



### ■ ANTECEDENTES

El hotel se encuentra ubicado en el km 11.5 de la zona hotelera sur de Puerto Vallarta, Jalisco, tiene la categoría gran turismo y cuenta con 303 habitaciones. En el año de 1997, este usuario hizo un proyecto de ahorro de energía eléctrica en sus instalaciones, para lo cual solicitó el apoyo técnico y financiero del FIDE.

### ■ PRIMER PROYECTO

Como ocurre en la mayoría de los hoteles de playa, los sistemas de acondicionamiento ambiental, bombeo e iluminación, representan la mayor carga instalada y, por consiguiente, el mayor consumo de energía eléctrica. Con el apoyo de una empresa proveedora de

equipos de control, el usuario decidió instalar un dispositivo de esta naturaleza, lo que permitiría disminuir el periodo de operación de los equipos y obtener ahorros en el consumo de energía eléctrica.



## ■ OPERACION CONVENCIONAL

En el siguiente cuadro se muestran los equipos que serían controlados, así como sus condiciones normales de operación:

Equipo	Prioridad	Carga total kW	Periodo de utilización horas/año	Consumo anual kWh
Alumbrado alberca #1	1	2	6,840	13,680
Alumbrado alberca # 2	1	2	6,840	13,680
Bomba jacuzzi # 1	1	1	6,840	6,840
Bomba jacuzzi # 2	1	1	6,840	6,840
Bomba fuente # 1	1	1	6,840	6,840
Bomba fuente # 1	1	1	6,840	6,840
Bomba fuente # 2	1	1	6,840	6,840
Bomba fuente # 3	1	1	6,840	6,840
Bomba fuente # 4	1	1	6,840	6,840
Bomba fuente # 5	1	1	6,840	6,840
Bomba cascada # 1	1	2	6,840	13,680
Bomba cascada # 2	1	2	6,840	13,680
Bomba cascada # 3	1	2	6,840	13,680
Bomba cascada # 4	1	2	6,840	13,680
Bomba cascada # 5	1	2	6,840	13,680
Bomba alberca # 1	2	6	6,840	41,040
Bomba alberca # 3	2	6	6,840	41,040
Bomba sist. hidroneumático # 1	2/3	1	6,840	6,840
Bomba sist. hidroneumático # 2	2/3	3	6,840	20,520
Bomba sist. hidroneumático # 3	2/3	3	6,840	20,520
Bomba sist. hidroneumático # 4	2/3	3	6,840	20,520
Bomba sist. hidroneumático # 5	2/3	3	6,840	20,520
Chiller # 1	3	65	6,840	444,600
Chiller # 2	3	65	6,840	444,600
Chiller # 4	3	55	6,840	376,200
Chiller # 5	3	55	6,840	376,200
Bomba A.H. # 1 Torre # 1	3/4	6	6,840	41,040
Bomba A.H. # 2 Torre # 1	3/4	6	6,840	41,040
Bomba A.H. # 1 Torre # 2	3/4	6	6,840	41,040
Bomba A.H. # 2 Torre # 2	3/4	6	6,840	41,040
<b>TOTAL</b>		<b>311</b>		<b>2,127,240</b>

## ■ OPERACION CONTROLADA

El equipo de control permitiría disminuir el periodo de operación de los equipos

descritos anteriormente, de tal forma que sus costumbres de operación serían como se muestra a continuación:



Equipo	Prioridad	Carga total kW	Periodo de utilización horas/año	Consumo anual kWh
Alumbrado alberca # 1	1	2	5,760	11,520
Alumbrado alberca # 2	1	2	5,760	11,520
Bomba jacuzzi # 1	1	1	5,760	5,760
Bomba jacuzzi # 2	1	1	5,760	5,760
Bomba fuente # 1	1	1	5,760	5,760
Bomba fuente # 1	1	1	5,760	5,760
Bomba fuente # 2	1	1	5,760	5,760
Bomba fuente # 3	1	1	5,760	5,760
Bomba fuente # 4	1	1	5,760	5,760
Bomba fuente # 5	1	1	5,760	5,760
Bomba cascada # 1	1	2	5,760	11,520
Bomba cascada # 2	1	2	5,760	11,520
Bomba cascada # 3	1	2	5,760	11,520
Bomba cascada # 4	1	2	5,760	11,520
Bomba cascada # 5	1	2	5,760	11,520
Bomba alberca # 1	2	6	4,560	27,360
Bomba alberca # 3	2	6	4,560	27,360
Bomba sist. hidroneumático # 1	2/3	1	5,760	5,760
Bomba sist. hidroneumático # 2	2/3	3	5,760	17,280
Bomba sist. hidroneumático # 3	2/3	3	5,760	17,280
Bomba sist. hidroneumático # 4	2/3	3	5,760	17,280
Bomba sist. hidroneumático # 5	2/3	3	5,760	17,280
Chiller # 1	3	65	5,760	374,400
Chiller # 2	3	65	5,760	374,400
Chiller # 4	3	55	5,760	316,800
Chiller # 5	3	55	5,760	316,800
Bomba A.H. # 1 Torre # 1	3/4	6	4,560	27,360
Bomba A.H. # 2 Torre # 1	3/4	6	4,560	27,360
Bomba A.H. # 1 Torre # 2	3/4	6	4,560	27,360
Bomba A.H. # 2 Torre # 2	3/4	6	4,560	27,360
<b>TOTAL</b>		<b>311</b>		<b>1,748,160</b>

## POTENCIAL DE AHORRO

Se estimó que de instalar el equipo de control, se conseguiría disminuir el consumo anual de energía desde un valor de 2'127,240 kWh, hasta solamente 1'748,160 kWh, lo que representaría un ahorro de 17.8 %, generando un beneficio económico de \$ 147,841.20, que permitiría recuperar la inversión de \$ 331,288.96 en tan sólo 2.2 años.

A continuación se muestra el resumen del ahorro pronosticado:

Concepto	Sin control	Con control	Ahorro	
			unitario	%
DEMANDA (kW)	311	311	-	-
CONSUMO ANUAL (kWh)	2,127,240	1,748,160	379,080	17.8
PRECIO MEDIO (\$/kWh)	0.390	0.390	-	-
IMPORTE ANUAL (\$)	829,623.60	681,782.40	147,841.20	17.8
<b>INVERSION (\$) 1/ 331,288.96</b>				
<b>PERIODO DE RECUPERACION (años) 2.2</b>				

1/ Incluye IVA.



## RESULTADOS

El proyecto se terminó en noviembre de 1997, y se hizo la comparación de los consumos eléctricos del hotel, antes y después de implementar las acciones. Dicho análisis se muestra enseguida:

Periodo de consumo	Demanda máxima kW	Consumo mensual kWh	Importe mensual \$	Precio medio \$/kWh	Recalculo del importe \$ <sup>1/</sup>
ene-97	618	289,245	131,194.00	0.4536	150,436.32
ene-98	534	288,846	150,219.00	0.5201	150,219.00
<b>Ahorro</b>	<b>84</b>	<b>399</b>	-	-	<b>217.32</b>
feb-97	559	276,180	131,194.00	0.4750	141,293.69
feb-98	496	254,713	130,313.00	0.5116	130,313.00
<b>Ahorro</b>	<b>63</b>	<b>21,467</b>	-	-	<b>10,980.69</b>
mar-97	670	323,676	147,557.00	0.4559	161,676.16
mar-98	527	290,732	145,226.00	0.4995	145,226.00
<b>Ahorro</b>	<b>143</b>	<b>32,944</b>	-	-	<b>16,450.16</b>
abr-97	629	326,583	132,836.00	0.4067	152,742.87
abr-98	597	306,902	143,535.00	0.4677	143,535.00
<b>Ahorro</b>	<b>32</b>	<b>19,681</b>	-	-	<b>9,207.87</b>
may-97	709	397,182	151,675.00	0.3819	173,449.38
may-98	537	305,625	133,479.00	0.4367	133,479.00
<b>Ahorro</b>	<b>172</b>	<b>91,557</b>	-	-	<b>39,970.38</b>
jun-97	755	417,327	164,179.00	0.3934	183,623.88
jun-98	693	387,206	170,383.00	0.4400	170,383.00
<b>Ahorro</b>	<b>62</b>	<b>30,121</b>	-	-	<b>13,240.88</b>
Promedio 96/97	657	338,366	143,105.83	0.4229	161,096.05
Promedio 97/98	564	305,671	145,525.83	0.4761	145,525.83
<b>Ahorro total</b>	<b>93</b>	<b>32,695</b>	-	-	<b>15,570.22</b>
<b>Inversión (\$) <sup>2/</sup></b>		<b>331,288.96</b>	<b>P. Recuperación (años)</b>		<b>1.8</b>

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

<sup>2/</sup> Incluye IVA

El resumen de los resultados obtenidos se muestra en seguida:

Concepto	Antes del proyecto	Después del proyecto	Ahorro	
			Unitario	%
DEMANDA (kW)	657	564	93	14.2
CONSUMO ANUAL (kWh)	4,060,392	3,668,052	392,340	9.7
PRECIO MEDIO (\$/kWh)	<sup>1/</sup>	0.4761	-	-
IMPORTE MENSUAL (\$)	1,933,152.60	1,746,309.96	186,842.64	9.7
<b>INVERSION (\$) <sup>2/</sup></b>		<b>331,288.96</b>	<b>P. Recuperación (años) 1.8</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 \$165,644.48 y el usuario los restantes \$165,644.48

## SEGUNDO PROYECTO

Como complemento a las acciones correctivas desarrolladas en 1997, en 2002 se llevó a cabo un segundo proyecto, el cual estuvo encaminado a la eficientización del sistema de iluminación convencional.



## ■ SISTEMA CONVENCIONAL

El hotel contaba con equipos de iluminación convencionales, como lámparas T-12 de 39 y 75 W, así como por lámparas incandescentes de 25, 40 y 75 W.

El detalle de los equipos que conformaban este sistema se muestra enseguida:

Partida No.	Sistema	Número de Unidades	Potencia Unitaria W	Demanda Máxima kW <sup>1/</sup>	Periodo de Operación horas/año	Consumo Anual kWh
1	25 W Incandescente	152	25	3.8	4,320	16,416
2	40 W Incandescente	1,150	40	46.0	5,040	231,840
3	75 W Incandescente	324	75	24.3	4,320	104,976
4	2X39 W Fluorescente T-12 <sup>2/</sup>	506	72	36.4	5,712	207,917
5	2X75 W Fluorescente T-12 <sup>2/</sup>	144	130	18.7	5,292	98,960
6	4X39 W Fluorescente T-12 <sup>2/</sup>	42	144	6.0	5,280	31,680
7	1X39 W Fluorescente T-12 <sup>2/</sup>	52	38	2.0	5,280	10,560
	<b>Total</b>	<b>2,370</b>	<b>-</b>	<b>137.2</b>		<b>702,349</b>

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

<sup>2/</sup> Sistemas con balastro electromagnético de baja energía

Como se observa en la tabla anterior, este sistema imponía una demanda máxima de 137.2 kW, con un consumo anual de 702,349 kWh.

## ■ PROPUESTA DE ACCIONES

Apoyado por un proveedor de equipos de iluminación, el usuario analizó la posibilidad de modificar el sistema de iluminación, y dar cabida a equipos con tecnología de punta, como son las lámparas T-8 de 32 W y fluorescentes compactas de 7, 13 y 20 W.

A continuación se aprecian las características de este sistema:

Partida No.	Sistema	Número de Unidades	Potencia Unitaria W	Demanda Máxima kW <sup>1/</sup>	Periodo de Operación horas/año	Consumo Anual kWh
1	7 W LFC	152	10	1.5	4,320	6,480
2	13 W LFC	1,150	17	19.6	5,040	98,784
3	20 W LFC Electrónica	324	20	6.5	4,320	28,080
4	1X32 W Fluorescente T-8, c/r	506	30	15.2	5,712	86,822
5	2X32 W Fluorescente T-8, c/r	144	60	8.6	5,292	45,511
6	2X32 W Fluorescente T-8, c/r	42	60	2.5	5,280	13,200
7	1X32 W Fluorescente T-8, canaleta	52	30	1.6	5,280	8,448
	<b>Total</b>	<b>2,370</b>	<b>-</b>	<b>55.5</b>		<b>287,325</b>

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

c/r Incluye reflector especular de aluminio

Como es posible observar, con el sistema propuesto, la demanda sería de tan sólo 55.5 kW, con un consumo anual de 287,325 kWh.

## POTENCIAL DE AHORRO

A continuación se muestra el consolidado del pronóstico de ahorro, así como la inversión requerida y el periodo de recuperación de la misma:

Sistema	Demanda máxima (kW)	Consumo anual (kWh)	Importe (\$)
Convencional	137.2	702,765	439,790.34
Alta eficiencia	55.5	287,325	179,807.99
<b>Ahorro</b>	<b>81.7</b>	<b>415,440</b>	<b>259,982.35</b>
<b>Inversión (\$) <sup>1/</sup> 626,107.95</b>			
<b>Periodo de Recuperación (años) 2.4</b>			

<sup>1/</sup> Considerando un precio medio de 0.6258 \$/kWh

## RESULTADOS

El proyecto se terminó en febrero de 2003, y se hizo la comprobación de los ahorros conseguidos mediante la comparación de los consumos reales de facturación, antes y después de realizado el proyecto.

Este es el resumen del análisis:

Periodo de consumo	Demanda máxima kW	Consumo mensual kWh	Importe mensual \$	Precio medio \$/kWh	Recalculo del importe \$ <sup>1/</sup>
mar-02	633	333,595	227,730.00	0.6827	284,022.78
mar-03	581	309,370	263,413.05	0.8514	263,413.05
<b>Ahorro</b>	<b>52</b>	<b>24,225</b>	-	-	<b>20,609.73</b>
abr-02	634	334,219	216,586.00	0.6480	278,137.05
abr-03	580	318,432	264,992.12	0.8322	264,992.12
<b>Ahorro</b>	<b>54</b>	<b>15,787</b>	-	-	<b>13,144.93</b>
may-02	713	405,219	260,106.00	0.6419	337,061.16
may-03	637	346,267	288,029.74	0.8318	288,029.74
<b>Ahorro</b>	<b>76</b>	<b>58,952</b>	-	-	<b>49,031.42</b>
Promedio 02	660	357,678	234,807.33	0.6565	299,805.70
Promedio 03	599	324,690	272,144.97	0.8382	272,144.97
<b>Ahorro promedio</b>	<b>61</b>	<b>32,988</b>	-	-	<b>27,660.73</b>
<b>Inversión (\$) <sup>2/</sup></b>		<b>626,107.95</b>	<b>P. Recuperación (años)</b>		<b>1.9</b>

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

<sup>2/</sup> Incluye IVA.

En el siguiente cuadro se muestran resumidos los alcances del proyecto:

Concepto	Antes del proyecto	Después del proyecto	Ahorro	
			unitario	%
Demanda (kW)	660	599	61	9.2
Consumo anual (kWh)	4,292,136	3,896,280	395,856	9.2
Precio medio (\$/kWh)	<sup>1/</sup>	0.8382	-	-
Importe (\$)	3,597,668.40	3,265,861.90	331,806.50	9.2
<b>Inversión (\$) <sup>2/</sup></b>	<b>626,107.95</b>	<b>P. Recuperación (años)</b>		<b>1.9</b>

<sup>1/</sup> No se consigna cifra debido a que el precio medio ha sido recalculado de acuerdo a las tarifas vigentes.

<sup>2/</sup> El FIDE financió \$250,443.18 y el usuario los restantes \$375,664.77



## CONCLUSIONES

- El equipo de control instalado en el primer proyecto, permitió obtener un ahorro anual de 392,340 kWh, equivalente a \$186,842.64, con lo cual, la inversión de \$331,288.96 se recuperó en un periodo de 1.8 años, que es inferior al esperado de 2.2 años.
- Este proyecto es claro ejemplo de que un esquema de ahorro de energía eléctrica puede llevarse a cabo aún sin la sustitución de equipos, ya que, cuando éstos se encuentran en buenas condiciones operativas, existe la opción de instalar equipo de control, lo que redundará en ahorros sustanciales de energía eléctrica y, por consiguiente, en un beneficio económico que permite recuperar el costo de la inversión requerida.
- El proyecto resulta aún más atractivo si se considera que el FIDE financió la suma de \$165,644.48, mismos que el usuario reembolsó en un periodo de 2 años, completamente libres de intereses. Este tipo de financiamientos están disponibles para cualquier usuario interesado en disminuir sus costos operativos, mediante el ahorro de energía eléctrica.



- En el segundo proyecto, la mejor opción fue la sustitución de equipos de iluminación, ya que éstos se encontraban al final de su vida útil, lo cual, se suma al hecho de que se trataba de equipos del tipo convencional, que generaban altos consumos de energía eléctrica.
- Quedaron manifiestas, una vez más, las ventajas de los equipos de alta eficiencia, ya que brindan superioridad en eficiencia, flujo luminoso y vida útil, y permiten, además, reducir el consumo de energía eléctrica. Dichas características brindan beneficios extra como lo es el hecho de disminuir costos por mantenimiento, mismos que si bien no fueron cuantificados, están implícitos en un proyecto de ahorro de energía eléctrica, e influyen para abatir los costos operativos.
- Los resultados del segundo proyecto muestran ahorros de 61 kW en la demanda máxima, de 395,856 kWh en el consumo anual, lo que equivale a 9.2% y que generó un beneficio económico de \$ 331,806.50 en el importe, con lo que la inversión de \$ 626,107.95, se recuperó en tan sólo 1.9 años, superando, así, la expectativa de 2.4 años.