

El gas natural como alternativa energética

Por Jorge Daniel Busquets, Metrogas S. A.

Con posterioridad a la privatización de Gas del Estado, el desarrollo del mercado de gas natural abre un gran campo de acción a las iniciativas privadas, tanto de las empresas licenciatarias, como de los usuarios del servicio.

Las empresas distribuidoras de gas natural están realizando esfuerzos para introducir alternativas en el mercado. Por otra parte, la posibilidad de que algunos usuarios accedan al Mercado Eléctrico Mayorista, aparece como una alternativa válida, que podría no detener sino contribuir, al desarrollo de diversos proyectos.

El trabajo "El gas natural como alternativa energética" presentado en el 3^{er} Congreso Latinoamericano del Gas realizado en Buenos Aires en octubre del año pasado, desarrolla las alternativas de utilización del gas natural, comentando las experiencias realizadas en otros países y las normativas que permiten o hasta privilegian su empleo. Se mencionan las características básicas de funcionamiento, comparándolas con las alternativas convencionales, efectuando un análisis técnico económico de su posible aplicación en Capital Federal y el Cono Urbano.

En los países desarrollados la utilización del gas natural alcanza las más variadas aplicaciones. Esta situación no se observa actualmente en nuestro país, donde su empleo está limitado a los usos convencionales.

Esto se debe, entre otras causas, a la inexistencia de normativas que establezcan condiciones que favorezcan o privilegien su aplicación por sobre otras fuentes de energía.

Pueden mencionarse, a modo de ejemplo, las disposiciones aplicadas en España o los Estados Unidos, según las cuales, los "utilities", proveedores del servicio eléctrico, participan junto con industriales, en la instalación de plantas de generación de energía propias, funcionando con o sin cogeneración.

Al mismo tiempo, se hallan obligados a adquirir los excedentes de generación que se produzcan y, de requerirse, suministrar los faltantes en la cantidad, calidad y precio adecuados, incluso en condiciones más favorables que al común del mercado.

No solo los proveedores del servicio eléctrico participan en este tipo de instalaciones, también las compañías distribuidoras de gas natural han establecido políticas que facilitan la toma de decisiones por este tipo de alternativas.

Otra aplicación que cuenta con el apoyo necesario es, por ejemplo, el reemplazo de equipos enfriadores de agua, ya sea para su aplicación a procesos industriales, como para acondicionamiento de aire en grandes centros comerciales, hoteles, etcétera.

Por ejemplo en los Estados Unidos, precisamente en la ciudad de Atlanta, la empresa distribuidora de gas natural, Atlanta Gas Ligth Co., aplica tarifas diferenciales sobre los consumos que se realizan en la temporada de verano.

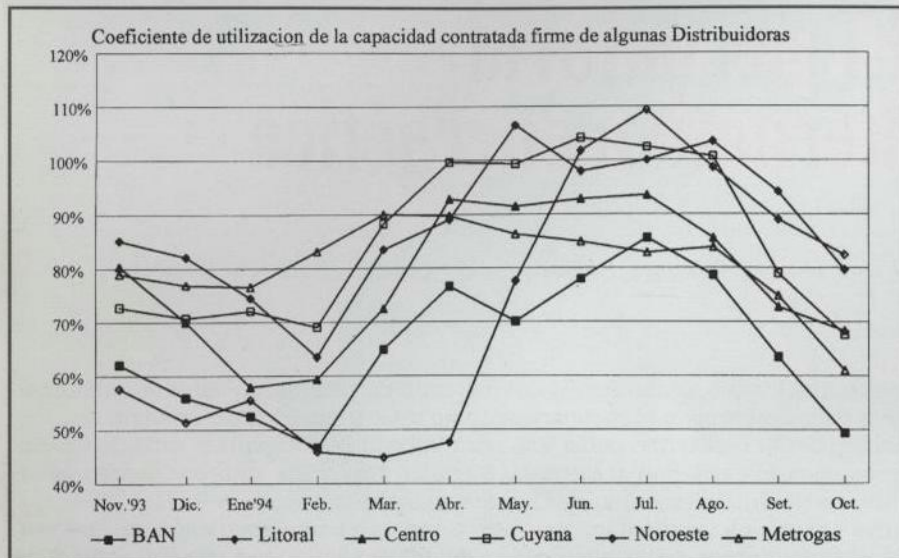
Estos consumos, originados, por ejemplo, en el uso de equipos de absorción o conjuntos "engine driven chillers", compresores tornillo o centrífugos impulsados por motores de combustión a gas natural, optimizan la operación de las redes de distribución que, durante ese período, se hallan con una enorme capacidad ociosa (gráfico 1).

Por otro lado, mejora también la curva de demanda del sistema eléctrico, disminuyendo los picos que se producen, los que, en determinadas circunstancias, superan ampliamente las demandas del resto del año.

Desde el punto de vista de los usuarios, el empleo de alguna de las opciones planteadas, resulta en ahorros operativos que, sumados a las favorables condiciones ofrecidas por las empresas de servi-

Jorge Daniel Busquets es Ingeniero Mecánico de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda. Se desempeñó en Talleres Dino (1977 a 1978), en Ferino Hnos S.A. como Encargado de la Oficina Técnica (de 1978 a 1980) y en Gas del Estado (1980 a 1992), en Revisión y aprobación de proyectos de instalaciones industriales en todo el territorio nacional. Actualmente se desempeña en Metrogas S.A. como Ingeniero de proyectos en la Gerencia Comercial.

Gráfico 1



cios, les permite obtener plazos de recupero aceptables.

En este trabajo se busca indicar someramente las condiciones que se presentan en los países mencionados, los puntos relevantes de las normas de índole nacional que reglamentan el mercado y cuáles serían aquellas que permitirían el desarrollo en nuestro país.

Se efectuarán también los análisis técnico-económicos de dos casos típicos, mencionándose los requerimientos de montaje, características particulares de los equipos, principios de funcionamiento, consumos específicos, costos operativos resultantes y períodos de repago.

Instalaciones de cogeneración

La cogeneración ha demostrado ser una de las formas más adecuadas de utilización de los recursos energéticos disponibles en una planta industrial.

El principio básico sobre el que se basan estas instalaciones es la utilización de una sola fuente de energía primaria para la obtención de dos formas de energía utilizable, generalmente mecánica y térmica.

Al hablar de cogeneración pueden mencionarse dos formas diferentes de obtener el resultado esperado, definidas según en qué parte del sistema se genere la energía mecánica.

Así se define como *Topping* a aquel proceso en el que la energía mecánica se obtiene de la primera etapa del ciclo, tal es el caso de un ciclo de vapor, en el cual

el fluido a presión y temperatura se expande en una turbina, generando potencia y luego, la energía térmica remanente se utiliza en el proceso industrial.

Si el sistema opera en sentido inverso, se denomina *Bottoming*, por ejemplo en el caso de utilización de los gases de escape de un horno de *cracking* de una destilería para la generación de vapor a alta presión y temperatura, el que es utilizado para la generación de energía eléctrica.

Este tipo de instalaciones permiten obtener rendimientos muy superiores a los obtenibles en los sistemas convenciona-

les, pudiendo alcanzar valores del 80%, contabilizando la energía eléctrica obtenida y la energía térmica recuperada.

Para el caso industrial, donde el objetivo fundamental no es la generación de energía, tal vez deban medirse las ventajas de la cogeneración en otros términos, por ejemplo referirlos a los costos de producción.

En todo proceso industrial, los insumos de combustible y potencia forman parte del precio de venta del producto, de manera que, si se lograra reducir estos valores, la planta se encontraría en mejores condiciones de competitividad dentro del mercado.

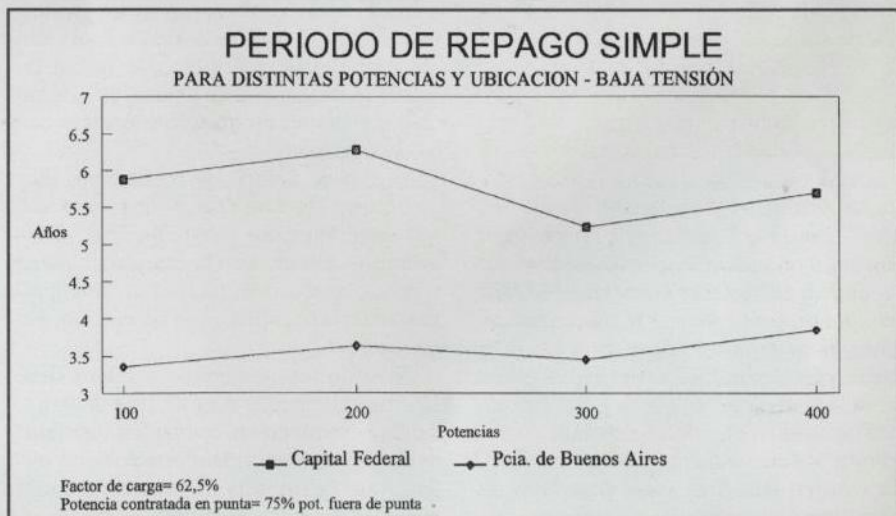
Los métodos aplicados para lograr estos fines en nuestro país, no fueron —o al menos los casos son contados— en base a la incorporación de tecnologías como la tratada.

Actualmente la situación del mercado hace que algunos industriales comiencen a analizar más a fondo sus costos y busquen reducirlos, ya no pensando en reducción de personal o aprovechando la disponibilidad de mano de obra barata y poco calificada.

A pesar de esta situación y del impulso que las empresas distribuidoras de gas natural están dando al tema, aún no se observan condiciones favorables para el desarrollo de este tipo de instalaciones.

En distintos países del mundo se han desarrollado políticas tendientes a promover el uso racional de la energía. A modo de ejemplo se indican a continuación algunas de ellas.

Gráfico 2



Estados Unidos: Ley PURPA (*Public Utilities Regulatory Policies Act*), establece el concepto del costo evitado como remuneración al cogenerador.

Alemania: los proyectos de cogeneración recibían un 7,5% de subvención sobre la inversión por realizar.

España: aplicación de subvenciones por parte del Estado y las comunidades, Ley de ahorro de la energía, tarifas preferenciales de gas natural para cogeneración. Participación del IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía) a nivel nacional y de otros entes de las comunidades autónomas que actúan como consultores, financiadores y socios en los proyectos. Posibilidad de amortización acelerada de la instalación.

Normas similares también pueden encontrarse en el Reino Unido, Holanda e Italia, entre otros.

En Argentina, luego de las privatizaciones y a pesar de los beneficios emergentes de las mismas, las resoluciones adoptadas a nivel nacional presentan definiciones poco claras y algunas omisiones que dificultan la toma de decisiones para encarar un proyecto de este tipo.

Por ejemplo, en la resolución 322/93 se puede observar, entre otros puntos, lo siguiente:

- No se hace mención de los autogeneradores o cogeneradores cuyo propósito es el auto abastecimiento, o por lo menos no hay una definición clara.

- Según el art. 10, aparentemente los cogeneradores no pueden comprar al MEM (Mercado Eléctrico Mayorista), tema de suma importancia para asegurar la disponibilidad de suministro alternativo.

- Se establecen limitaciones en cuanto a la potencia instalada mínima, con lo que quedan excluidas muchas instalaciones de pequeña capacidad, tanto en el ámbito industrial como en el comercial.

- En el anexo 12.2.c se menciona que los autogeneradores deberán contar con equipamiento de comunicaciones e intercambio de datos con el OED (Organismo Encargado del Despacho). Esto no sería necesario cuando no existen excedentes o éstos son pequeños.

Con relación al funcionamiento de la planta, deben analizarse las condiciones de funcionamiento, la simultaneidad de demandas eléctrica y térmica, los perfiles

Gráfico 3

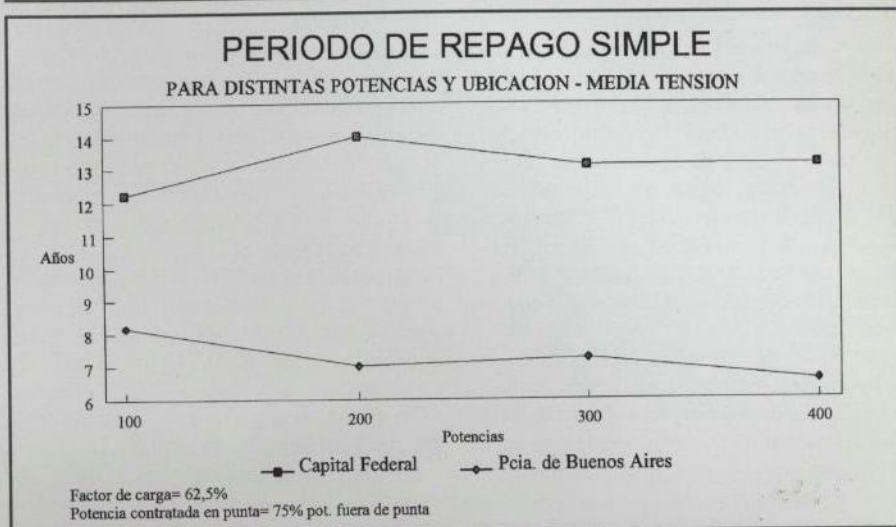


Tabla 1

Ubicación:		Prov. de Buenos Aires		
Suministro de energía eléctrica:		Tarifa 3 Baja tensión		
Suministro gas natural:		Servicio general P		
		Unidades	Actual	Propuesta
Cantidad de equipos			2	
Potencia unitaria		kw		150
Demanda máxima		kw	400	100
Demanda media		kw	250	20
Potencia generada	máxima	kw	0	300
	media	kw	0	230
Horas anuales de operación			5.184	5.184
Días/mes			27	27
Potencia contratada fuera de punta		kw	400	100
" contratada punta		kw	300	0
Reserva	Fuera de punta (*)	kw	0	150
	Punta (*)	kw	0	150
Energía eléctrica	demandada	kJ	4.66×10^9	5.22×10^8
	generada	kJ	0	4.14×10^9
Consumo de gas natural		m ³ /año	0	368.203
Costos	energía eléctrica	\$/año	133.000	30.000
	gas natural	\$/año		45.000
	mantenimiento	\$/año		17.000
Ahorro operativo anual		\$/año		41.000
Inversión estimada		\$		141.000
Repago simple		años		3,4

(*) No se contratará potencia de reserva a la red. Ante la salida de servicio de uno de los equipos se tomaría de la misma, abonando el recargo durante los seis meses de aplicación.

de demanda de cada uno y la relación entre ambos, etcétera.

Todo proyecto que se lleve a cabo, se hallará fuertemente relacionado con el medio en que se aplicará, y en general puede afirmarse que muchos de ellos, o al menos en la mayoría de los casos, su realización dependerá más de situaciones

ajenas a la planta en sí.

Por ejemplo, en cualquier proyecto de cogeneración basado en una turbina de gas, puede presentarse que los perfiles de demandas térmicas y eléctricas no sean coincidentes. Lo que permitiría solucionar este inconveniente sería la posibilidad de exportar los excedentes de generación

que se produzcan o bien comprar los faltantes, a los efectos de brindar estabilidad al sistema.

De esta manera se podría cubrir la base de demanda térmica, empleando la turbina a su máxima capacidad y por consiguiente, al máximo de su rendimiento.

Para el caso de las instalaciones de pequeña potencia, donde no se justifica la instalación de turbinas, se presentan casos donde la autogeneración resulta técnicamente viable y económicamente factible, asumiendo ciertas condiciones de funcionamiento.

A modo de ejemplo se indican en la tabla 1, los resultados económicos obtenibles por la operación de una instalación de generación de energía eléctrica en base a equipos motogeneradores funcionando sin cogeneración.

Se puede observar en ella que, aun sin utilizar la energía disponible en los gases de escape de los motores, la inversión necesaria es recuperable en un plazo aceptable.

Los gráficos 2 y 3 muestran la influencia de las cargas impositivas sobre los pe-

ríodos de recuero, para instalaciones abastecidas desde baja o media tensión. Puede observarse, que los períodos de repago son altamente sensibles a estos factores, lo que hace necesario analizar ciertos aspectos que pondrían a todos los posibles usuarios en igualdad de condiciones.

¿Pueden reducirse las cargas impositivas aplicadas al suministro de energía en la provincia, o a la inversa, pueden encajarse en la Capital?

Algunas tratativas se estarían llevando a cabo, entre la Gobernación de Buenos Aires y las autoridades nacionales, para equiparar la situación. Estimamos que una solución en este sentido no será obtenible en el corto plazo y de darse, no resultaría beneficiosa en absoluto.

¿Pueden equipararse los costos de energía en ambas áreas? ¿A qué valores?

No creemos factible tal situación, más allá de eventuales incrementos diferenciales en las tarifas correspondientes.

Todos estos puntos hacen necesario plantear otras soluciones al problema, cuyo establecimiento es -podríamos decir-

obligación del gobierno, pero no podemos dejar que todo consista en una decisión política tomada por terceros que, en algunos casos, pueden desconocer las reales necesidades de la industria.

Todos debemos tener una participación activa en el tema, aportando ideas, invirtiendo en planes de estudio y desarrollo de experiencias, etcétera.

SISTEMAS DE ABSORCIÓN

Este sistema de obtención de agua fría no es desconocido en el mundo, ni es un desarrollo reciente. De hecho, la existencia de heladeras a gas es una prueba de ello.

Actualmente la tecnología desarrollada por diversas firmas -la mayoría, de origen oriental- ha llegado a producir equipos con potencias que cubren el más alto rango de capacidades, desde pequeños equipos de aire acondicionado para uso comercial, hasta grandes instalaciones para uso industrial o acondicionamiento de grandes naves comerciales, edificios de oficinas, hospitales, etcétera.

Los primeros equipos utilizaban amoníaco como refrigerante y agua como absorbente, y aún hoy siguen usándose para equipos de baja capacidad. Para instalaciones de potencias superiores a las 50 toneladas, en general, se usa agua como refrigerante y bromuro de litio como absorbente.

El principio de funcionamiento de estos equipos es conocido, pero estimamos importante mencionarlo brevemente.

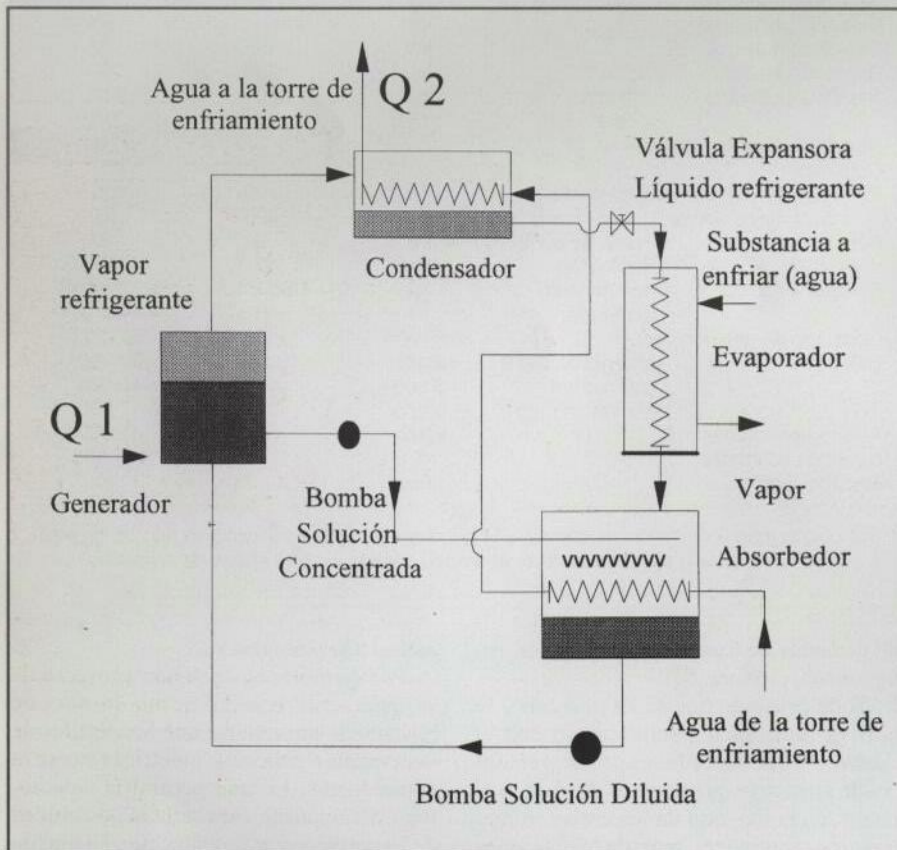
Se basa fundamentalmente en el empleo de dos sustancias, generalmente líquidas. Una de ellas, el absorbente, presenta una gran afinidad por la otra, el refrigerante, tal es el caso del bromuro de litio, en solución acuosa, y el agua.

El funcionamiento de los equipos es el siguiente (ver Figura 1): una solución acuosa de bromuro de litio es calentada en el generador, liberando vapor de agua. El bromuro en sí es una sal, este vapor es conducido al condensador en el cual pasa nuevamente al estado líquido.

El líquido refrigerante obtenido pasa luego a otro recipiente en el que tienen lugar la evaporación del fluido, su condensación, y la absorción del mismo por parte de la solución de bromuro.

La evaporación del agua se produce debido a que el recipiente evaporador/absorbedor se halla sometido a muy baja presión, con lo que la temperatura de ebu-

Figura 1



llición del agua está alrededor de los 5°C, y al ponerla en contacto con los tubos de un intercambiador de calor (parte del evaporador del recipiente), por el cual circula el fluido a enfriar, toma de éste el calor latente de evaporación.

El líquido que circula por el evaporador, al ceder calor al refrigerante, se enfría, abandonando el evaporador a aproximadamente 6 °C.

El refrigerante vaporizado pasa a la parte del absorbedor, en donde es nuevamente condensado por un medio externo y entra en contacto con una solución concentrada de bromuro de litio proveniente del generador, que la absorbe diluyéndose y de aquí es bombeada nuevamente al generador, donde reinicia el ciclo.

De lo expresado se observa que el ciclo, en estos equipos, tiene cierta similitud con los ciclos de compresión. Así, el generador cumple la función del compresor, ambos equipos necesitan un condensador y el evaporador/absorbedor funciona como evaporador de un sistema de compresión.

La diferencia es, entre otras, que los sistemas convencionales, emplean gases refrigerantes y operan a presiones positivas, mientras que los equipos de absorción operan en vacío.

Los refrigerantes empleados normalmente, R11, R22, etc., están siendo reemplazados mundialmente por otros como el R134A, debido a que los anteriores afectan las condiciones ambientales, por ejemplo, son una de las causas de la disminución de la capa de ozono.

La absorción, por el contrario, emplea agua, por lo que una eventual falla del equipo, que resulte en una fuga o derrame del refrigerante no causa ningún tipo de daño.

No obstante debe mencionarse que el bromuro de litio, al ser una sustancia altamente higroscópica, debe ser manipulada con precaución, y en solución y a temperatura es corrosivo, lo que obliga a emplear materiales especiales en la construcción de algunas partes del equipo.

El avance de la tecnología en este campo ha dado origen a dos tipos básicos de equipos, de flujo serie y de flujo paralelo, definidos así en función del recorrido de la solución diluida desde el absorbedor al generador de alta temperatura.

Vale la pena indicar que pueden también clasificarse según la fuente de calor utilizada y el ciclo en sí, obteniéndose entonces:

Figura 2

Instalación propuesta. Equipos de absorción y planta de cogeneración

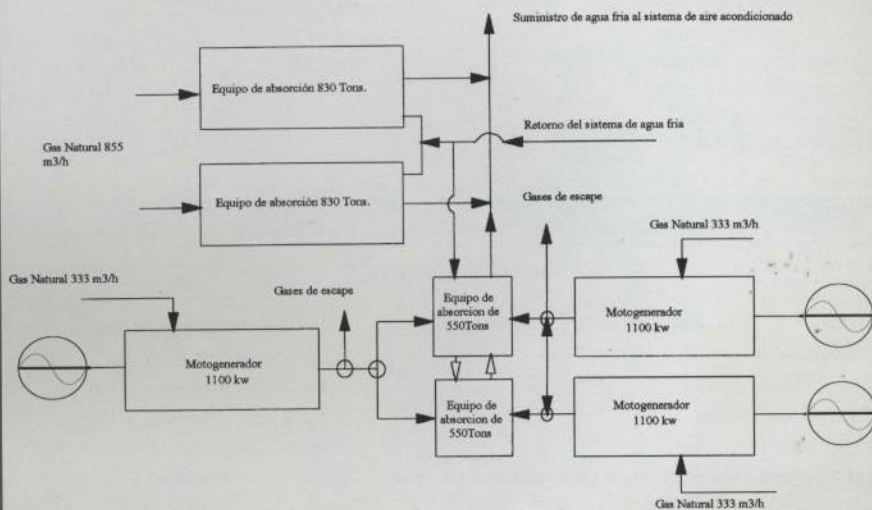


Tabla 2

Se comparan equipos de 600 tons.
Valores nominales

	Unid.	Equipo centrífugo	Equipo absorción
Dimensiones LxAxH	m	4,6 x 2 x 2,6	5,8 x 3,4 x 3
Peso	kN	108	290
Caudal de agua fría	l/h	330.000	375.000
Caudal agua condensación	l/h	400.000	561.000
Capacidad de torres	t	2 x 300	2 x 425
Temperatura agua fría	°K	280.15	280.15
Demanda potencia	kw	420	20
Consumo gas natural	m ³ /t	0	0,34

Por la fuente de calor: equipos de vapor, de fuego directo, de recuperación de calor y de agua caliente.

Por el ciclo: equipos de simple o de doble efecto.

Los equipos de fuego directo son de doble efecto, de flujo serie o paralelo según el fabricante; en cambio, los equipos de vapor pueden ser de simple o doble efecto, según la presión de vapor disponible y los

de agua caliente de simple efecto.

Como sabemos, estos equipos provienen, en su mayoría, de los países de Oriente, siendo allí donde se han difundido más ampliamente. También existen equipos construidos en otros países, como por ejemplo, los Estados Unidos.

En Argentina no tuvieron gran difusión, sin embargo pueden mencionarse instalaciones como la del Banco Hipote-

Tabla 3

Cuadro comparativo instalación de absorción
Se compara sobre la base de 1500 hs operativas equivalentes a plena carga

	Unid.	Compresor	Absorción
Consumo energía eléctrica	kJ/año	2.52×10^9	6.73×10^8
Potencia demandada	kw	468	125
Consumo de gas natural	m ³ /año		308.000
Suministro energía eléctrica		Tarifa 3 Media Tensión	Idem
Suministro gas natural			Tarifa P
Costos operativos totales	\$	86.536	60.345
Ahorros anuales	\$		26.191
Inversión incremental	\$		220.000
Período de repago	Años		8.4

Tabla 4

Valores nominales

Equipo	Consumo específico
Fuego directo	0,34 / 0,36 m ³ /t
Vapor simple efecto	8 a 9 kg/t, presión 1×10^5 Pa
Vapor doble efecto	4 a 5 kg/t, presión 8×10^5 Pa
Agua caliente	850 l/t, temperatura 363.15 °K
Recuperación de calor de un motogenerador	0,4 t/kw

cario Nacional, que operó durante más de 15 años con cinco equipos de absorción, de simple efecto, de 500 t cada uno, alimentados por vapor de baja presión proveniente de calderas existentes.

Podría mencionarse también el edificio de la Biblioteca Nacional, el Velódromo Municipal, y otras tantas instalaciones oficiales y privadas que utilizan equipos de absorción para acondicionamiento de ambientes.

Vale la pena mencionar que desde la privatización del servicio de distribución de gas natural se han instalado sistemas de este tipo, no solo para su uso en aire acondicionado, sino también en plantas de proceso industrial.

Como ya se mencionó, en los Estados Unidos se promueve el empleo de gas natural por sobre la energía eléctrica para estas aplicaciones, aplicándose tarifas diferenciales, participando en las inversiones por realizar, etcétera.

Paralelamente, organizaciones gubernamentales, juntamente con empresas privadas, financian distintos proyectos de investigación y desarrollo, como por ejemplo el sistema de absorción de triple efecto, los equipos de absorbente sólido, equi-

pos desecantes, conjuntos motor de combustión-compresor para usos residenciales o comerciales pequeños, etcétera.

En Argentina las empresas distribuidoras de gas y los productores deberían interesarse por expandir el mercado para estas tecnologías: las distribuidoras, porque les permitiría utilizar la capacidad de transporte por la que han pagado y que en verano no emplean, y los productores, porque venderían mayores volúmenes anuales de combustible.

Las compañías eléctricas por el momento no han manifestado su interés en fomentar el reemplazo en las horas o temporadas pico y, por otra parte, la aparición del MEM, al cual puede acceder una franja del mercado, hace que se hallen más preocupadas por no perder clientes por esta vía, que en eficientizar sus redes de distribución.

Los principales inconvenientes que presentan estas instalaciones, en comparación con los sistemas de compresión, son:

- Costos de equipamiento mayores.
- Mayores instalaciones accesorias, torres de enfriamiento, cañerías, bombas, etc.
- Mayores pesos y tamaños.

Como ventajas pueden mencionarse en general:

- Menores costos operativos.
- Menores instalaciones de energía eléctrica (tableros, transformadores, etcétera).
- Al ser equipos frío/calor, no se requiere instalar calderas de calefacción.
- Inexistencia de elementos mecánicos de gran tamaño, que originan ruidos y vibraciones.
- Empleo de refrigerantes no contaminantes.

En la tabla 2 se muestran algunas diferencias entre dos equipos de 600 t de capacidad, uno centrífugo y otro de absorción.

En cuanto a los costos del *chiller* en sí, se puede estimar que son entre un 100 y un 150% más caros que los equipos enfriadores de agua por compresión.

El requerimiento de instalaciones accesorias de mayor capacidad, torres de enfriamiento, cañerías y bombas correspondientes, etc., hace que las inversiones totales por realizar resulten elevadas, en comparación con los ahorros obtenibles, más aún si hablamos de pequeñas capacidades, donde los equipos eléctricos pueden ser condensados por aire.

La tabla 3 indica los resultados económicos obtenibles para una instalación de 600 t, comparada con la alternativa de emplear un compresor centrífugo, alimentado en media tensión, para un hipotético usuario ubicado en la provincia de Buenos Aires.

Los resultados que se observan en la misma no resultan alentadores, incluso, al igual que en el caso de autogeneración, son altamente sensibles a las cargas impositivas y al costo del suministro de energía eléctrica.

Así, si efectuamos el análisis de rentabilidad para una instalación ubicada dentro de la ciudad de Buenos Aires, con abastecimiento de energía eléctrica desde la red de media tensión, el período de repago puede superar ampliamente los diez años.

Cabe aclarar que los casos mencionados se refieren a instalaciones totalmente nuevas, suponiendo que los ciclos son condensados por agua, y que no se han considerado en el cálculo de la inversión incremental, los ahorros que podrían contemplarse al no requerirse la instalación de calderas de calefacción, dado que los equipos de absorción son frío/calor.

De la misma manera, al disminuir la demanda de energía eléctrica, en algunos casos debería contemplarse que la inver-

sión en la construcción de la planta transformadora sería menor, al igual que los tableros, barras, etcétera.

Estas situaciones hacen que la inversión incremental pueda resultar menor de lo indicado en la tabla 3, pudiendo alcanzar mejoras sustanciales en los resultados, aunque se alejan aún de los esperados por los clientes.

En conocimiento de esta situación, las distribuidoras de gas natural estarían en condiciones, por ejemplo, de ofrecer descuentos, sobre los consumos de gas natural originados por el empleo de este sistema u otros, destinados a su uso exclusivo en verano.

Con estas ventajas se obtienen repagos que se aproximan a valores aceptables, los que varían según las condiciones de entorno, por ejemplo, si el usuario se localiza fuera de la Capital Federal o si el suministro de energía eléctrica es en baja tensión.

En este marco se han concretado diversos proyectos, tanto en Capital como en el Gran Buenos Aires, en los cuales resultaron decisivas las acciones desarrolladas por las compañías distribuidoras, debiendo mencionarse además, ciertas condiciones especiales, el deseo de los clientes de mantenerse en la vanguardia en el empleo de tecnologías, preservación del medio ambiente, etcétera.

Hemos mencionado la existencia de máquinas de absorción que utilizan como fuente de calor los escapes de motogeneradores o turbinas de gas, situación que permite su empleo en forma directa en cogeneración, sin pasar por un equipo intermediario como puede ser una caldera de vapor o agua caliente, salvo que este fluido sea requerido para otras aplicaciones y sería entonces el sobrante lo aplicado a absorción.

Tal es el caso de una planta textil que presenta una demanda eléctrica de 8 Mw, empleando 16 t/h de vapor en su proceso productivo y al mismo tiempo requiere 1.500 t de refrigeración para una instalación de agua fría.

La instalación posible, simplificando bastante, sería: turbina de gas con caldera de recuperación de la cual podrían obtenerse 24 t/h de vapor, con el que se cubre la demanda térmica y restarían 6 t/h que se destinarían a equipos de absorción de doble efecto.

Estos equipos tienen un consumo específico de aproximadamente 4 kg/h de vapor por tonelada, con lo que podrían

cubrirse los requerimientos de agua fría.

Desde ya se reitera que este ejemplo es solo una simplificación, dado que es necesario tener en cuenta toda una serie de condiciones que pueden hacer variar radicalmente el proyecto.

En la tabla 4 se indican los requerimientos de distintos equipos de absorción en lo referente a consumos específicos y un ejemplo de una instalación de cogeneración con recuperación directa.

En la misma se indican solamente los valores nominales por considerar, en general, para una primera aproximación, debiendo en cada caso recurrir a informaciones precisas antes de avanzar en cualquier proyecto.

En la figura 2 se observa un esquema de una instalación combinada de equipos de absorción de fuego directo con otros en cogeneración con motogeneradores, para una capacidad instalada de 3 Mw y 2.000 t de aire acondicionado.

Se observa que la capacidad instalada requerida en los equipos de absorción de recuperación es de 550 t pero solo se obtienen 400 t, esto es debido a que la fuente de calor empleada no presenta las mismas características que la llama de un quemador.

Por supuesto esta instalación podría requerir la instalación de un *back up*, tanto para el suministro de energía como para aire acondicionado, pudiendo optarse, en cada caso, por distintas posibilidades, como por ejemplo instalar un equipo motogenerador diesel de 1000 kw o adquirir el faltante de la red de distribución eléctrica.

En lo que respecta al aire acondicionado, podrá optarse por instalar un equipo de absorción de reserva o bien un compresor centrífugo de 400 t.

Otra instalación posible sería el montaje de motores de combustión a gas que impulsen directamente a compresores centrífugos o tornillo, cubriendo parte de la demanda de refrigeración, utilizando el calor de escape de los mismos como fuente para equipos de recuperación directa.

Esta última alternativa presenta mayores ahorros que la anterior, en aire acondicionado, dado que el COP (Coeficiente de Performance) del conjunto motor compresor es mayor al de los equipos de absorción, pero, por otra parte, deja sin posibilidad de aprovechar los escapes de los motogeneradores, salvo que existiera un gran requerimiento de agua caliente de servicios o procesos.

SISTEMAS DESECANTES

Estos equipos basan su funcionamiento en la extracción de la humedad ambiente, siendo un complemento muy útil en el acondicionamiento ambiental.

En muchas ocasiones, mantener la humedad ambiente dentro de valores confortables se logra sobreenfriando el aire ingresado al mismo, lo que resulta en temperaturas muy bajas e incómodas para los ocupantes. Esto obliga entonces a recalentar el aire previamente sobreenfriado, en consecuencia, una pérdida de energía y dinero.

Los equipos desecantes funcionan en base a un material, sólido en general, que posee una gran afinidad por el agua.

El sistema es sencillo: si en los conductos de ingreso de aire exterior se intercala una serie de placas de este material, la humedad quedaría retenida, ingresando aire "seco". El problema es que el absorbente se saturaría y todo quedaría como al principio.

La solución es renovar el absorbente en forma constante, por ejemplo, las placas de absorbente se ubican montadas radialmente sobre un cilindro que rota muy lentamente. Una mitad del mismo, en el sentido del eje de rotación, se halla ubicada en el ducto de ingreso de aire, y la otra en el exterior del ambiente sometida a una corriente de aire caliente generada por un quemador de gas.

El aire caliente evapora el agua contenida en el absorbente, regenerándolo y de esta manera, el proceso puede continuar indefinidamente, salvo contaminación de la superficie del material activo por mala combustión, suciedad, etc., siendo este el único mantenimiento necesario en forma periódica.

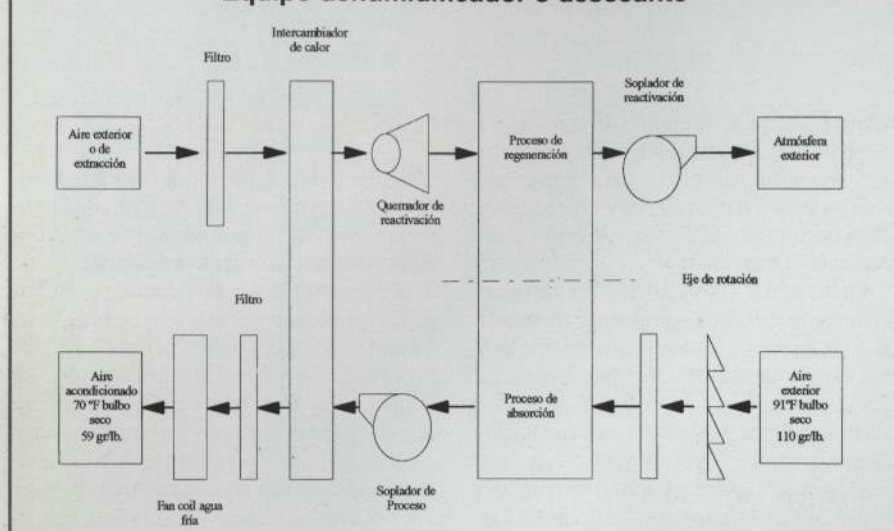
Una vez alcanzados los niveles de ambientación requeridos, el sistema se detiene, quedando solamente encendido un quemador piloto o ni siquiera esto, hasta que se requiera su entrada en funcionamiento.

La figura 3 muestra un esquema de funcionamiento de este tipo de equipos.

CELDA DE COMBUSTIBLE

Se trata de desarrollos recientes, basados en la utilización de gas natural como parte integrante de una "pila", aprovechando la disociación de la molécula de

Equipo dehumidificador o desecante



metano y su posterior oxidación en presencia de oxígeno, proceso durante el cual se produce la liberación de electrones, en presencia de un catalizador.

Como se deduce, la energía eléctrica obtenida es continua, por lo que se requiere la instalación de un alternador para que la misma sea utilizable en aplicaciones tradicionales.

Actualmente sólo existen algunos prototipos en su etapa de experimentación en los Estados Unidos y en Japón, y por el momento los costos de fabricación son demasiado elevados para su comercialización masiva.

Las características de funcionamiento de las celdas hacen que no exista ningún elemento mecánico, siendo por lo tanto de muy bajo mantenimiento, salvo el control del catalizador.

Existen diversas firmas abocadas al desarrollo de plantas de generación con esta tecnología, las que no brindan mayores precisiones sobre el tema, salvo algunos folletos en los que solo describen someramente el funcionamiento.

Los gases de escape de la celda, a una temperatura aproximada a los 900 °C pueden ser utilizados para la generación de vapor en una instalación de cogeneración.

El rendimiento de generación de energía eléctrica alcanza valores del 50% y si sumamos la posibilidad de cogenerar, se llega a excelentes resultados.

BIBLIOGRAFIA

Ley 40/1994- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional - España
Seminario AAPURE- Septiembre 1994- Proyectos de cogeneración industrial y

su futuro en Argentina.

CAMMESA- Procedimientos para la programación de la operación, el despacho de cargas y el cálculo de precios.
Aire acondicionado frío calor a gas natu-

ral- Lic. R. Fernández - Septiembre 1994- Sociedad Central de Arquitectos - Metrogas. Resoluciones Secretaría de Energía 322/93 y 334/94.

American Gas Association - An analysis of the economics of gas engine driven chillers- Mayo 1989.

Gas engineers handbook.

The Westinghouse Solid Oxide Fuel Cell Program - A 1991 Progress report.

Trabajos y estudios realizados en contacto con clientes y proveedores de equipos.

American Gas Cooling Center - Applications engineering manual for direct fired absorption.

A Guide to Natural Gas Cooling - The American Gas Association.

Guide to Natural Gas Cogeneration - American Gas Association.

Desiccant Cooling and Dehumidification - ASHRAE.

CONCLUSIONES

Existen infinidad de aplicaciones del gas natural, no solo las descriptas en el presente trabajo. Siendo un país esencialmente gasífero, no se ha desarrollado todo el potencial existente en el campo de su explotación.

Las empresas que han tomado a su cargo el papel que antes desempeñaba la estatal Gas del Estado, se hallan abocadas a la divulgación, e incluso promoción, de algunas de estas tecnologías.

El gobierno argentino y las instituciones provinciales o municipales no han tomado participación directa en el tema, mas allá de algunas reglamentaciones normativas que enfocan bien el espectro, pero no apuntan –estimo– al aprovechamiento racional de los recursos energéticos del país, ni a la preservación del medio ambiente.

Por ejemplo –y alejándonos del tema–, el transporte público de pasajeros emplea gas oil, el cual está subsidiado, no teniendo en cuenta el daño que causan la emanaciones que producen. La solución por supuesto no consiste en subsidiar al gas natural y no es objeto del presente establecer las opciones.

En el campo industrial parece que da lo mismo “quemar” gas natural, todavía relativamente barato, que utilizarlo eficientemente, y es aquí donde el país pierde. No debemos olvidar que hablamos de un combustible no renovable.

Por ejemplo, no es común observar la instalación de sistemas automáticos de análisis de combustión en calderas u hornos, realizándose éstos a períodos más o menos prolongados y regulando los equipos manualmente, lo que sabemos no es el mejor método, dado que queda librado al criterio del operador, que no siempre es acertado.

En lo que hace a los gases refrigerantes, no se han divulgado masivamente las limitaciones existentes en cuanto a los plazos establecidos para su reemplazo por fluidos no contaminantes, donde la absorción se presenta como una alternativa válida.

Todas las inversiones en temas como los expuestos están libradas al mercado, son las empresas privadas las que tienen que hacer todo el esfuerzo y, dadas las condiciones actuales, son pocas las que encararían las inversiones necesarias, salvo que existan condiciones que, dictadas desde el gobierno o por los organismos correspondientes, impulsen su realización.