	15
Tabla 2: Recomendaciones Generales para el hotel María Isabel.....	20
Tabla 3: Análisis de facturación del hotel El Relicario .....	24
Tabla 4: Recomendaciones Generales para el hotel El Relicario .....	30
Tabla 5: Mediciones de niveles de iluminación natural en las distintas áreas del hotel El Relicario .....	32
Tabla 6: Mediciones de niveles de iluminación artificial en las distintas áreas del hotel El Relicario .....	34
Tabla 7: Área de ventana por cuarto.....	36
Tabla 8: Cargos en tarifa OM por región del país .....	46
Tabla 9: Cargos en tarifa HM por región del país.....	47
Tabla 10: Factores de reducción de la tarifa HM por región del país .....	48



## BIBLIOGRAFÍA Y MESOGRAFÍA

*Conoce tu recibo* [en línea]. México: Comisión Federal de Electricidad, 2012.

Disponible en:

<http://www.cfe.gob.mx/Industria/InformacionCliente/Paginas/Conoce-tu-recibo.aspx>

*Desarrollo Sostenible* [en línea]. México: Secretaria de Energía, 2014. Disponible en: <http://www.sener.gob.mx/portal/Default.aspx?id=2673>

*Iluminación eficiente en comercios* [en línea]. México: Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía, 2010. Disponible en:

<http://www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7364/1/comercios.pdf>

*Motores eléctricos* [en línea]. México: Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía, 2010. Disponible en:

[http://www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/3856/10/Motores\\_02.pdf](http://www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/3856/10/Motores_02.pdf)

*Grupos y subgrupos de climas de México* [en línea]. México: Comisión Nacional del agua, 2010. Disponible en:

<http://smn.cna.gob.mx/imagenes/mapas/mapmex03.gif>

*Criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables.* [En línea].

México: Comisión Nacional de vivienda, 2008. Disponible en:

<http://www.cmic.org/mnsectores/vivienda/2008/CONAVI/Criterios%20e%20Indicadores.pdf>