

## *Disminución del uso de refrigerantes agresivos al medio ambiente mediante el empleo de sistemas de refrigeración por absorción*

### **Introducción**

La Eco-Eficiencia, tiene como objetivo primordial generar beneficios tanto económicos como ecológicos mediante el desarrollo sostenible y vinculando la actividad empresarial con el cuidado ambiental.

Conforme a este criterio, una de las líneas desarrolladas por MetroGas es la de utilización de gas natural como fuente energética para la climatización de edificios.

Se toma como ejemplo el equipamiento del Edificio Ombú, Sede Central de la Compañía que requiere una potencia de 240 toneladas de refrigeración.

Dentro de las alternativas disponibles en el mercado, se eligió la de climatización (frío y calor) por absorción (ver Anexo I), con el ciclo de bromuro de litio.

La alternativa elegida frente a otras disponibles disminuye

el impacto ambiental, cumpliendo con los lineamientos de reducir la utilización de gases refrigerantes que potencian el “agujero de ozono” y el “efecto invernadero”.

### **1 - Razones ecológicas**

Se descartó la utilización de refrigerantes que reducen la capa de ozono estratosférico y que contribuyen al calentamiento global. En tal sentido, se adoptó la tecnología de absorción, debido a que ésta funciona con el refrigerante más natural “el agua” y con una sal “bromuro de litio”, que al estar contenida dentro del equipo y éste a su vez a presión negativa (en vacío) no constituye ningún riesgo de pérdidas.

Para cualquier tipo de equipos, excepto los de absorción, se hubiesen tenido que utilizar aproximadamente 240 kg de refrigerantes agresores del

Medio Ambiente como son los productos clorados y/o fluorados (halogenados) sometidos a presiones superiores a los 10 Bar, lo que favorece la generación de pérdidas de refrigerante por sellos y/o la fuga total de éste en caso de dañarse alguna parte del sistema o dar de baja el equipo.

Por otro lado, las máquinas de absorción al tener una muy pequeña cantidad de elementos en movimiento son más silenciosas que las que utilizan compresores accionados por motores eléctricos y emiten ruido audible de menor magnitud y frecuencia. Esta característica disminuye la contaminación por ruido la que está resultando un problema creciente en las grandes ciudades.

El equipo de absorción utilizado, al actuar como bomba de calor, permitió prescindir de la caldera de calefacción eliminando así la contaminación por gases de combustión ( $\text{CO}_2$ ) producidos por el quemado de combustibles fósiles.

## 2 - Razones económicas

Para la misma cantidad de horas/año de utilización a plena carga, la alternativa de absorción brinda un ahorro operativo de aproximadamente 14.700 \$/año en el caso del

equipo seleccionado para el ejemplo (ver Tabla 1).

Si bien el costo de los equipos de absorción es superior al de compresión de igual potencia, el gasto operativo y el de mantenimiento amortizan la diferencia en corto tiempo.

## 3 - Razones de índole general

Para una potencia de 240 toneladas de refrigeración, los equipos eléctricos utilizan una potencia aproximada de **192 kW** y los de absorción **45 kW**, por consiguiente, se minimiza la instalación eléctrica, los riesgos de manipular altas cargas de corriente, las pérdidas por efecto Joule y la potencia reactiva a compensar. Los equipos de absorción requieren menor potencia de fuente alternativa para funcionar sin red pública, no se necesita caldera para el invierno ya que puede proporcionar agua caliente.

## 4 - Análisis del uso de la energía

El menor gasto energético que se observa en la Tabla 1 tiene gran importancia en la conservación del Medio Ambiente.

Tabla 1

### CÁLCULO ECONÓMICO INSTALACIÓN DE FRÍO CALOR POR EL MÉTODO DE ABSORCIÓN CON BROMURO DE LITIO

Ejemplo dos máquinas de 120 Tn instaladas en el Edificio Ombú de MetroGas.

		Compresor Sistema Tornillo Eléctrico		Absorción	
<b>Potencia térmica demandada</b>		<b>Ton</b>	<b>240</b>		
<b>Potencia eléctrica</b>					
Equipos	Máxima	kW	192	5	
Auxiliares	Máxima	kW	32	40	
<b>Horas anuales de operación</b>		hs/año	1000	1000	
<b>Consumo energía eléctrica</b>					
Potencia	Contratada Fuera de Punta	kW	224	45	
	Contratada Punta	kW	224	45	
Energía eléctrica		kWh/año	224.000	45.000	
<b>Consumo Gas Natural</b>		Nm <sup>3</sup> /año	0	76.800	
<b>Tarifas Aplicadas</b>					
<b>Energía Eléctrica</b>					
Potencia	Tarifa N° 3 - MT				
	Fuera de punta	\$/kW	2.92	2.92	
	Punta	\$/kW	4.67	4.67	
Energía		\$/kWh	0.0365	0.0365	
Impuesto	Capital			6.38%	6.38%
<b>Gas Natural</b>					
	Tarifa S.G.P.				
	Hasta 1000 Nm <sup>3</sup>	\$/Nm <sup>3</sup>			0.13430
	Los siguientes 8000 Nm <sup>3</sup>	\$/Nm <sup>3</sup>			0.12548
	Resto	\$/Nm <sup>3</sup>			0.11667
	Cargo Factura	\$			12.728809
	Promedio	\$/Nm <sup>3</sup>			0.12455
Impuesto	Capital			0.00%	0.00%
<b>Costos Operativos Anuales</b>					
Energía Eléctrica		\$/año	30400	6100	
Gas Natural		\$/año	0	9600	
Mantenimiento		\$/año	0	0	
<b>Costo Total Anual</b>		\$/año	30400	15700	
<b>Ahorro Operativo Anual</b>		\$/año			14700

*Tarifa S.G.P.: Tarifa Servicio General Pequeño*

Los equipos de absorción tienen un Coeficiente de Rendimiento (COP) que nos relaciona la energía consumida con la aprovechada, de aproximadamente 1, mientras que los equipos de compresión accionados eléctricamente tienen un COP del orden de 4.5.

Ello se debe a que en un sistema clásico de refrigeración al transformar el combustible en electricidad que es su fuente de energía se desperdicia aproximadamente el 75% de la energía del combustible, mientras que en el sistema de absorción sólo se desperdicia el 10% de la energía del gas natural empleado.

## 5 - Conclusiones

1. La refrigeración con el método de absorción permite el uso de refrigerantes no agresivos al Medio Ambiente.
2. El producto conflictivo por su capacidad corrosiva, Br Li, dado el alto grado de ionización, es fácilmente recuperable dado que es una sal estable con buen valor de reventa.
3. Según el tiempo de amortización, puede el método de absorción resultar mas económico que el método de compresión.
4. El costo operativo del mé-

todo de absorción es menor que el de compresión.

5. Las plantas de absorción pueden independizarse de la red eléctrica dado su bajo consumo de electricidad. Esta característica reporta confiabilidad en época estival, atento a que, cuando se requiere el mayor volumen de energía, esta disponible el máximo caudal de gas.
6. Con un adecuado dimensionamiento, tiene larga duración con bajo mantenimiento.
7. El bajo ruido que genera permite ahorrar dinero en aislación acústica.
8. Con un adecuado dimensionamiento, el mismo equipamiento puede calefaccionar o refrigerar un ambiente.

## 6- Ventajas al certificar ISO 14000

El sistema de absorción tiene más de diez años de existencia en el país. La experiencia recogida durante este período ha demostrado que la vida útil de estos equipos, por no existir desgaste (no tiene piezas en movimiento) es muy elevada, lo cual compensa ampliamente la diferencia de costos que podrían existir con respecto a los sistemas con-

vencionales. Si a ello se agrega la menor energía requerida y las ventajas comprobadas en cuanto a la baja agresión al Ecosistema es previsible y recomendable que éste sistema paulatinamente reemplace a las actualmente en uso.

## Anexo I

### Descripción Simplificada de la Refrigeración por Absorción

El frío se genera por el “gasto” de energía que se produce al evaporar un líquido. Si el líquido se encuentra en un ámbito confinado disminuirá su temperatura al ceder, la masa líquida, su contenido energético (calor latente de evaporación).

El proceso de hacer hervir agua, consiste en entregar una cantidad de calor, que se “gasta” en transformar el líquido en vapor. El gasto energético se produce a temperatura constante del líquido, siempre que la presión sea constante.

Cuando la presión disminuye la temperatura de evaporación también disminuye. Este efecto termodinámico se utiliza para producir frío.

El método para producir la expansión de un líquido y transformarlo en vapor para producir frío puede realizarse de diferentes maneras.

El más común consiste en comprimir vapor de un refrigerante (hidrocarburos halogenados, comúnmente conocidos por freones) por arriba de los 10 bar. Al comprimirlo se calienta. Para transformarlo en líquido se lo enfría a temperatura ambiente eliminando, en el Medio Ambiente, el calor generado por el trabajo de compresión.

El refrigerante líquido se lo hace expandir dentro de un sistema cerrado, que se encuentra en contacto con el ambiente a enfriar (por ejemplo el congelador de la heladera o el evaporador de la máquina enfriadora).

El refrigerante en estado de vapor regenera el ciclo. Lo que se logró fue trasladar energía calórica desde el interior de un sistema (heladera o máquina enfriadora) al exterior del mismo (Medio Ambiente) aprovechando la energía asociada al cambio de estado de un líquido

En el caso de absorción por bromuro de litio, el líquido que se comprime y expande es el agua. La solución concentrada de bromuro de litio (Br Li) a temperatura ambiente es ávida de agua, absorbiendo el vapor como si fuese un compresor del vapor del refrigerante. En el esquema se representa la etapa de absorción en el recipiente deno-

minado ABSORBEDOR. La solución concentrada (65% de Br Li) es “mezclada” con el vapor de agua y se diluye al 60%. Esa acción de dilución-absorción- genera un vacío en la zona de vapor y un aumento de volumen de líquido.

La solución diluida, es re- puesta en el recipiente deno- minado GENERADOR, me- diante una bomba. Esta solu- ción es calentada para con- centrar la sal de Br Li, y rege- nerar el proceso de absorción. La energía entregada para la concentración de la sal y eva- poración del agua, equivale a la energía para la compresión del vapor del refrigerante.

El agua en estado de vapor de- be perder parte de la energía no utilizable, para alcanzar nuevamente estado líquido. Esta reacción se produce en el recipiente denominado CON- DENSADOR, donde se almace- na el agua a 35 °C para rege- nerar el ciclo de evaporación.

En el recipiente denominado EVAPORADOR, por el efecto del vacío en el absorbedor se evapora el agua alcanzando los 3 °C. Mediante un circuito de agua se extrae el frío a 7 °C para abastecer al servicio del edificio a climatizar. El equili- brio de presiones y circula- ción de líquido se mantiene mediante la bomba de refrige- rante.

Ing. Fernando P. Iuliano  
Gerencia Seguridad,  
Higiene y Medio  
Ambiente.  
Metrogas S.A.  
fiuliano@metrogas.com

