

■ ANTECEDENTES

El Hotel Fiesta Americana Aguascalientes está ubicado en Calle Laureles s/n, Col. Las Flores en la Ciudad de Aguascalientes, Ags, tiene categoría 5 estrellas y cuenta con 195 habitaciones. En el año de 1998, el FIDE apoyó la realización de un proyecto en las instalaciones del hotel, encaminado a la eficientización de los sistemas de iluminación y de acondicionamiento ambiental.

Durante el periodo de marzo de 1997 a febrero de 1998, el servicio de energía eléctrica presentó los siguientes valores promedio mensuales: 338 kW en la demanda, 156,400 kWh en el consumo y \$63,402.71 en el importe; el precio medio fue de 0.4081

\$/kWh y el factor de carga del 64.55 %, como se muestra a continuación:

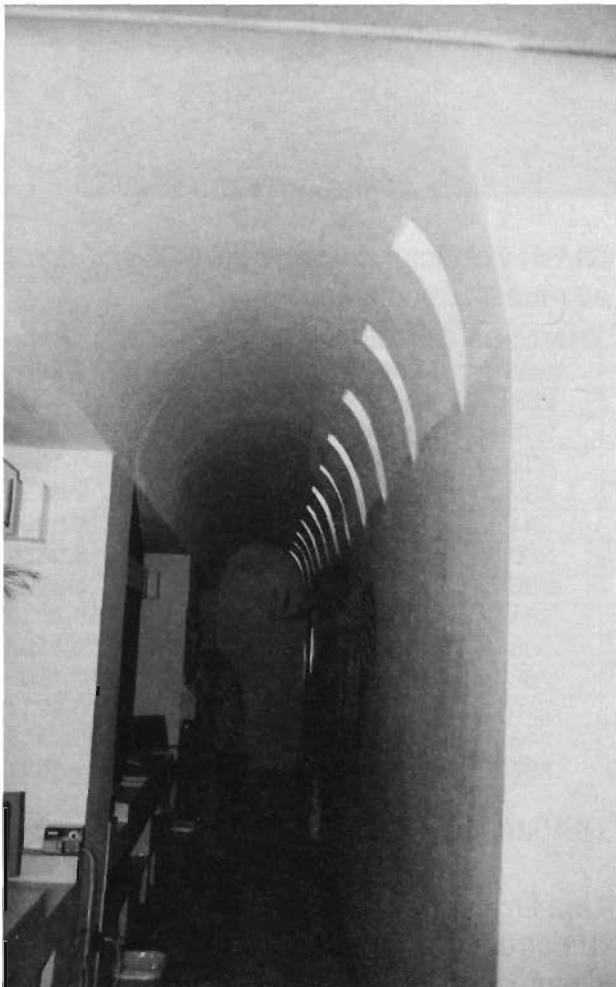
| PERIODO | DEMANDA (kW) | CONSUMO (kWh) | IMPORTE (\$) | F.C. (%) | P.M. (\$/kWh) |
|-----------------|--------------|----------------|------------------|--------------|---------------|
| Mar-97 | 288 | 141,600 | 58,106.08 | 68.29 | 0.4104 |
| Abr-97 | 360 | 144,000 | 58,925.97 | 55.56 | 0.4092 |
| May-97 | 432 | 182,400 | 73,729.15 | 58.64 | 0.4042 |
| Jun-97 | 432 | 194,400 | 74,844.48 | 62.50 | 0.3850 |
| Jul-97 | 384 | 175,200 | 69,019.82 | 63.37 | 0.3939 |
| Ago-97 | 360 | 182,400 | 70,887.34 | 70.37 | 0.3886 |
| Sep-97 | 336 | 175,200 | 68,796.18 | 72.42 | 0.3927 |
| Oct-97 | 384 | 180,000 | 73,088.33 | 65.10 | 0.4060 |
| Nov-97 | 336 | 158,400 | 66,237.43 | 65.48 | 0.4182 |
| Dic-97 | 288 | 120,000 | 51,686.69 | 57.87 | 0.4307 |
| Ene-98 | 240 | 132,000 | 55,883.26 | 76.39 | 0.4234 |
| Feb-98 | 216 | 91,200 | 39,627.80 | 58.64 | 0.4345 |
| PROMEDIO | 338 | 156,400 | 63,402.71 | 64.55 | 0.4081 |

■ DIAGNOSTICO

Una firma consultora se encargó de realizar el correspondiente diagnóstico, del cual se desprendió la siguiente distribución de carga

| SISTEMA | CARGA INSTALADA | |
|------------------------------------|-----------------|---------------|
| | (kW) | (%) |
| Acondicionamiento ambiental | 371.0 | 53.79 |
| Iluminación | 214.1 | 31.04 |
| Bombeo de agua | 22.4 | 3.25 |
| Unidades fan & coils y manejadoras | 18.0 | 2.61 |
| Sistema de extracción de aire | 16.1 | 2.34 |
| Bombeo de agua helada | 14.9 | 2.16 |
| Refrigeración | 8.2 | 1.19 |
| Otras cargas | 25.0 | 3.62 |
| TOTAL | 689.7 | 100.00 |

Como se puede observar en el cuadro anterior, las cargas por acondicionamiento ambiental e iluminación representaban el 84.83 % del total, razón por la cual se decidió analizar más a fondo estos 2 sistemas, cuya descripción se hace a continuación.



■ DESCRIPCION DE SISTEMAS

Acondicionamiento ambiental

Este sistema de aire se compone de una unidad generadora de agua helada con una capacidad nominal de enfriamiento de 122 TR y 2 circuitos de refrigeración. Cada circuito tiene 2 compresores del tipo reciprocante y su operación varía dependiendo de la carga térmica, pudiendo operar al 17, 33, 42, 50, 75 y 100 % de su capacidad.

Tiene un condensador con 6 ventiladores por circuito de 26 in. de diámetro y motor de 1 HP. El volumen total de desplazamiento de aire es de 87,480 CFM. El evaporador es del tipo expansión directa y es capaz de manejar un volumen total de agua de 38.2 gal/min. Cuenta con 2 bombas centrífugas de 10 HP y 300 gal/min cada una, para el agua helada, mismas que operan en forma alternada durante 24 horas.

Se tienen 5 manejadoras de aire de 2 HP, 6,375 CFM y un gasto de agua de 49 gal/min. Cada manejadora consta de un evaporador de tubo de cobre aletado de 13 mm de diámetro, 2 ventiladores de jaula de ardilla, 1 de 1/6 HP y otro de 1/8 HP, un filtro de 30 % de densidad fabricado de fibra de nylon y con carbón activado, una válvula de 3 vías automatizada y 2 válvulas de paso de bola de 13 mm, una válvula de purga, un ducto de descarga de aire frío y un ducto de retorno de aire caliente. Adicionalmente se cuenta con 63 unidades fan & coil.

El equipo cuenta con un control de operación con sensores de temperatura y presión, programados mediante un sistema automatizado, ajustable de acuerdo a las necesidades que determine el usuario.

La unidad generadora de agua helada, brinda servicio principalmente a salones de eventos especiales y áreas poco concurren-

Enseguida se muestra la descripción de los equipos de acondicionamiento ambiental, así como de sus accesorios periféricos:

| EQUIPO | CAPACIDAD UNITARIA (TR) | RELACION DE EFICIENCIA (kW/TR) | CARGA UNITARIA (kW) | NUMERO DE UNIDADES | CAPACIDAD TOTAL (TR) | CARGA TOTAL (kW) |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|------------------|
| Unidad generadora de agua helada con compresores tipo reciprocante | 122.0 | 1.450 | 176.90 | 1 | 122.0 | 176.9 |
| Unidad minisplit | 0.75 | 1.327 | 0.995 | 195 | 146.3 | 194.1 |
| Subtotal Acondicionamiento ambiental | | | | | 268.3 | 371.0 |
| Bombas de agua helada | | | 7.46 | 2 | | 14.9 |
| Unidades Fan & Coils | | | 0.15 | 63 | | 9.5 |
| Manejadoras de aire | | | 1.70 | 5 | | 8.5 |
| Subtotal periféricos | | | | | | 32.9 |
| Total | | | | | 268.3 | 403.9 |

das, por lo que suele operar solamente un circuito de refrigeración a 17 ó 33 % de su capacidad, dependiendo de las necesidades del hotel.

Se encontraron instaladas también 195 unidades minisplit de 3/4 TR con evaporadora y condensador. Las evaporadoras son compactas con serpentín de tubo aletado de cobre de 3/8 de pulgada, motor de 1/8 HP y ventilador jaula de ardilla. Los condensadores tienen compresor tipo rotativo de 1 HP, con serpentín de tubo aletado de cobre de 3/8 de pulgada y ventilador de 3 aspas de jaula de ardilla con motor de 1/6 HP.

Las unidades condensadoras se encuentran ubicadas en la azotea del edificio, mientras que las evaporadoras se encuentran en el interior de las habitaciones. El control de estos equipos se realiza a través de una consola automatizada que el huésped programa, dentro de un rango de temperatura determinado desde un control central que se encuentra en la Gerencia de Mantenimiento.

Sistema de iluminación

El sistema de iluminación estaba conformado por equipos de baja eficiencia, destacándose las lámparas incandescentes de 50 W (dicroicas), 150 W y 75 W, además de las de vapor de sodio de alta presión de 150 W, cuya carga en forma conjunta era de 189.1 kW, misma que representaba el 88.4 % del total. Se encontraron instaladas lámparas fluorescentes compactas de 13 W, aunque su carga solamente representaba el 1.7 % del total. En la siguiente tabla se muestra el detalle de los equipos que conformaban este sistema:

| TIPO DE LUMINARIO | CARGA UNITARIA (W) | NUMERO DE UNIDADES | CARGA TOTAL (kW) |
|--------------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| 2X75 W | 180 | 56 | 10.1 |
| 2X39 W | 100 | 106 | 10.6 |
| 150 W VSAP | 185 | 101 | 18.7 |
| 70 W VSAP | 95 | 7 | 0.7 |
| 150 W Spot incandescente | 150 | 195 | 29.3 |
| 75 W Incandescente | 75 | 390 | 29.3 |
| 75 W Spot incandescente | 75 | 390 | 29.3 |
| 50 W Dicroica | 55 | 1,500 | 82.5 |
| 13 W LFC | 15 | 242 | 3.6 |
| TOTAL | | 2,987 | 214.1 |

Sistema de extracción de aire

El sistema está compuesto por 10 extractores centrífugos Marca Mc. Quay de 1/2 HP cada uno, para áreas públicas y de servicio. Existen 65 extractores de 1/4 HP del tipo hongo, uno para cada 3 baños de las habitaciones. Todos los motores se encuentran instalados en la azotea y están automatizados desde el control central que se encuentra en la Gerencia de Mantenimiento. La siguiente tabla muestra un resumen de las características de estos equipos:

| EQUIPO | CARGA UNITARIA (kW) | NUMERO DE UNIDADES | CARGA TOTAL (kW) |
|--------------------------------|---------------------|--------------------|------------------|
| Extractor centrífugo de 1/2 HP | 0.37 | 10 | 3.7 |
| Extractor centrífugo de 1/4 HP | 0.19 | 65 | 12.4 |
| TOTAL | | 75 | 16.1 |

Sistema de refrigeración

Este se compone de 5 cámaras de conservación de alimentos y verduras marca American, con compresores semiabiertos de 1 HP e intervalo de temperaturas de 0 a 5 °C. Cuenta además con 2 unidades congeladoras American, con compresor tipo semiabierto de 3 HP e intervalo de temperaturas de -5 a -18 °C. Todos los equipos se encuentran instalados en la cocina general. A continuación se aprecia la carga instalada de estos equipos:

| EQUIPO | CARGA UNITARIA (W) | NUMERO DE UNIDADES | CARGA TOTAL (kW) |
|---------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| Cámara congeladora | 0.75 | 5 | 3.7 |
| Cámara conservadora | 2.24 | 2 | 4.5 |
| TOTAL | | 7 | 8.2 |

Las cámaras de refrigeración se encontraron en buenas condiciones de operación, lo cual, aunado a que no presentan una carga

significativa, propició que no se considerara realizar acciones en estos equipos.

PROBLEMATICA

Acondicionamiento ambiental

Se realizaron pruebas en la unidad generadora de agua helada, encontrando que, no obstante su baja eficiencia por ser del tipo reciprocante (1.45 kW/TR), las condiciones de operación eran adecuadas. Sin embargo, se detectaron fallas en el aislamiento térmico

ya que éste era de menor espesor del requerido; además, se encontró deteriorado por la radiación solar y la falta de una protección adecuada. Por otro lado, se encontró

que aproximadamente el 50 % de las unidades fan & coil presentaban saturación de partículas de polvo, además de que carecían de los filtros de fibra y carbón activado; asimismo, los ventiladores de jaula de ardilla se encontraban también saturados de polvo. Tales irregularidades fueron corregidas por el propio usuario ya que es responsabilidad de su departamento de mantenimiento.

Las unidades minisplit también se encontraron en perfectas condiciones de operación, aun cuando su eficiencia no es de lo más

óptimo (1.327 kW/TR). Con base en lo anterior, la única manera de conseguir ahorros en estos equipos, era reprogramar las condiciones de operación en

las consolas de control ubicadas en el interior de cada habitación.

Iluminación

El problema fundamental y de hecho el de mayor impacto detectado en el hotel, fue la utilización de equipos del tipo convencional, tanto incandescentes como fluorescentes.

En el caso de las lámparas incandescentes, las dicróicas en especial, su carga (82.5 kW) era la mayor en magnitud con respecto a la impuesta por los otros equipos, equivalente al 38.6 % del total de este sistema. Otra desventaja radica en que dichas lámparas generan calor excesivo. Por lo anteriormente expuesto, la sustitución de estos equipos parecía obligada.

Las lámparas incandescentes de 150 W y 75 W, también representaban cargas repre-

sentativas en cuanto a magnitud, siendo éstas de 29.3 kW y 58.6 kW, respectivamente, presentando la posibilidad de sustituir las por lámparas de menor potencia y del tipo fluorescente compacto.

Si bien los luminarios fluorescentes de 2X75 W y de 2X39 W, se encontraron en buenas condiciones reflectivas, operaban con lámparas T-12 y balastos electromagnéticos convencionales, equipos que son representativos de una tecnología obsoleta y grandes consumidores de energía eléctrica.

Aun cuando las lámparas de vapor de sodio de alta presión de las áreas externas pertenecen a una tecnología eficiente, se determinó que la potencia de 150 W estaba sobredimensionada, pues provocaban deslumbramiento y molestias visuales en las personas que transitaban por dichas áreas, existiendo además un desperdicio tanto de luz como de energía eléctrica.



PROPUESTA DE ACCIONES

Iluminación

La información derivada del diagnóstico, permitió establecer que el mayor potencial de ahorro se encontraba en el sistema de iluminación, razón por la cual los esfuerzos se centraron en la sustitución de éste. Enseguida se aprecian en detalle las propuesta de sustitución de equipos, mostrándose el sistema existente y el propuesto, en la inteligencia de que dicha sustitución se hizo en 2,734 luminarios de los 2,987 existentes, en virtud de que no fueron modificados los 242 con LFC de 13 W, 7 de VSAP de 70 W y 4 fluorescentes de 2X75 W.



SISTEMA CONVENCIONAL

| TIPO DE LUMINARIO | CARGA UNITARIA (W) | NUMERO DE UNIDADES | CARGA TOTAL (kW) | FACTOR DE DIVERSIDAD | DEMANDA TOTAL (kW) | OPERACION MENSUAL (horas) | CONSUMO MENSUAL (kWh) |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|------------------|----------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------|
| ALUMBRADO EXTERIOR | | | | | | | |
| 150 W VSAP | 185 | 69 | 12.8 | 2.0 | 6.4 | 300 | 1,915 |
| 150 W VSAP | 185 | 32 | 5.9 | 2.0 | 3.0 | 360 | 1,066 |
| Subtotal alumbrado exterior | 101 | 18.7 | 18.7 | 9.3 | 9.3 | 2,980 | |
| HABITACIONES | | | | | | | |
| 50 W Dicroica | 55 | 195 | 10.7 | 1.0 | 10.7 | 360 | 3,852 |
| 50 W Dicroica | 55 | 195 | 10.7 | 1.0 | 10.7 | 360 | 3,852 |
| 75 W Spot Incandescente | 75 | 195 | 14.6 | 1.0 | 14.6 | 180 | 2,628 |
| 75 W Incandescente | 75 | 390 | 29.3 | 1.5 | 19.5 | 120 | 2,340 |
| 150 W Spot Incandescente | 150 | 195 | 29.3 | 1.5 | 19.5 | 270 | 5,265 |
| 50 W Dicroica | 55 | 195 | 10.7 | 1.0 | 10.7 | 360 | 3,852 |
| 50 W Dicroica | 55 | 585 | 32.2 | 1.5 | 21.5 | 270 | 5,805 |
| 75 W Spot Incandescente | 75 | 195 | 14.6 | 1.5 | 9.7 | 180 | 1,746 |
| Subtotal habitaciones | | 2,145 | 152.1 | | 116.9 | | 29,340 |
| COCINA | | | | | | | |
| 2X39 W Fluorescente | 100 | 42 | 4.2 | 1.0 | 4.2 | 720 | 3,024 |
| Subtotal cocina | | 42 | 4.2 | | 4.2 | | 3,024 |
| CAPACITACION | | | | | | | |
| 2X39 W Fluorescente | 100 | 6 | 0.6 | 2.0 | 0.3 | 240 | 72 |
| Subtotal capacitación | | 6 | 0.6 | | 0.3 | | 72 |
| COMEDOR DE EMPLEADOS | | | | | | | |
| 2X39 W Fluorescente | 100 | 16 | 1.6 | 2.5 | 0.6 | 480 | 307 |
| Subtotal comedor de empleados | | 16 | 1.6 | | 0.6 | | 307 |
| OFICINA DE CONTROL (SOTANO) | | | | | | | |
| 2X39 W Fluorescente | 100 | 6 | 0.6 | 1.0 | 0.6 | 360 | 216 |
| Subtotal oficina de control | | 6 | 0.6 | | 0.6 | | 216 |
| OFICINA EJECUTIVA (PLANTA BAJA) | | | | | | | |
| 50 W Dicroica | 55 | 22 | 1.2 | 1.0 | 1.2 | 360 | 436 |
| 2X39 W Fluorescente | 100 | 6 | 0.6 | 1.0 | 0.6 | 360 | 216 |
| Subtotal oficina ejecutiva | | 28 | 1.8 | | 1.8 | | 652 |
| VESTIDOR DE EMPLEADOS (Caballeros) | | | | | | | |
| 2X39 W Fluorescente | 100 | 8 | 0.8 | 1.0 | 0.8 | 540 | 432 |
| 2X75 W Fluorescente | 180 | 4 | 0.7 | 1.0 | 0.7 | 540 | 389 |
| Subtotal vestidor de caballeros | | 12 | 1.5 | | 1.5 | | 821 |
| VESTIDOR DE EMPLEADOS (Damas) | | | | | | | |
| 2X39 W Fluorescente | 100 | 8 | 0.8 | 1.0 | 0.8 | 540 | 432 |
| 2X75 W Fluorescente | 180 | 4 | 0.7 | 1.0 | 0.7 | 540 | 389 |
| Subtotal vestidor de damas | | 12 | 1.5 | | 1.5 | | 821 |
| CUARTO DE MAQUINAS | | | | | | | |
| 2X75 W Fluorescente | 180 | 18 | 3.2 | 1.0 | 3.2 | 720 | 2,333 |
| Subtotal cuarto de máquinas | 18 | 3.2 | 3.2 | | 3.2 | 2,333 | |
| LAVANDERIA Y ROPERIA | | | | | | | |
| 2X39 W Fluorescente | 100 | 4 | 0.4 | 1.0 | 0.4 | 360 | 144 |
| 2X75 W Fluorescente | 180 | 22 | 4.0 | 1.0 | 4.0 | 360 | 1,426 |
| Subtotal lavandería y ropería | 26 | 4.4 | 4.4 | | 4.4 | 1,570 | |
| TALLER (SOTANO) | | | | | | | |
| 2X39 W Fluorescente | 100 | 2 | 0.2 | 1.0 | 0.2 | 720 | 144 |
| 2X75 W Fluorescente | 180 | 4 | 0.7 | 1.0 | 0.7 | 720 | 518 |
| Subtotal taller | | 6 | 0.9 | | 0.9 | | 662 |
| ALMACEN | | | | | | | |
| 2X39 W Fluorescente | 100 | 8 | 0.8 | 2.0 | 0.4 | 720 | 288 |
| Subtotal almacén | | 8 | 0.8 | | 0.4 | | 288 |
| SALON PARA FIESTAS | | | | | | | |
| 50 W Dicroica | 55 | 37 | 2.0 | 2.5 | 0.8 | 300 | 244 |
| Subtotal salón para fiestas | | 37 | 2.0 | | 0.8 | | 244 |
| CONTABILIDAD, CENTRO DE NEGOCIOS, ACCESO AL HOTEL, RESTAURANTE Y BARES | | | | | | | |
| 50 W Dicroica | 55 | 271 | 14.9 | 1.0 | 14.9 | 300 | 4,472 |
| Subtotal contabilidad, etc. | | 271 | 14.9 | | 14.9 | | 4,472 |
| GRAN TOTAL | | 2,734 | 208.9 | | 161.5 | | 47,801 |



SISTEMA EFICIENTE

| TIPO DE LUMINARIO | CARGA UNITARIA (W) | NUMERO DE UNIDADES | CARGA TOTAL (kW) | FACTOR DE DIVERSIDAD | DEMANDA TOTAL (kW) | OPERACION MENSUAL (horas) | CONSUMO MENSUAL (kWh) |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|------------------|----------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------|
| ALUMBRADO EXTERIOR | | | | | | | |
| 70 W VSAP | 99 | 69 | 6.8 | 2.0 | 3.4 | 300 | 1,025 |
| 70 W VSAP | 99 | 32 | 3.2 | 2.0 | 1.6 | 360 | 570 |
| Subtotal alumbrado exterior | | 101 | 10.0 | 4.0 | 5.0 | 660 | 1,595 |
| HABITACIONES | | | | | | | |
| 9 W LFC | 12 | 195 | 2.3 | 1.0 | 2.3 | 360 | 842 |
| 9 W LFC | 12 | 195 | 2.3 | 1.0 | 2.3 | 360 | 842 |
| 9 W LFC | 12 | 195 | 2.3 | 1.0 | 2.3 | 180 | 421 |
| 15 W LFC | 19 | 390 | 7.4 | 1.5 | 4.9 | 120 | 593 |
| 13 W LFC | 17 | 195 | 3.3 | 1.5 | 2.2 | 270 | 597 |
| 9 W LFC | 12 | 195 | 2.3 | 1.0 | 2.3 | 360 | 842 |
| 20 W MR16, FL, 38 ° | 23 | 585 | 13.5 | 1.5 | 9.0 | 270 | 2,422 |
| 55 W Halopar 16 NFL, 30 ° | 55 | 195 | 10.7 | 1.5 | 7.2 | 180 | 1,287 |
| Subtotal habitaciones | | 2,145 | 44.3 | | 32.6 | | 7,847 |
| COCINA | | | | | | | |
| 1X32 W Fluorescente C/R | 36 | 42 | 1.5 | 1.0 | 1.5 | 720 | 1,089 |
| Subtotal cocina | | 42 | 1.5 | | 1.5 | | 1,089 |
| CAPACITACION | | | | | | | |
| 1X32 W Fluorescente | 36 | 6 | 0.2 | 2.0 | 0.1 | 240 | 26 |
| Subtotal capacitación | | 16 | 0.2 | | 0.1 | | 26 |
| COMEDOR DE EMPLEADOS | | | | | | | |
| 1X32 W Fluorescente | 36 | 16 | 0.6 | 2.0 | 0.3 | 480 | 138 |
| Subtotal comedor de empleados | | 16 | 0.6 | | 0.3 | | 138 |
| OFICINA DE CONTROL (SOTANO) | | | | | | | |
| 1X32 W Fluorescente | 36 | 6 | 0.2 | 1.0 | 0.2 | 360 | 78 |
| Subtotal oficina de control | | 6 | 0.2 | | 0.2 | | 78 |
| OFICINA EJECUTIVA (PLANTA BAJA) | | | | | | | |
| 13 W LFC | 17 | 22 | 0.4 | 1.0 | 0.4 | 360 | 135 |
| 1X32 W Fluorescente | 36 | 6 | 0.2 | 1.0 | 0.2 | 360 | 78 |
| Subtotal oficina ejecutiva | | 28 | 0.6 | | 0.6 | | 212 |
| VESTIDOR DE EMPLEADOS (Caballeros) | | | | | | | |
| 1X32 W Fluorescente | 36 | 8 | 0.3 | 1.0 | 0.3 | 540 | 156 |
| 1X60 W Fluorescente | 72 | 4 | 0.3 | 1.0 | 0.3 | 540 | 156 |
| Subtotal vestidor de caballeros | | 12 | 0.6 | | 0.6 | | 311 |
| VESTIDOR DE EMPLEADOS (Damas) | | | | | | | |
| 1X32 W Fluorescente | 36 | 8 | 0.3 | 1.0 | 0.3 | 540 | 156 |
| 1X60 W Fluorescente | 72 | 4 | 0.3 | 1.0 | 0.3 | 540 | 156 |
| Subtotal vestidor de damas | | 12 | 0.6 | | 0.6 | | 311 |
| CUARTO DE MAQUINAS | | | | | | | |
| 1X60 W Fluorescente C/R | 72 | 18 | 1.3 | 1.0 | 1.3 | 720 | 933 |
| Subtotal cuarto de máquinas | | 18 | 1.3 | | 1.3 | | 933 |
| LAVANDERIA Y ROPERIA | | | | | | | |
| 1X32 W Fluorescente C/R | 36 | 4 | 0.1 | 1.0 | 0.1 | 360 | 52 |
| 1X60 W Fluorescente C/R | 72 | 22 | 1.6 | 1.0 | 1.6 | 360 | 570 |
| Subtotal lavandería y ropería | | 26 | 1.7 | | 1.7 | | 622 |
| TALLER (SOTANO) | | | | | | | |
| 1X32 W Fluorescente C/R | 36 | 2 | 0.1 | 1.0 | 0.1 | 720 | 52 |
| 1X60 W Fluorescente C/R | 72 | 4 | 0.3 | 1.0 | 0.3 | 720 | 207 |
| Subtotal taller | | 6 | 0.4 | | 0.4 | | 259 |
| ALMACEN | | | | | | | |
| 1X32 W Fluorescente C/R | 36 | 8 | 0.3 | 2.0 | 0.1 | 720 | 104 |
| Subtotal almacén | | 8 | 0.3 | | 0.1 | | 104 |
| SALON PARA FIESTAS | | | | | | | |
| 13 W LFC | 17 | 37 | 0.6 | 2.0 | 0.3 | 300 | 94 |
| Subtotal salón para fiestas | | 37 | 0.6 | | 0.3 | | 94 |
| CONTABILIDAD, CENTRO DE NEGOCIOS, ACCESO AL HOTEL, RESTAURANTE Y BARES | | | | | | | |
| 13 W LFC | 17 | 271 | 4.6 | 1.0 | 4.6 | 300 | 1,382 |
| Subtotal contabilidad, etc. | | 271 | 4.6 | | 4.6 | | 1,382 |
| GRAN TOTAL | | 2,734 | 67.4 | | 49.9 | | 15,001 |



Las expectativas de ahorro en este sistema fueron las siguientes:

| SISTEMA | DEMANDA (kW) | CONSUMO MENSUAL (kWh) |
|---------------|--------------|-----------------------|
| CONVENCIONAL | 161.5 | 47,801 |
| AHORRADOR | 49.9 | 15,001 |
| AHORRO | 111.6 | 32,800 |

Acondicionamiento ambiental

En cuanto al sistema de acondicionamiento ambiental, una vez eliminada la alternativa de sustituir la unidad de tipo recíprocante por otra de tipo tornillo, debido a su alta inversión, la única posibilidad para conseguir ahorros era reprogramar el microcircuito de la consola de control de los equipos minisplit, de tal manera que su periodo de operación se viera disminuido, propiciando con ello un menor consumo de energía eléctrica. En el siguiente cuadro se muestra el detalle del funcionamiento del sistema antes y después de reprogramar el control:

| SITUACION | CAPACIDAD TOTAL (TR) | RELACION DE EFICIENCIA (kW/TR) | CARGA TOTAL (kW) | FACTOR DE DIVERSIDAD | DEMANDA TOTAL (kW) | HORAS DE OPERACION (horas/mes) | CONSUMO MENSUAL (kWh) |
|----------------------------------------|----------------------|--------------------------------|------------------|----------------------|--------------------|--------------------------------|-----------------------|
| Unidad minisplit, operación normal | 146.3 | 1.327 | 194 | 1.0 | 194.1 | 360 | 69,890 |
| Unidad minisplit con chip reprogramado | 146.3 | 1.327 | 194 | 1.0 | 194.1 | 300 | 58,242 |
| Ahorro | | | | | — | | 11,648 |

Enseguida se aprecia el resumen de los ahorros esperados, la inversión necesaria y el periodo de recuperación de la misma:

| SISTEMA | AHORRO MENSUAL | | |
|---------------------------------------|----------------|---------------|----------------------------|
| | DEMANDA (kW) | CONSUMO (kWh) | IMPORTE (\$) ^{1/} |
| Iluminación | 111.6 | 32,800 | 16,268.80 |
| Acondicionamiento ambiental | — | 11,648 | 5,777.41 |
| AHORRO | 111.6 | 44,448 | 22,046.21 |
| INVERSION (\$) ^{2/} | | | 803,342.79 |
| PERIODO DE RECUPERACION (años) | | | 3.0 |

^{1/} Considerando un precio medio de 0.496 \$/kWh.

^{2/} Incluye IVA.

ACCIONES CORRECTIVAS

Iluminación

- En áreas exteriores, fueron sustituidas 101 lámparas de vapor de sodio de alta presión de 150 W por igual número de lámparas de vapor de sodio de alta presión de 70 W.
- En cada una de las 195 habitaciones, fueron sustituidas 3 lámparas dicróicas de 50 W por igual número de lámparas fluorescentes compactas de 9 W; 3 lámparas dicróicas más se sustituyeron por 3 lámparas MR 16 de 20 W; 1 spot incandescente de 75 W se sustituyó por una lámpara fluorescente compacta de 9 W; 2 lámparas incandescentes de 75 W fueron sustituidas por el mismo número de lámparas fluorescentes compactas de 15 W; 1 spot incandescente de 150 W se sustituyó por una lámpara fluorescente compacta de 13 W; 1 spot incandescente de 75 W se sustituyó por una lámpara halopar 16 de 55 W.

- De diversas áreas del hotel se retiraron 330 lámparas dicróicas de 50 W, instalándose en su lugar igual número de lámparas fluorescentes compactas de 13 W.

- De 106 luminarios se retiraron 2 lámparas T-12 de 39 W y 1 balastro



convencional, instalando en su lugar 1 lámpara T-8 de 32 W y un balastro electromagnético de alta eficiencia de 2X32 W por cada 2 gabinetes; asimismo, fue instalado un reflector de aluminio en 56 de ellos. Esta medida se llevó a cabo en diversas áreas del hotel.

- De 52 luminarios se retiraron 2 lámparas T-12 de 75 W y 1 balastro convencional, instalando en su lugar 1 lámpara T-12 de 60 W y un balastro electromagnético de alta eficiencia de 2X60 W por cada 2 gabinetes; asimismo, fue instalado un reflector de aluminio en 44 de ellos. Esta medida se llevó a cabo en diversas áreas del hotel.

En el siguiente cuadro se muestra un resumen de los ahorros conseguidos:

| CONCEPTO | ANTES DEL PROYECTO | DESPUES DEL PROYECTO | AHORRO | |
|---------------------------------------|--------------------|----------------------|-------------------|------------|
| | | | UNITARIO | (%) |
| Demanda (kW) | 333 | 240 | 93 | 27.93 |
| Consumo (kWh) | 150,667 | 100,000 | 50,667 | 33.63 |
| P.M. (\$/kWh) | 1/ | 0.4727 | | |
| Importe mensual (\$) | 70,755.79 | 46,942.01 | 23,813.78 | 33.66 |
| Importe anual (\$) | 849,069.48 | 563,304.12 | 285,765.36 | 33.66 |
| INVERSION (\$) | | | 803,342.79 | |
| PERIODO DE RECUPERACION (años) | | | | 2.8 |

1/ No se consigna cifra ya que el precio medio se ha recalculado conforme a los precios vigentes.

CONCLUSIONES

- El éxito de este proyecto se puede establecer no sólo por los ahorros alcanzados, sino porque la sustitución del sistema de iluminación y el control de las unidades minisplit, incrementaron la buena imagen y prestigio del hotel al ofrecer mejores niveles de confort al huésped.
- Quedó demostrado que la utilización de lámparas dicróicas no es adecuada para las tareas que desempeña el huésped dentro de la habitación, pues además de que proporcionan una luz puntual producen calor en exceso, lo que, por otra parte,

RESULTADOS

El proyecto fue concluido en el mes de febrero de 1998, dándose inicio el período de evaluación de resultados, mediante la comparación de las facturaciones del servicio de energía eléctrica antes y después del proyecto, como se muestra a continuación:

| PERIODO | DEMANDA (kW) | CONSUMO (kWh) | IMPORTE (\$) | P.M. (\$/kWh) | RECALCULO DEL IMPORTE (\$) 1/ |
|--------------------------|--------------|-------------------|------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Feb-97 | 288 | 141,600 | 72,633.00 | 0.5129 | 78,450.33 |
| Feb-98 | 240 | 93,600 | 51,857.00 | 0.5540 | 51,857.00 |
| Ahorro | 48 | 48,000 | 20,776.00 | | 26,593.33 |
| Mar-97 | 288 | 141,600 | 58,106.08 | 0.4104 | 62,761.10 |
| Mar-98 | 240 | 93,600 | 41,486.15 | 0.4432 | 41,486.15 |
| Ahorro | 48 | 48,000 | 16,619.93 | | 21,274.95 |
| Abr-97 | 422 | 168,800 | 58,925.97 | 0.3491 | 71,055.93 |
| Abr-98 | 240 | 112,800 | 47,482.87 | 0.4209 | 47,482.87 |
| Ahorro | 182 | 56,000 | 11,443.10 | | 23,573.06 |
| Promedio 97 | 333 | 150,667 | 63,221.68 | 0.4241 | 70,755.79 |
| Promedio 98 | 240 | 100,000 | 46,942.01 | 0.4727 | 46,942.01 |
| AHORRO TOTAL | | 93 | 50,667 | 16,279.68 | 23,813.78 |
| INVERSION (\$) 2/ | | 803,342.79 | | P.RECUPERACION (años) | 2.8 |

1/ Resultado de multiplicar el consumo de un mes por el precio medio del mismo mes pero del año siguiente.

2/ El FIDE financió \$300,000.00 y el usuario los restantes \$503,342.79.

otra parte, redundando en un mayor consumo del sistema de acondicionamiento ambiental. La nueva tecnología de que participan las lámparas fluorescentes compactas, las hacen más confortables en lo que a tonalidad se refiere, lo que ocasiona reproducciones del color tan fieles como las dicróicas o incandescentes, que es lo que el huésped necesita.

- Se demostró que es posible optimizar el funcionamiento de un sistema de acondicionamiento ambiental aunque tenga niveles adecuados de eficiencia, como sucedió en este proyecto, en que al reprogramar los chips de los controles se obtuvieron ahorros sustanciales por

disminución en la operación de las unidades, concatenado con la eliminación del calor producido por las lámparas dicróicas.

- Las expectativas de ahorro se rebasaron ligeramente, ya que el pronóstico indicó ahorros mensuales por 111.6 kW, 44,448 kWh y \$22,046.21 en demanda, consumo e importe respectivamente, mientras que la evaluación mostró ahorros por 93 kW, 50,667 kWh y \$23,813.78, lo cual permitió recuperar la inversión 2.8 años.

FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA
Mariano Escobedo No. 420, 1er piso, Col. Anzures, México, D.F.
C.P. 11590 Tel.: 5545 2757 Consulte nuestra página web:
<http://www.fide.org.mx>

