



**■ ANTECEDENTES**

El edificio del Grupo Alfa Corporativo S.A. de C.V., se ubica en Av. Gómez Morin N° 111, Col. Carrizalejo, Municipio de Garza García, N.L. En el año 2000, El FIDE brindó apoyo técnico y financiero para el desarrollo de un proyecto de ahorro de energía eléctrica.

El servicio de energía eléctrica se encontraba contratado en tarifa HM y, durante el período de diciembre de 1999 a noviembre del 2000, presentó los siguientes

valores mensuales promedio: 847 kW en la demanda máxima, 358,870 kWh en el consumo, \$233,599.98 en el importe, un precio medio de 0.6509 \$/kWh y un factor de carga de 58.9 %, como se muestra en el siguiente cuadro:

PERIODO	DEMANDA kW	CONSUMO kWh	IMPORTE \$	P.M. \$/kWh	F.C. %
Dic-99	811	306,000	210,812.25	0.6889	52.40
Ene-00	805	304,960	211,375.75	0.6931	52.62
Feb-00	903	315,020	217,683.50	0.6910	48.5
Mar-00	930	345,930	236,619.40	0.6840	51.7
Abr-00	814	326,030	197,809.20	0.6067	55.6
May-00	874	415,750	250,184.80	0.6018	66.1
Jun-00	841	394,470	247,876.75	0.6284	65.1
Jul-00	874	422,360	263,971.00	0.6250	67.1
Ago-00	858	458,180	259,392.85	0.5661	74.2
Sep-00	837	389,420	251,490.05	0.6458	64.6
Oct-00	803	333,620	224,933.10	0.6742	57.7
Nov-00	813	294,700	231,051.10	0.7840	50.3
<b>Promedio</b>	<b>847</b>	<b>358,870</b>	<b>233,599.98</b>	<b>0.6509</b>	<b>58.9</b>

## ■ CENSO DE CARGAS

El personal de mantenimiento de Alfa Corporativo levantó el censo de las cargas eléctricas del inmueble, determinando que su distribución era de la siguiente manera:

SISTEMA	CARGA INSTALADA	
	kW	%
Acondicionamiento ambiental	675.0	58.0
Iluminación	350.0	30.0
Refrigeración	11.6	1.0
Otras cargas <sup>1/</sup>	128.0	11.0
<b>TOTAL</b>	<b>1,164.6</b>	<b>100.0</b>

<sup>1/</sup> Incluye equipos de bombeo, elevadores, equipo de oficina, etc.

La información presentada en el cuadro anterior, permitió establecer que el sistema de acondicionamiento ambiental presentaba la mayor carga instalada (675 kW), misma que representaba el 58 % con respecto del total; en segundo término se encontraba el sistema de iluminación, cuya carga de 350 kW era equivalente a 30 % del total.

## ■ SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL

No obstante la importancia de la carga del sistema de iluminación, el usuario había detectado una operación deficiente del sistema de acondicionamiento ambiental, cuyo servicio es indispensable en inmuebles ubicados en zonas de clima cálido, como lo es el estado de Nuevo León.

En tal virtud, se decidió concentrar esfuerzos para solucionar la problemática presentada por este sistema, quedando abierta la posibilidad de aplicar acciones posteriores en el sistema de iluminación, de acuerdo a los programas de mantenimiento.

Estaba conformado por 2 unidades generadoras de agua helada con compresores del tipo centrífugo, con una capacidad unitaria de 270 TR y una relación de eficiencia de 1.25 kW/TR. El detalle de las unidades se aprecia a continuación:

EQUIPO	CAPACIDAD UNITARIA TR	RELACION EFICIENCIA kW/TR	CARGA UNITARIA kW	NUMERO DE UNIDADES	CARGA TOTAL kW	DEMANDA MAXIMA (kW)	
						EN VERANO <sup>1/</sup>	FUERA DE VERANO <sup>2/</sup>
Unidad generadora de agua helada con compresores tipo centrífugo	270	1.250	337.5	2	675.0	675.0	168.8
<b>TOTAL</b>				<b>2</b>	<b>675.0</b>	<b>675.0</b>	<b>168.8</b>

<sup>1/</sup> Las unidades operan 4 meses a plena carga.

<sup>2/</sup> Las unidades operan 8 meses al 25 % de su capacidad.



Las unidades descritas anteriormente habían estado operando durante un período aproximado de 15 años, lo cual, aunado a la falta de un programa de mantenimiento adecuado, propiciaba que su eficiencia de diseño (1.25 kW/TR) se viera seriamente disminuida y que esto se tradujera en altos consumos de energía eléctrica, sin proporcionar niveles adecuados de confort. Cabe mencionar que los chillers utilizaban refrigerante del tipo R-12.



## ■ PROPUESTA DE ACCIONES

El personal de mantenimiento de Alfa Corporativo, determinó la conveniencia de sustituir las unidades obsoletas por otras nuevas con eficiencia superior, proponiendo instalar 2 equipos con las siguientes características:

- 1 unidad generadora de agua helada con compresores tipo centrífugo, con capacidad nominal de 270 TR y eficiencia de 0.66 kW/TR.
- 1 unidad generadora de agua helada con compresores tipo tornillo, con capacidad nominal de 270 TR y eficiencia de 0.66 kW/TR.

Las características de las unidades eficientes se muestran en el siguiente cuadro:

EQUIPO	CAPACIDAD UNITARIA TR	RELACION EFICIENCIA kW/TR	CARGA UNITARIA kW	NUMERO DE UNIDADES	DEMANDA MAXIMA (kW)	
					EN VERANO 1/	FUERA DE VERANO 2/
Unidad generadora de agua helada con compresores tipo centrífugo	270	0.660	178.2	1	178.2	44.55
Unidad generadora de agua helada con compresores tipo tornillo	270	0.660	178.2	1	178.2	44.55
<b>TOTAL</b>	-	-	-	<b>2</b>	<b>356.4</b>	<b>89.10</b>

1/ Las unidades operan 4 meses a plena carga.

2/ Las unidades operan 8 meses al 25 % de su capacidad.

A continuación se muestra el ahorro por temporada:

### VERANO (Operación a plena carga)

SISTEMA	DEMANDA MAXIMA kW	PERIODO DE OPERACION horas/mes	CONSUMO MENSUAL kWh	MESES DE OPERACION ANUAL	CONSUMO (kWh)	
					ANUAL	PROMEDIO MENSUAL
CONVENCIONAL	675.0	510	344,250	4	1,377,000	344,250
ALTA EFICIENCIA	356.4	510	181,764	4	727,056	181,764
<b>AHORRO</b>	<b>318.6</b>	<b>-</b>	<b>162,486</b>	<b>-</b>	<b>649,944</b>	<b>162,486</b>

### FUERA DE VERANO (Operación a 25% de capacidad)

SISTEMA	DEMANDA MAXIMA kW	PERIODO DE OPERACION horas/mes	CONSUMO MENSUAL kWh	MESES DE OPERACION ANUAL	CONSUMO (kW)	
					ANUAL	PROMEDIO MENSUAL
CONVENCIONAL	168.8	510	86,063	8	688,500	86,063
ALTA EFICIENCIA	89.1	510	45,441	8	363,528	45,441
<b>AHORRO</b>	<b>79.7</b>	<b>-</b>	<b>40,622</b>	<b>-</b>	<b>324,972</b>	<b>40,622</b>

### RESULTADO ANUAL

SISTEMA	DEMANDA MAXIMA (kW)		CONSUMO ANUAL kWh
	EN VERANO	FUERA DE VERANO	
CONVENCIONAL	675.0	168.8	2,065,500
ALTA EFICIENCIA	356.4	89.1	1,090,584
<b>AHORRO</b>	<b>318.6</b>	<b>79.7</b>	<b>974,916</b>

A continuación se presenta el consolidado del ahorro pronosticado:

de 270 TR y eficiencia de 0.66 kW/TR; con compresores tipo centrífugo semi-

CONCEPTO	SISTEMA		AHORRO	
	CONVENCIONAL	ALTA EFICIENCIA	ABSOLUTO	%
DEMANDA EN VERANO(kW)	675.0	356.4	318.6	47.2
DEMANDA FUERA DE VERANO (kW)	168.8	89.1	79.7	47.2
CONSUMO ANUAL (kWh)	2,065,500	1,090,584	974,916	47.2
PRECIO MEDIO (\$/kWh)	0.65090	0.65090	-	-
IMPORTE ANUAL (\$)	1,344,433.95	709,861.13	634,572.82	47.2
<b>INVERSION (\$) <sup>1/</sup></b>	<b>2,102,990.63</b>	<b>P.RECUPERACION (años)</b>	<b>3.3</b>	

<sup>1/</sup> Incluye IVA y una paridad cambiaria de \$9.65/dólar.

### ■ ACCIONES CORRECTIVAS

- Fueron desmanteladas 2 unidades generadoras de agua helada con compresores tipo centrífugo, con capacidad nominal de 270 TR c/u y relación de eficiencia de 1.25 kW/TR, con 15 años de antigüedad.
- En lugar de las 2 unidades mencionadas anteriormente fueron instalados 2 equipos con las siguientes características:
  - 1 unidad generadora de agua helada marca Carrier, con capacidad de 270 TR y relación de eficiencia de 0.66 kW/TR; enfriada por agua; con compresores tipo tornillo duales semi-herméticos; ensamblado en una sola pieza con dos circuitos independientes y probado en fábrica; con control microprocesador montado en la unidad en un solo gabinete, conectado y aislado de fábrica, con control automático para hacer el cambio de compresor lead/lag. Cargado con refrigerante 134 A y aceite necesario para trabajar en óptimas condiciones. También cuenta con separador de aceite, válvulas de alivio en el condensador y evaporador, filtro, mirilla y válvula de expansión electrónica. Para operar a 460 V, 3 Fases y 60 Hz.
  - 1 unidad generadora de agua helada marca Carrier, con capacidad nominal

hermético auto enfriado por agua, con motor de alta eficiencia; con turbina ensamblada, condensador, evaporador, sistema de lubricación, carga inicial de aceite, sensores de presión y temperatura tanto en el condensador como en el evaporador, control microprocesador que puede ser configurado para trabajar en el sistema inglés o en sistema métrico con 16 líneas y 40 caracteres, control manual/auto arranque, corriente límite de demanda, guídevane y autodiagnóstico. Ensamblado y probado en planta e inspeccionado por el código ASME. Para operar a 460 V, 3 Fases y 60 Hz.





## ■ RESULTADOS

El proyecto fue concluido en el mes de noviembre del 2000, cuya evaluación se desarrolló vía comparación de los consumos habidos antes y después de implementar las acciones correctivas, en las facturaciones expedidas por C.F.E. y cuyos resultados se muestran a continuación:

PERIODO	DEMANDA kW	CONSUMO kWh	IMPORTE \$	P.M. \$/kWh	RECALCULO DEL IMPORTE (\$) <sup>1/</sup>
Dic-99	811	306,000	210,812.25	0.6889	233,357.56
Dic-00	720	271,620	207,139.15	0.7626	207,139.15
<b>Ahorro</b>	<b>91</b>	<b>34,380</b>	<b>3,673.10</b>	<b>-</b>	<b>26,218.41</b>
Ene-00	805	304,960	211,375.75	0.6931	244,129.26
Ene-01	759	287,550	230,192.05	0.8005	230,192.05
<b>Ahorro</b>	<b>46</b>	<b>17,410</b>	<b>-18,816.30</b>	<b>-</b>	<b>13,937.21</b>
Feb-00	903	315,020	217,683.50	0.6910	271,428.71
Feb-01	759	267,070	230,113.85	0.8616	230,113.85
<b>Ahorro</b>	<b>144</b>	<b>47,950</b>	<b>-12,430.35</b>	<b>-</b>	<b>41,314.86</b>
Mar-00	930	345,930	236,619.40	0.6840	274,215.53
Mar-01	794	295,600	234,319.40	0.7927	234,319.40
<b>Ahorro</b>	<b>136</b>	<b>50,330</b>	<b>2,300.00</b>	<b>-</b>	<b>39,896.13</b>
Promedio 99/00	862	317,978	219,123	0.6891	255,598.66
Promedio 00/01	758	280,460	225,441	0.8038	225,441.11
<b>Ahorro total</b>	<b>104</b>	<b>37,518</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>30,157.55</b>

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

El siguiente cuadro muestra el cálculo de los ahorros por temporada:

CONCEPTO	EN VERANO	FUERA DE VERANO	TOTAL
Ahorro mensual pronosticado (kWh)	162,486	40,622	203,108
Ahorro medido (kWh)		37,518	
Diferencia		-3,104	
Desviación (%)		-7.6	
Ahorro mensual ajustado (kWh)	150,137	37,518	187,655
Meses anuales de operación	4	8	
Ahorro anual ajustado (kWh)	600,548	300,144	900,692
Precio medio actual (\$/kWh)	0.8038	0.8038	
Ahorro anual ajustado (\$)	482,720.48	241,255.75	723,976.23
<b>INVERSION (\$) <sup>1/</sup></b>	<b>2,102,990.63</b>	<b>P.Recuperación (años)</b>	<b>2.9</b>

<sup>1/</sup> Incluye IVA.

Enseguida se muestran resumidos los resultados del proyecto:

CONCEPTO	ANTES DEL PROYECTO	DESPUES DEL PROYECTO	AHORRO	
			UNITARIO	%
DEMANDA (kW)	862	758	104	12.1
CONSUMO ANUAL (kWh)	3,815,736	2,915,044	900,692	23.6
PRECIO MEDIO (\$/kWh)	<sup>1/</sup>	0.8038	-	-
IMPORTE MENSUAL (\$)	3,067,088.60	2,343,112.37	723,976.23	23.6
<b>INVERSION (\$) <sup>2/</sup></b>	<b>2,102,990.63</b>	<b>P.RECUPERACION (años)</b>	<b>2.9</b>	

<sup>1/</sup> No se consigna cifra debido a que el importe y el precio medio han sido recalculados conforme a los precios vigentes.

<sup>2/</sup> El FIDE financió \$887,264.79 y el usuario los restantes \$1'215,725.84.



## ■ CONCLUSIONES

- En un edificio ubicado en zona de clima cálido, es usual que el sistema de acondicionamiento ambiental trabaje a plena carga durante la época de máximo calor; de ahí la necesidad de contar con equipos de alta eficiencia, cuya operación permita obtener ahorros de energía eléctrica, habida cuenta de la magnitud de la carga que impone este sistema. En el caso del edificio del Grupo Alfa Corporativo, la demanda máxima del sistema de acondicionamiento ambiental se determinó en 675 kW durante la época de verano en que los equipos operan a plena carga, y de 168.8 kW en la temporada fuera de verano en que los equipos operan a 25% de su capacidad, con consumos promedio mensuales de 344,250 kWh durante 4 meses de verano y de 86,063 kWh durante cada uno de los restantes 8 meses.
- Al sustituir las unidades instaladas, por otras de alta eficiencia, la demanda máxima se estimó en 356 kW durante la época de verano, y de 89 kW en la temporada fuera de verano, con consumos mensuales promedio de 181,764 kWh y 45,441 kWh, respectivamente, por lo cual las expectativas de ahorro fueron de 162,486 kWh en cada uno de los 4 meses de verano, y de 40,622 kWh en cada uno de los 8 meses restantes, como consecuencia de que la eficiencia actual de 1.25 kW/TR se incrementó a 0.66 kW/TR.
- Para efectos de evaluación se consideró

el período comprendido entre diciembre del 2000 y marzo del 2001, que corresponden a la temporada fuera de verano, comprobándose un ahorro promedio mensual de 37,518 kWh, es decir, el pronóstico sufrió una desviación de -7.6%, valor con el que se ajustó el pronóstico correspondiente a la temporada de verano, resultando un ahorro anual de 900,692 kWh e importe de \$723,976.23, de manera que la inversión de \$2'102,990.63 se podrá recuperar en un período de 2.9 años que supera al pronosticado 3.3 de años.

- Cabe observar que el hecho de que el período de recuperación haya resultado inferior, no obstante que el ahorro real disminuyó en relación con el pronosticado, se debió a que en éste se consideró un precio medio de la energía eléctrica de 0.6509 \$/kWh, cuando en realidad este valor resultó de 0.8038 \$/kWh.
- Este proyecto presentó la particularidad de que el FIDE otorgó 3 financiamientos bajo el siguiente esquema:

CONCEPTO	APORTACION (\$)		
	FIDE	USUARIO	TOTAL
Primer financiamiento (60-40 %)	400,000.00	266,666.67	666,666.67
Segundo financiamiento (40-60 %)	400,000.00	600,000.00	1,000,000.00
Tercer financiamiento (20-80 %)	87,264.79	349,059.17	436,323.96
<b>Total</b>	<b>887,264.79</b>	<b>1,215,725.84</b>	<b>2,102,990.63</b>

- El financiamiento del FIDE por \$887,264.79 está siendo reembolsado sin intereses en un período de 2 años, tratamiento accesible a cualquier usuario interesado en disminuir el consumo de energía eléctrica mediante la sustitución de equipo por otro de mayor eficiencia.

**FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA**  
 Mariano Escobedo No. 420, 1er piso. Col. Anzures. México, D.F.  
 C.P. 11590 Tel.: 5545 2757 Llame sin costo: 01800 5086417  
 Consulte nuestra página web: <http://www.fide.org.mx>