



**■ ANTECEDENTES**

El Hotel El Cid Mega Resort se encuentra ubicado en Av. Camarón Sábalo S/N, Mazatlán, Sin., el cual tiene la categoría Gran Turismo y cuenta con 1,320 habitaciones distribuidas en las secciones El Moro, La Torre Castilla, Cid La Marina y Cid Granada. En el mes de noviembre de 1996, el FIDE decidió apoyar el desarrollo de un proyecto de ahorro de energía eléctrica, consistente en instalar un sistema a base de tarjetas optoelectrónicas, las cuales controlarían el encendido y apagado del sistema de acondicionamiento ambiental en 631 habitaciones, cuyos trabajos fueron concluidos en marzo de 1997.

El servicio de energía eléctrica se encontraba contratado en tarifa OM y, durante

el período de abril de 1996 a marzo de 1997, presentó los siguientes valores mensuales promedio: 2,048 kW en la demanda máxima, 1'066,000 kWh en el consumo y \$371,535.47 en el importe, con un precio medio de 0.3485 \$/kWh y un factor de carga de 72.3 % como se aprecia en la siguiente tabla:

PERIODO	DEMANDA kW	CONSUMO kWh	IMPORTE \$	P.M. \$/kWh	F.C. %
Abr-96	1,920	980,160	326,629.00	0.3332	70.9
May-96	2,160	1,092,480	371,055.00	0.3396	70.2
Jun-96	2,352	1,123,680	421,808.00	0.3754	66.4
Jul-96	2,608	1,505,760	566,374.00	0.3761	80.2
Ago-96	2,736	1,492,320	587,497.00	0.3937	75.8
Sep-96	2,862	1,139,520	460,234.00	0.4039	55.3
Oct-96	1,776	1,049,280	397,708.69	0.3790	82.1
Nov-96	2,064	1,063,200	382,775.64	0.3600	71.5
Dic-96	1,584	849,600	223,698.28	0.2633	74.5
Ene-97	1,484	820,800	232,354.00	0.2831	76.8
Feb-97	1,402	763,200	224,905.00	0.2947	75.6
Mar-97	1,632	912,000	263,387.00	0.2888	77.6
<b>PROMEDIO</b>	<b>2,048</b>	<b>1,066,000</b>	<b>371,535.47</b>	<b>0.3485</b>	<b>72.3</b>



## ■ SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL

Los equipos sobre los que actuaría el sistema de control serían 5 unidades generadoras de agua helada con compresor tipo centrífugo de 350 TR c/u y una eficiencia de 0.74 kW/TR. A continuación se muestran las características de los equipos:

EQUIPO	CAPACIDAD UNITARIA TR	EFICIENCIA kW/TR	CARGA UNITARIA kW	NUMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD TOTAL TR	DEMANDA TOTAL kW <sup>2/</sup>	CONSUMO kWh <sup>3/</sup>
Unidad generadora de agua helada con compresores tipo centrífugo.	350	0.74	259	5 <sup>1/</sup>	1,750	1,036	9,075,360
<b>TOTAL</b>				<b>5</b>	<b>1,750</b>	<b>1,036</b>	<b>9,075,360</b>

<sup>1/</sup> 4 unidades operando normalmente, mientras que una permanece como respaldo.

<sup>2/</sup> El factor de diversidad es de 1.25.

<sup>3/</sup> Considerando un factor de carga del 100 %, equivalente a 8,760 horas anuales de operación.

Mediante una inspección se determinó que los ductos de distribución de aire y la tubería que transporta el agua helada se encontraban correctamente aislados y en buenas condiciones.

## ■ POTENCIAL DE AHORRO

En virtud de que las unidades generadoras de agua helada venían trabajando con una eficiencia aceptable, la alternativa más viable para obtener ahorros de energía eléctrica, consistía en instalar un sistema de control para dejar fuera de operación los fan & coils de las habitaciones rentadas (pero desocupadas) y así disminuir la operación del equipo de acondicionamiento ambiental.

El sistema en cuestión se compone de tarjetas optoelectrónicas y los equipos a controlar serían 631 fan & coils, uno en cada habitación, las cuales permiten el paso de aire frío a las habitaciones, cuyas necesidades son de 19,600 BTU/hora, equivalentes a 1.63 TR, según se muestra a continuación:

EQUIPO	CAPACIDAD NOMINAL		NUMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD TOTAL	
	BTU/hora	TR		BTU/hora	TR <sup>1/</sup>
Fan&Coil RMB 600	19,600	1.63	631	12,367,600	1,030.6
<b>TOTAL</b>			<b>631</b>	<b>12,367,600</b>	<b>1,030.6</b>

<sup>1/</sup> 12,000 BTU/hora equivalen a 1 TR.

En la tabla anterior se determina que serían necesarias 1,030 TR para satisfacer las necesidades de las 631 habitaciones; considerando la eficiencia de la unidad generadora de agua helada de 0.74 kW/TR, se concluye que la potencia necesaria para generar el frío requerido, es de 762.7 kW, bajo el supuesto de que todas las habitaciones estén rentadas. Cabe observar que en estos casos el factor de diversidad es unitario, ya que por el clima no existe la posibilidad de que en algunas habitaciones (rentadas), dejen de funcionar los fan & coils cuando el huésped sale de la habitación.

Por otro lado, aunque la potencia de los fan & coils podría ser despreciable, se tomó en cuenta para mayor exactitud, siendo la siguiente:



EQUIPO	CARGA UNITARIA kW	NUMERO DE UNIDADES	DEMANDA TOTAL kW <sup>1/</sup>
Fan&Coil RMB 600	0.22	631	138.82
<b>TOTAL</b>	-	<b>631</b>	<b>138.82</b>

<sup>1/</sup> Considerando un factor de diversidad de 1.0.

Según estadísticas proporcionadas por el usuario, el promedio de ocupación anual de las 631 habitaciones seleccionadas es de 75 %, de manera que el consumo de energía eléctrica antes de instalar las tarjetas sería:

EQUIPO	DEMANDA (kW)		PERIODO DE OPERACION horas/año <sup>1/</sup>	CONSUMO ANUAL kWh
	OCUPACION 100 %	OCUPACION 75 %		
Unidades generadoras de agua helada	762.7	572.0	8,760	5,010,720
Fan & coils	138.8	104.1	8,760	911,916
<b>Total</b>	<b>901.5</b>	<b>676.1</b>	-	<b>5,922,636</b>

<sup>1/</sup> Se considera un factor de carga del 100 %.

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 período de 12 horas aproximadamente. La función del sistema optoelectrónico consiste en controlar la operación del sistema de acondicionamiento ambiental, permitiéndole operar en períodos de 5 minutos y sacándolo de operación durante 5 minutos hasta que el usuario regrese a su habitación, de tal forma que durante ese tiempo, el equipo habrá operado 6 horas y descansado 6 horas.

Tomando en cuenta lo anterior, el período de operación de los equipos sería de solamente 18 horas diarias durante 365 días al año; de tal forma que el consumo del sistema de acondicionamiento ambiental, con las tarjetas optoelectrónicas, se determinó de la siguiente manera:

EQUIPO	DEMANDA (kW)		PERIODO DE OPERACION horas/año <sup>1/</sup>	CONSUMO ANUAL kWh
	OCUPACION 100 %	OCUPACION 75 %		
Unidades generadoras de agua helada	762.7	572.0	6,570	3,758,040
Fan & coils	138.8	104.1	6,570	683,937
<b>Total</b>	<b>901.5</b>	<b>676.1</b>	-	<b>4,441,977</b>

<sup>1/</sup> Se considera un factor de carga del 75 %.

Enseguida se presenta el comparativo entre los consumos del sistema de acondicionamiento ambiental, al operar con y sin las tarjetas optoelectrónicas:

SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL	DEMANDA MAXIMA kW	CONSUMO ANUAL kWh	IMPORTE ANUAL \$ <sup>1/</sup>
SIN CONTROL	676.1	5,922,636	1,741,551
CON CONTROL	676.1	4,441,977	1,306,163
<b>AHORRO</b>	-	<b>1,480,659</b>	<b>435,388</b>
<b>INVERSION (\$)</b>		<b>1,253,134.77</b>	
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años)</b>		<b>2.9</b>	

<sup>1/</sup> Considerando un precio medio de 0.29405 \$/kWh.

## ACCIONES CORRECTIVAS

- En 263 habitaciones de la sección El Moro se instaló un sistema optoelectrónico modelo 4F-950 por cuarto.
- En 262 habitaciones de la sección La Castilla se instaló un sistema optoelectrónico modelo 4F-850 por cuarto.



- En 106 habitaciones de la sección Torre Castilla se instaló un sistema optoelectrónico modelo 4F-850 por cuarto.

El sistema optoelectrónico consta de 3 dispositivos:

- Control de carga. Este dispositivo cuenta con 2 circuitos, cada uno tiene un soporte de 16 amp. a 120 V AC, además de un procesador que le permite operar 5 minutos y mantener apagado hasta 15 minutos al equipo de aire acondicionado.
- Control de fan & coil y termostato. Este dispositivo sirve para controlar las veloci-

dades del motor del fan & coil, la válvula de 3 vías y las funciones del termostato.

- Tarjetero optoelectrónico. Está ubicado a la entrada de la habitación y su función es la de controlar la energización o desenergización de los equipos; asimismo, emite la señal para controlar el fan & coil y el termostato.

### DETALLE DEL COSTO

A continuación se muestra el desglose de costos del sistema optoelectrónico instalado:

DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO \$	COSTO TOTAL \$
<b>SISTEMA OPTOELECTRONICO MODELO 4F 950. Integrado por:</b>	263	1,794.69	472,003.47
<b>A. Control de carga:</b>			
1. Control de carga electrónico para 2 circuitos de luces y contactos, con un soporte de 16 amp y 120 V c/u			
2. Control de línea de luz de emergencia.			
3. Procesador de tiempo con opción de encendido y apagado del fan & coil, de 5 y 15 minutos, respectivamente.			
<b>B. Control del fan &amp; coil y termostato.</b>			
1. Control del motor y control de la válvula de 3 vías.			
<b>C.- Tarjetero optoelectrónico</b>			
1. 6 tarjetas optoelectrónicas con logotipo del hotel y clave exclusiva.			
2. Chasis de montaje para sujetar tarjetero optoelectrónico.			
3. Cable de 3 polos para conexión entre sí.			
<b>SISTEMA OPTOELECTRONICO MODELO 4F 850. Integrado por:</b>	368	1,541.09	567,121.12
<b>A. Control de carga:</b>			
1. Control de carga electrónico para 2 circuitos de luces y contactos, con un soporte de 16 amp y 120 V c/u			
2. Procesador de tiempo con opción de encendido y apagado del fan & coil, de 5 y 15 minutos, respectivamente.			
<b>B. Control del fan &amp; coil y termostato.</b>			
1. Control del motor y control de la válvula de 3 vías.			
<b>C.- Tarjetero optoelectrónico</b>			
1. 6 tarjetas optoelectrónicas con logotipo del hotel y clave exclusiva.			
2. Chasis de montaje para sujetar tarjetero optoelectrónico.			
3. Cable de 3 polos para conexión entre sí.			
<b>CONTROL DE CARGA PARA MODELO 4F-950</b>	14	871.33	12,198.62
1. Control de carga electrónico para 2 circuitos de luces y contactos, con un soporte de 16 amp y 120 V c/u			
<b>CONTROL DE FAN &amp; COIL Y TERMOSTATO</b>	127	279.60	35,509.20
1. Control del motor y control de la válvula de 3 vías.			
<b>Subtotal medida</b>			<b>1,086,832.41</b>
Gastos de transportación			2,850.00
<b>TOTAL MEDIDAS</b>			<b>1,089,682.41</b>
IVA (15 %)			163,452.36
<b>GRAN TOTAL</b>			<b>1,253,134.77</b>

## ■ FUNCIONAMIENTO DEL CONTROL OPTOELECTRÓNICO.

Cuando un huésped sale de su habitación, 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, loca-



lizada 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 otros aparatos.

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 incomodidad 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.

## ■ RESULTADOS

El proyecto fue concluido en marzo de 1997, realizándose una comprobación de los ahorros conseguidos, misma que se muestra enseguida:

PERIODO	CONSUMO MENSUAL kWh	CONSUMO SALONES DE CONVENCIONES kWh <sup>1/</sup>	CONSUMO REAL HABITACIONES kWh	PRECIO MEDIO <sup>2/</sup> \$/kWh	IMPORTE MENSUAL \$
Abr-96	980,160	-	980,160	0.3332	326,589.31
Abr-97	772,800	-	772,800	0.3332	257,496.96
<b>Ahorro</b>	<b>207,360</b>	<b>-</b>	<b>207,360</b>	<b>-</b>	<b>69,092.35</b>
May-96	1,092,480	-	1,092,480	0.3396	371,006.21
May-97	974,400	-	974,400	0.3396	330,906.24
<b>Ahorro</b>	<b>118,080</b>	<b>-</b>	<b>118,080</b>	<b>-</b>	<b>40,099.97</b>
Jun-96	1,123,680	-	1,123,680	0.3754	421,829.47
Jun-97	1,166,400	77,700	1,088,700	0.3754	408,697.98
<b>Ahorro</b>	<b>- 42,720</b>	<b>-</b>	<b>34,980</b>	<b>-</b>	<b>13,131.49</b>
Jul-96	1,505,760	-	1,505,760	0.3761	566,316.34
Jul-97	1,593,600	103,600	1,490,000	0.3761	560,389.00
<b>Ahorro</b>	<b>- 87,840</b>	<b>-</b>	<b>15,760</b>	<b>-</b>	<b>5,927.34</b>
Promedio 96	1,175,520	-	1,175,520	0.3561	421,435.33
Promedio 97	1,126,800	-	1,081,475	0.3561	389,372.55
Ahorro mensual promedio	-	-	94,045	0.3572	32,062.79
AJUSTE POR PRECIO MEDIO REAL A JULIO DE 1997			94,045	0.5896	55,448.93
<b>Inversión (\$) <sup>3/</sup></b>	<b>1,253,134.77</b>		<b>P. Recuperación (años)</b>	<b>1.9</b>	

<sup>1/</sup> Se desarrollaron eventos continuos que obligaron a operar una unidad de acondicionamiento ambiental de 350 TR y 259 kW.

<sup>2/</sup> Los valores corresponden al año de 1996. Por lo tanto, no están actualizados al año de 1997

<sup>3/</sup> Incluye IVA.

Los beneficios del proyecto se aprecian sintetizados en el siguiente cuadro:

CONCEPTO	ANTES DEL PROYECTO	DESPUES DEL PROYECTO	AHORRO	
			UNITARIO	%
CONSUMO MENSUAL (kWh)	1,175,520	1,081,475	94,045	8.0
P.M. (\$/kWh)	<sup>1/</sup>	0.5896	-	-
IMPORTE MENSUAL (\$)	693,086.59	637,637.66	55,448.93	8.0
IMPORTE ANUAL (\$)	8,317,039.10	7,651,651.92	665,387.18	8.0
INVERSIÓN (\$) <sup>2/</sup>			1,253,134.77	
<b>PERÍODO DE RECUPERACION (años)</b>			<b>1.9</b>	

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

<sup>2/</sup> El FIDE financió \$500,000.00 y el usuario los restantes \$753,134.77.



## CONCLUSIONES

- La instalación del sistema optoelectrónico es una opción de nueva tecnología para abatir costos, fundamentalmente porque en hoteles de playa la mayor parte del consumo de energía eléctrica, es debido a la carga de los equipos de acondicionamiento ambiental que, generalmente, trabajan ininterrumpidamente esté o no ocupada la habitación.

- Quedó demostrado que aún operando unidades de acondicionamiento ambiental con índices de eficiencia aceptables, siempre existirán otras alternativas para obtener reducciones en los costos por concepto de consumo de energía eléctrica.



- No es necesario operar a plena carga el sistema de acondicionamiento ambiental, para proporcionar las condiciones óptimas de confort a los huéspedes, ya que se pueden obtener ahorros importantes sin demeritar la categoría del hotel.

- De no haberse desarrollado el proyecto, el consumo de energía eléctrica sería de 1'175,520 kWh al mes. Con la instalación del sistema de control, el usuario consiguió disminuir el consumo mensual hasta un valor de 1'081,475 kWh, lo que significa un ahorro mensual promedio de 94,045 kWh, que si bien equivale a \$32,062.79 y, por ende, significa que la inversión es recuperable en 3.2 años, considerando el precio medio actualizado a 1997 (0.5896 \$/kWh), el ahorro tiene un importe de \$55,448.93 mensuales, equivalentes a \$665,387.18 anuales.

- El éxito de este proyecto puede establecerse en función de que los ahorros obtenidos permitieron recuperar la inversión total por \$1,253,134.77 en tan sólo 1.9 años, período a todas luces ventajoso, aún más si se considera que el FIDE financió sin intereses la cantidad de \$500,000.00.