

¿Es posible disminuir nuestras importaciones de gas?

Por **Salvador Gil** (ECyT – UNSAM)

Un uso eficiente y racional de la energía podría ahorrar al país más de 24 mil millones de U\$S en los próximos 15 años.



Las importaciones de gas tienen un importante impacto en las cuentas públicas y la balanza comercial de Argentina. Por lo tanto, la posibilidad de reducir las importaciones es crucial para equilibrar diversas variables económicas del país. Si se analiza cómo se usa el gas en el país, se encuentra un resultado sorprendente; la energía que se emplea para calentar agua equivale a más de 55% del gas que se importa. Con medidas de eficiencia energética, aplicadas a equipos de calentamiento de agua, gran parte de este gas importado podría ahorrarse. Lo notable es que las medidas necesarias, además de producir ahorros importantes en importación de energía, del orden de 24 mil millones de U\$S en los próximos quince años, permitirían mejorar y modernizar los artefactos que usan los habitantes del país, a la par de generar un importante desarrollo industrial y económico y disminuir las emisiones de gases que producen efecto invernadero.

En la Argentina, el consumo de gas viene creciendo en forma sostenida a una tasa anual de 3%, duplicándose la demanda cada 22 años aproximadamente, como se ilustra en la figura 1. Por su parte, la producción nacional de gas ha venido disminuyendo, mientras que la importación ha

Consumo de gas natural, Año 2013

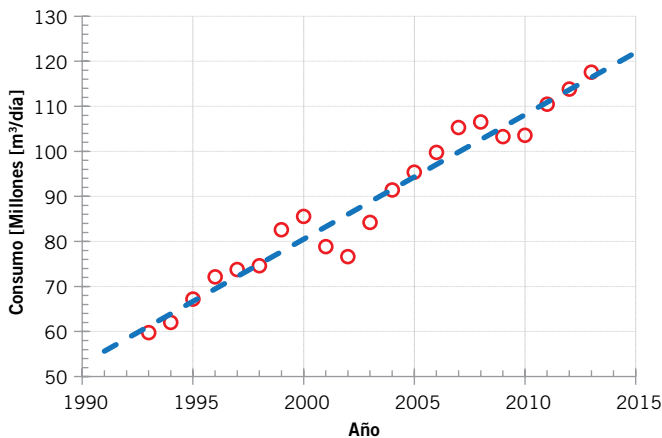
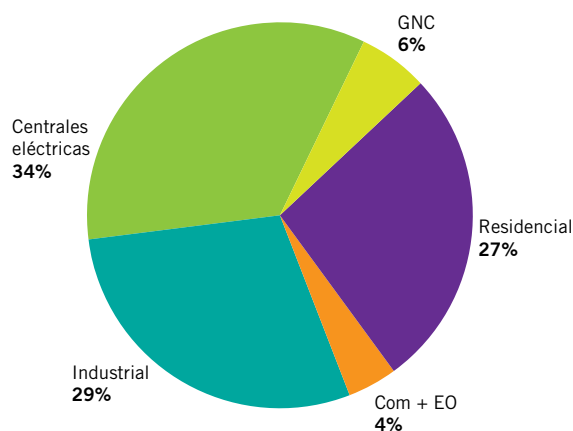


Figura 1. Consumo de gas natural en la República Argentina. En el gráfico superior se muestra cómo se distribuía el consumo en el año 2013. Com+EO es el consumo asociado a uso comercial y entes oficiales. Abajo se muestra la evolución del consumo total de gas. La tasa media de crecimiento del consumo es de 3% anual. A esta tasa, a menos que se introduzcan medidas activas que alteren esta tendencia, cada 22 años el consumo se duplicaría. Datos publicados por ENARGAS. (1)

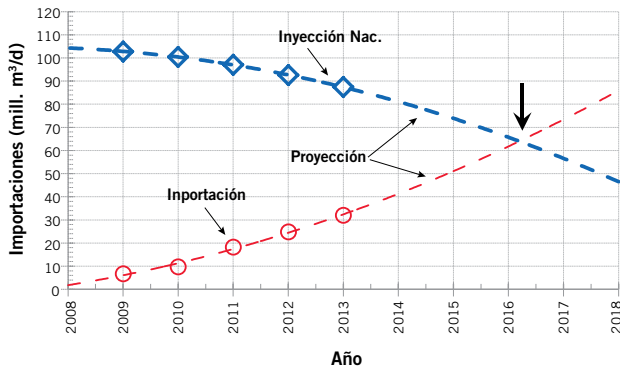


Figura 2. Evolución de la producción nacional e importación de gas natural. Usando un modelo polinómico de ajuste a los datos, la importación igualaría la producción nacional en 2,5 años aproximadamente.

venido creciendo sostenidamente. A menos que esta situación se revierta pronto, en los próximos 2 a 3 años, la importación de gas podría superar la producción nacional (ver figura 2).

El objetivo de la eficiencia energética es usar los mínimos recursos energéticos posibles, para lograr un nivel de confort deseado. Esta elección tiene sentido tanto económico como ambiental. Al usar menos combustibles para hacer las mismas actividades, se disminuye el costo de las facturas de los usuarios, se reduce la necesidad de ampliar la infraestructura energética y se mitigan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

El mayor costo inicial de los productos más eficientes se compensa con ahorros en la cuenta de energía durante su vida útil. Además, la mayor demanda de este tipo de productos estimula una mayor producción y disminuye su costo. Las rebajas en estos productos y sus menores consumos los vuelven más accesibles a sectores de bajos recursos. Una ventaja adicional del Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE) es que para aprovecharlo no son necesarias grandes y costosas obras de infraestructura.

Otra ventaja del UREE es que, al disminuir los consumos por usuario, se permite que una parte de la infraestructura ya existente quede disponible para que más personas o industrias tengan acceso a la energía liberada, sin necesidad de invertir en costosas ampliaciones ni agregar emisiones.

En el mundo se han desarrollado varias estrategias para estimular un uso más eficiente de la energía. Una de estas herramientas es el etiquetado en eficiencia energética de artefactos domésticos. (2) El etiquetado permite a los usuarios elegir y requerir equipos de menor consumo. En respuesta a esta demanda, los fabricantes se esfuerzan por producir artefactos más eficientes, generando un círculo virtuoso que mejora la calidad de los productos, y promueve un desarrollo tecnológico y económico. Estas acciones se armonizan y complementan con normativas regulatorias que promuevan la eficiencia energética.

En particular, en el cómputo de la eficiencia de los artefactos de uso doméstico, es importante incluir sus consumos pasivos, es decir, aquellos consumos que ocurren cuando los artefactos no están en uso. Como ejemplo podemos mencionar los consumos de los pilotos de los equipos a gas o las pérdidas de energía por las paredes de los termotanques. Estos consumos pasivos son significativos y

están presentes no solo en los artefactos de calentamiento de agua sino también en los sistemas de calefacción. Por lo tanto, hay en general más de un piloto por usuario.

Los pilotos de los artefactos a gas consumen 0,5 m³ por día. (3) Adoptando una política que estimule el uso de calefones con encendido electrónico, o sea artefactos con etiqueta clase A de la normativa vigente (NAG-313), gran parte de estos recursos se podrían ahorrar. De modo similar, usando termotanques más eficientes, se podrían ahorrar en promedio otros 0,5 m³/día por equipo. Se estima que en el país hay cerca de 11 millones de calefones y termotanques que, mejorando su eficiencia con la tecnología actual, ahorrarían unos 5,5 millones de m³/día de gas. La importación de este gas por barco (17 U\$\$/Millón de BTU o sea 0,63 U\$\$/m³) equivale a unos 1.250 millones de U\$\$/año, y esto es solo una parte de lo que podría lograrse con la eficiencia energética.

Con mejoras en la aislación térmica de viviendas, sería posible disminuir a la mitad el consumo de calefacción y refrigeración. Si a esto agregamos el uso de colectores solares para calentar agua sanitaria, estaríamos muy cerca de eliminar las necesidades de importación de gas. Esto es solo una fracción de lo que sería posible lograr con la tecnología disponible actualmente en el mercado.

En el presente estudio, nos restringimos a los ahorros que podrían lograrse solo en el calentamiento de agua, es decir, con calefones y termotanques a gas, mediante un potencial programa de reemplazo parcial por equipos solares híbridos solares-gas o solares-eléctricos, y equipos convencionales de mayor eficiencia, es decir, por artefactos clase A en eficiencia energética. También consideramos la incorporación de dispositivos economizadores de agua y su impacto en el consumo de gas.

Energía empleada en el calentamiento de agua

En la figura 3 se muestra la variación del consumo por usuario de gas residencial como función de los meses del año, para la zona norte y central del país. (4) Se observa que los consumos por usuario o consumos específicos residenciales tienen una dependencia muy fuerte con la temperatura.

Durante los meses estivales, o sea a temperaturas mayores a unos 20 °C aproximadamente, el consumo de gas

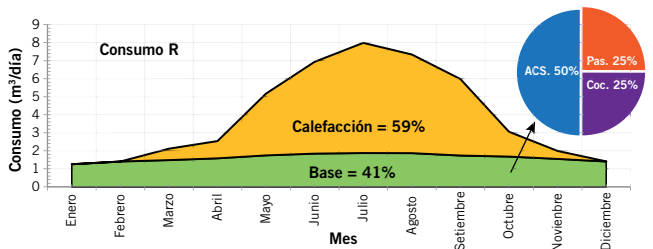


Figura 3. Variación de los consumos específicos R (residencial) como función de los meses del año 2013. El consumo base, cuyo valor es del orden de 2 m³/día, es el dedicado a cocción (coc.) y calentamiento de agua (ACS). El diagrama de torta muestra cómo se distribuye el consumo base. Los consumos pasivos son del orden del 25%. En los meses de invierno, al consumo base se agrega el consumo en calefacción que es muy estacional y dependiente de la temperatura.



es casi constante e igual a unos $2 \text{ m}^3/\text{día}$. Este consumo está asociado al calentamiento de agua y cocción. A este componente del consumo residencial, lo denominaremos consumo base. A medida que baja la temperatura, los usuarios comienzan a encender la calefacción.

Para un usuario típico de la región centro y norte de Argentina, de los $2 \text{ m}^3/\text{día}$ de consumo base, aproximadamente $0,5 \text{ m}^3/\text{día}$ se emplea en cocción y $1,5 \text{ m}^3/\text{día}$ se utiliza en el calentamiento de agua o Agua Caliente Sanitaria (ACS). De esta última cantidad, los consumos pasivos (pas.) contabilizan unos $0,5 \text{ m}^3/\text{día}$. (2)

A partir de ensayos de laboratorio, es posible estimar los posibles ahorros esperados con calefones y termotanques de mayor eficiencia. Pero no es sorprendente que, con equipos de mayor eficiencia que los actuales, es decir, los etiquetados como clase A, el ahorro promedio sería de unos $0,5 \text{ m}^3/\text{día}$ por usuario. (2)

En la República Argentina hay aproximadamente 7,7 millones de usuarios de gas natural y aproximadamente unos 4,5 millones de usuarios de gas licuado (GLP). De estos últimos, no todos tienen sistemas de calentamiento de agua, ya que muchos de los usuarios de GLP son de bajos ingresos y usan el gas solo para cocción. Sin embargo, se puede estimar que aproximadamente unos 3,3 millones tienen algún tipo de sistema de calentamiento de agua. De este modo, el número total de equipos para calentar agua, solo en el sector residencial, es de unos 11 millones de artefactos. Cada uno de ellos emplea $1,5 \text{ m}^3/\text{día}$ de gas, es decir que el consumo total de gas residencial, destinado al calentamiento de agua en el país, incluyendo GN y GLP, es de unos 16,5 millones de $\text{m}^3/\text{día}$.

Por un análisis similar, se encuentra que el sector comercial y oficial consume alrededor de 1,2 millones de $\text{m}^3/\text{día}$ en calentar agua. (5) De este modo en Argentina se emplean cerca de 17,7 millones de $\text{m}^3/\text{día}$ de gas en el

calentamiento de agua, equivalente a un 55% del gas importado en 2013.

Energía solar térmica en Argentina

Existen numerosos estudios de la potencialidad de la energía solar en Argentina, en particular, el "Atlas de Energía Solar de la República Argentina", elaborado por GerSolar de la Universidad Nacional de Luján, es uno de los más completos. (6) Orientando óptimamente estos paneles en cada latitud, es posible captar una radiación media en Argentina de unos $4,5 \text{ kWh}/\text{m}^2$. Este valor es una media para toda la región central y norte del país, donde se concentra más del 90% de la población. Con un colector solar de $3,5 \text{ m}^2$ de área, la energía solar que le llegaría sería equivalente a $1,5 \text{ m}^3$ de gas natural por día. En otras palabras, en solo $3,5 \text{ m}^2$, el Sol aporta tanta energía como la requerida para calentar toda el agua sanitaria que usamos, equivalente a un 60% del gas importado.

En una colaboración entre el ENARGAS - UNSAM y UNLu, se han realizado estudios que permiten cuantificar estos ahorros empíricamente. (7) Estos ensayos sugieren que en promedio, con colectores solares de aproximadamente $3,5 \text{ m}^2$, se podría ahorrar el 65% de la demanda de energía convencional para calentar agua. Esto es consecuencia de que no siempre es posible disponer del recurso solar, ya que durante días nublados o de lluvia el sistema no está disponible y se requiere del uso de fuentes convencionales de calentamiento.

El ahorro de gas natural por usuario usando sistemas híbridos de calentamiento de agua, en diez años, sería de $1,5 \text{ m}^3 \times 0,65 \times 3650 \approx 3.560 \text{ m}^3$; al costo del gas importado, este gas equivale a unos 2.100 U\$S, o sea que, el ahorro de gas importado podría cubrir el costo del equipo.

Los equipos híbridos sol-gas o sol-electricidad en Argentina tienen costos que oscilan entre 1.000 y 2.000 U\$S; para una producción nacional es del orden de unos 1.000 equipos por año. Es previsible que al aumentar su demanda, la producción a mayor escala reduzca su costo considerablemente. Incrementar la producción de estos equipos en el país generaría valor agregado, trabajo y empleo. Simultáneamente, esta alternativa reduciría considerablemente nuestras emisiones de GEI. Un sector particularmente beneficiado por el uso de estos equipos sería el de los más de 3,3 millones de usuarios de GLP, que disminuirían considerablemente su factura de energía. Además, los ahorros en GLP incrementarían el saldo exportable de este combustible, incrementando el ingreso de divisas.

Un lugar donde esta tecnología puede ser de mucha utilidad es en la región de Cuyo, NEA y NOA. Además de poseer una irradiación solar considerable, hay una población dispersa, que no tiene acceso al gas natural. El costo del tendido de redes se estima en aproximadamente 1.200 U\$S por usuario; es decir este sería el costo de llegar con un caño a una vivienda en una zona urbana. Esto no incluye el costo de gas, ni gasoducto ni instalación interna o artefactos. Una instalación interna se estima en unos 700 U\$S para una vivienda económica. De este modo, el costo de la instalación interna más los costos de red pueden estimarse en unos 2.000 U\$S, sin considerar el costo del gas. Por lo tanto, el uso de esta tecnología podría ahorrar, además, una importante inversión en tendido de redes en zonas de baja densidad, a la par de proveer las ventajas de tener agua caliente sanitaria a un costo reducido y minimizando los impactos ambientales.

Dado que en las ciudades más grandes de Argentina puede no ser siempre posible aprovechar esta tecnología, especialmente en zonas de gran densidad de edificios, en este estudio supondremos que la cobertura de esta tecnología será a lo sumo del 35% del total de los usuarios.

Sistemas de ahorro de agua

En los últimos años, han recibido mucha atención los equipos de ahorro de agua en todo el mundo. Estos dispositivos, a la par de reducir el flujo de agua en grifos y duchas, mejoran su distribución y efectividad en el lavado. Muchos hemos observado que es más difícil tomar una ducha de un grifo sin la "flor" o dispositivo de dispersión del agua en forma de lluvia. No solo es más incómodo ducharse sin la "flor," sino que además se utiliza mucha más agua. Actualmente, existen en el mercado internacional y nacional muchos sistemas que dispersan finamente el agua, aumentando su efectividad en el lavado y reduciendo considerablemente los volúmenes usados, tanto en los sistemas de duchas como en el de los grifos de los lavabos.

Además de aireadores de agua, existen reguladores de flujo para las duchas y grifos. Estos dispositivos son de fácil instalación y de bajo costo. Se pueden instalar en los sistemas estándares de provisión de agua. Los ahorros de flujos de agua varían entre 25% y 50%. Lo interesante es que en el caso del agua caliente, estos dispositivos también generan un ahorro en el consumo de energía necesario para calentar esta agua. En la Comunidad Europea, EE.UU., Canadá y Japón se han implementado programas para intro-

ducir masivamente esta tecnología en los hogares y para otros usos de agua caliente. (8) (9).

Los costos de estos equipos puede variar entre unos 50 U\$S y unos 100 U\$S, y pueden generar ahorros entre 25% y 50%.

Escenarios de cambio de equipos

Desde luego, el cambio de equipos no puede hacerse de modo repentino. Además, es necesario elaborar un plan de recambio que involucre una cuidadosa ingeniería financiera. Siguiendo el modelo adoptado en varios países de la Unión Europea y EE.UU., se podría generar un sistema de recambio de equipos, incluyendo cupones de descuento a los usuarios o descuentos de impuestos o tarifas, (10) (11) (12) para los que eligen equipos más eficientes de calentamiento de agua. Este incentivo se podría acompañar de un financiamiento de bajo interés de 2 a 4 años, pagadero con la tarifa de gas. De este modo, los riesgos de morosidad pueden minimizarse y estos ahorros financieros pueden ser transferidos a los usuarios.

Como la diferencia de costo en el mercado actual de las unidades tradicionales de calentamiento de agua (clase E o F) y las más eficientes, clase A, es de aproximadamente 100 U\$S, es previsible que negociando adecuadamente con los fabricantes de equipos se logren mejoras de precios para los más eficientes. Con un sistema de premios en efectivo, o descuentos diferidos en el consumo de gas, se generaría un fuerte incentivo para elegir los equipos más eficientes.

En algunos casos, en particular para usuarios de bajos recursos, tal vez sea necesario que el ente promotor del recambio, el Estado, asuma el costo total del equipo, o sea unos 400 U\$S. Si suponemos que de tres equipos reemplazados, 2 se financian mediante un descuento de 100 U\$S y uno se entrega sin costo al usuario, el costo promedio por usuario sería de unos 200 U\$S/equipo convencional reemplazado. Desde luego, esta ingeniería financiera se puede mejorar y variar sin mayores dificultades, pero este ejercicio sirve para ilustrar los posibles costos y beneficios del plan de recambio de equipos. Si a estos costos agregamos un subsidio de 100 U\$S para cubrir los costos de los sistemas de ahorro de agua, el subsidio total por usuario sería de unos 300 U\$S.

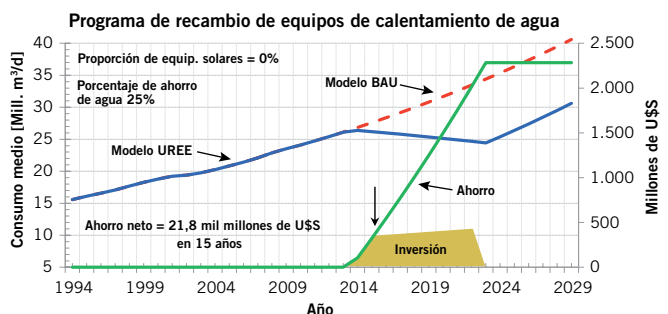


Figura 4. La línea roja de trazos es la evolución del consumo en el modelo BAU. La línea continua azul es la evolución del consumo de gas, aplicando un programa de recambio de artefactos en 10 años. La línea verde, referida al eje vertical derecho, representa el ahorro en millones de U\$S al año. El área sombreada, referida al eje vertical derecho, es el costo de la inversión. La flecha vertical indica el punto en que el ahorro supera la inversión. Caso 1, con 25% de ahorro en uso de agua.

En el caso de sistemas de calentamiento de agua híbridos, en este ejercicio suponemos un subsidio medio por equipo de 1.000 U\$S por equipo, que cubriría parcialmente su costo, su instalación y los sistemas de ahorro de agua. Por supuesto, este subsidio medio se podría abrir en subsidios mayores para sectores de bajos recursos y otros menores para los usuarios con capacidad de repago. En todos los casos, se generarían mecanismos de financiación a 2 o 3 años.

Es necesario proponer un tiempo en el que se puede lograr el cambio total de los equipos. En el presente ejercicio, suponemos un plan de recambio de **10 años**, con dos años de arranque. Durante estos dos años iniciales, el recambio es más lento, permitiendo generar experiencia y corregir posibles errores. Al cabo de los dos primeros años, el programa alcanzaría un nivel de reemplazo estacionario por el resto del período de recambio.

Con estas hipótesis, se puede modelar la evolución del consumo residencial en la Argentina, bajo dos supuestos: (13)

1. Modelo tendencial o **BAU** (*Business As Usual*), donde se describe la evolución del consumo sin cambios, siguiendo las tendencias históricas.
2. Modelo eficiente o **UREE**. Aquí se producen mejoras en los sistemas de calentamiento de agua, consistentes en: i) economizadores de agua para todos los usuarios, con distintos niveles de ahorro, ii) una fracción de los usuarios adopta equipos solares híbridos, iii) el resto, que continúa usando sistemas convencionales de calentamiento de agua, cambia a artefactos más eficientes, o sea los clase A. En los distintos escenarios, los niveles de ahorro de agua y la proporción de usuarios que adopta los sistemas híbridos varía. En todos los casos, el crecimiento vegetativo de los usuarios es el mismo y coincidente con el observado en los últimos 5 años.

A continuación, se presentan dos escenarios posibles.

Caso 1. Solo recambio de equipos convencionales + instalación de economizadores de agua con un nivel de ahorro de agua del 25%: Tomando como base los 11 millones de usuarios residenciales actuales, se obtienen los resultados que se indican en la figura 4.

El ahorro neto, es decir el ahorro acumulado en 15 años, es del orden de 21,8 mil millones de U\$S. El costo de la inversión inicial, hasta que la tasa de ahorro supera la tasa de inversión, es de 112 millones de U\$S. En este escenario, el consumo de gas residencial disminuye monótonamente con el inicio del programa. Como se observa en la figura, al cabo del segundo año, los ahorros superan la inversión inicial.

Caso 2. Recambio de equipos convencionales + instalación de economizadores de agua con un nivel de ahorro del 25% + 25% de los usuarios adoptan equipos híbridos: De nuevo tomando los 11 millones de usuarios residenciales actuales, se obtienen los resultados que se indican en la figura 5.

El ahorro neto, es decir el ahorro acumulado en 15 años, es del orden de 24,1 mil millones de U\$S. El costo de la inversión inicial es de 435 millones de U\$S. En este escenario, el consumo de gas residencial disminuye monótonamente con el inicio del programa.

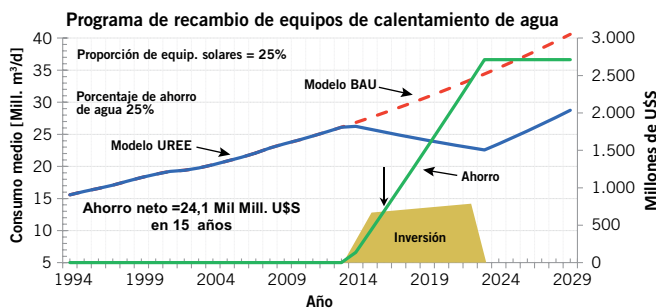


Figura 5. La línea roja de trazos es la evolución del consumo en el modelo BAU. La línea continua azul es la evolución del consumo de gas, aplicando un programa de recambio de artefactos en 10 años. La línea verde, referida al eje vertical derecho, representa el ahorro en millones de U\$S al año. El área sombreada, referida al eje vertical derecho, es el costo de la inversión. Caso 2.

Potenciales riesgos de un rebote

¿Es seguro que el UREE es una herramienta adecuada para reducir nuestros consumos de energía y mitigar las emisiones de GEI? Dicho de otra manera, ¿la innovación tecnológica para mejorar la eficiencia energética de los productos y sistemas puede reducir el consumo de energía y sus impactos ambientales? La respuesta, en base a lo discutido anteriormente, parece obvia y, sin embargo, no lo es. Este debate, sobre el impacto del cambio tecnológico sobre el consumo de combustibles y crecimiento económico, se remonta a mediados del siglo XIX.

Mientras físicos e ingenieros se esforzaban en desarrollar máquinas térmicas más eficientes, y que por lo tanto consumieran menos carbón, el economista inglés William Stanley Jevons, en 1865 en el artículo *The Coal Question*, formuló una interesante paradoja. Jevons sostenía que, contrariamente a la intuición, las mejoras en eficiencia no implicaban necesariamente una reducción del consumo de combustible, sino que llevaban a un aumento de la demanda del mismo. Las mejoras en eficiencia de los motores, por lo tanto, abarataron los productos que se producen y por consiguiente aumenta su demanda.

En definitiva, según Jevons, la eficiencia podría llevar a una aceleración del consumo de combustible (carbón), no a una disminución. En definitiva, hay un “rebote” del consumo. Sin embargo, la economía y las sociedades no son sistemas de suma cero. El aumento de la demanda también significa una ampliación de la base de consumo, es decir, más personas accediendo a los bienes y servicios.

El mismo asunto es examinado actualmente por los economistas modernos que estudian los efectos de rebote del consumo producido por mejoras en la eficiencia energética de bienes y servicios. Se consideran dos efectos, los directos asociados a un producto dado, digamos automóviles, y los indirectos. Estos últimos están asociados al hecho de que los ahorros liberados por una mayor eficiencia se usan para otros fines, viajes, etcétera, que también generan más demanda de combustibles.

Se observa que, en general, una mejora en la eficiencia baja los precios de los productos, que tiende a aumentar la demanda de estos productos. Así, no hay dudas de que el rebote tiende a contrarrestar, en parte, el efecto deseado de una mayor eficiencia. Desde otra perspectiva, una mayor

eficiencia acelera el crecimiento económico, y aumenta la inclusión en el consumo, que es un efecto deseable.

Desde el punto de vista ambiental, la cuestión es si el rebote de la demanda, combinada con una mayor eficiencia, es mayor o menor que las que hubiesen ocurrido sin las mejoras en eficiencia. Este aspecto ha sido analizado en muchos estudios recientes. (14) (15) (16) (17) Además, es importante señalar que cada caso particular debe ser analizado cuidadosamente y se deben evitar generalizaciones.

Por ejemplo, si los inodoros utilizan menos descarga de agua en su funcionamiento, es difícil pensar que los usuarios estarán propensos a usarlos más veces al día por esta mejora en su eficiencia. Sin embargo, no puede decirse lo mismo del caso de la eficiencia de acondicionadores de aire en regiones cálidas o del transporte terrestre o aéreo, sobre todo en regiones en países emergentes, donde una mejora en eficiencia y/o costo es previsible que tenga un rebote mayor.

En mercados maduros, como el existente en países desarrollados, el efecto rebote directo suele ser pequeño. Así, una mejora en la eficiencia de combustible los automóviles, no va asociado a un aumento significativo de los kilómetros manejados; por lo tanto, las mejoras en eficiencia reducen el consumo. Pero, incluso si la mayor eficiencia no reduce la cantidad total de combustible utilizado, persisten otros beneficios relacionados con la mayor eficiencia: se mejora la calidad de vida de los habitantes, se mitigan los aumentos de precios, escasez, las interrupciones en la economía y se mejora la seguridad de abastecimiento.

Por otro lado, el efecto de rebote puede ser atenuado con adecuada regulación. Solo a modo de ejemplo, cobrando una taza por emisión de carbono o ecotasa. De este modo, se genera un incentivo a usar los vehículos más eficientes y a no aumentar el kilometraje. Lo mismo puede hacerse con otros artículos, para evitar que los usuarios continúen usando sus viejos e ineficientes refrigeradores, se puede generar un plan canje, que con un descuento adecuado en la compra de uno nuevo más eficiente, haya que restituir el antiguo para su disposición de manera “amigable” con el ambiente.

La paradoja de Jevons se produce cuando el efecto de una mayor demanda predomina, o sea, se produce el *backfire*. Esta circunstancia ha sido utilizada para argumentar que el UREE puede ser inútil, una mayor eficiencia puede aumentar

el consumo de energía. Sin embargo, varios estudios muestran que si bien el efecto de rebote existe, rara vez ocurre el *backfire*. Por ejemplo, si la eficiencia de un acondicionador de aire aumenta, tal vez lo usemos más. En promedio, los efectos de rebote en diversos artefactos oscilan entre el 10% y el 50%. Por lo tanto, a la larga hay un efecto positivo. De hecho, la figura 6 ilustra claramente los beneficios de la eficiencia para el caso del consumo de electricidad en el estado de California. Por otra parte, una mayor eficiencia puede mejorar el nivel de vida material general y mejorar el acceso a bienes y servicios de sectores de menores recursos, lo que debe ser considerado como un efecto también positivo.

En resumen, el UREE es una herramienta poderosa y útil para lograr disminuir nuestras emisiones de GEI, pero dista de ser una panacea, y sus efectos deben ser analizados críticamente y su instrumentación acompañada de regulaciones que conduzcan a lograr los efectos deseados.

En el caso especial del calentamiento de agua, o la eliminación de los consumos pasivos, es difícil pensar que debido a que los calefones sean más eficientes, los usuarios se ducharán más seguido. Lo mismo puede decirse de los sistemas de calentamiento de agua híbridos. Por lo tanto, en estos casos es de esperar modestos rebotes.

Conclusiones

Del análisis realizado, se observa que un programa de recambio de equipos de calentamiento de agua, por los más eficientes del mercado, resulta altamente conveniente desde múltiples puntos de vista.

Si solo se reemplazan equipos convencionales, combinado con economizadores de agua que reduzcan el consumo de agua en un 25%, en 15 años se generaría un ahorro neto del orden de 21,8 mil millones de U\$S en gas importado. Si consideramos un escenario donde incluimos economizadores de agua que reduzcan el consumo de agua en un 25%, y reemplazamos el 25% de los equipos convencionales por equipos solares híbridos, en 15 años se generaría un ahorro neto del orden de 24,1 mil millones de U\$S en gas importado. La reducción en emisiones de CO₂ alcanzaría uno 109 Tg, o sea 109 millones de toneladas de CO₂, al cabo de 15 años.

La mayor demanda de artefactos más eficientes que se produciría en el país, generaría un fuerte estímulo para el desarrollo de estas industrias, con el consecuente aumento en el empleo. En realidad, el costo programa solo demandaría una inversión modesta, durante los primeros dos o tres años. A partir de este punto, el programa lograría su autofinanciación, con los ahorros obtenidos del gas importado. Es muy posible que, consensuando con los fabricantes de equipos, los costos del programa de recambio puedan disminuirse considerablemente, ya que al aumentar la escala de producción, muchos gastos se podrían reducir. Asimismo, esta es una estimación que no tiene en cuenta los ahorros que se podrían generar incluyendo los usuarios comerciales y entes oficiales. La disminución de emisiones de CO₂ sería muy importante, y a un valor de 5 U\$S/tonelada de CO₂, 109 Tg de CO₂ tendría un valor equivalente a 550 millones de U\$S, que eventualmente podrían negociarse como bonos verdes.

Es interesante notar que la inversión inicial es en pesos, ya que las industrias que producirían los equipos serían de

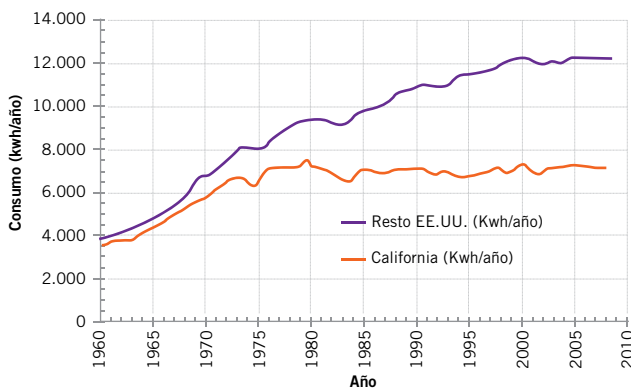


Figura 6. Evolución del consumo eléctrico per cápita en California y el resto de los EE.UU. A partir de los años 70, cuando se implementan estándares de eficiencia en California, combinados con un fuerte incentivo al desarrollo de productos más eficientes, el consumo per cápita prácticamente permanece constante, mientras que en el resto de ese país el consumo tuvo un incremento de más del 50%. (18)

origen nacional. Por otra parte, los ahorros en GLP, generarían un saldo exportable adicional, que implicarían el ingreso de divisas.

En este trabajo se ilustra la potencialidad de la eficiencia energética en Argentina. Desde luego, un programa de este tipo, debería estar acompañado de una campaña educativa y medidas que promuevan un uso más racional y eficiente de la energía en el país.

Por último, los detalles de los cálculos y, desde luego, la estrategia del programa de recambio, se puede mejorar por un estudio más pormenorizado; lo que se busca en este estudio es simplemente desarrollar un esquema que permita visualizar y estimular el desarrollo de un plan más desarrollado y efectivo. ■

Referencias

1. ENARGAS. *Datos operativos del sistema de gas*. Buenos Aires, Argentina: ENARGAS www.enargas.gov.ar, 2014.
2. Bezzo, E., y otros. *Eficiencia de calefones. Importancia de los consumos pasivos*. Buenos Aires, Argentina – 25, 26 y 27 de septiembre de 2013: s.n., 2013. Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía - ELUREE2013.
3. Cozza, P. L., y otros. *Impacto de los consumos pasivos en artefactos a gas en el consumo de energía*. Buenos Aires: s.n., 2010. Congreso Mundial de la Energía.
4. Prieto, R. y Gil, S. [ed.] *¿Cómo se distribuye el consumo residencial de gas? Modos de promover un uso más eficiente del gas*. IAPG. 5, Buenos Aires: s.n., diciembre de 2013, *Petrotecnica*, Vol. LIV, págs. 86 - 92.
5. Gil, S. [ed.] y et. all. *Etiquetado de artefactos a gas, Hacia un uso más eficiente de la energía*. IAPG. p.104-109, Buenos Aires: *Petrotecnica*, IAPG, diciembre de 2011, pág. 104. LII.
6. H. Grossi-Gallegos y R. Righini. *Atlas de energía solar de la República Argentina*. Buenos Aires: GerSolar UNLu, 2007. ISBN 978-987-9285-36-7.
7. A. Lanson y R. Righini, E. E. Benítez, E. Bezzo, E. Filloy, A. Roldán, H. Unger, L. Iannelli, S. Gil. [ed.]. *Hacia un uso más eficiente del gas. Aprovechamiento de la energía solar en Argentina*. ASADES. Buenos Aires: www.eluree.org, 2013. Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía - ELUREE2013.
8. Andreas Uihlein, Oliver Wolf. *Development of a background report for water using products (WuP)– Identification of suitable product groups*. 2010.
9. Cordella, M., y otros. *Developing an evidence base and related product policy measures for «Taps and Showers»*. European Commission: Joint Research Centre Institute for Prospective Technological Studies (IPTS), 2013.
10. US Department of Energy (DOE). *Residential energy efficiency tax credit*. US Department of Energy (DOE). s.l. : DOE, 2014. págs. <http://energy.gov/savings/residential-energy-efficiency-tax-credit>.
11. *Tax credits, rebates & savings*. Department of Energy, DOE. s.l.: US Department of Energy (DOE), 2014. pág. <http://energy.gov/savings>.
12. US ENERGY STAR. *Special Offers and Rebates from ENERGY STAR Partners*. 2014. pág. http://www.energystar.gov/index.cfm?fuseaction=rebate.rebate_locator.
13. Gil, S. *Modelo de predicción del consumo de gas natural en la República Argentina*. 03, sup. tec. 1, Buenos Aires: s.n., junio de 1999, *Petrotecnica*, Vol. XL.
14. A. Greening, L y David L. Greene, Carmen Difiglio. *Energy efficiency and consumption—the rebound effect—a survey*. 6-7, s.l.: Energy Policy, 2000, Energy Policy, Vols. 28 (6–7): 389–401, págs. 389–401.
15. Small, Kenneth A. y Dender, Kurt Van. *The Effect of Improved Fuel Economy on Vehicle Miles Traveled: Estimating the Rebound Effect Using U.S. State Data, 1966–2001*. Retrieved 2010-09-01. Berkeley: s.n., 21 de 9 de 2005, Policy and Economics (University of California Energy Institute, UC Berkeley).
16. Tollefson, J. *Experts tangle over energy-efficiency rebound effect Report suggests that efficiency gains could be overwhelmed by rising demand*. s.l.: Nature, 2011. <http://www.nature.com/news/2011/110217/full/news.2011.101.html>. 17 Feb.
17. Nordhaus, J. Jenkins M. Shellenberger and T. *Energy Emergence: Rebound and Backfire as Emergent Phenomena*. Report of the Breakthrough, 2011. http://thebreakthrough.org/archive/new_report_how_efficiency_can.
18. Rosenfeld, A.H. *The Art Of Energy Efficiency: Protecting the Environment with Better Technology*. s.l.: Annu. Rev. Energy Environ, 1999, Annu. Rev. Energy Environ., Vol. 24, págs. 33-82. <http://www.nrdc.org/air/energy/appliance/app1.pdf>.