

Etiquetado de artefactos de gas

Hacia un uso más eficiente de la energía

Por *Salvador Gil, E. Bezzo, M. A. Maubro, J. M. Miotto y R. Prieto*

Cerca del 30% del consumo de gas natural en la Argentina se emplea en artefactos para uso residencial y comercial; para implementar políticas de eficiencia energética en este sector se requieren procedimientos de ensayo y determinación de eficiencia que reflejen las condiciones reales de consumo. En este trabajo se discute la ventaja de redefinir la eficiencia de los artefactos de gas de mayor uso, de modo de instrumentar un sistema de etiquetado que promueva un uso más racional de la energía, bajo el lema: “La energía más barata y que menos contamina es la que no se usa”.

Nuestras reservas de combustibles fósiles están disminuyendo rápidamente, los precios internacionales son elevados y la disponibilidad de fuentes externas de abastecimiento, no siempre previsible. Al mismo tiempo, hay evidencias cada vez más claras de que el calentamiento global que está experimentando el planeta tiene causas antropogénicas¹. Por otro lado, la necesidad de crecer económicamente e incluir a vastos sectores sociales de menores recursos es insoslayable.

Muchas veces se menciona la problemática energética como “la última frontera” del siglo XXI. Es cierto que sin energía, el resto de la producción de bienes y servicios no es posible.

Pero, a diferencia de otros recursos como el agua, el papel, etc., la energía misma no se puede reciclar. Se espera que el consumo de energía en el mundo se incremente cerca del 50% en los próximos 30 años. Estudios preliminares indican que si no se modifican las pautas de consumo, en la Argentina se duplicará el consumo durante ese período.

Esta situación nos confronta con varios desafíos. En la Argentina, como en el resto del mundo, existe una expectativa social de disponer de crecientes cantidades de energía a precios accesibles.

El uso eficiente de la energía es una de las alternativas más atractivas que contribuye a resolver varios de estos desafíos. La eficiencia energéti-

ca consiste en usar la menor cantidad de energía posible para obtener los mismos o mejores resultados deseables. Por ejemplo en iluminación, con lámparas basadas en leds, es posible lograr la misma iluminación que con lámparas incandescentes, pero con un gasto de energía un 80% menor. Las lámparas leds consumen aproximadamente 50% menos energía que las fluorescentes compactas (CFL), pero su costo es aún alto, si se las compara con estas últimas. Sobre la base de estos resultados, en la Argentina, al igual que en varios países del mundo, las lámparas incandescentes de potencias mayores a 25 watts no pueden comercializarse, por Ley N.º 26.473 y Decreto N.º 2060/2010.

Con este tipo de medidas, el usuario logra el mismo beneficio, gastando mucho menos en su consumo, a la par que disminuye las emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI). Un beneficio social importante es que la infraestructura de producción, transporte y distribución de energía queda librada para otros usos. La eficiencia energética forma parte de las políticas energéticas de varios países desarrollados.

El uso eficiente de la energía debe propender a lograr la mejor gestión de esta y de los recursos disponibles para lograr los beneficios que se esperan. Este tipo de pensamiento reduce inequidades, evita el deterioro del Medio Ambiente, preserva los recursos energéticos disponibles y reduce el impacto económico de su uso en la población en general, al tiempo que mejora la competitividad de las empresas productoras de bienes y servicios.

Las mejoras en la eficiencia energética a través de los artefactos de uso doméstico e industrial son una forma de instrumentar estos propósitos generales. Un objetivo deseable de las políticas públicas es desarrollar programas, normas y reglamento que favorezcan la producción y el uso de equipos cada vez más eficientes, y evitar los derroches de energía como son, por ejemplo, los consumos pasivos. Ejemplo de estos son los múltiples leds incluidos en muchos electrodomésticos que permanecen encendidos aun cuando el equipo no está en uso, o las llamas de los pilotos de muchos artefactos de gas. Es interesante señalar que, con equipos más

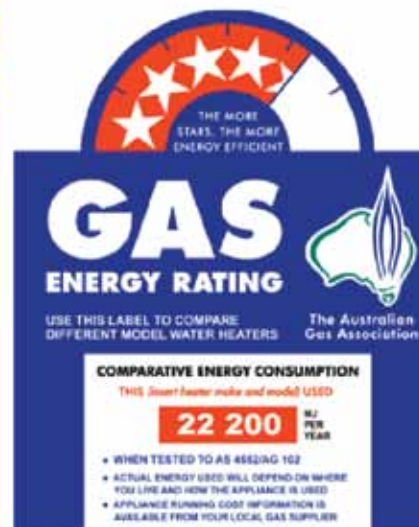
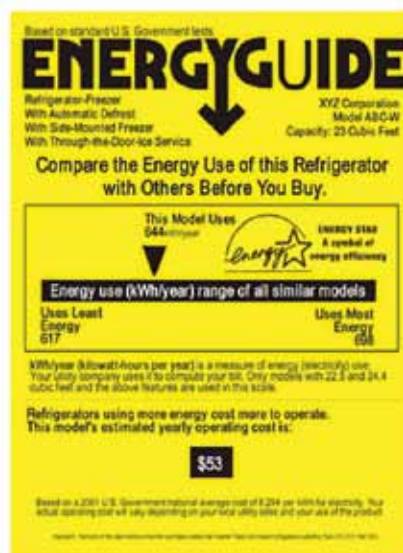
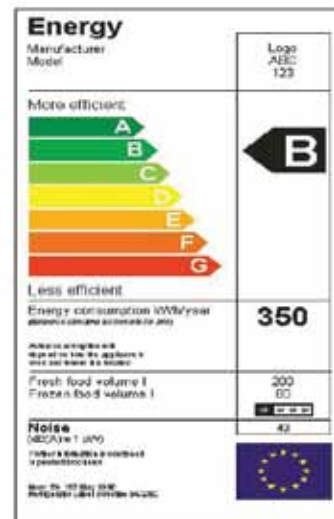


Figura 1. Distintos modelos de etiquetas con información sobre el producto y su rendimiento. En sentido horario de arriba a la derecha: heladeras (Australia, más estrellas en la zona sombreada = mayor eficiencia), heladeras (Unión Europea) similar a las de la Argentina, las primeras letras del alfabeto indican mayor eficiencia. Etiquetas inferiores: heladeras (Estados Unidos), calefones (Australia). En las etiquetas también se indica el consumo medio anual, medido en condiciones de ensayo que simulan el uso promedio en cada país, así como niveles de ruido, costo de la energía, etcétera.

eficientes, no sólo se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero –se mitiga, por tanto, los riesgos del calentamiento global–, sino que también se logra un importante ahorro económico tanto para los Gobiernos como para los usuarios en general. Con equipos más eficientes, se hace menos necesaria la ampliación de la infraestructura de transporte y distribución de energía; al consumir menos energía para lograr los mismos resultados, los usuarios obtienen una reducción en sus gastos. A su vez, el desarrollo de equipos más eficientes

estimula el desarrollo tecnológico y mejora la competitividad de las empresas productoras de equipos y servicios.

El Decreto N.º 140 de diciembre de 2007 declaró de interés y prioridad nacional el uso racional y eficiente de la energía y puso en vigencia el Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE). Dentro de este marco, el Enargas viene realizando diversas acciones que tienden a mejorar la eficiencia en el uso del gas natural, que se alinean con el objetivo de este Decreto.

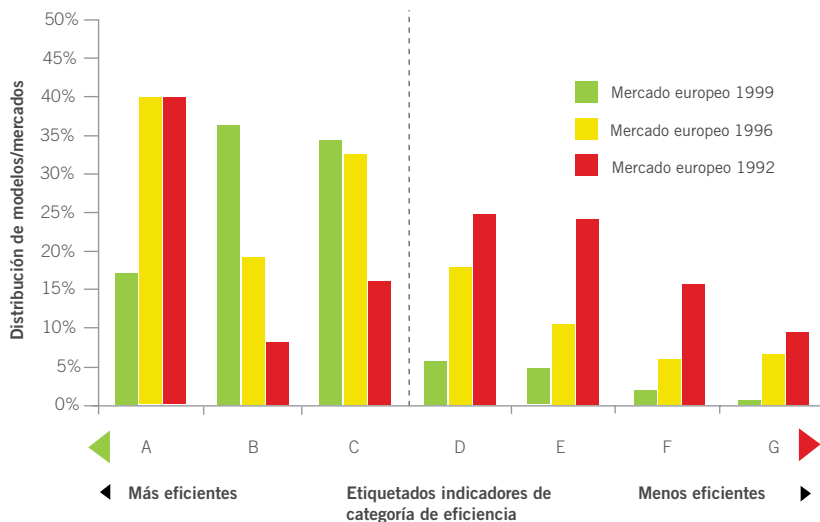


Figura 2. Evolución de la cantidad de modelos de heladeras en venta en el mercado europeo en función de la categoría de eficiencia. Nótese que la distribución en siete años movió progresivamente su centro de D a B, y dejó una pequeña minoría de modelos por debajo de la categoría C.

Etiquetado

Una herramienta que ha demostrado ser de mucha utilidad para lograr una mejora en la eficiencia de artefactos de uso doméstico es el etiquetado energético de los equipos que se comercializan. Para poder instrumentar un programa efectivo de etiquetado, se requiere disponer de un procedimiento de ensayo y determinación de eficacia de los equipos que refleje su uso habitual y que estimule el desarrollo de los artefactos de mayor rendimiento, lo que minimiza los consumos pasivos y las distintas pérdidas de energía.

En la figura 2 se aprecia el efecto del etiquetado en la eficiencia de heladeras en la Unión Europea con el tiempo. Apenas implementado el etiquetado, las heladeras en promedio tenían una eficiencia de entre D y E. Cuatro años más tarde, el promedio era C y, tres años después, el promedio era B. Este tipo de comportamiento se observó en muchos países del mundo en los que se implementó este sistema, incluyendo la Argentina, donde se observa un comportamiento similar^{5,2}.

Un argumento que muchas veces se esgrime en contra de elevar los requerimientos de eficiencia de los

equipos es que esto aumenta sus costos. Pero si bien es posible que en primera instancia esto ocurra, mucha evidencia indica que una vez que las industrias se comprometen con la innovación tecnológica, los costos tienden a disminuir.

La figura 3 muestra un caso emblemático: se expone el tamaño promedio, el consumo energético y el precio de las heladeras en función del tiempo, en los Estados Unidos. Se observa que el tamaño promedio de estos artefactos ha venido aumentando uniformemente a lo largo del tiempo. Al principio, el consumo de energía también fue creciendo hasta comienzos de 1970, cuando comenzaron a aplicarse políticas activas de eficiencia energética en ese país. A partir de entonces, el consumo medio de los refrigeradores disminuye y lo más llamativo es que el precio promedio también comienza un proceso descendente. Estos ejemplos ilustran la falacia de suponer que la mejora en eficiencia de los equipos implica un aumento en su costo.

Efecto Rosenfeld

Otro ejemplo notable de la efectividad de estándares que incentivan un uso más racional de la energía y promueven un desarrollo tecnológico en esa dirección se ilustra en la figura 4. En el estado de California, a partir del año 1973, implementaron normas y estándares de eficiencia más estrictos que la mayoría de los otros estados de los EE. UU.

Uno de los pioneros e impulsores de las normativas y desarrollos tecnológicos aplicados en California fue el Dr. Arthur Rosenfeld. De hecho, el fenómeno ilustrado por la figura 4 es conocido como "Efecto Rosenfeld" o "Efecto California"³. Hacia 2004, el ahorro de energía logrado en California, comparado con el resto de los otros estados, fue del orden de 40.000 GWh, equivalente a la energía producida por 12 centrales eléctricas de 1 Gw cada una a lo largo de un año³.

Estos logros motivaron la creación de varias organizaciones internacionales que colaboraron con los distintos países del mundo en diseñar normas y reglamentos que mejoraran la eficiencia de los equipos producidos. En particular, la US Agency for International Development (USAID)

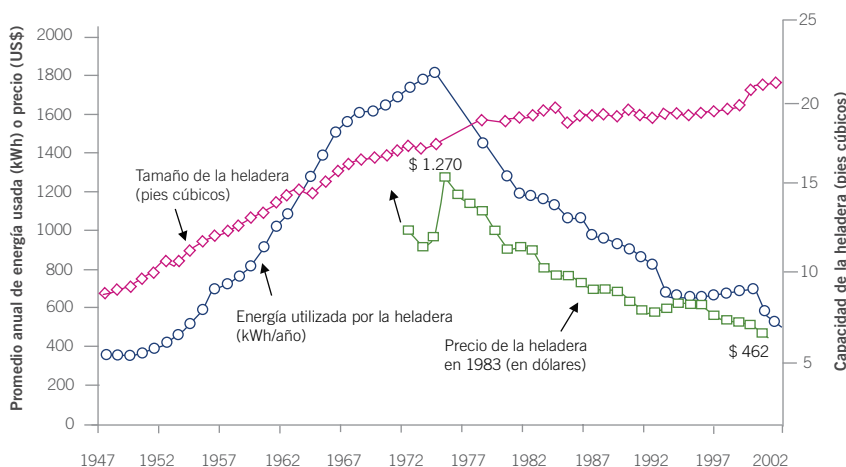


Figura 3. Evolución del precio promedio de las heladeras vendidas, de la energía que consumen y de su capacidad. Nótese que la energía que consume la heladera promedio descendió sin que eso implique una disminución en su volumen o un aumento de precios (los cuales están ajustados al valor en 1983 US\$²).

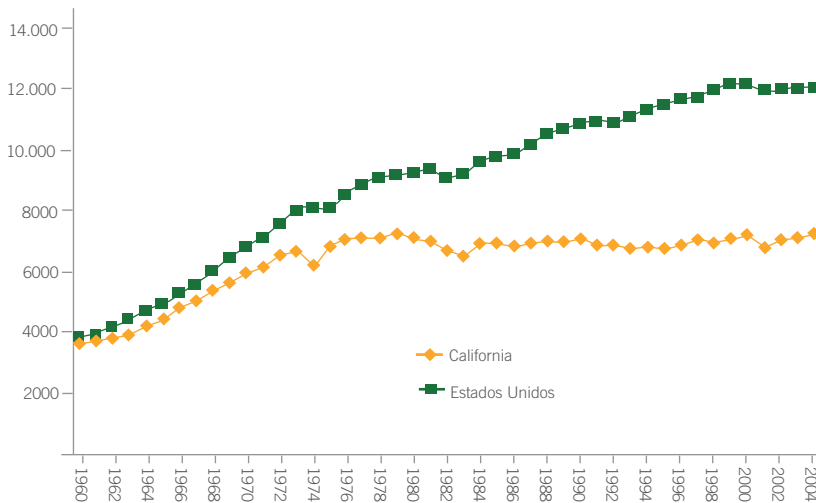


Figura 4. Evolución del consumo eléctrico per cápita en California y el resto de los Estados Unidos. A partir de 1970, cuando se aplican estándares de eficiencia en California. Combinado con el fuerte incentivo al desarrollo de productos más eficientes, el consumo per cápita prácticamente permanece constante; en el resto del país el consumo tuvo un incremento de más del 50%⁴.

que, junto a otras organizaciones internacionales, ha creado el centro de Collaborative Labelling and Appliance Standards Program⁵ (CLASP, por su sigla en inglés), como un centro de referencia y colaboración internacional para lograr los objetivos propuestos de una mejor manera.

En el presente trabajo se discuten los criterios básicos para redefinir la eficiencia de los artefactos de gas de uso doméstico usados con mayor frecuencia en la Argentina: cocinas, calefones, termotanques y calefactores de tiro directo y balanceado, que creemos que puede ser un aporte útil para la implementación del etiquetado de eficiencia de artefactos de gas. En todos los casos se incluyen los efectos de pérdidas de energía

como así también sus consumos pasivos.

Una mejora en la eficiencia de artefactos puede contribuir a:

- Generar ahorro en el consumo de gas y disminuir los costos de importación de este combustible.
- Aliviar la exigencia sobre el sistema de transmisión de gas.
- Mejorar la seguridad de los usuarios por los cambios en los nuevos artefactos.
- Mejorar el estado de las instalaciones internas de gas, para hacerlas más seguras y eficientes.
- Estimular la economía y el empleo a través de un incremento en la producción de artefactos de gas de mayor eficiencia.
- Disminuir las emisiones de GEI.

- Que los nuevos procedimientos de determinación de la eficiencia de los artefactos sean homologables con los métodos tradicionales.

Características del consumo de gas

El consumo específico de los usuarios residenciales (R) en la Argentina^{6,7,8,9,10}, es decir, el consumo diario por usuario, tiene un comportamiento muy similar y regular en casi todo el país, con excepción de la región sur, que presenta un comportamiento diferente¹¹. Vale aclarar que el término "usuario" en este trabajo hace referencia a una vivienda o medidor de gas instalado; según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC)^{12,13}, el número de personas por vivienda es de 2,8.

En la figura 5 se muestra la variación de este consumo como función de la temperatura para la mayoría de las ciudades del país. A altas temperaturas medias, mayores a unos 20 °C aproximadamente (consumo estival), el consumo de gas es casi constante; este consumo está asociado con el calentamiento de agua y la cocción. A esta componente del consumo residencial lo denominaremos *consumo base*. A medida que baja la temperatura, los usuarios comienzan a encender la calefacción. Una vez que toda la calefacción disponible está encendida, el consumo de nuevo se estabiliza a un valor de saturación. Este comportamiento se ha mantenido prácticamente invariable a lo largo de los últimos 17 años independiente-

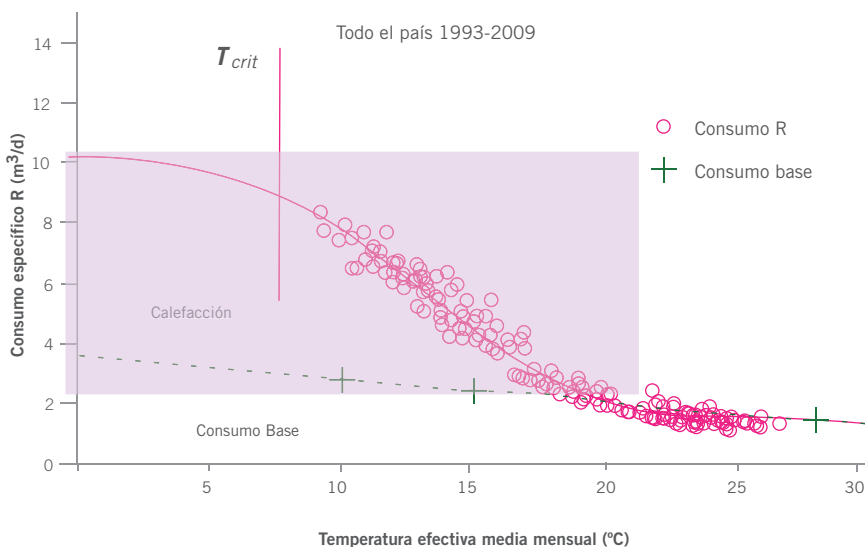


Figura 5. Variación de los consumos específicos R. La línea de puntos es una extrapolación del consumo base y muestra su dependencia con la temperatura. Los consumos específicos que se grafican son los promedios diarios mensuales como función de la temperatura media mensual. En el período de un mes, la temperatura media coincide con las temperaturas efectivas^{3,4}. La línea de puntos es una extrapolación lineal de los consumos a altas temperaturas e indica cómo varía el consumo base con la temperatura. El área sombreada indica el consumo asociado con la calefacción. Los datos corresponden a todo el país, exceptuando la zona sur.

mente del contexto económico.

Un modo de caracterizar el *consumo base* de gas natural consiste en suponer que coincide con el consumo R durante los meses de verano. La componente del consumo R tiene un gran incremento a medida que las temperaturas descienden, ver figura 5, como consecuencia del encendido de la calefacción. Por su parte, el consumo base tiene un ligero incremento en los meses de invierno debido a que en estos meses, al partir de una temperatura menor, se requiere de más energía para calentar un volumen de agua dado. Este incremento en la energía se refleja en una ligera pendiente en los datos de consumo como función de la temperatura, figura 5, para $T > 20$ °C.

Protocolo de ensayo

Con el objeto de diseñar un ensayo que simule los consumos medios de los artefactos de calentamiento de agua, es necesario definir un protocolo que simule los consumos de agua caliente representativos de un usuario típico.

Un modo de estimar la variación del consumo base con la temperatura consiste en realizar una extrapolación lineal de los consumos a las temperaturas más altas, es decir $T > 20$ °C.

Esta extrapolación se indica en la figura 5 por la línea de puntos (verde) y se puede expresar de la siguiente manera:

$$Q_{esp}^{base}(T) = 3,6 - 0,08 \cdot T \text{ m}^3/\text{día} \quad (2)$$

La pendiente de esta recta implica que si la temperatura ambiente descendiese 10 °C, se incrementaría el consumo base en unos 0,8 m³/día, equivalentes a 7.400 kcal/día. Esta energía, suponiendo una eficiencia de calentamiento de agua de 0,6, podría calentar en 10 °C una masa de agua de unos 440 litros. Este dato nos

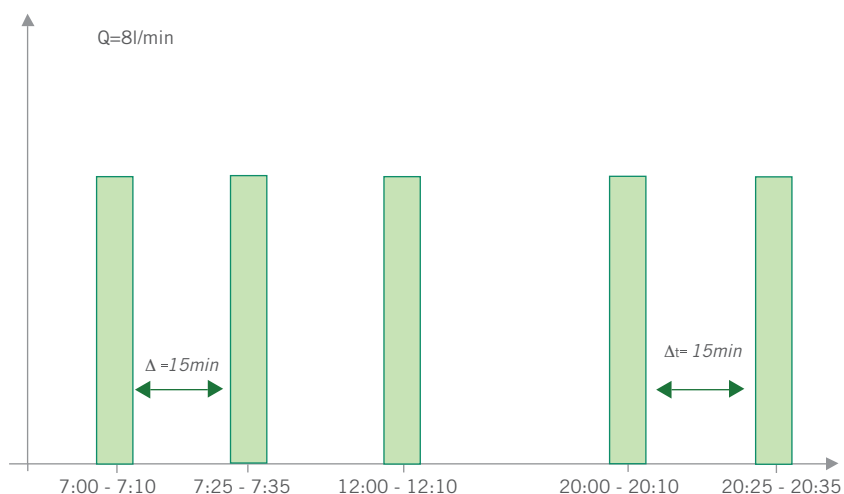


Figura 6. Protocolo de consumo de agua caliente en una vivienda típica, a un caudal de 8 l/min por 50 min ($\approx 0,8333$ h) a una temperatura de 40 °C.

permite estimar el requerimiento de agua caliente por usuario: si suponemos que una masa de 40 l se emplea para cocción, obtenemos una estimación de 400 l/día de agua caliente por vivienda.

Este consumo de agua caliente por vivienda es consistente con un uso de 8 l/min durante unos 50 minutos por día y corresponde a tres o cuatro duchas por día y a unos 30 minutos de lavado de platos, manos, etc. En la figura 6 se ilustra el protocolo de utilización de agua caliente.

El protocolo de ensayo de la figura 6 sirve, asimismo, para estimar los consumos de energía por año para distintos artefactos y así suministrar a los usuarios una estimación útil para comprar distintos equipos de calentamiento de agua.

Eficiencia de los artefactos

En general, la eficiencia (η) de un artefacto se puede definir en la siguiente ecuación:

$$\eta = \frac{\text{Energía útil}}{\text{Energía usada}} = \frac{\text{Energía usada} - \text{pérdida}}{\text{Energía usada}} = \frac{\text{Energía útil}}{\text{Energía útil} + \text{pérdida}} = \frac{Q \text{ útil}}{Q \text{ gas}}$$

En estas expresiones, la energía útil es aquella fracción de la energía que efectivamente brinda la prestación deseada. Cuando se mide directamente la energía útil, el modo de determinación de la eficiencia se denomina *método directo*, descrito por

el segundo término de la ecuación 1.

A veces, como en el caso de calefactores, es más conveniente y práctico medir la energía que se pierde, este es el método indirecto de determinar eficiencias, descrito por el tercer término de la ecuación 1. En el caso de una lámpara eléctrica, la energía útil es la fracción de energía (o potencia) que se irradia como luz visible. La energía usada es el total de la energía (o potencia) que se suministra a la lámpara. La diferencia entre la energía usada y la útil la denominamos *pérdida*, que en este caso sería la generación de calor.

En un calefón, la energía útil es la energía que se emplea en llevar una masa de agua dada de la temperatura ambiente a la temperatura de confort. Por su parte, la energía usada es la energía asociada al gas consumido (u otro combustible) para lograr este cambio de temperatura en el agua. La pérdida está asociada a la energía que se utiliza en calentar la chapa, energía que se irradia y que escapa

por la chimenea. El consumo de energía del piloto sería un ejemplo de consumo pasivo, que también se contabiliza como pérdida, ya que esta no se utiliza para calentar el agua, que es el objetivo fundamental del calefón.

La tecnología actual permite la fabricación de artefactos de gas que sustituyan los pilotos por sistemas electrónicos de autoencendido de muy bajo consumo energético. Este tipo de encendido es común en muchos artefactos de gas que ya se usan en el país y muy difundidos en Europa; además su costo es del orden de unos USD 20. Un piloto típicamente consume $0,5 \text{ m}^3/\text{día}$, como en la Argentina hay 7 millones de usuarios de gas natural y cada uno tiene al menos un piloto, es fácil ver que este consumo pasivo es del orden de $3,5$ millones de $\text{m}^3/\text{día}^{11}$. Sólo los pilotos de los artefactos a gas en la Argentina generan alrededor de $2,4$ millones de toneladas de CO_2 .

Eficiencia de calefones y termotanques

El esquema propuesto para determinar la eficiencia efectiva para el sistema de etiquetado consiste en calcular la energía asociada al consumo de gas del equipo a lo largo de un día, necesario para calentar un volumen de 400 l agua de la temperatura de entrada $T_e=17 \text{ }^\circ\text{C}$ a la temperatura de confort $T_c=42 \text{ }^\circ\text{C}$, en un ambiente cuyo temperatura es de $20 \text{ }^\circ\text{C}$. La energía asociada a esta elevación de temperatura de los 400 l resulta ser $Q_{\text{util}}=10.000 \text{ kcal}$. La energía asociada al volumen de gas consumido a lo largo de un día V_{gas} es $Q_{\text{gas}}=H_s \cdot V_{\text{gas}}$, siendo H_s el poder calorífico superior del gas.

Es importante tener en cuenta que el volumen de gas usado durante un día incluye tanto el gas usado en el quemador para calentar el agua como el gas asociado al consumo del piloto (si lo hubiese) y todas las pérdidas de calor, particularmente importantes en el caso del termotanque. De este

modo, todas las acciones que se adopten, tales como eliminar los consumos pasivos o mejorar la aislación térmica de los termostatos para minimizar las pérdidas pueden resultar en mejoras significativas de la eficiencia. En particular en el caso de calefones, la eliminación del piloto incrementa la eficiencia en un 25%. De este modo, el presente esquema de determinación de eficiencia traza un sendero de mejora claro y simple de seguir, que promueve una mejora en eficiencia de los artefactos de gas en un modo global.

Eficiencia de calefactores

En el caso de calefactores de tiro directo o balanceado, el esquema de uso se indica en la figura 7. En este caso, el calor útil ($Q_{\text{útil}}$) es el que queda en el interior de la habitación, y la pérdida ($Q_{\text{pérdida}}$) es el calor que sale por la chimenea al exterior. En este caso, la forma más simple y práctica de determinar la eficiencia es medir el calor perdido por unidad de tiempo y el volumen de gas consumido por el calefactor siguiendo un protocolo de uso.

El protocolo de consumo establece las proporciones de tiempo de un día, en el que el artefacto funciona en cada uno de los regímenes que posee: máximo, mínimo y *stand by* o piloto (si existe). La proporción de tiempo en el que el artefacto funciona en potencia máxima, mínima y *stand by* o piloto se define como 30%, 30% y 40% respectivamente de las 24 horas durante el período invernal, durante el cual el calefactor está en uso. El período invernal tiene una duración de 100 días. La eficiencia efectiva del calefactor, η_g ,

se define como un promedio pesado en estos tres modos de funcionamiento, máximo, mínimo y *stand by*.

El objetivo deseado de este procedimiento es que el equipo tenga el mayor rendimiento posible, tanto cuando opera en modo máximo como cuando opera en mínimo, y que no tenga piloto, o bien, que el calor generado por este sea aprovechado por el usuario.

Conclusiones

En este artículo se ilustra cómo se pueden implementar estándares de eficiencia que promuevan un uso más eficiente y racional de la energía, que pueden contribuir significativamente a lograr un autoabastecimiento de gas y a una reducción importante de las emisiones de GEI.

Los pilotos en la Argentina consumen al menos 3,5 millones de $\text{m}^3/\text{día}$. Estos volúmenes de gas son muy significativos y comparables con los volúmenes medios de gas importado de Bolivia (4,5 millones de $\text{m}^3/\text{día}$). En el caso de los calefones, estos consumos pueden eliminarse y en el de los termostatos, se puede aprovechar su aporte energético. En este sentido, la adopción de un esquema de etiquetado de eficiencia de artefactos de gas puede ser una herramienta muy útil para lograr que los gasodomésticos en la Argentina sean eficientes.

La experiencia internacional indica que el etiquetado de artefactos domésticos es una herramienta muy efectiva para lograr un uso más eficiente y racional de la energía. Para que esto positivamente ocurra, es crucial disponer de normas de determinación de

las eficiencias, que deben indicarse en las etiquetas, y que reflejen los consumos reales de los usuarios y tengan en cuenta todos los consumos de los equipos. En particular, que incluyan los consumos pasivos y todas las pérdidas de energía que tienen en su funcionamiento habitual.

De igual modo, siguiendo la experiencia de varios países, sería conveniente generar estímulos económicos y de financiación que promuevan la elección, por parte de los usuarios, de artefactos más eficientes. Como se dijo, esto se puede lograr con estímulos económicos y con campañas de educación y difusión públicas sostenidas en el tiempo. Educar a los niños y estudiantes en el uso eficiente y racional de la energía es de fundamental importancia para generar una conciencia y cultura en esta dirección. Por lo tanto, debería considerarse la posibilidad de incluir estos temas en la currícula escolar.

La atenuación de nuestra dependencia de gas importado podría ahorrar importantes recursos económicos. En la Argentina, más del 45% de la energía suministrada por el gas natural se pierde en distintos tipos de ineficiencias asociadas al sistema de transformación y a su uso.

Por citar dos ejemplos, la eficiencia media de las centrales eléctricas existentes tienen un valor medio del 45%, con cogeneración podría llevarse al 75% o al 80%. Mejoras en la aislación térmica de los edificios y viviendas podrían reducir en más del 50% el consumo de gas usado en calefacción¹⁴.

El esfuerzo por lograr un uso más racional y eficiente de la energía requiere de una acción coordinada, coherente y sostenida en el tiempo que, por su naturaleza, debe tener un enfoque abarcativo de los distintos componentes del problema: desarrollo de normativas, trabajos de gabinete y laboratorio, aplicaciones tecnológicas, programas educativos, etc. De hecho, el Decreto N.º 140/2007 es un aporte muy valioso para lograr un uso más racional y eficiente de la energía en la Argentina, y sienta las bases que dan sustento jurídico a desarrollos de este tipo.

Las ideas desplegadas en este artículo están siendo implementadas por las nuevas Normas Argentinas de Gas (NAG) que Enargas está desarrollando, en particular en las NAG-312,

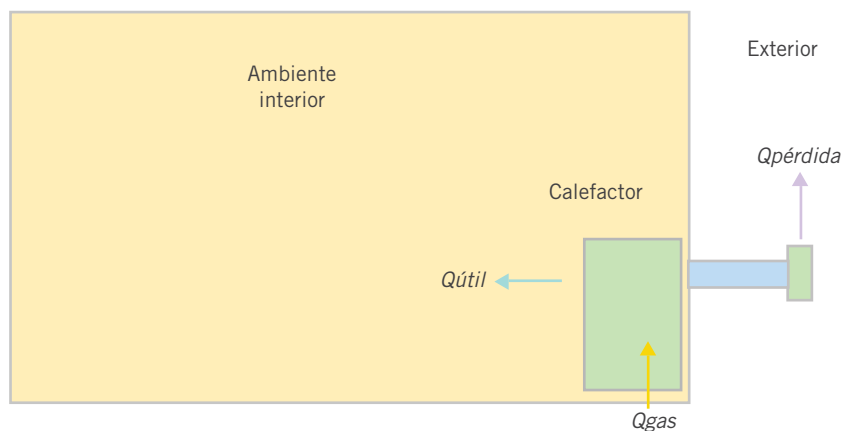


Figura 7. Esquema de funcionamiento de un calefactor. Q_{gas} es el calor contenido en el gas utilizado por el calefactor, parte de este queda en el interior como $Q_{\text{útil}}$ y otra parte se entrega al exterior en forma de $Q_{\text{pérdida}}$. Claramente: $Q_{\text{gas}} = Q_{\text{útil}} + Q_{\text{pérdida}}$.

313,314 y 315¹⁵. Las opiniones y los puntos de vista aquí vertidos son responsabilidad exclusiva de los autores. Estos pertenecen a la Escuela de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de San Martín, provincia de Buenos Aires. Salvador Gil se desempeña además en la Gerencia de Distribución de Enargas. ■

Referencias

- 1 IPCC Fourth Assessment Report, *Climate Change 2007*, disponible en: <http://www.ipcc.ch>
- 2 Rosenfeld, A. H., "The Art Of Energy Efficiency: Protecting the Environment with Better Technology", *Annu. Rev. Energy Environ*, N.º 24, págs. 33-82, 1999. Disponible en: <http://www.nrdc.org/air/energy/appliance/app1.pdf>
- 3 Rosenfeld, A. H. y D. Poskanzer, *A Graph Is Worth a Thousand Gigawatt-Hours*. Disponible en: http://www.energy.ca.gov/commissioners/rosenfeld_docs/INNOVATIONS_Fall_2009_Rosenfeld-Poskanzer.pdf
- 5 Collaborative Labeling and Appliance Standards Program (CLASP), disponible en: <http://www.clasponline.org/index.php>
- 4 Rosenfeld, A. H., "The Art of Energy Efficiency: Protecting the Environment with Better Technology", *Annu. Rev. Energy Environ*, N.º 24, págs. 33-82, 1999. Disponible en: <http://www.nrdc.org/air/energy/appliance/app1.pdf>
- 6 Gil, S. et al., "Modelo de Predicción de Consumo de gas natural en la República Argentina", *Petrotecnia XL*, N.º 3, Sup. Tecn. 1,1, junio de 1999.
- 7 Gil, S. et al., "Modelo generalizado de predicción de consumos de gas natural a mediano y corto plazo I", *Gas & Gas*. Año IV- N.º 48, 24-30, 2002 y IV- N.º 49, 2002.
- 8 Gil, S. et al., "Generalized model of prediction of natural gas consumption", *Journal of Energy Resources Technology Journals of The American Association of Mechanical Engineers*, junio 2004.
- 9 Gil, S.; L. Pomerantz y R. Ruggero, "Caracterización de los inviernos según su impacto en el consumo de gas natural" *Prerotecnia*, Año XLVI, N.º 04, págs. 98-110, septiembre 2005.
- 10 Gil, S., "Proyección de demanda de gas para mediano y largo plazo", *Petrotecnia XLVIII*, N.º 5, págs. 86-100, octubre 2007.
- 11 Gil, S. et al., "Posibilidades de ahorro de gas en Argentina- Hacia un uso más eficiente de la energía", *Petrotecnia*, Año L, N.º 2, págs. 80-84, abril 2009.
- 12 INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos Argentina) Vivienda, hogares y hábitat, <http://www.indec.gov.ar/>
- 13 "Por cada vivienda, hay un promedio de 2,8 habitantes", *Tiempo Argentino*, 20 de diciembre de 2010, disponible en: <http://tiempo.elargentino.com/notas/cada-vivienda-hay-promedio-de-28-habitantes>
- 14 Volantino, V. L.; P. A. Bilbao; P. E. Azqueta; P. U. Bittner; A. Englebert y M. Schopflocher, *Ahorro Energético En El Consumo De Gas Residencial Mediante Aislamiento Térmico En La Construcción*. Disponible en: <http://www.mastropor.com.ar/Novedades/07AHORRO.pdf>
- 15 Ente Nacional Regulador del Gas, ENARGAS, www.enargas.gov.ar