



Empresa:
ALMACENES COPPEL

Antecedentes:
Almacenes Coppel es una tienda departamental que se encuentra ubicada en Plaza El Mar, Mazatlán, Sin. El horario de operación es de 09:00 a 22:00 hrs. de lunes a domingo y el servicio de energía eléctrica se encuentra contratado bajo tarifa OM.

Las facturaciones por consumo de energía eléctrica de septiembre de 1992 a agosto de 1993, tuvieron los siguientes valores promedio mensuales:

Demanda 237 KW Factor de Potencia 84%
Consumo 54,000 KWH Factor de Carga 31.5%
Importe N\$ 15,064 Precio medio 0.2789 N\$/KWH

Diagnóstico:
Distribución de cargas.
De las mediciones realizadas se detectó que las

cargas más importantes son la iluminación y el aire acondicionado, como se muestra a continuación:

	KILOWATTS	% DE CARGA
AIRE ACONDICIONADO	121	43.5
ILUMINACION FLUORESCENTE	112	40.3
ILUMINACION ALTA INTENSIDAD DESCARGA	11	4.0
ILUMINACION INCANDESCENTE	9	3.2
EQUIPO Y CARGAS RESISTIVAS	10	3.6
MOTORES	15	5.4
TOTAL	278	100.0

Como se puede observar, la carga más importante está representada por el sistema de iluminación y de éste, la que mayor incide en la demanda es la iluminación fluorescente, quedando la iluminación

incandescente con un valor casi despreciable. Se observó, asimismo, que la carga por aire acondicionado también es importante ya que por ser un establecimiento ubicado en zona de clima cálido, se requiere de un clima confortable para el servicio a clientes. Tomando en cuenta que entre el aire acondicionado y la iluminación fluorescente está el 85% de la carga total instalada, se tomó la decisión de realizar acciones correctivas solamente en estos sistemas.

Descripción de los sistemas.

El alumbrado de tipo fluorescente estaba compuesto fundamentalmente por 1,189 gabinetes que alojan dos lámparas de 39 watts cada una, arranque instantáneo comúnmente denominadas "Slimline" color luz de día, con un flujo luminoso de 2,500 lúmenes, valor que de acuerdo a las horas de uso, y las mediciones obtenidas en luxes, se estimó en 2,150 lúmenes por luminario. Para controlar el encendido de estas dos lámparas, cada gabinete contenía un balastro convencional de bajas pérdidas, bajo factor de potencia.

Asimismo, existían 37 luminarios de 2 x 75 watts con iguales características de las mencionadas en el párrafo anterior, solo que el flujo luminoso de las lámparas de 75 watts, luz de día, arranque instantáneo, era de 5,200 lúmenes por gabinete.

Por lo que se refiere al alumbrado incandescente, existen 98 lámparas tipo spot de 90 watts cada una. Las lámparas de alta intensidad de descarga solamente son 24 de 400 watts cada una, cuya reproducción de color, pobre, por ser de vapor de mercurio, no es importante debido a que se encuentran ubicadas en las oficinas de mantenimiento.

El sistema de aire acondicionado consiste en 6 unidades centrales tipo recíprocante de 20 TR cada una, con una potencia total de 162 HP que producen aire frío, el cual se distribuye utilizando las manejadoras de aire con motores de 4 HP cada una, a través de ductos de lámina debidamente aislados.

Debido a la carga reactiva inductiva existente, el factor de potencia promedio era de 84%.

Problemática:

1. La eficiencia de los luminarios no rebasó el valor de 40% debido, por una parte, al estado interior en que se encontraron los gabinetes, ya que la pintura de la parte superior tenía un índice de reflexión de aproximadamente 55% y, por otra, a que la vida útil de las lámparas estimada en 12,000 horas, estaba por concluir. Sin embargo, de las mediciones realizadas, se obtuvieron niveles de

iluminación en la planta baja de 360 luxes mínimo y 1,265 máximo, mientras que en la planta alta el mínimo fue de 761 luxes y el máximo de 1,329 luxes, con un promedio, en los dos niveles, de 1,000 luxes.

2. Se comprobó que la operación del sistema de aire acondicionado, se hacía en forma manual, por lo que su funcionamiento era de 13 horas al día durante prácticamente todo el año, sin considerar variaciones en el clima originadas por los ciclos estacionales, ni las necesidades de enfriamiento debidas al flujo de clientela.

3. Por otra parte, se sabe que para tener una eficiente operación de los diferentes componentes de un sistema de aire acondicionado, se requiere que el refrigerante se encuentre en estado líquido saturado antes de la entrada a la válvula de expansión. Si el condensador tiene una eficiente operación y está bien diseñado entregará el refrigerante líquido en estado saturado, obteniéndose un enfriamiento efectivo. Cuando se tiene el refrigerante líquido en la línea de saturación, cualquier incremento en su temperatura o decremento en la presión debida a pérdidas por fricción, permite que el refrigerante cambie inmediatamente de líquido a estado gaseoso; por ello, es conveniente realizar algún tipo de ajuste o reparación, ya sea en el condensador o en el evaporador o bien tomar la decisión de instalar una "bomba" o intercambiador de calor. En el caso de Almacenes Coppel, se observó el fenómeno del "gas-flash" en el líquido refrigerante que sale del condensador, por lo que era menester realizar alguna acción al respecto.

4. Si bien el factor de potencia había sido ligeramente inferior a 0.85, este valor ya era insuficiente debido a las disposiciones tarifarias que lo fijan en 0.90 como mínimo. Luego entonces, debían tomarse providencias al respecto, a fin de evitar las penalizaciones económicas previstas por las tarifas.

Acciones correctivas:

Instalación de reflectores ópticos y sustitución de lámparas

En los 1,189 gabinetes de 2x39 W, se instalaron reflectores de aluminio con el objeto de incrementar hasta 98% el índice de reflexión, lo cual permitió retirar una de cada dos lámparas de 39 watts quedando la carga instalada al 50%. Sin embargo, se observó que podría incrementarse todavía más la eficiencia al sustituir la lámpara instalada por otra de solo 30 watts, también arranque instantáneo pero con tonalidad blanco

frío, la cual proporciona 2,400 lúmenes que representó un incremento de aproximadamente 12% en el nivel de iluminación, mientras que la potencia se redujo en 23%. Considerando la eliminación de la otra lámpara por la instalación del reflector, se obtuvo una reducción total de 48 watts que representa un ahorro de 61%. Existe un ahorro adicional proveniente de la sustitución de los balastos, lo cual se hizo en base a las potencias nominales de las lámparas, ya que se tuvieron que instalar balastos para lámpara de 2x30 W de alta eficiencia y bajas pérdidas, con alto factor de potencia, de los comúnmente denominados ahorradores de energía y realizar un "puente" para conectar un balastro por cada dos gabinetes, razón por la cual el ahorro adicional fue de 10 watts por gabinete.

El mismo principio mencionado en el párrafo anterior, se aplicó a 36 gabinetes de 2x75 W, cuyas lámparas de 75 watts luz de día fueron sustituidas por una sola lámpara de 60 watts blanco frío de 5,400 lúmenes, por lo que se obtuvo un incremento en el nivel de iluminación de aproximadamente 10%, tomando en cuenta el demérito del nivel de las lámparas existentes debido a las horas de uso. En este sistema se logró una disminución en la potencia de 150 watts a sólo 60 watts que representa un ahorro del 60%. Asimismo, se sustituyeron los balastos existentes por los correspondientes a 60 watts según características anteriormente señaladas, habiéndose tenido que realizar conexiones puente para que un solo balastro controlara a dos gabinetes, puesto que en estos quedó alojada una lámpara.

Cabe observar que con tales medidas el nivel de iluminación no solo se mantuvo sino que, en algunas áreas, se percibió un ligero incremento.

Instalación de "bombas" en el sistema de aire acondicionado.

Se tomó la decisión de instalar una "bomba" a la salida del condensador y antes de la válvula de expansión en cada una de las unidades de aire acondicionado, ya que se comprobaron pérdidas de presión y temperatura, originando que el estado del refrigerante a la descarga del condensador fuera una mezcla de líquido-vapor en lugar de líquido saturado, por lo que la válvula de expansión estaba operando en forma deficiente disminuyendo la capacidad de enfriamiento. La instalación de esta "bomba" ajustó las condiciones de descarga del compresor, incrementando la presión para que la condición del líquido refrigerante a la entrada de la válvula de expansión fuera líquido saturado y no una mezcla de vapor-líquido. Mientras que por otra parte, la "bomba" inyecta refrigerante en la línea de descarga del

compresor, provocando una disminución en la temperatura del gas antes de la entrada al condensador, asegurando que la operación de éste sea eficiente y el refrigerante se condense totalmente. Como resultado, se tiene una operación óptima de la válvula de expansión, del condensador y del evaporador, que originan un aumento en la capacidad de enfriamiento, teniéndose una reducción en el tiempo de operación del compresor.

Instalación de un sistema de control.

Se instaló un controlador de energía para el aire acondicionado, que permite el paro y arranque mediante sensores de temperatura, los cuales se ubicaron en el interior del almacén para mantener el nivel mínimo de confort detectando las señales de temperaturas del interior y exterior. El uso de este controlador permite el encendido y apagado de las unidades de aire acondicionado según la señal recibida, de tal forma que algunos meses del año no se haga uso de todos los equipos, si no es necesario.

Como resultado de ello se logra una disminución de tiempo de operación y, por consiguiente, del consumo de energía eléctrica. El controlador también se programa para que los encendidos y apagados del sistema se realicen en base al horario de ocupación del almacén, permitiendo su arranque solo minutos antes del horario de apertura y su apagado minutos antes del cierre.

Instalación de bancos de capacitores

Se fijó como meta mantener el factor de potencia a un valor sostenido de 98.5%, para lo cual fue necesario instalar un banco de capacitores de 10 KVAR en cada una de las unidades de aire acondicionado y otro más de la misma capacidad en el motor de 20 HP correspondiente al elevador. Con esta medida se pudieron evitar penalizaciones del orden de N\$ 600.00 mensuales por operar con un factor de potencia inferior a 0.90 y, además, obtener bonificaciones del orden de N\$ 415.00 por mantener dicho factor a valores superiores a 0.90.

Incorporación de aditivo para los compresores de aire acondicionado.

Todo equipo que trabaje a base de compresión está sujeto a pérdidas por fricción, por lo que es susceptible de mejoras en la medida en que puedan reducirse dichas pérdidas, lo cual se logra incorporando aditivo en el aceite, siempre y cuando la proporción no sea mayor al 10%. En el presente caso no fue necesario utilizar más de 4 litros de aditivo por lo que la inversión fue insignificante y sí, por el contrario, el incremento en la eficiencia puede llegar hasta 3% con el consiguiente ahorro de energía eléctrica.

Expectativas de ahorro:

El costo de las acciones correctivas descritas anteriormente, fue de N\$ 227,200.00 sin incluir IVA, mientras que los ahorros por obtener se estimaron en N\$ 76,400.00 anuales, por lo que el período de recuperación resultó justo de 3 años. Estos mismos datos desglosados por cada una de las acciones correctivas se muestran en el siguiente cuadro (las cifras consignadas en N\$ no incluyen IVA).

ACCIONES CORRECTIVAS	AHORRO ANUAL			INVERSION MILES N\$	RECUPERACION AÑOS
	KWH	KW	IMPORTE MILES N\$		
INSTALACION DE REFLECTORES OPTICOS PARA ILUMINACION FLUORESCENTE	182,472	58	41.5	126.2	3.1
SUSTITUCION DE LAMPARAS FLUORESCENTES Y BALASTROS	21,300	15	7.1	30.7	4.3
INSTALACION DE "BOMBAS" EN EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	32,100	23	8.3	34.3	3.7
INSTALACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ENERGIA	10,360	10	4.7	17.1	3.5
INCORPORACION DE ADITIVO PARA LOS COMPRESORES DE AIRE ACONDICIONADO	3,120	4	1.6	5.0	3.1
INSTALACION DE BANCOS DE CAPACITORES	-	-	12.1	5.0	0.8
TOTAL	340,352	110	76.4	227.3	3.0

Resultados

Las acciones correctivas se iniciaron durante el mes de junio de 1993 y fueron concluidas en noviembre del mismo año, por lo que los ahorros totales fueron percibidos a partir del ciclo de facturación correspondiente a diciembre de 1993. Sin embargo, para efectos de evaluación se consideró prudente eliminar los datos de este mes, por no ser representativo, y comparar los consumos, demandas e importes a partir de enero de 1994 con respecto al mismo período del año anterior, cuyos resultados se ilustran a continuación (los importes incluyen IVA).

CONCEPTO	PERIODO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	PROMEDIO
CONSUMO (KWH)	AÑO 1993	44,400	45,000	44,400	45,800	45,150
	AÑO 1994	32,400	23,400	25,800	32,400	28,500
	AHORRO	12,000	21,600	18,600	14,400	15,550
	AHORRO %	27.0	48.0	41.8	30.8	36.9
DEMANDA (KW)	AÑO 1993	215	234	240	240	240
	AÑO 1994	132	120	120	132	128
	AHORRO	84	114	120	108	108
	AHORRO %	39.9	48.7	50.0	45.0	45.7
IMPORTE (N\$)	AÑO 1993	12,648	13,725	12,579	12,717	12,916
	AÑO 1994	7,490	5,285	6,424	7,585	6,944
	AHORRO	5,158	7,457	6,155	5,132	5,972
	AHORRO %	40.8	54.3	48.9	40.3	46.2

FIDEICOMISO DE APOYO AL PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGIA DEL SECTOR ELECTRICO.
León Tolstói No. 22, 4° piso. Col. Anzures. México, D.F.
C.P. 11590 Tel.: 525 06 40

PUBLICACION: AGOSTO 1994.

Se observa que en solo 4 meses, por cierto los de menor consumo habidos en 1993, el promedio de ahorro en consumo fue de 36.9%, en demanda de 45.7% y en el importe de 46.2%. Considerando que esta tendencia debe continuar a lo largo del año de 1994, en cuyos meses más calurosos obviamente se incrementará el consumo de energía eléctrica, los resultados serán, incluyendo IVA.

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	AHORRO	
			UNIDADES	%
CONSUMO (KWH)	54,000	34,074	19,926	36.9
DEMANDA (KW)	237	129	108	45.7
IMPORTE (N\$)	15,064	8,104	6,960	46.2
PRECIO MEDIO (N\$/KWH)	0.2789	0.2378		
FACTOR DE POTENCIA (%)	84.0	99.0		
FACTOR DE CARGA (%)	31.5	36.7		
INVERSION = N\$	249,920	RECUPERACION =	35.9 MESES	

CONCLUSIONES:

Las expectativas de ahorro establecidas por el consultor antes de realizar las acciones correctivas, se cumplieron fielmente, ya que conforme a la tendencia observada en el período enero-abril de 1994, el ahorro anual será de N\$83,520.00 incluyendo IVA, mientras que el pronóstico fue de N\$76,400.00 sin incluir IVA.

Aun cuando la carga más importante está en el aire acondicionado, el mayor ahorro se está logrando en el sistema de iluminación, puesto que de los N\$ 6,960.00 de ahorro mensual se estima que N\$ 4,400.00 corresponden a iluminación, o sea el 63.2%.

El restante 36.8% de ahorro se está obteniendo mediante la aplicación de 4 acciones correctivas, de donde se deduce que todas las acciones posibles, por insignificantes que parezcan, son importantes para lograr ahorros totales sustanciales.

Los beneficios para Almacenes Coppel se pueden medir en los siguientes términos: una disminución en la factura mensual del orden de N\$ 7,000.00, un incremento en el factor de potencia de 84% a 99%; un incremento en el factor de carga de 31.5% a 36.7%; como consecuencia, una disminución en el precio medio de N\$ 0.2789 a N\$ 0.2378 por KWH, pero lo más importante consiste en que la inversión se recuperará en un período de 3 años, que representa un negocio atractivo para cualquier empresario.