



SONORA AGROPECUARIA, S.A. DE C.V.



**Generalidades**

Sonora Agropecuaria, S.A. de C.V. es una empresa dedicada al sacrificio y corte de carne de res y puerco.

Dicha empresa se encuentra ubicada en la Carretera México-Nogales km 1778, Navojoa, Sonora e inició sus operaciones en el año de 1975.

El servicio eléctrico suministrado a Sonora Agropecuaria, S. A.de C.V., está en media tensión con la Tarifa HM y Zona de Distribución Navojoa, Sonora.

- Número de hilos:
- 3 Tarifa HM
- Personal de confianza y obreros:
- 45 personas

Esta planta opera dos turnos en el área de producción, mientras que en el área de mantenimiento trabaja con tres turnos diarios.

CONCEPTO MENSUAL	
Consumo kWh	519,500.00
Demanda kW	581.00
Importe \$	236,566.85

Tabla 1. Características de Consumo

**CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LA EMPRESA:**

De un análisis histórico del consumo de la Planta, se obtuvieron los siguientes valores promedio del último año mostrados en las siguientes tablas, así como los índices energéticos durante el último año:

MES	SACRIFICIOS TOTALES	CONSUMO kWh	INDICE kWh/ANIMAL
D	15,000	309,000	21
E	15,615	415,500	27
F	16,309	403,500	25
M	15,228	441,000	29
A	19,571	480,000	25
M	23,233	532,500	23
J	23,179	567,000	24
J	21,051	576,000	27
A	19,067	571,500	30
S	21,474	550,500	26
O	25,239	557,500	22
N	21,701	619,500	29
<b>TOTALES</b>	<b>236,667</b>	<b>6,023,500</b>	
<b>INDICE ANUAL PROMEDIO 25.54</b>			

### Capacidad Instalada:

La capacidad instalada es de 1,392.65 kW, distribuyéndose como sigue:

#### DISTRIBUCION DE CAPACIDAD INSTALADA



### Realización del Diagnóstico Energético:

Con apoyo financiero del FIDE, se realizó un diagnóstico energético en las instalaciones industriales de Sonora Agropecuaria, dentro del cual, con base en mediciones eléctricas, se pudo comprobar que el principal sistema consumidor de energía eléctrica

es el de refrigeración y donde se detectó el mayor potencial de ahorro:

### Descripción del Sistema de Refrigeración

El sistema de refrigeración actual consta de dos salas de máquinas en las que se encuentran los compresores del sistema y los tanques acumuladores con su respectiva tubería.

En una de las salas, están instalados 3 compresores tipo tornillo (250, 125 y 200 HP) y un acumulador de amoníaco con sus bombas de recirculación, en la otra se encuentran 5 compresores recíprocos con motores de 125, 40, 60, 60 y 50 H.P., también, con un acumulador y sus bombas de recirculación.

Para efectuar la condensación del sistema se cuenta con cuatro condensadores evaporativos:

#### Condensador No. 1:

Tipo compacto, instalado en el techo  
1 ventilador de 15 H.P.  
2 bombas de recirculación de agua de 3 H.P.

#### Condensador No. 2:

Tipo compacto, instalado en el techo  
1 ventilador de 15 H.P.  
2 Bombas de recirculación de agua de 3 H.P.

#### Condensador No. 3:

Tipo torre fabricada de concreto  
6 ventiladores de 5 H.P. c/u  
4 bombas de recirculación de agua de 7.5 H.P.

#### Condensador No. 4:

Tipo compacto, instalado a nivel de piso normal



- 1 ventilador de 7.5 H.P.
- 1 bomba de recirculación de agua de 3 H.P.

El sistema de refrigeración actual es utilizado para el funcionamiento de cuatro cuartos congeladores; cuatro cuartos preenfriadores (canaleros); un cuarto de conservación de vísceras, una sala de cortes, una sala de exportación y una sala de embarque.

Normalmente se operan los equipos de tornillos y dos compresores recíprocos siendo éstos el de 125 y el de 40 H.P.; dependiendo del aumento de carga o de la demanda de frío, se pueden poner en operación los equipos restantes.

Durante la temporada de verano funcionan los cuatro condensadores, mientras que en invierno es suficiente con el condensador No. 3 (tipo torre) y un condensador tipo compacto.

La operación del sistema de refrigeración se lleva a cabo por personal exclusivo (maquinistas) y entre sus funciones está la de llevar un reporte horario de parámetros de operación del equipo (presiones, temperaturas de succión, de descarga, etc.).

### **Problemática del Sistema**

Los deshielos de los evaporadores de los cuartos canaleros y congeladores, representan el problema más frecuente en la operación del sistema de refrigeración, ya que debido a la naturaleza del trabajo efectuado por los evaporadores, éstos se saturan de hielo (formación de escarcha), con la consiguiente disminución en la transferencia de calor entre el difusor y el medio a refrigerar.

Para llevar a cabo el deshielo, se suministra gas caliente a los evaporadores, pero debido al diseño del equipo actual, esta acción se

complica ya que no se tiene un sistema automático de control; además de esto, la capacidad de los tanques acumuladores no es la suficiente y es necesario bajar el nivel de líquido del acumulador, para que éste reciba el de los evaporadores del cuarto que se está deshielando. Por lo anterior, es necesario sacar de operación la bomba de recirculación afectando directamente la temperatura de los cuartos restantes, ya que se deja de surtir líquido para sus evaporadores por espacio de 35 a 40 minutos aproximadamente, por cada deshielo.

Otro de los puntos que afectan al equipo es la falta de un sistema de purgado de gases no condensables. Debido a que el actual es un sistema cerrado, estos gases afectan la operación de los condensadores al reducir su capacidad, siendo necesario aumentar la presión de descarga del compresor para que el gas se condense, pese a este problema, o bien, que otro condensador entre en operación.

Un problema más es la falta de un equipo separador de aceite, ya que éste se mezcla con el amoníaco y es transportado hasta los evaporadores, reduciendo con ello la eficiencia de los mismos y afectando directamente al sistema.

### **DESARROLLO DEL PROYECTO EN SU FASE DE APLICACION DE MEDIDAS**

Como resultado del análisis de las medidas de ahorro de energía evaluadas en el diagnóstico energético en las instalaciones de Sonora Agropecuaria, S.A. de C.V., se practicaron las siguientes medidas seleccionadas por la empresa, las cuales presentaron los mayores niveles de rentabilidad económica:



## 1) Optimización del Sistema de Refrigeración

El sistema actual de refrigeración presenta varios problemas, entre los que podemos citar los siguientes:

- Aislamiento de tuberías en mal estado
- Presencia de aceite en el sistema
- Gases no condensables en los condensadores
- Sistema de deshielo manual e ineficiente de los evaporadores

Entre las medidas propuestas para optimizar el sistema de refrigeración, se encontraron las siguientes:

a) Aprovechar el microprocesador instalado en el compresor de 200 H.P. que tiene capacidad para deshielar en forma automática cinco zonas y nada más se utiliza para una sola cámara (zona), además de instalar tres programadores más en forma individual para tener las ocho cámaras con sistemas automáticos de deshielo de los evaporadores.

b) Sustituir los acumuladores actuales por un acumulador de mayor capacidad para poder realizar los deshielos en la(s) cámara(s) frigorífica(s) sin afectar la operación de otras zonas (cámaras).

c) Se planeó instalar un separador de aceite horizontal tipo cualiscente para eliminar las fugas de aceite al interior del ciclo y sobre todo, evitar tenerlo en el interior de los evaporadores.

d) Se propuso la sustitución de 4 condensadores evaporativos que se encontraron con

deficiencias en su operación (incrustaciones y oxidación) por otro de tipo compacto, haciendo más eficiente la distribución del flujo de aire que pase entre los tubos del condensador.

e) Se propuso la sustitución del aislamiento de las tuberías del sistema de refrigeración, tanto del exterior como del interior, ya que el aislamiento actual se encontró muy deteriorado en su mayor parte, ocasionando una ganancia de calor en el sistema y como consecuencia, una pérdida en la capacidad del equipo, así como un incremento en el consumo de energía en los equipos del par motor compresor.

CONCEPTO	AHORRO ANUAL \$	INVERSION \$	PERIODO DE RETORNO AÑOS
Automatizar los deshielos	213,425.28	759,045.28	3.56
Cambio de condensador evaporativo	158,039.28	699,371.18	4.43
Instalación de purgador de gases	36,644.46	104,214.98	2.84
Sustituir el aislamiento en tuberías	76,534.15	208,463.18	2.72
<b>TOTAL</b>	<b>484,643.17</b>	<b>1'771,094.62</b>	<b>3.65</b>

## 2). Sustitución de Motores de los Compresores de Tornillo de 250 y 125 HP y del Compresor Reciprocante de 125 HP

Debido a las condiciones de operación y a la forma de operar los motores, su eficiencia disminuye considerablemente. Esta disminución en la eficiencia, se ve afectada también por factores ajenos al mismo motor, como desbalanceo de voltajes, voltaje diferente del nominal, condiciones ambientales adversas del lugar de trabajo, etc. Esta eficiencia puede llegar a disminuir tanto, que resulta más conveniente económicamente la sustitución de este motor, que seguir manteniéndolo en funcionamiento. Por tales motivos, y después de realizar la evaluación correspondiente, se propuso la sustitución de los siguientes





motores por motores de alta eficiencia, obteniéndose los resultados dados a continuación:

CONCEPTO	AHORRO	INVERSION	PERIODO DE
	ANUAL	\$	RETORNO
	\$		AÑOS
Compresor de tornillo de 250 HP	27.376.48	75.959.11	2.77
Compresor de tornillo de 125 HP	20.327.05	50.000.00	2.46
Compresor reciprocante de 125 HP	8.325.69	45.834.00	5.51
<b>TOTALES</b>	<b>56,029.22</b>	<b>171,793.11</b>	<b>3.07</b>

Los ahorros en consumo de energía eléctrica presentados por la sustitución de los motores mencionados, son de 124,949 kWh/año, 15.49 kW y de \$56,029.22/año.

### 3). Sustitución de los Compresores Reciprocantes de Aire Comprimido por Uno de Tornillo

El sistema de aire comprimido actual consta de dos compresores tipo reciprocante, con motores de 20 y 25 HP. Estos equipos cumplen con la demanda de aire comprimido durante el horario de matanza, el cual es utilizado para operar los equipos neumáticos de corte.

Se propuso la sustitución de estos compresores por un compresor tipo tornillo de 25 HP de mayor eficiencia.

Los ahorros anuales esperados son del orden de

los \$27,290.26; la inversión requerida para llevar a cabo esta implementación es de \$81,688.47, resultando en un periodo simple de retorno de la inversión de 2.99 años.

### 4) Optimización del Sistema de Iluminación

Las propuestas para hacer más eficiente el sistema de iluminación en la planta, se concentran en la sustitución de las lámparas y balastos actuales por equipo de alta eficiencia, el uso de reflectores especulares y la sustitución de lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes compactas. Estas acciones se pretende realizarlas en áreas como oficinas generales, cuarto de máquinas, corrales, sala de exportación, pasillo de embarque, taller y oficinas de mantenimiento. La inversión requerida para llevar a cabo estas medidas es de \$41,945.60, los ahorros esperados son del orden de \$29,058.55 pesos, por lo que el periodo simple de retorno de la inversión es de 1.44 años.

Acción	Concepto	Ahorro Anual			Inversión \$	Periodo de Retorno
		Consumo kWh	Demanda kW	Importe \$		
1.1a	Oficinas Administrativas	7,476	2.52	5,745.42	13,673.50	2.38
1.1b	Oficinas Administrativas	7,012	2.37	5,388.36	10,718.00	1.99
1.2a	Area de Máquinas	11,930	2.06	6,831.09	9,142.65	1.38
1.2b	Area de Máquinas	9,321	1.60	5,336.79	7,176.00	1.34
1.2c	Area de Máquinas	7,194	1.47	4,400.29	10,450.05	2.37
1.3a	Corrales	8,884	2.36	6,074.46	3,151.50	0.52
1.3b	Corrales	7,835	2.08	5,356.96	2,615.00	0.49
1.4a	Pasillo y Taller de Mantenimiento	3,743	0.68	2,190.76	3,178.60	1.45
1.5a	Pasillo de Embarque	9,357	1.14	4,801.58	5,801.75	1.21
1.5b	Pasillo de Embarque	7,310	0.89	3,751.23	4,542.50	1.21
1.6a	Sala de Exportación	4,666	1.37	3,415.24	6,697.60	1.98
1.6b	Sala de Exportación	3,801	1.07	2,668.16	5,186.50	1.94
<b>Total Opción "a"</b>		<b>46,256</b>	<b>10.13</b>	<b>29,058.55</b>	<b>41,945.60</b>	<b>1.44</b>
<b>Total Opción "b"</b>		<b>35,278</b>	<b>8.01</b>	<b>22,501.50</b>	<b>30,238.00</b>	<b>1.34</b>

### 5) Control de Demanda Durante el Periodo de Horas Punta

Con la implementación de esta medida se pretende sacar de operación ciertos equipos de la planta durante las horas punta (Lun. a Vier. de 13:00 a 17:00 hrs y de 20:00 a 23:00 hrs). Estos equipos suman en total 210 kW y en su mayoría son motores de la planta de rendimiento, con potencias entre 1.5 hasta 75 HP.

Asimismo, para controlar la puesta en marcha de estos equipos, se propuso la utilización de *timers* que operen los arrancadores de dichos equipos.

Los ahorros anuales esperados son de \$ 112,591.40 pesos al año, mientras que la

inversión asciende a \$ 75,000.00, resultando en un periodo simple de retorno de la inversión de 0.67 años.

### ■ CONCLUSIONES

Los proyectos analizados contemplaron ahorros anuales de \$709,612.64 pesos, requiriéndose de una inversión de \$2'141,521.80 pesos, obteniéndose un periodo de retorno de la inversión global de 3.02 años.

La tabla siguiente muestra los conceptos para el ahorro obtenido de energía, un análisis general de ahorros obtenidos y el periodo simple de recuperación de la inversión.

TABLA GENERAL DE AHORROS

Acción	CONCEPTOS	AHORRO ANUAL				INVERSION	PERIODO RETORNO
		Consumo kWh	Demanda kW	Porcentaje %	Importe \$		
1.1-1.6 a	Iluminación opción a	46,256.22	10.13	0.74	29,058.55	41,945.60	1.44
1.1-1.2 b	Iluminación opción b	35,278.37	8.01	0.67	22,501.50	30,238.00	1.34
2.1	Motor Alta Eficiencia, 250 HP (compresor de tornillo)	62,459.82	7.13	1.00	27,378.48	75,959.11	2.77
2.2	Motor Alta Eficiencia, 125 HP (compresor de tornillo)	46,376.44	5.29	0.74	20,327.05	50,000.00	2.46
2.3	Motor Alta Eficiencia, 125 HP (compresor recíprocante)	16,112.92	3.07	0.26	8,325.69	45,834.00	5.51
3.1	Deshielos	571,025.70	2.39	9.16	213,425.32	759,045.28	3.56
3.2	Condensadores	303,241.94	39.09	4.86	158,030.26	699,371.18	4.43
3.3	Purgador automático de gases no condensables	99,360.00	0.00	1.59	36,644.46	104,214.98	2.84
3.4	Rehabilitar el aislamiento térmico en tuberías	238,647.18	0.00	3.83	76,534.15	208,463.18	2.72
4.1	Aire comprimido	26,058.22	14.92	0.42	27,290.26	81,686.47	2.99
5.1	Control de demanda en horario punta	0.00	94.67	0.00	112,591.40	75,000.00	0.67
	Total opción a	1,409,548.34	176.59	22.61	709,612.64	2,141,521.80	3.02
	Total opción b	1,398,570.50	174.47	22.43	703,055.60	2,129,614.20	3.03