



Antecedentes



El Hotel Mision se encuentra ubicado en Kukulcán N°. 400 en la zona hotelera de Cancún, Q. Roo; está constituido por una torre de nueve pisos con un total de 189 habitaciones, tres restaurantes, un snack bar, además de áreas de juegos, jardines y alberca. Tiene un promedio de ocupación de 2,733 cuartos por noche al mes, con una relación de consumo de energía y demanda cuarto noche ocupado, de 108.9 kWh/CNO y de 0.18 kW/CNO, respectivamente. El servicio de energía eléctrica está contratado bajo la tarifa U.M.

Para conocer su importancia, desde el punto de vista del consumo y demanda de energía eléctrica, se desarrolló un análisis de sus facturaciones durante el periodo de enero a diciembre de 1994, cuyo promedio mensual arrojó valores de 297,650 kWh, en el consumo; 496 kW en la demanda y \$ 60,878.00 en el importe, como se observa en el siguiente cuadro:

MES	AÑO 1994			
	DEMANDA	CONSUMO	IMPORTE	P. MEDIO
	(kW)	(kWh)	(\$)	(\$/kWh)
ENERO	483	278,600	56,396.03	0.2024
FEBRERO	490	256,200	53,083.80	0.2072
MARZO	532	275,800	57,265.21	0.2076
ABRIL	532	334,600	66,751.81	0.1995
MAYO	518	302,400	61,046.83	0.2019
JUNIO	483	354,900	72,400.00	0.2040
JULIO	539	261,800	55,533.00	0.2121
AGOSTO	539	379,400	79,525.00	0.2096
SEPTIEMBRE	483	381,200	67,806.00	0.1779
OCTUBRE	448	266,000	58,546.00	0.2201
NOVIEMBRE	462	268,800	53,733.00	0.1999
DICIEMBRE	448	212,100	48,455.00	0.2285
TOTAL	5,957	3,571,800	730,541.68	0.2045
PROMEDIO	496	297,650	60,878.47	0.2059

Diagnóstico

Distribución de Cargas

De acuerdo con las mediciones efectuadas por la firma consultora responsable del diagnóstico, la distribución de cargas conectadas es:

CONCEPTO	CARGA CONECTADA	
	kW	%
AIRE ACONDICIONADO	262.4 ^{1/2}	44.6
ILUMINACION INCANDESCENTE	118.7	20.2
ILUMINACION FLUORESCENTE	48.7	8.3
BOMBAS Y MANEJADORAS	69.0	11.7
REFRIGERACION	20.0	3.4
LAVANDERIA	15.0	2.6
ELEVADORES	20.0	3.1
OTROS	36.0	6.1
TOTAL	587.8	100.0

^{1/2} No incluye la 3a. unidad por no trabajar simultáneamente.

Como se puede observar, la carga más importante está representada por el sistema de acondicionamiento ambiental, quedando en segundo lugar la iluminación incandescente; se observó, asimismo, que la carga por bombas y manejadoras también es importante. Tomando en cuenta que para mantener un clima agradable, que es fundamental en este tipo de instalaciones, se requiere que el sistema de aire acondicionado opere correctamente y siendo éste el 44.6% de la carga total instalada, el diagnóstico consideró las condiciones de operación de esta carga y su potencial de ahorro sin afectar las condiciones de confort.

Descripción del sistema

El sistema de aire acondicionado consta de 3 unidades centrales generadoras de agua helada, enfriadas por aire, con una capacidad nominal de 120 T.R. cada una, de las cuales 2 operan simultánea y continuamente, mientras la otra, en forma alternada, cada unidad cuenta con 3 compresores recíprocos de 40.3 kW cada uno más ventiladores con una carga de 10.3 kW; por lo que cada unidad demanda 131.2 kW. Mediante un análisis se determinó que cada unidad genera realmente 82.5 T.R., por lo que su eficiencia es de 1.59 kW/TR. El agua helada se distribuye a través de 2 columnas de tuberías, una abastece del primero al quinto piso y la segunda del sexto al noveno. En cada piso existe una derivación que corre por ambos lados de los pasillos, alimentando a cada cuarto.

Problemática

1.- Se comprobó que la operación del sistema de aire acondicionado, se hacía en forma manual y funcionaba las 24 horas del día durante todo el año, sin considerar variaciones

en el clima originadas por los ciclos estacionales, ni la ocupación del hotel.

2.- Por otra parte, se sabe que para tener una eficiente operación del sistema de aire acondicionado, se requiere que en la línea de distribución del agua helada no existan fugas y los termostatos estén sensando en forma continua la temperatura, tanto de entrada como de salida, para dejar de operar el sistema si las condiciones de temperatura y confort así lo permiten o, en su defecto, operar exclusivamente los *fan coils* de los cuartos.

3.- El aislamiento de las tuberías de distribución de agua helada se encontraban en pésimas condiciones, teniendo como consecuencia condensación y humedad en pasillos y, principalmente, en las habitaciones. Se comprobó que las fugas en la línea de distribución ya habían afectado los plafones y las paredes de las habitaciones; con esta problemática se tenía una pérdida en la capacidad de enfriamiento de aproximadamente 15 TR/hr.

Acciones correctivas

Aislamiento

Considerando las pérdidas calculadas por el pésimo estado del aislamiento, se estimó que al corregir esta anomalía el sistema podría trabajar con una potencia liberada y, por lo tanto, no demandada, de aproximadamente 30 KW, generando un ahorro de energía eléctrica de 262,800 KWh anuales que a un precio medio de 0.168 \$/KWh equivaldría a un ahorro anual de \$ 44,150.00, mientras que el costo de los trabajos ascendía a \$126,000.00. En vista de que esta inversión se recuperaba en 2.8 años y ante las limitaciones presupuestales del FIDE, el usuario tomó la decisión de aplicar esta acción correctiva con sus propios recursos.



Dichos trabajos consistieron en aislar toda la tubería de agua helada del sistema de aire acondicionado, a lo largo de 1,200 Mts. lineales con un diámetro variable (de 4" a 1/2") con los que se cubrió la red principal que abarca las siguientes áreas: pasillos, servicios, habitaciones, cuarto de máquinas y el sótano.

Sistema de acondicionamiento ambiental

Al sustituir los compresores recíprocos por compresores tipo tornillo, se obtiene una mayor eficiencia del orden del 64% que, necesariamente, se refleja en un ahorro sustancial de energía eléctrica. Otra ventaja consiste en que el compresor tipo tornillo es más eficiente cuando trabaja a carga parcial, que cuando se tiene a plena carga, característica que permite utilizar el sistema de acondicionamiento ambiental de acuerdo con la ocupación del hotel, lo cual es muy importante, si se considera que el hotel está al 100% de ocupación sólo cinco meses al año.

Por lo anterior, se tomó la decisión de sustituir dos de las tres unidades generadoras de agua helada con compresores recíprocos, por dos unidades con compresores tipo tornillo, lo cual tuvo un costo de \$ 458,906.80, que fueron pagados en partes iguales por el FIDE y el usuario. A continuación se muestra una tabla comparativa del equipo anterior vs. el equipo instalado.

	EQUIPO ANTERIOR CON COMPRESORES RECÍPROCOS	EQUIPO INSTALADO CON COMPRESORES TIPO TORNILLO	DIFERENCIA	%
TONELADAS DE REFRIGERACION ENTREGADAS ^{1_}	82.5	97.1	+ 14.6	+17.7
POTENCIA (KW)	131	75	- 56	- 42.7
INDICE ENERGETICO (KW/TR)	1.59	0.77	- 0.82	-51.5
EER (EFICIENCIA ENERGETICA)	7.5	12.3	+ 4.8	+64.0
CONSUMO MENSUAL KWh ^{2_}	96,360	54,750	-41,610	-43.2

1_/_ Trabajando el equipo al 80% de su capacidad.

2_/_ Trabajando un promedio de 730 horas mensuales.

El equipo ahorrador cuenta con un controlador integrado y sensores de arranque y paro para cada compresor, de tal manera que al encender el equipo, arranca el primer compresor y si las condiciones de temperatura del agua de circulación se

encuentran por arriba de los 13°C, mide dicha temperatura y enciende el segundo compresor; en caso contrario, el sistema del aire acondicionado trabaja con un solo compresor.

Pronóstico de los ahorros

De acuerdo con los parámetros anteriormente mencionados y con base en los precios de las tarifas vigentes en 1994, año en que se desarrolló el diagnóstico, se llegó a la conclusión de que el proyecto así contemplado redituaria ventajas para el usuario, ya que además de la disminución de gastos por mantenimiento e incremento en el nivel de confort, la inversión se recuperaría en menos de 3 años, como se muestra a continuación:

CONCEPTO (CIFRAS MENSUALES)	SUSTITUCION DE EQUIPO DE ACOND. AMBIENTAL ^{1/}	AISLAMIENTO DE TUBERIA
Demanda actual (kW)	264	264
Demanda futura (kW)	150	150
Ahorro pronosticado (kW)	114	30
Consumo actual (kWh) ^{2/}	192,720	192,720
Consumo futuro (kWh) ^{3/}	109,500	109,500
Ahorro pronosticado (kWh)	83,220	21,900
Cargo por demanda (\$/kW)	23.086	23.086
Ahorro por demanda (\$)	2,631.80	692.60
Cargo por energía (\$/kWh)	0.1356	0.1356
Ahorro por energía (\$)	11,284.65	2,969.65
Importe total del ahorro (\$)	13,916.45	3,662.25
Inversión	458,906.80	126,000.00
Recuperación de inversión (Meses)	33	34
INVERSION TOTAL =	\$ 584,906.80	
AHORRO TOTAL ANUAL =	\$ 210,945.00	
RECUPERACION =	2.77 AÑOS	

1/ Considerando 2 unidades

2/ Demanda actual por 730 horas

3/ Demanda futura por 730 horas

Resultados obtenidos

Durante el mes de diciembre de 1994, se concluyó la instalación de las dos unidades generadoras de agua helada que, como se mencionó, contienen dos compresores de tipo tornillo, habiéndose desarrollado las pruebas correspondientes y su puesta en operación, de tal manera que a partir de la facturación del mes de enero de 1995, se empezaron a comprobar los ahorros pronosticados, según

se aprecia en el siguiente cuadro. Cabe mencionar que, para fines comparativos, la última columna contiene un recálculo del importe que hipotéticamente debería estar pagando el usuario de no haber desarrollado el proyecto, ya que, en este caso, el consumo anterior debería estar afectado por los nuevos precios de la tarifa que incluye un ajuste en el precio del combustible.

Como se puede observar, los ahorros realmente obtenidos rebasan las expectativas que se tuvieron antes de realizar el proyecto, habida cuenta de que el ahorro por la acción de aislar la tubería ya se estaba dando en el mismo año de 1994 y, por consiguiente, la comparación sólo es válida para los resultados obtenidos por la sustitución del equipo de acondicionamiento ambiental y que a continuación se puntualizan.

1. En lo que se refiere a demanda, el pronóstico fue de ahorrar 114 kW, cuando se observa que de una demanda mensual promedio de 496 kW registrada durante 1994, se redujo a 389 kW en 1995, lo cual arroja una disminución de 107 kW que es ligeramente inferior al ahorro pronosticado. Aún así, es válido subrayar que en 6 meses del año el ahorro en demanda superó ampliamente el valor de 114 kW, lo cual se explica porque son los meses de mayor afluencia turística. Por vía de ejemplo, obsérvese el mes de abril, en el cual se tuvo

una demanda de 532 kW (1994) que se redujo a 364 kW (1995) con un ahorro real de 168 kW.

2. En lo referente a consumo de energía eléctrica se pronosticó un ahorro de 83,220 kWh mensuales, observándose que el ahorro promedio mensual de todo el año de 1995, fue de 81,933 kWh, cifra que es muy cercana a la del pronóstico. Sin embargo, aquí también cabe el razonamiento anterior, pues se comprueba que en 5 meses del año el ahorro fue también superior, llegando a 158,600 kWh durante el mes de septiembre, ya que de 381,200 kWh (1994) disminuyó hasta 222,600 kWh (1995). Ver tabla en la siguiente página.

3. En cuanto a los importes ahorrados, el pronóstico tuvo una desviación que favoreció ampliamente al usuario debido al incremento en los precios de la tarifa aplicable, ya que el promedio mensual durante todo el año de 1995, fue de \$ 20,884.95, cuando el pronóstico ascendió a \$ 13,916.45, lo que permitirá acelerar la recuperación de la inversión.

En el siguiente cuadro se consignan los resultados obtenidos sólo por lo que hace a valores promedio.

CONCEPTO	CIFRAS MENSUALES		AHORRO MENSUAL	
	ANTERIOR 1994	ACTUAL 1995	UNIDADES	%
DEMANDA (kW)	496	389	107	21.8
CONSUMO (kWh)	297.650	215.717	81,933	27.5
IMPORTE (\$)	76,177.53	55,292.58	20,884.95	27.4
PRECIO MEDIO (\$/kWh)	1/	0.2559	--	--
FACTOR DE CARGA (%)	82.2	75.9	--	--
INVERSION = \$ 458,906.80 ^{2/}			RECUPERACION = 1.83 AÑOS	

1/ No se consigna cifra porque el importe ha sido recalculado conforme a los precios vigentes.

2/ Corresponde a la sustitución del equipo de acondicionamiento ambiental



AHORROS REALES OBTENIDOS DURANTE 1995

PERIODO	DEMANDA (kW)	CONSUMO (kWh)	IMPORTE (\$)	PRECIO MEDIO (\$/kWh)	RECALCULO DEL IMPORTE (\$)
ENERO 94	483	278.600	56.396.03	0.2024	60.498.84
ENERO 95	378	196.000	42.562.00	0.2172	42.562.00
AHORRO	105	82.600			17.936.84
FEBRERO 94	490	256.200	53.083.80	0.2072	61.900.11
FEBRERO 95	336	177.800	42.958.00	0.2416	42.958.00
AHORRO	154	78.400			18.942.11
MARZO 94	532	275.800	57.265.21	0.2076	67.556.52
MARZO 95	378	219.100	53.668.00	0.2449	53.668.00
AHORRO	154	56.700			13.888.52
ABRIL 94	532	334.600	66.751.81	0.1995	87.351.76
ABRIL 95	364	213.500	55.737.00	0.2611	55.737.00
AHORRO	168	121.100			31.614.76
MAYO 94	518	302.400	61.046.83	0.2019	78.997.88
MAYO 95	378	192.500	50.288.00	0.2612	50.288.00
AHORRO	140	109.900			28.709.88
JUNIO 94	483	354.900	72.400.00	0.2040	90.108.69
JUNIO 95	392	235.200	59.717.00	0.2539	59.727.00
AHORRO	91	119.700			30.391.69
JULIO 94	539	261.800	55.533.00	0.2121	69.244.06
JULIO 95	420	237.300	62.764.00	0.2645	62.764.00
AHORRO	119	24.500			6.480.06
AGOSTO 94	539	379.400	79.525.00	0.2096	100.309.55
AGOSTO 95	418	259.000	68.477.00	0.2644	68.477.00
AHORRO	121	120.400			31.832.55
SEPTIEMBRE 94	483	381.200	67.806.00	0.1779	98.051.97
SEPTIEMBRE 95	427	222.600	57.257.00	0.2572	57.257.00
AHORRO	56	158.600			40.794.97
OCTUBRE 94	448	266.000	58.546.00	0.2201	68.792.38
OCTUBRE 95	392	214.900	55.577.00	0.2586	55.577.00
AHORRO	56	51.100			13.215.38
NOVIEMBRE 94	462	268.800	53.733.00	0.1999	70.577.11
NOVIEMBRE 95	399	231.700	60.836.00	0.2626	60.836.00
AHORRO	63	37.100			9.741.11
DICIEMBRE 94	448	212.100	48.455.00	0.2285	60.229.67
DICIEMBRE 95	385	189.000	53.670.00	0.2840	53.670.00
AHORRO	63	23.100			6.559.67
PROM. AÑO 1994	496	297.650	60.878.47	0.2059	76.177.53
PROM. AÑO 1995	389	215.717	55.292.58	0.2559	55.292.58
AHORRO PROMEDIO MENSUAL	107	81.933			20.884.95

Conclusiones

- La experiencia obtenida de este proyecto resultó muy valiosa por cuanto a que, tratándose de equipo con más de 15 años de uso, resultó altamente redituable sustituir los compresores recíprocos por otros de tipo tornillo.

- Los resultados de este proyecto indican que existe un amplio potencial de ahorro en todos aquellos casos similares, sean hoteles, edificios, centros comerciales, hospitales, etc., que a la fecha sigan operando con una antigüedad igual o mayor a la mencionada.

- La disminución en el consumo y demanda de energía eléctrica durante 1995, se logró no obstante que en ese año se pudo incrementar la ocupación de cuartos por noche, pasando de un promedio mensual de 2,733 CNO a 3,490 CNO.

- Lo anterior significa que los índices de energía y demanda-cuarto noche ocupado disminuyeron hasta 61.8 kWh/CNO y 0.11 kW/CNO, que representan mejoras de 43.2% y 38.9% respectivamente, en la operación del hotel, y significa un mayor aprovechamiento de la energía eléctrica, sin demeritar las condiciones de confort de los huéspedes.

- Aunque la sustitución de las unidades generadoras de agua fría puede resultar a simple vista una medida costosa, los ahorros obtenidos en los tres rubros, consumo, demanda e importe, son a tal punto atractivos que la inversión se recupera en menos de 2 años, además de otras ventajas como disminución en los gastos de mantenimiento generados por el equipo anterior.

