



■ ANTECEDENTES

El Hotel Holiday Inn Sunspree Resort Mazatlán está ubicado en Avenida Camarón Sábalo No. 696, Zona Dorada, C.P. 82100 en la ciudad de Mazatlán, Sin., cuenta con categoría 5 estrellas y tiene 183 habitaciones. En el año de 1998, el FIDE realizó un proyecto de ahorro de energía eléctrica en este hotel, el cual consistió en la instalación de un sistema optoelectrónico (tarjetas magnéticas) para automatizar la operación del aire acondicionado en las habitaciones.

■ ACCIONES CORRECTIVAS

Se instaló un sistema de tarjetas optoelectrónicas para automatizar la operación de las unidades de aire acondicionado.

El hotel contaba con características especiales, debido a que tenía dos tipos de sistemas de acondicionamiento ambiental.

1. Unidades generadoras de agua helada con compresores tipo recíprocos.
2. Unidades de ventana.

1. UNIDAD GENERADORA DE AGUA HELADA

■ OPERACION SIN TARJETAS OPTOELECTRÓNICAS

En el siguiente cuadro se muestran las características del sistema con la unidad generadora de agua helada:



Equipo	Carga unitaria kW	Capacidad nominal TR	Número de unidades	Capacidad total TR	Relación de eficiencia kW/TR	Carga total kW
Unidad generadora de agua helada con compresores tipo reciprocante	115	115	1	115	1.00	115.0
Subtotal Unidad generadora de agua helada			1	115	-	115.0
Fan & Coil RMB 600	0,220	1.6	92	-	-	20.2
Subtotal fan & coils			92	-	-	20.2
TOTAL			93	115		135.2

Se consideró que en promedio y según estadísticas del año anterior, el hotel tendría una ocupación del 75 %, de tal forma que solamente se encontrarían ocupadas 52 habitaciones por día, con la siguiente capacidad de enfriamiento:

decir, 101.5 kW. Para efectos prácticos, se consideró un valor de 102 kW.

Tomando en cuenta lo anterior fue posible determinar los siguientes índices:

Equipo	Capacidad nominal		Número de unidades ^{1/}	Capacida total de enfriamiento		Relación de eficiencia kW/TR ^{3/}	Demanda total kW
	BTU/hora	TR		BTU/hora	TR ^{2/}		
Fan & Coil RMB 600	15,014	1.3	69	1,035,966	86.3	1.00	86.3
TOTAL			69	1,035,966	86.3	-	86.3

^{1/} Considerando que solamente operan el 75 % del total de fan & coils.

^{2/} 1 TR equivale a 12,000 BTU/hora.

^{3/} Corresponde a la eficiencia de la unidad generadora de agua helada.

En la tabla anterior se determina que serían necesarias 86.3 TR para satisfacer las necesidades de las 52 habitaciones; considerando la eficiencia de la unidad generadora de agua helada de 1.0 kW/TR, se concluye que la potencia necesaria para generar el frío requerido es de 86.3 kW.

Toneladas de refrigeración por habitación = $86.3 \text{ TR} / 52 \text{ hab.} = 1.66 \text{ TR/hab.}$

Potencia requerida por habitación = $102 \text{ kW} / 52 \text{ hab.} = 1.96 \text{ kW/hab.}$

Por otro lado, aunque la potencia de los fan & coils podría ser mínima, se tomó en cuenta para lograr una mayor exactitud, obteniendo lo siguiente:

Considerando un periodo de operación de 24 horas diarias durante 200 días al año, se determinó el consumo del sistema de acondicionamiento ambiental sin las tarjetas optoelectrónicas, de acuerdo con lo siguiente:

Equipo	Carga unitaria kW	Número de unidades	Carga total kW
Fan & Coil RMB 600	0.22	69	15.2
TOTAL		69	15.2

Consumo/habitación = $1.96 \text{ kW/hab.} \times 24 \text{ horas/día} \times 200 \text{ días/año} = 9,408 \text{ kWh/año*hab.}$

La potencia total sería la suma de la potencia requerida por los fan & coils y el "chiller", es

Consumo total anual = $9,408 \text{ kWh/hab.} \times 52 \text{ hab.} = 489,216 \text{ kWh}$

Funcionamiento del control optoelectrónico.

Es común en los hoteles que cuando un huésped sale de su habitación deja encendidas las lámparas y el aire acondicionado queda trabajando a su máxima capacidad. Cuando el huésped regresa después de las actividades que tuvo durante el día, los equipos habrán trabajado innecesariamente durante aproximadamente 12 horas.

Por medio del sistema optoelectrónico, es posible interrumpir el servicio de energía eléctrica de una habitación cuando el huésped sale de ella y volverla a conectar en el preciso momento de su regreso sin afectar el confort, permitiendo una reducción en el consumo de energía eléctrica.

Al huésped se le entrega la llave de su habitación unida por un extremo a una tarjeta codificada de plástico. Al entrar a la habitación, la tarjeta debe introducirse en la ranura de la tapa del sistema optoelectrónico, localizada cerca del apagador de la entrada, con el objeto de cerrar el circuito y disponer del servicio de energía eléctrica.

Al salir de su habitación, el huésped retirará la tarjeta codificada junto con la llave del cuarto; después de un minuto de cortesía, se cortará automáticamente la energía eléctrica, por lo que se apagarán las luces y aparatos que pudiesen haber dejado operando.

El sistema controlará electrónicamente el sistema de acondicionamiento ambiental, el cual operará en un nivel bajo (low), en ciclos de 5 minutos encendido y 5 minutos apagado, 5 minutos encendido y 15 minutos apagado, o bien en los ciclos de tiempo determinados de antemano.

Más tarde, cuando el huésped regresa a su habitación e introduce su tarjeta en el tarjetero, las luces, los aparatos eléctricos y el aire acondicionado, vuelven al estado en que se encontraban al momento de salir.

Si el huésped regresa de noche, no existe ningún inconveniente para él porque la habitación se encuentre oscura, ya que la tapa del sistema emite una luz que facilita su localización.

Es importante recordar que los consumos de energía eléctrica se presentan fundamentalmente en los sistemas de acondicionamiento ambiental y de iluminación, de manera que el control optoelectrónico constituye la mejor opción para ahorrar energía eléctrica.

■ OPERACION CON TARJETAS OPTOELECTRONICAS

El usuario aceptó instalar el sistema de tarjetas optoelectrónicas en las habitaciones del hotel, para cuya decisión tomó en cuenta lo siguiente:

De acuerdo con la experiencia del proveedor y del FIDE en el desarrollo de proyectos en hoteles de playa, es común que el huésped permanezca fuera de la habitación por un periodo de 10 horas aproximadamente. La función del sistema optoelectrónico sería controlar la operación del sistema de acondicionamiento ambiental, permitiéndole operar en periodos de 5 minutos y sacándolo de operación durante 15 minutos hasta que el usuario regrese a su habitación, de tal forma que durante ese tiempo, el equipo habrá operado 2.5 horas y descansado 7.5 horas.

Tomando en cuenta lo anterior, el periodo de operación de los equipos sería de solamente 16.5 horas diarias durante 200 días al año. El consumo del sistema de acondicionamiento ambiental con las tarjetas

optoelectrónicas se determinó de la siguiente manera:

$$\text{Consumo/habitación} = 1.96 \text{ kW/hab.} \times 16.5 \text{ horas/día} \times 200 \text{ días/año} = 6,468 \text{ kWh/año*hab.}$$

Se consideró que en promedio y según estadísticas del año anterior, el hotel tendría una ocupación del 75%, de tal forma que solamente se encontrarían ocupadas 86 habitaciones por día, con la siguiente demanda:

Equipo	Capacidad unitaria TR	Número de unidades ^{1/}	Capacidad total TR	Relación de eficiencia kW/TR	Demanda total kW
Unidad de ventana	2.0	87	174	1.21	211
TOTAL		87	174	-	211

^{1/} Considerando que solamente operan el 75% del total de las unidades

$$\text{Consumo total anual} = 6,468 \text{ kWh/hab.} \times 52 \text{ hab.} = 336,336 \text{ kWh.}$$

En seguida se muestra un resumen de la expectativa de ahorro en la operación de la unidad generadora de agua helada:

En la tabla anterior se determina que serían necesarias 174 TR para satisfacer las necesidades de las 86 habitaciones; considerando la eficiencia de las unidades de 1.21 kW/TR, se concluye que la potencia necesaria para generar el frío requerido, es de 211 kW.

Proyecto	Demanda Unitaria kW/hab.	Periodo de operación		Consumo unitario kWh/año*hab.	Número de habitaciones ocupadas	Consumo anual kWh	Importe anual \$ ^{1/}
		hrs/día	días/año				
SIN TARJETAS	1.96	24	200	9,408	52	489,216	244,314.47
CON TARJETAS	1.96	16.5	200	6,468	52	336,336	167,966.20
AHORRO				2,940		152,880	76,348.27

^{1/} Considerando un precio medio de 0.4994 \$/kWh.

2.- UNIDADES DE VENTANA

OPERACION SIN TARJETAS OPTOELECTRONICAS

El hotel cuenta con 116 unidades de ventana con capacidad unitaria de 2 TR y eficiencia de 1.21 kW/TR, para satisfacer las necesidades de 114 habitaciones.

En el siguiente cuadro se muestran las características de las unidades de ventana:

Considerando un periodo de operación de 24 horas diarias durante 200 días al año, se determinó el consumo de las unidades de ventana sin las tarjetas optoelectrónicas de acuerdo con lo siguiente:

$$\text{Consumo/habitación} = 2.42 \text{ kW/hab.} \times 24 \text{ horas/día} \times 200 \text{ días/año} = 11,616 \text{ kWh/año*hab.}$$

$$\text{Consumo total anual} = 11,616 \text{ kWh/hab.} \times 86 \text{ hab.} = 998,976 \text{ kWh.}$$

Equipo	Carga unitaria kW	Capacidad nominal TR	Número de unidades	Capacidad total TR	Relación de eficiencia de kW/TR	Carga total kW
Unidad de ventana	2.42	2	116	232	1.21	280.7
TOTAL			116	232		280.7

OPERACION CON TARJETAS OPTO-ELECTRONICAS

En el caso de las habitaciones que cuentan con unidades de ventana, se consideró que lo más común es que el huésped permanezca fuera de la habitación durante unas 10 horas. En este caso, el sistema optoelectrónico controla la ope-

Consumo/habitación = 2.42 kW/hab. x 18 horas/día x 200 días /año = 8,712 kWh/año*hab.

Consumo total anual = 8,712 kWh/hab. x 86 hab. = 749,232 kWh.

A continuación se muestra un resumen de la expectativa de ahorro en la operación de las unidades tipo ventana:

Proyecto	Demanda unitaria kW/hab.	Periodo de operación		Consumo unitario kWh/año*hab.	Número de habitaciones ocupadas	Consumo anual kWh	Importe anual \$ ^{1/}
		hrs/día	días/año				
SIN TARJETAS	2.42	24	200	11,616	86	998,976	498,888.61
CON TARJETAS	2.42	18	200	8,712	86	749,232	374,166.46
AHORRO				2,904		249,744	124,722.15

^{1/} Considerando un precio medio de 0.4994 \$/kWh

ración de las unidades, permitiéndoles operar en periodos de 30 minutos y sacándolo de operación durante 15 minutos hasta que el usuario regrese a su habitación, de tal forma que durante ese tiempo, el equipo habrá operado 6 horas y descansado 4.

POTENCIAL DE AHORRO

En el siguiente cuadro se muestra el consolidado del ahorro esperado, así como la inversión requerida y el período de recuperación de la misma.

Sistema	Ahorros anuales		
	Demanda kW	Consumo kWh	Importe \$
Unidad Generadora de agua helada	0	152,880	76,348.27
Unidades de ventana	0	249,744	124,722.15
Total	0	402,624	201,070.42
Inversión (\$) ^{1/}		806,777.53	
Periodo de recuperación (años)		4.0	

^{1/} Incluye IVA

Tomando en cuenta lo anterior, el periodo de operación de los equipos sería de solamente 18 horas diarias durante 200 días al año; de tal forma, que el consumo del sistema de acondicionamiento ambiental con las tarjetas optoelectrónicas se determinó de la siguiente manera:

RESULTADOS

Con el fin de cuantificar los resultados obtenidos, se compararon los consumos eléctricos del hotel, antes y después del proyecto, y los resultados se muestran en seguida:



Periodo de consumo	Demanda máxima kW	Consumo mensual kWh	Importe mensual \$	Precio medio \$/kWh	Recálculo del importe \$ ^{1/}
Ene-98	383	142,800	67,201.68	0.4706	74,598.72
Ene-99	258	110,400	57,669.21	0.5224	57,669.21
Ahorro	125	32,400			16,929.51
Mar-98	346	157,200	76,257.72	0.4851	84,652.20
Mar-99	286	132,000	71,076.85	0.5385	71,076.85
Ahorro	60	25,200			13,575.35
Abr-98	366	148,800	71,825.76	0.4827	78,283.68
Abr-99	283	117,600	61,874.42	0.5261	61,874.42
Ahorro	83	31,200			16,409.26
May-98	370	239,259	116,830.17	0.4883	129,678.38
May-99	358	178,560	96,781.84	0.5420	96,781.84
Ahorro	12	60,699			32,896.54
Prom 98	366	172,015	82,855.20	0.4817	91,554.85
Prom 99	296	134,640	71,662.14	0.5323	71,662.14
Ahorro total	70	37,375			19,892.71
Inversión \$^{2/}		806,777.53	P. RECUPERACION (años)		3.4

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

^{2/} Incluye IVA

En el siguiente cuadro se muestra un resumen de los resultados obtenidos:

Concepto	Antes del proyecto	Después del proyecto	Ahorro	
			Unitario	%
DEMANDA (kW)	366	296	70	19.1
CONSUMO ANUAL (kWh)	2,064,180	1,615,680	448,500	21.7
PRECIO MEDIO (\$/kWh)	^{1/}	0.5323	-	-
IMPORTE ANUAL (\$)	1,098,658.20	859,945.68	238,712.52	21.7
INVERSIÓN (\$) ^{2/}			806,777.53	
PERIODO DE RECUPERACION (años)			3.4	

^{1/} No se consigna cifra ya que el precio medio ha sido recalculado de acuerdo a los precios vigentes.

^{2/} El FIDE financió \$400,000.00 y el usuario los restantes \$406,777.53

CONCLUSIONES

-La instalación del sistema optoelectrónico es una opción de nueva tecnología para abatir costos, fundamentalmente porque una gran proporción del consumo de energía eléctrica está dada por la carga de los equipos de acondicionamiento ambiental que, en la mayoría de los casos, trabajan ininterrumpidamente, esté o no ocupada la habitación.

-El sistema optoelectrónico proporcionó al hotel Holiday Inn Sunspree Resort una imagen de mayor categoría al brindar a sus huéspedes los más altos niveles de confort sin necesidad de

operar a plena carga el sistema de acondicionamiento ambiental, factores determinantes para la competitividad y éxito de un hotel de playa.

-De no haberse desarrollado el proyecto, el consumo de energía eléctrica en acondicionamiento ambiental sería de 172,015 kWh al mes, equivalente a

\$ 91,554.85. Con la instalación del sistema de control el usuario consiguió disminuir el consumo mensual hasta un valor de 134,640 kWh y el importe a \$71,662.14 mensuales, lo que significa un ahorro de 37,375 kWh con un importe de \$19,892.71 al mes y \$238,712.52 al año.

-El éxito de este proyecto puede establecerse en función de que los ahorros obtenidos permitieron recuperar la inversión total por \$806,777.53 en tan sólo 3.4 años, periodo a todas luces ventajoso, aún más si se considera que el FIDE financió la cantidad de \$400,000.00, los cuales fueron reembolsados en dos años sin intereses.