



■ ANTECEDENTES

La empresa Sonhofrut, S.A. de C.V. se encuentra ubicada en la calle de Campeche No. 485, Col. Pimentel, en la ciudad de Hermosillo, Son., y cuenta con dos frigoríficos denominados Pesqueira y Calle 4.

Sonhofrut es una empresa que pertenece a la rama industrial alimenticia, cuyo giro principal es la conservación y el procesamiento de frutas y hortalizas.

Una de las principales actividades de Sonhofrut es la de operar una red de frigoríficos para el preenfriado y almacenaje de frutas y hortalizas en fresco.

El servicio eléctrico suministrado a la empresa es en media tensión, bajo la tarifa HM

para ambos frigoríficos, cuya zona de distribución se encuentra en Hermosillo, Son.

Los consumos de energía eléctrica que presenta Sonhofrut en promedios mensuales se pueden apreciar en la siguiente tabla:

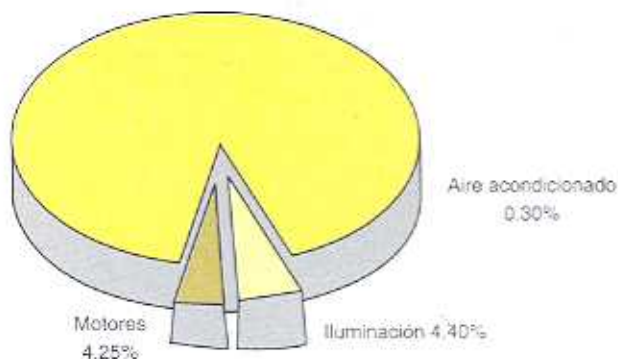
Tabla 1. Características eléctricas.

CONCEPTO	VALORES PROMEDIO
Consumo kWh/mes	425,000.00
Demanda kW	1,160
Importe \$/mes	275,800.00

■ CAPACIDAD INSTALADA

Sonhofrut tiene una capacidad total instalada de 1,859.60 kW, con la siguiente distribución:

Sistema de refrigeración
90.80%



Equipos de oficina
0.25%

Descripción del Sistema de Refrigeración

El sistema de refrigeración actual en cada frigorífico, consta de una sala de máquinas en la que se localizan los compresores del sistema incluyendo sus accesorios, así como los tanques acumuladores, enfriador intermedio y sus respectivas tuberías.

Frigorífico Pesqueira: Cuenta con una sala donde se encuentran instalados tres compresores tipo tornillo con motores de 150, 250 y 450 HP, el de menor capacidad (150 HP), funciona en el sistema de baja temperatura (-40°C), mientras el resto trabaja en el sistema de conservación de alta temperatura (0°C). Los intervalos de presión a los que trabaja tanto el sistema de baja como el de alta temperatura son: 8 pulgadas de mercurio en vacío a 40 libras por pulgada² (psi), para el sistema de baja temperatura y 40 a 185 psi para el sistema de alta temperatura, éstos intervalos son similares en ambos frigoríficos.

Para el sistema de condensación, se cuenta con un condensador evaporativo con el siguiente equipo:

Ventiladores:

- 2 motores de 10 HP
- 2 motores de 15 HP

Bombas rociadoras:

- 2 motores de 5 HP

La operación del ciclo es la típica para un sistema de dos etapas.

Debido a que el tipo de evaporador de este sistema es del tipo inundado, el compresor succiona del tanque acumulador tomando el refrigerante a una presión de 8 pulgadas de mercurio en vacío llevándolo, hasta la presión de descarga requerida (40 psi). En este paso, el refrigerante es descargado al interenfriador, donde el gas sobrecalentado pasa a vapor saturado y, a la vez, se vaporiza el líquido saturado que se encuentra en el interenfriador. Este vapor saturado es succionado por el compresor de segunda etapa, entonces el líquido se regresa al acumulador para ser bombeado de nuevo a los evaporadores, el vapor succionado por el compresor de segunda etapa, es descargado en el condensador para llevar a cabo su condensación; del condensador, pasa al tanque recibidor de donde posteriormente se alimenta el acumulador de alta temperatura y de ahí, se bombea a los evaporadores de alta temperatura comenzando el ciclo de nuevo.

La operación normal se realiza con el compresor de 150 HP para el sistema de congelación, mientras que para el sistema de conservación se utilizan los equipos dependiendo de la demanda de frío del sistema, en este punto existe una deficiencia, ya que cuando hay poca demanda de frío, forzosamente se tiene que utilizar el equipo de 250 HP, por lo que es común

encontrarlo operando a muy bajos porcentajes de carga (10 a 15%).

El sistema de refrigeración actual es utilizado para la operación de 2 cámaras de conservación de producto fresco, 2 cámaras de congelación, 4 cámaras para retirar el calor de campo (prefrío), así como para pasillos y andenes.

Frigorífico Calle 4: Cuenta también con una sala de máquinas en donde se encuentran instalados dos compresores de refrigeración de tipo tornillo de 300 y 350 HP. Estos compresores se encuentran conectados a un sistema de una sola etapa, siendo el de conservación de alta temperatura (0°C).

Para efectuar la condensación de los compresores, se cuenta con dos condensadores del tipo evaporativo compacto, los equipos y motores que tiene cada uno de ellos son los siguientes:

Equipos en el condensador 1.-

Ventiladores:

- 2 motores: uno de 15 HP y otro de 25 HP.
- 1 Bomba rociadora de 5 HP.

Equipos en el condensador 2.-

Ventiladores:

- 2 motores: uno de 7 1/2 HP y otro de 15 HP.
- 1 Bomba rociadora de 5 HP.

En este frigorífico se utilizan los equipos de manera similar al frigorífico de Pesqueira, y también existe el mismo problema, al disminuir la carga en los cuartos se trabaja a porcentajes cercanos al 7% de capacidad; el sistema de refrigeración se utiliza para la

operación de 5 cámaras de conservación de producto fresco y 4 cámaras prefríos, además de pasillos y andenes.

Además de la situación anterior existen otras deficiencias entre las que encontramos las siguientes:

Las tuberías de todo el sistema, incluyendo los tanques de ambos frigoríficos, se encuentran sin aislamiento; por lo que existe un supercalentamiento del refrigerante que repercute en un aumento en los consumos de energía eléctrica del motor-compresor.

En este frigorífico se encuentran deteriorados los evaporadores, lo que provoca una disminución en la presión succión y, en consecuencia, un aumento en los consumos de energía eléctrica del par motor-compresor.

■ AREAS DE OPORTUNIDAD

Con el objetivo de determinar los potenciales de ahorro de energía eléctrica en Sonhofrut esta empresa contrató los servicios de una firma de ingeniería local para que realizara en sus instalaciones industriales un diagnóstico energético.

Como resultado de dicho diagnóstico, a continuación se presentan los proyectos de apli-



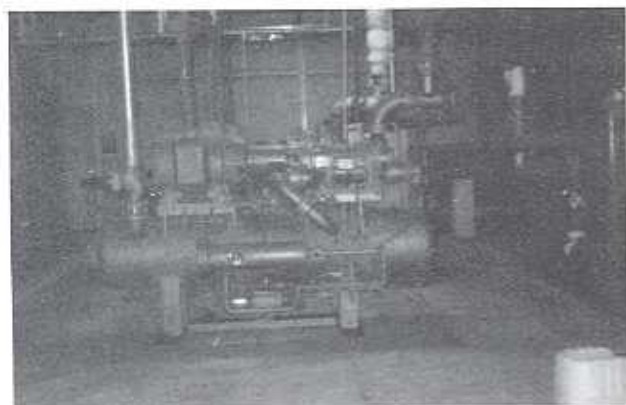
cación de medidas correctivas realizados por Sonhofrut, que llevó a cabo con apoyo financiero del FIDE, así como aquellos proyectos realizados con recursos propios de la empresa.

Optimización del Sistema de Alumbrado

Después de realizar un levantamiento de los diversos equipos de alumbrado con que cuenta Sonhofrut, se analizó la conveniencia de sustituir los sistemas fluorescentes actuales de 2X75 W por una lámpara de 59 W tipo T-8, sustituyendo el balastro de eficiencia estándar por un balastro de tipo electrónico, así como la instalación de un reflector especular para no demeritar los niveles de iluminación de las áreas donde se localizaban dichos luminarios.

Para el caso de los luminarios con dos lámparas de 39 W, de igual manera se sustituyó este sistema tradicional por lámparas tipo T-8 de 32 W con reflector especular y balastro electrónico.

En las áreas donde se contaba con luminarios con lámparas de aditivos metálicos de 400 W, se realizó la sustitución de dichas lámparas por lámparas también de aditivos metálicos, pero con una potencia de 360 W, sin tener que realizar modificación alguna en el luminario y balastro actuales.



En los lugares donde se tenían lámparas incandescentes de 75 W, estas lámparas se sustituyeron por lámparas fluorescentes compactas de 20 W, manteniendo similares condiciones de alumbrado y obteniendo importantes ahorros de energía eléctrica.

La optimización del sistema de alumbrado, una vez realizada la conversión de equipo convencional y obsoleto por equipos y tecnologías de alta eficiencia, permite ahorros por 51,673 kWh/año, 15.53 kW, así como un ahorro económico anual de \$35,582.31.

Sustitución del compresor No. 1 con 250 HP por otro compresor tipo tornillo de 100 HP en el Frigorífico de Pesqueira.-

Anteriormente, en el sistema de refrigeración del frigorífico Pesqueira, se encontraba un compresor de tipo tornillo acoplado a un motor de 250 HP, el cual durante la temporada de mayor demanda de frío (4 meses) operaba sin ningún problema, ya que trabajaba a un alto porcentaje de carga de su capacidad, situación que no se presentaba al trabajar en temporadas de baja demanda (8 meses) a causa de sus características, ya que disminuía considerablemente la carga térmica, teniendo que operar al 15% de su capacidad, disminuyendo drásticamente la eficiencia de operación del equipo.

Con el objetivo de analizar la conveniencia de sustituir este compresor por un equipo de menor potencia eléctrica, pero que pudiera satisfacer la demanda de frío requerida por el proceso, se obtuvieron las condiciones de operación del compresor de 250 HP, después de realizar dicho análisis se comprobó que operaba a una capacidad real de 41.65 TR, con una potencia de 104.44 kW y una eficiencia de 0.3987 TR/kW.

Con la finalidad de tener un equipo que, satisfaciendo las necesidades del proceso, consumiera una menor cantidad de energía eléctrica, se propuso sacar de operación el compresor actual y sustituirlo por un compresor nuevo de tipo tornillo de 100 HP, operando a un factor de carga del 70%, proporcionara una capacidad de 59.4 TR, logrando satisfacer la capacidad requerida de 41.65 TR y tomando solamente 44.1 kW de demanda, con lo que proporcionando una eficiencia mucho mayor que el anterior de 0.9428 TR/kW.

Con el objetivo de lograr un ahorro de energía eléctrica mayor en el suministro del compresor nuevo, se solicitó incluir un motor eléctrico de alta eficiencia.

Este proyecto proporcionó ahorros de energía eléctrica por 60.34 kW, 347,559 kWh/año, así como un ahorro económico de \$221,430.93, logrando recuperar la inversión del proyecto en tan solo 2.10 años.

Aplicación de Aislamiento Térmico en tuberías de succión de los Compresores de Refrigeración en ambos Frigoríficos.-

Se propone la sustitución del aislamiento térmico en las líneas de succión de los compresores al acumulador del sistema, ya que el actual se encuentra muy deteriorado en su mayor parte. Esto ocasiona calentamiento en el gas y, como consecuencia, una pérdida en la capacidad del equipo, así como un aumento en el consumo de energía eléctrica de los motores de los compresores al tener que operar más tiempo para mantener la demanda de frío requerida por el proceso.

El aislamiento está compuesto por secciones de poliuretano forrado con lámina metálica y es necesario para evitar ganancia de calor en el sistema por medio de las tuberías.

Para el cálculo de los ahorros de energía se consideraron las líneas de succión, ya que es en éstas donde se provoca un sobrecalentamiento del gas que viene de los acumuladores a los compresores, lo que repercute en el aumento de los consumos de energía del sistema.

El ahorro de energía que se obtiene al sustituir el aislamiento en las tuberías es igual a la diferencia entre la potencia eléctrica de los compresores por trabajar con el supercalentamiento con el aislamiento actual menos la potencia eléctrica que se obtiene al eliminar dicho supercalentamiento.

La realización de esta medida de ahorro de energía eléctrica, proporcionó a la empresa un ahorro en energía de 479,863 kWh/año, así como un beneficio económico de \$200,570.77 anuales.

Sustitución de los Evaporadores Actuales por Evaporadores de Mayor Eficiencia.-

Actualmente, en las cámaras de conservación del frigorífico Pesqueira se tienen problemas con la eficiencia de los equipos de evaporación, ya que se encuentran dañados, lo que repercute en una disminución de la presión de succión; para contrarrestar esta disminución de eficiencia; en consecuencia, se tiene un aumento en el consumo de energía eléctrica de los dos compresores de refrigeración de 250 y 450 HP, los cuales proporcionan una capacidad de 409 TR. La ope-



ración actual se hace a una presión de succión de 32 libras por pulgada cuadrada (psi), la cual está por debajo de la presión de diseño, que es de 40 psi. Con la finalidad de evitar estos desperdicios de energía, se propuso la instalación de difusores nuevos con una mayor eficiencia, manteniendo la presión de succión a los 40 psi requeridos de diseño.

Los ahorros obtenidos por la instalación de los dos evaporadores de mayor eficiencia fueron de 485,343 kWh/año, un beneficio económico de \$225,401.48 al año. La inversión de este proyecto fue de \$391,780.00, cantidad que se recuperó en 1.74 años.

Sustitución de Motores de Eficiencia Estándar por Motores de Alta Eficiencia.-

Debido al tiempo de uso y a la forma de operar de los motores eléctricos, su eficiencia disminuye considerablemente. Esta disminución de eficiencia también se ve afectada

por factores ajenos al mismo motor, como pueden ser desbalanceo de voltaje, voltaje diferente del nominal, condiciones ambientales adversas del lugar de trabajo, número de veces que han sido reparados, antigüedad de los equipos, etc.

Esta eficiencia puede llegar a disminuir tanto, que resulta más conveniente económicamente la sustitución de estos motores, que seguir manteniéndolo en funcionamiento.

Por tales motivos, después de realizar una evaluación técnico económica de la posibilidad de cambiar los equipos actuales por motores eléctricos de alta eficiencia, se comprobó la factibilidad de cambiar los motores de los compresores de refrigeración en ambos frigoríficos.

Esta medida se realiza actualmente con recursos propios de la empresa, independientemente del apoyo financiero del FIDE.



CONCLUSIONES

Los proyectos de ahorro de energía eléctrica realizados en las instalaciones industriales de Sonhofrut, proporcionaron a la empresa importantes beneficios, no solamente por el ahorro de energía eléctrica obtenido, sino porque se logró tener una mayor confiabilidad en la operación de los equipos, menores gastos de mantenimiento, así como un incremento en la eficiencia energética de los mismos.

Los proyectos realizados con apoyo económico del FIDE, permitieron a la empresa obtener una disminución en el consumo de energía de 1,364,439 kWh/año, una disminución en potencia de 75.87 kW, así como una disminución en la facturación eléctrica de \$682,985.49 al año.

La inversión total de los proyectos fue de \$1,651,506.82, la cual se recuperó en 2.42 años con los ahorros de energía.

Por su cuenta, esta empresa realizó, con sus propios recursos, los otros proyectos de ahorro de energía eléctrica que se evaluaron en el diagnóstico energético realizado.

En la siguiente tabla se muestran los proyectos de ahorro de energía eléctrica realizados en la planta.



RESUMEN DE MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA

No.	MEDIDA	AHORROS DE ENERGIA ELECTRICA		AHORRO ECONOMICO (\$/año)	INVERSION (\$)	T.S.R. (años)
		CONSUMO (kWh/año)	DEMANDA (kW)			
1	Optimizar el sistema de Iluminación de la empresa	51,673	15.53	35,582.31	95,721.40	2.69
2	Aplicación de aislamiento térmico en las tuberías de succión de los equipos de refrigeración	479,863	---	200,570.77	698,518.48	3.48
3	Sustitución de un compresor de tipo tornillo de 250 HP, por otro compresor de tipo tornillo de menor potencia de 100 HP	347,559	60.34	221,430.93	465,486.94	2.10
4	Sustitución de los evaporadores actuales Ineficientes y obsoletos por un evaporador de mayor eficiencia	485,343	---	225,401.48	391,780.00	1.74
5	Sustitución del motor eléctrico de eficiencia estándar del compresor No. 1 de 150 HP por un motor de alta eficiencia	41,169	8.17	28,259.51	74,005.95	2.62
	TOTAL	1,405,607	84.04	711,245.00	1,725,512.77	2.42



FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA
Mariano Escobedo No. 420. 1er piso. Col. Anzures, México, D.F.
C.P. 11590 Tel.: 5545 2757 Consulte nuestra hoja web:
<http://www.fide.org.mx>