



■ ANTECEDENTES

Pesquera J.R., S.A. de C.V., es una empresa de la rama industrial alimenticia que se dedica al procesamiento, congelación y empaclado de camarón, así como de productos del mar y fábrica de hielo. Se encuentra ubicada en la calle Emilio Barragán No. 1046, Col. Gabriel Leyva, en Mazatlán, Sin.

■ PARAMETROS ELECTRICOS

Pesquera J.R. recibe el suministro de energía eléctrica en tarifa HM de la Comisión Federal de Electricidad, con los siguientes consumos energéticos:

- a) Consumo de energía eléctrica promedio: 230,400 kWh/mes
- b) Demanda máxima promedio: 626 kW

- c) Facturación: \$227,444 mensuales
- e) Factor de carga: 55.68 %

■ DESCRIPCION DEL PROCESO

Para comprender mejor los requisitos del sistema de refrigeración, a continuación se muestra el diagrama de proceso de la planta:



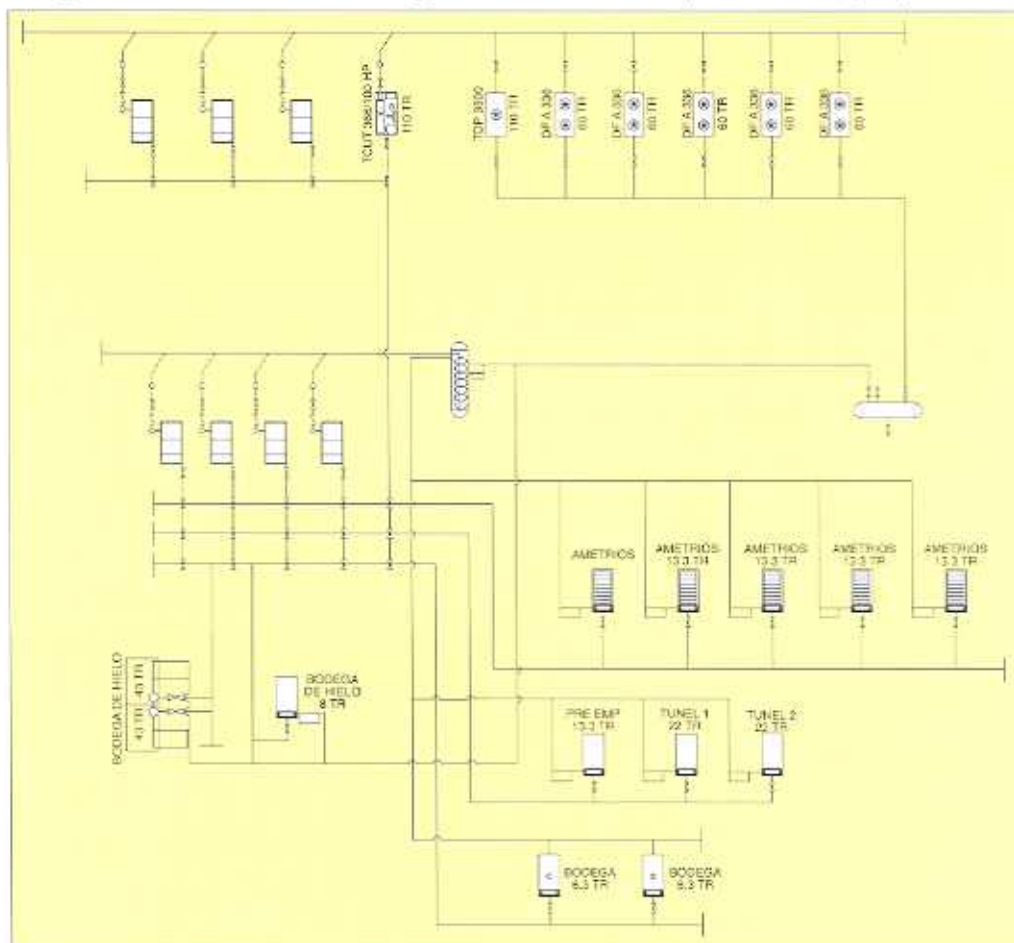
Figura 1. Diagrama de proceso de Pesquera J.R. ■ DIAGNOSTICO ENERGETICO



A partir del diagnóstico energético realizado en Pesquera J.R., con la asesoría técnica del FIDE, se determinó que el área con mayor potencial de ahorro era la constituida por el sistema de refrigeración.

Pesquera J.R., tenía instalados siete compressores (Fig.2), cuatro de ellos eran reciprocantes, de tipo pistón, ineficientes y antiguos; los otros tres eran tipo tornillo de alta eficiencia.

Figura 2. Sistema de refrigeración con compressores tipo pistón.



Los datos de placa de los cuatro motores de los compressores reciprocantes de tipo pistón a sustituir se muestran en la tabla No. 1.

Tabla 1. Datos de placa de los motores anticuados.

Identificación	Datos de Placa						kW nominales mecánicos
	HP	Eficiencia (%)	Velocidad (rpm)	Voltaje nominal (V)	Corriente nominal (A)	Años de servicio	
Compresor A	100	93.0	1800	220	242	49	74.60
Compresor B	50	92.4	1800	220	124	49	37.30
Compresor C	30	90.6	1750	220	76	49	22.38
Compresor D	30	90.6	1750	220	76	49	22.38
TOTAL	210	-	-	-	518	-	156.66

■ AREAS DE OPORTUNIDAD

Con el fin de conocer los parámetros eléctricos reales de los equipos antes mencionados, se les tomaron mediciones que arrojaron los resultados que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Mediciones eléctricas de los compresores tipo pistón.

Identificación	Parámetros eléctricos			
	Voltaje de operación promedio (V)	Corriente de operación promedio (A)	Factor de potencia (%)	kW de línea
Compresor A	214.0	209.00	86.3	66.85
Compresor B	215.0	95.00	88.5	31.31
Compresor C	213.0	66.67	84.1	20.68
Compresor D	212.0	68.33	84.1	21.10
TOTAL	-	-	-	139.94

Con base en los datos anteriores, se calcularon los valores reales de operación de los motores que movilizan a los compresores tipo pistón, que fueron los siguientes:

Tabla 3. Parámetros eléctricos de los compresores tipo pistón.

Descripción	kW de línea	kW de línea nominales	Factor de carga (%)	Eficiencia de operación actual (%)
Compresor A	66.85	74.60	83.34	87.7
Compresor B	31.31	37.30	76.56	87.7
Compresor C	20.68	22.38	83.75	82.9
Compresor D	21.10	22.38	85.42	87.1
TOTAL	139.94	156.66	-	-

La siguiente tabla nos muestra los costos de operación de los compresores de refrigeración de tipo pistón.

Tabla 4. Costos de operación de los compresores tipo pistón.

Identificación	Potencia (HP)	Datos de operación anuales			
		Horas de operación al año	Potencia (kW)	Consumo (kWh)	Importe* (\$)
Compresor A	100	8,300	66.85	554,877	543,779.60
Compresor B	50	8,300	31.31	259,855	254,658.04
Compresor C	30	8,300	20.68	171,676	168,242.76
Compresor D	30	8,300	21.10	175,142	171,639.21
TOTAL	210	-	139.94	1,161,550	1,138,319.61

* IVA incluido.

El costo de energía eléctrica promedio es de 0.98 \$/kWh.

En la siguiente tabla se muestran las toneladas de refrigeración entregadas por los compresores tipo pistón, así como las necesidades reales de refrigeración demandadas por el proceso.

Tabla 5. Datos del sistema actual de refrigeración.

Descripción	Toneladas de refrigeración entregadas por equipo	Toneladas de refrigeración requeridas por el proceso	Temperatura de succión (°F)	Temperatura de condensación (°F)
Compresor A	35	22.75	20	95
Compresor B	16	10.4	20	95
Compresor C	12	8.6	20	95
Compresor D	12	8.6	20	95
TOTAL	75	50.35	-	-

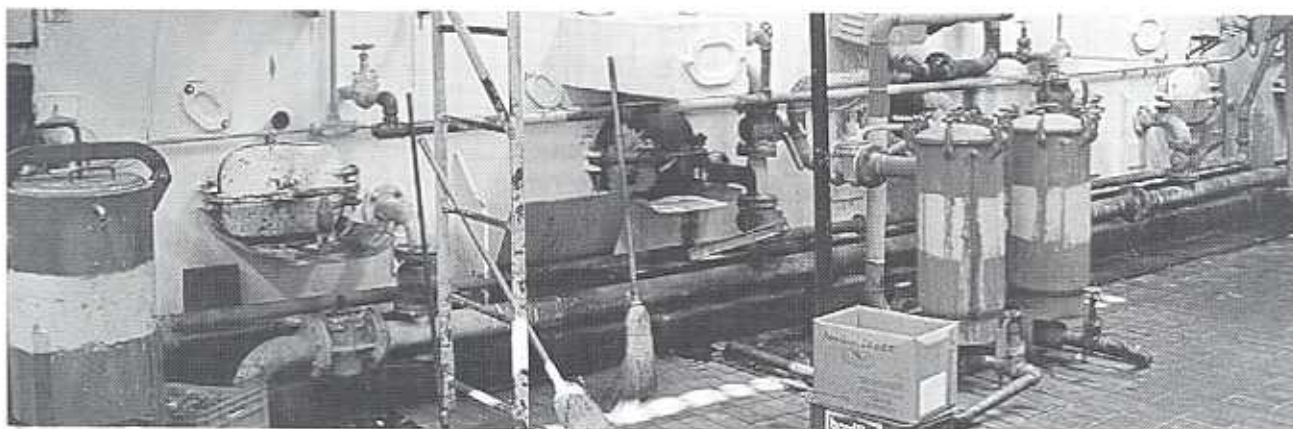
Los cuatro compresores de refrigeración tipo pistón se encontraban operando a un 65 % de su capacidad nominal, esto debido a incrustaciones, antigüedad de casi 50 años de operación continua y falta de mantenimiento adecuado; asimismo, esta parte del proceso requiere alrededor de 50 TR., por lo cual, se optó por sustituir el conjunto de compresores de refrigeración de tipo pistón actuales por un compresor tipo tornillo de 75 HP y uno de 100 HP que son más eficientes, cuyos consumos de energía eléctrica se indican más adelante.

■ MEDIDAS CORRECTIVAS

Los datos de placa de los dos compresores propuestos se muestran a continuación:

Tabla No. 6. Datos de placa de los compresores propuestos.

Identificación	Datos de placa.			
	Potencia (HP)	rpm	Eficiencia de operación del motor (%)	Voltaje de Operación (V)
Compresor de tipo tornillo de 75 HP.	75	1800	95.4	460
Compresor de tipo tornillo de 100 HP.	100	1800	95.4	460



Dado que se tenían instalados tres compresores tipo tornillo de alta eficiencia trabajando bajo ciertas características de temperatura de succión y condensación, los compresores propuestos deberían trabajar bajo esas mismas temperaturas.

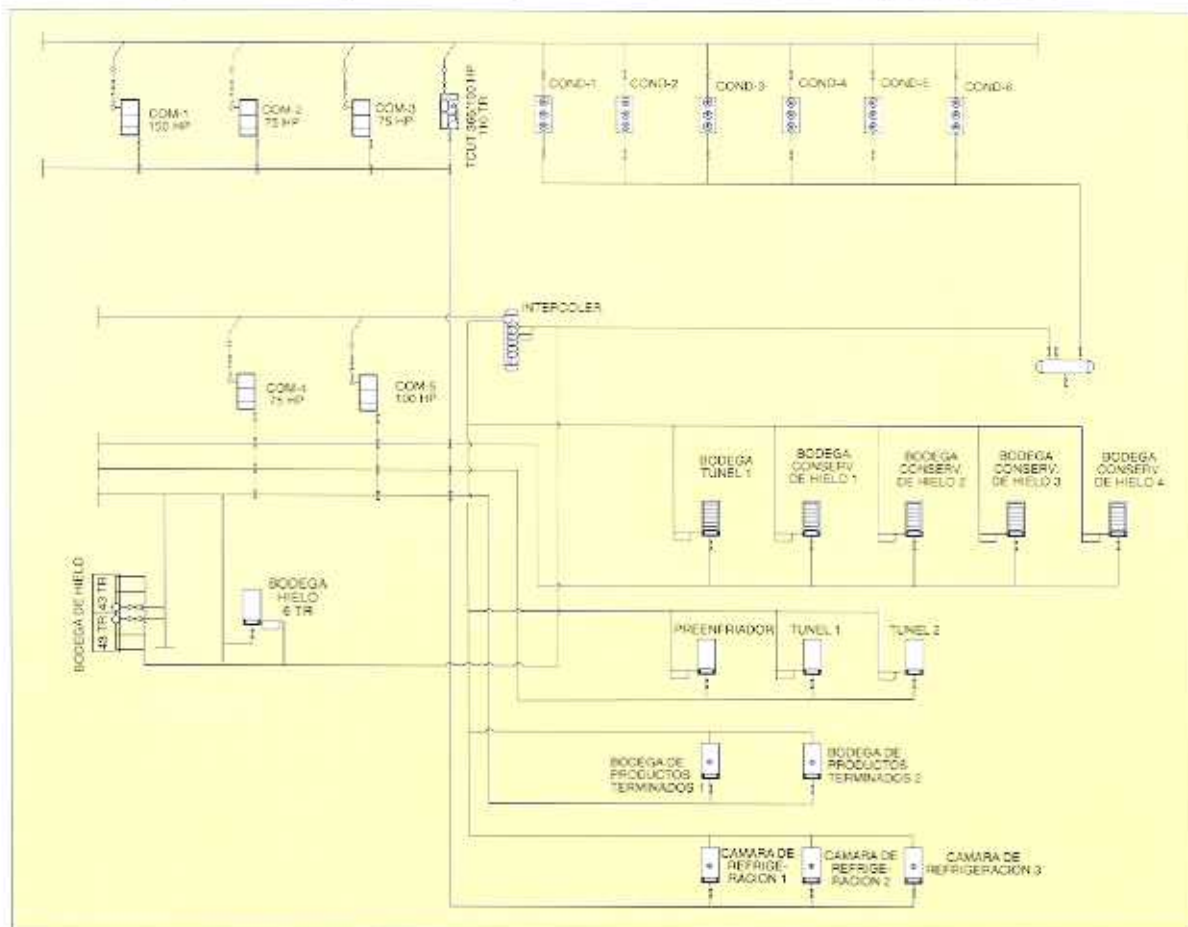
En la siguiente tabla se muestran las características de operación de los compresores propuestos.

Tabla No. 7. Características de los compresores propuestos.

Descripción	Toneladas de refrigeración	Temperatura de succión (°F)	Temperatura de condensación (°F)
Compresor de tipo tornillo de 75 HP	29	20	95
Compresor de tipo tornillo de 100 HP	29	20	95
TOTAL	58	-	-

Con los compresores propuestos, el diagrama de flujo de Pesquera J.R., queda como se muestra a continuación:

Figura 3. Diagrama de flujo con los compresores propuestos.



Considerando el factor de carga de los cuatros compresores obsoletos, se considera que los compresores propuestos deberán mantener su funcionamiento con ese mismo factor de carga, por lo que su consumo de energía eléctrica sería:

Tabla 8. Parámetros eléctricos de los compresores propuestos.

Identificación	Potencia (HP)	Datos de operación				Importe (\$)
		Factor de carga (%)	Eficiencia de operación (%)	Potencia demandada (kW)	Consumo (kWh)	
Compresor de tipo tornillo de 75 HP	75	82.09	95.4	48.05	398,815	390,838.70
Compresor de tipo tornillo de 100 HP	100	80.71	95.4	62.96	522,568	512,116.64
TOTAL	175	-	-	111.01	921,383	902,955.34

Para calcular los ahorros obtenidos por la sustitución de los cuatro compresores ineficientes tipo pistón por dos compresores de alta eficiencia de tipo tornillo, se restan los parámetros del sistema con los compresores tipo pistón de los correspondientes a la situación propuesta. Los ahorros se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 9. Cálculo de los ahorros.

Descripción	Ahorros anuales				
	Demanda (kW)	Consumo (kWh/año)	Facturación (\$/año)	Inversión* (\$)	T.S.R. (años)
Sustitución de cuatro compresores de refrigeración de tipo pistón ineficientes con un total de 210 HP, con dos compresores de tipo tornillo con un total de 175 HP.	28.93	240,167	235,364.27	617,400.50	2.62

* IVA incluido.

■ CONCLUSIONES

Gracias a la sustitución de los compresores de refrigeración tipo pistón por compresores de tipo tornillo de alta eficiencia, se obtuvieron un ahorro de 28.93 kW en demanda y de 240,167 kWh/año en consumo, lo que disminuyó en \$235,364.27 anuales la facturación eléctrica y, en consecuencia, permitió recuperar la inversión de \$617,400.50 en 2.62 años.