



Análisis del consumo eléctrico residencial

La heladera o refrigerador o frigorífico es uno de los electrodomésticos más difundido en todo el mundo. Resulta fundamental para preservar los alimentos frescos. Actualmente se dispone de tecnologías maduras, seguras y cada vez más accesibles a los usuarios. El número de refrigeradores en uso, en los países en desarrollo y emergentes, se espera que se duplique en los próximos 15 años, con unos dos mil millones heladeras en esos países¹. Por otro lado, el refrigerador es el electrodoméstico de mayor consumo eléctrico en los hogares en casi todo el mundo. Si bien las potencias de otros electrodomésticos son muy

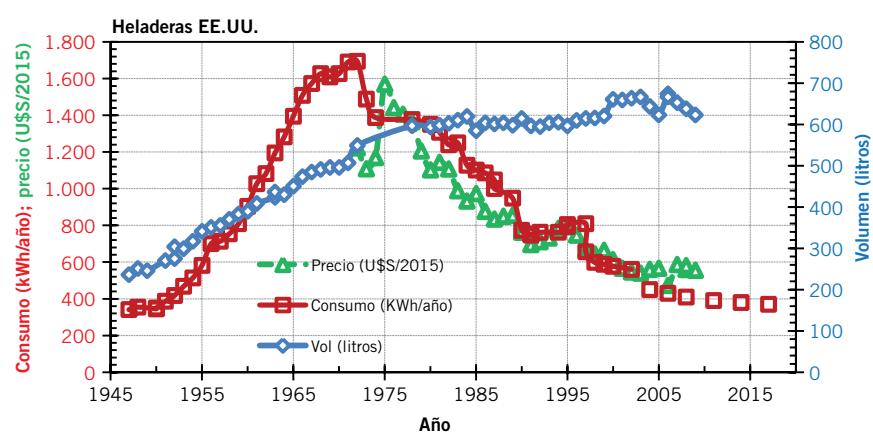


Figura 1. Evolución del consumo (símbolos cuadrados rojos, referidos al eje vertical izquierdo), precio promedio de las heladeras vendidas (triángulos verdes, referido al eje vertical izquierdo), y su volumen o capacidad media (rombos azules, referidos al eje vertical derecho). Nótese que la energía que consume la heladera promedio descendió sin que eso implique una disminución en su volumen o un aumento de precios (los cuales están ajustados a USD de 2015)². Una heladera moderna típica consume unas nueve veces menos que una heladera similar de 1973³.

Por qué renovar la heladera: eficiencia energética de refrigeradores

Por **Ángel Bermejo** y **Jorge Fiora** Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI-Energía); y **Salvador Gil** (Universidad de San Martín - UNSAM)

Las heladeras constituyen el principal consumo de electricidad en el sector residencial de la Argentina. Auditorías energéticas realizadas en hogares de la Ciudad de Buenos Aires y Gran Buenos Aires indican que las heladeras representan el 24% ($\pm 10\%$) del consumo residencial y aproximadamente el 8% del consumo total eléctrico del país. Es de destacar que las heladeras antiguas consumen alrededor del doble que las nuevas con etiquetas.



superiores a la heladera, en general, permanece encendida las 24 horas los 365 días del año. Los refrigeradores, como veremos, se presentan en un amplio rango de consumos. Los equipos nuevos tienen consumos hasta diez veces menores que los de hace tres décadas y casi un tercio que los equipos de hace 15 años. En la figura 1 se muestra la evolución histórica del volumen promedio, el consumo

energético y el costo promedio de las heladeras en los Estados Unidos. Esta figura indica que el tamaño promedio de estos artefactos ha aumentado de manera continua a lo largo del tiempo. Hasta 1973, el consumo de energía también fue creciendo, momento en que comienzan a implementarse políticas activas de eficiencia energética en los Estados Unidos y en Europa. A partir de ese año, el consumo medio de los refrigeradores disminuye y lo más llamativo es que el precio promedio también comienza un proceso descendente, a pesar de que su tamaño medio siguió en aumento. La figura 1 muestra la falacia de que la mejora en el rendimiento de los equipos aumenta sus costos.

Además, deja en evidencia como los estándares de eficiencia, junto a

los sistemas de etiquetado en eficiencia, impulsaron los avances tecnológicos (aislamiento térmico, motores más eficientes, etc.), logrando reducir los consumos de energía de los refrigeradores desde su pico en 1973.



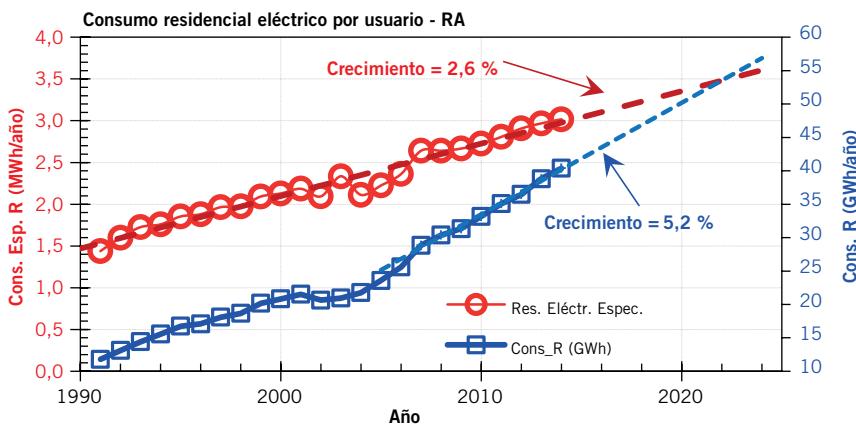


Figura 2. Variación del consumo específico eléctrico (consumo por usuario) como función del tiempo (círculos rojos, referidos al eje vertical izquierdo) y consumo eléctrico total residencial (cuadrados azules, referidos al eje vertical derecho). Como se observa, el consumo eléctrico residencial total es la variable que tiene el mayor crecimiento, el promedio del último lustro es de un 5,2%.

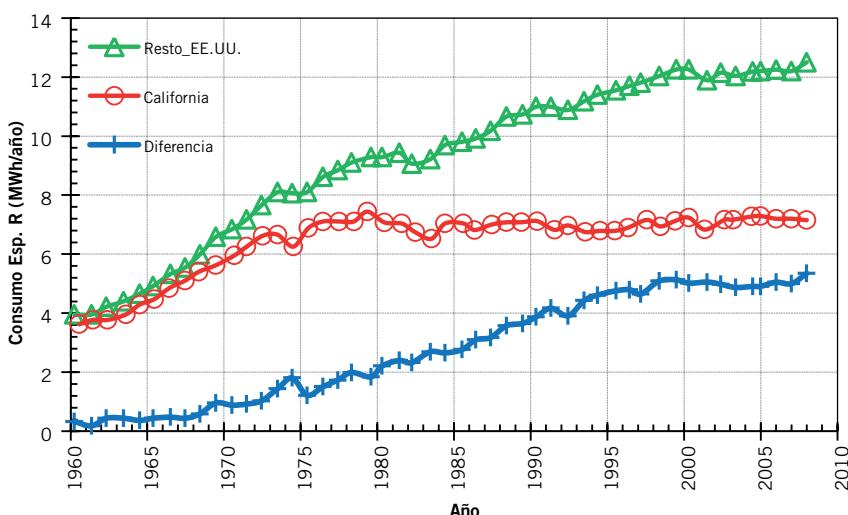


Figura 3. Variación del consumo específico eléctrico como función del tiempo para el estado de California (círculos rojos) y el resto de los estados de Estados Unidos (triángulos verdes). La diferencia se indica por las cruces azules. El ahorro logrado por California respecto de los otros estados es comparable al consumo total de la Argentina.

Además del consumo de electricidad, los refrigeradores tienen múltiples impactos ambientales, en particular el escape de gases usado en el circuito de refrigeración (Hidrofluorocarbonos (HFC) y otros gases fluorados o gases F), en particular cuando se desecha el refrigerador. Algunos de estos gases fluorados más antiguos dañan la capa de ozono y causan calentamiento global. Además, algunos de estos gases F son miles de veces más potentes que el CO₂ como gas de efecto de invernadero. Por esta razón, muchos gases F fueron prohibidos. En la actualidad se usan gases que tienen un menor impacto en el ambiente.

En la figura 2 se observa la variación del consumo eléctrico residencial total y el consumo eléctrico específico, es decir el consumo eléc-

trico por usuario² (o medidor) para la Argentina. La primera de estas variables, el consumo eléctrico residencial, es la que presenta el mayor cre-

cimiento, un 5,2%, y se duplica cada 15 años aproximadamente. Este alto crecimiento genera muchos desafíos, tanto en la generación, como en el transporte y la distribución de la electricidad, lo que se traduce en un incremento muy significativo en el costo del kWh residencial.

Otra característica importante de los consumos residenciales es que son poco elásticos, es decir no varían apreciablemente con los ciclos económicos. Esto se evidencia en la figura 2, en el período de recesión entre 2000 y 2003, los consumos residenciales no disminuyen en la misma magnitud que varía la economía (PBI) y contrastan con los consumos industriales, que son fuertemente dependientes de los ciclos económicos. Este hecho se puede interpretar admitiendo que los usuarios residenciales, en tiempos de recesión, disminuyen la adquisición de nuevos artefactos, pero continúan usando los que ya han adquirido.

Es importante destacar que este incremento tan alto del consumo específico residencial observado en la Argentina no es una condición natural o lógica. Si observamos lo que pasó en los últimos años en California (Figura 3) y el resto de los Estados Unidos (Figura 4), podemos comprobar que esta situación no es inexorable.

En la figura 3 se representa la variación del consumo específico eléctrico como función del tiempo para el estado de California y el resto de los estados de Estados Unidos. Existe un amplio consenso en que la diferencia que esta figura muestra, conocida como efecto Rosenfeld⁴, es consecuencia de las normativas y estándares de eficiencia que California ha impuesto muy efectivamente desde los años setenta.

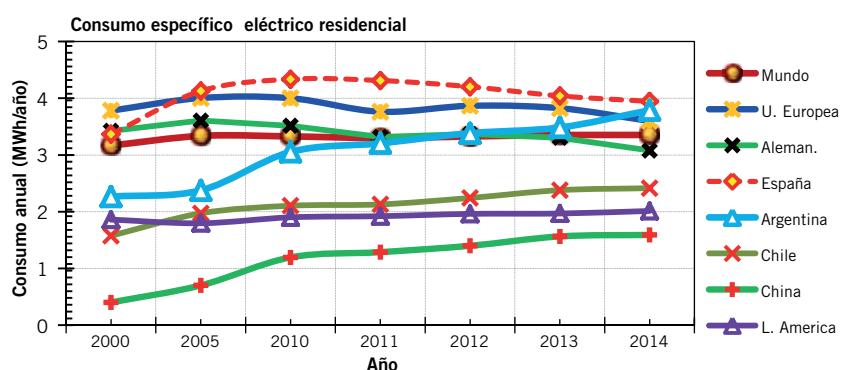


Figura 4. Variación del consumo específico eléctrico residencial (consumo específico R) en función del tiempo para varios países y regiones del mundo. Como se ve, pocos países presentan un crecimiento tan alto del consumo específico eléctrico como el argentino.



Invertimos en energía, para producir más energía.

Somos Pampa, una empresa integrada con foco en exploración, producción y distribución de electricidad, gas y petróleo.



www.pampaenergia.com

Pampaenergía

Confiar. Invertir. Crecer.

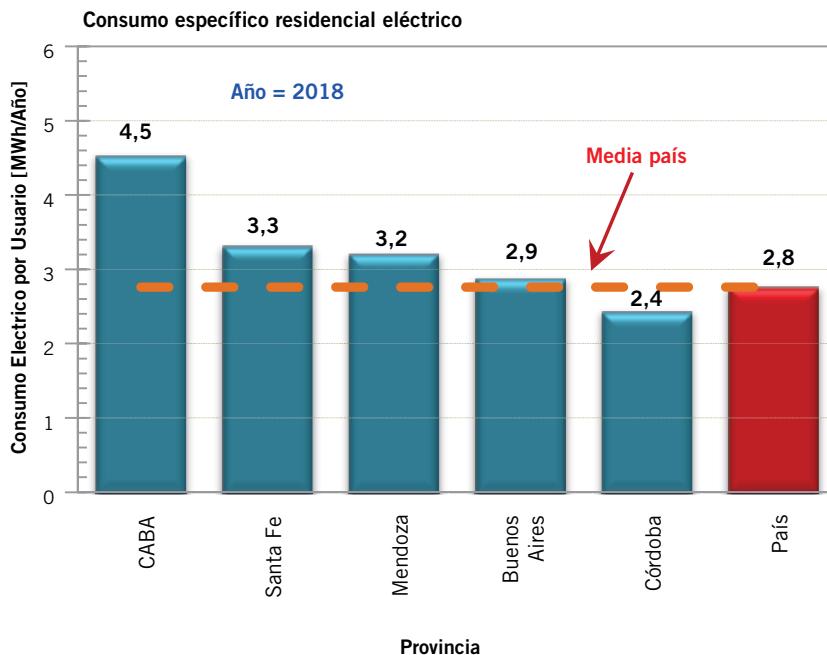


Figura 5 Consumos eléctricos específicos residenciales promedio para las principales ciudades de la Argentina proyectados al 2018, tomando un crecimiento anual de un 2,6%, partiendo de los datos de la fuente.

Por último, en la figura 4 se muestra la evolución del consumo específico de varios países como función del tiempo. Pocos países presentan un crecimiento tan alto del consumo específico eléctrico como la Argentina. En el nivel mundial se observa un amesetamiento del consumo y en los países de la Unión Europea se observa una tendencia a la baja. Por su parte China tuvo un crecimiento alto, pero su crecimiento económico

en las primeras décadas del nuevo siglo fue muy notable⁵.

Tomando como base el crecimiento del consumo eléctrico específico residencial del 2,6% anual de la figura 2, podemos proyectar los consumos específicos medios para las distintas provincias al 2018 (Figura 5)⁶. Estos valores surgen de un análisis *top-down*, es decir, a partir de datos globales del consumo residencial. Por otro lado, el análisis basado en las auditorias individuales, o análisis *bottom-up*, nos permite conocer cómo se reparte este consumo medio entre los distintos artefactos.

Anatomía del consumo eléctrico residencial - análisis *bottom-up*

Para analizar la distribución de consumos eléctricos en el sector residencial, se realizó un estudio exhaustivo en una muestra de 75 viviendas pertenecientes a estudiantes de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) y habitantes del Barrio Cuartel V del partido de Moreno, Buenos Aires, que participaron voluntariamente en este estudio⁷. Para ello, se le proporcionaba a cada voluntario un equipo de medición de potencia y consumo eléctrico⁸. Se solicitó que en cada casa se realizara una medición de la potencia de consumo de cada artefacto eléctrico y se estimara tiempo de uso de cada uno.

En algunos artefactos, como la heladera, se medía el consumo diario a lo largo de todo un día. De este modo se tenía en cuenta el hecho de que las heladeras consumen energía en forma intermitente, con ciclos de funcionamiento y parada del compresor. En el caso del lavarropas, se medía el consumo de todo un ciclo de lavado típico y se estimaba el número de veces que se realizaba esta operación por semana. En el caso de lámparas, se dividían en dos grupos, aquellas de uso frecuente y las de uso ocasional. Para cada grupo se estimaba su tiempo medio de uso.

Por último, se ajustaban los tiempos de uso de cada artefacto, hasta que los consumos anuales calculados de cada artefacto concordaban con el informado por las facturas de electricidad dentro de un 5%. Cuando se

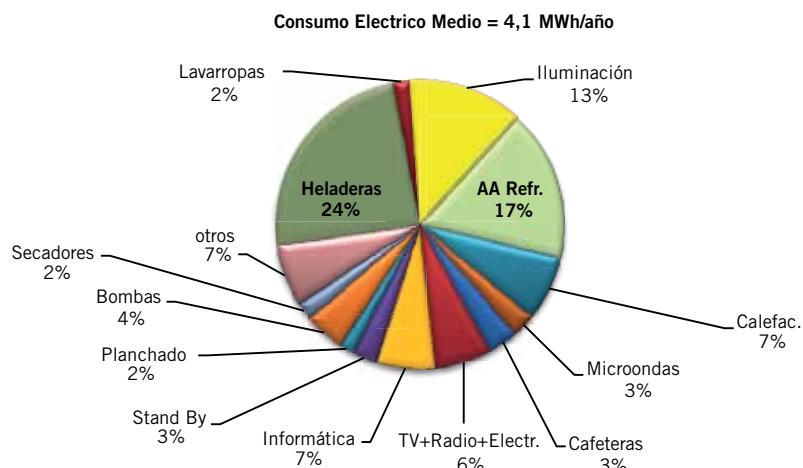


Figura 6. Consumo eléctrico residencial calculado a partir de una muestra de 75 casas de voluntarios de la UNSAM de nivel socioeconómico medio en la región de CABA y GBA, y habitantes del partido de Moreno de nivel socioeconómico medio bajo. Fuente: elaboración propia.

lograba esta concordancia, se obtenía la torta de consumo de cada hogar. Con este procedimiento fue posible realizar un gráfico de distribución del consumo eléctrico. En la Figura 6 se muestra el resultado para el conjunto de la muestra analizada.

El consumo medio de la muestra fue de 4,1 MWh/año, que es comparable con los consumos medio de CABA y Buenos Aires de la figura 5. Esto sugiere que la muestra utilizada es consistente con el comportamiento promedio de esta región del país, obtenida del análisis *top-down*. Como se observa, el consumo más importante en las viviendas de esta zona es el de las heladeras, que representa un 25% del consumo total eléctrico residencial. En segundo lugar, aparece el aire acondicionado con un 17% y, en tercer lugar, la iluminación con un 13% del total. Este consumo de iluminación residencial resulta considerablemente inferior a los registrados en el pasado⁹, lo cual es comprensible, ya que son consumos realizados en 2006, anteriores a la prohibición de las lámparas incandescentes en 2010. Entre 2016 y 2019, que es cuando se realizó este estudio, las lámparas fluorescentes compactas (LFC) ya cubrían casi el 45% y las leds, según nuestro relevamiento, el 33% del parque. Dado que las lámparas LFC tienen una eficacia luminosa de casi un factor 5 respecto de las incandescentes, es natural que el consumo de iluminación sea en 2017 y 2018 muy inferior al que teníamos en 2006.

Los consumos indicados en la figura 6 para la Argentina, se comparan muy bien con los registrados en la región central o continental de España. En ese país se realizó un estudio mucho más exhaustivo y completo, cuyos resultados son muy similares a los encontrados localmente, en particular los mayores consumos residenciales son similares^{10, 11}.

Como resulta claro, no todos los usuarios de la muestra estudiada tienen consumos similares. Por el contrario, si se separa en cuatro cuartiles según su consumo, se observa que el consumo medio de cada cuartil es diferente (Figura 7).

Un hecho notable del análisis de la figura 7 es la gran dispersión de los consumos, el consumo medio del cuatro cuartil es 14 veces mayor que el del primer cuartil, incluso cuando

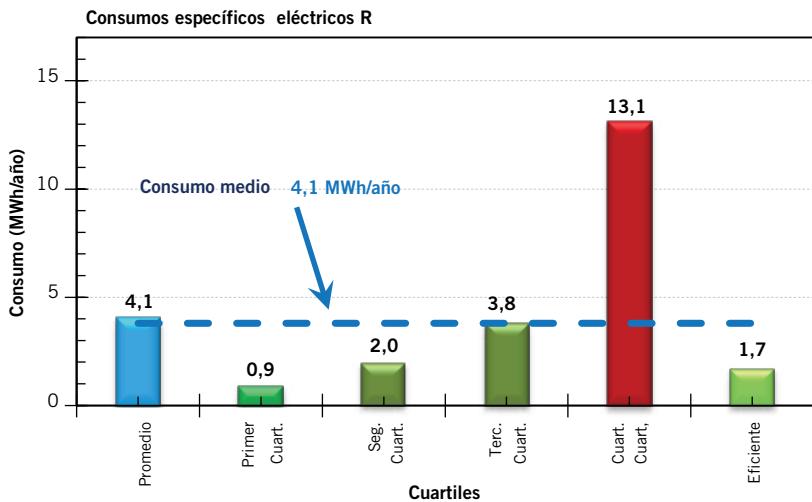


Figura 7. Distribución del consumo específico eléctrico residencial calculado a partir de una muestra de 75 viviendas, separado en cuatro cuartiles según su consumo total eléctrico. La primera barra corresponde al consumo promedio y la última, al consumo estimado para un usuario que hace un uso eficiente de los recursos. La muestra corresponde a un grupo socioeconómico de nivel medio y bajo en la región de CABA y GBA. Fuente: elaboración propia.

el número medio de habitantes por vivienda es similar.

dicha etiqueta, según la Norma IRAM 2404 o su actualización a la IRAM 2004-3-2015.

En la figura 10 se muestra un resultado paradigmático: el consumo medido como función del tiempo para una heladera tipo A en eficiencia energética. Su volumen era de 258 l de frescos y 76 l de congelados, con un consumo nominal según la etiqueta de 342 kWh/año. El consumo medio observado fue, en promedio, de 452 kWh/año, o sea un 32% superior.

La diferencia se debe en gran parte a cómo, según esta norma, se miden

Consumo de las heladeras

Un hecho notable en el análisis de las heladeras es que los consumos medidos para este artefacto también muestran una gran dispersión, como se observa en la figura 9. Por otra parte, en las heladeras que disponían de etiqueta de eficiencia, se observa que los consumos reales eran entre el 20% al 40% más alto que los indicados en

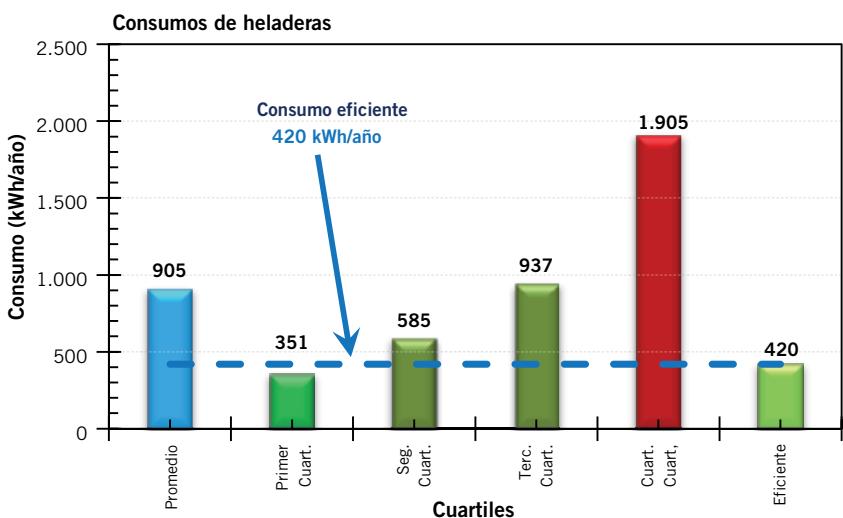


Figura 8. Distribución del consumo eléctrico de heladeras calculado a partir de una muestra de 75 viviendas. La primera barra (celeste) es el valor del consumo medio. Las otras barras representan los valores medios del consumo en cada uno de los cuatro cuartiles. La muestra corresponde a un grupo socioeconómico de nivel medio y medio bajo en la región de CABA y GBA. Obsérvese que el consumo medio del último cuartil es casi 6 veces el consumo del primer cuartil. Nótese que una heladera familiar con etiqueta A (última barra), actualmente tiene, luego de afectar su consumo nominal por el 30% correspondiente al uso, un consumo menor que la mitad del consumo promedio de las heladeras actuales.



los consumos. Según la Norma IRAM 2404, el consumo de las heladeras de clima templado se realiza en un ambiente de 25 °C, con la heladera cargada, pero después que se alcanzó el equilibrio térmico y con las puertas cerradas. Desde luego, en condiciones reales, las puertas se abren varias veces al día y además se introducen nuevos alimentos a temperatura ambiente para enfriarlos.

En la figura 9 se indica con la línea de trazos verde, como serían las mediciones de consumo acumulado según el valor nominal del consumo indicado en la etiqueta. Los círculos celestes indican las mediciones de consumo acumulado como función del tiempo de la heladera, solo abriendo las puertas para retirar alimentos, pero sin cargar nuevos productos. Las cruces rojas corresponden a los consumos, después de introducir unos 10 l de agua a temperatura ambiente cada día. Por último, las cruces violetas, que se ajustan con la recta negra gruesa, son los datos obtenidos con la heladera usada en condiciones habituales de abrir las puertas y cargar de alimento, para una familia de tres personas. Este incremento de consumo respecto del valor indicado en la etiqueta se observó con ligeras variaciones para todas las heladeras ensayadas que tenían etiqueta de eficiencia.

En un estudio separado, se presentan los resultados más detallados de los efectos de aperturas de puertas con diversos tiempos y distintas cargas¹². Por ahora, solo podemos afirmar que el consumo real de una heladera es alrededor del 30% ($\pm 15\%$) del consumo nominal indicado en la etiqueta. Abrir

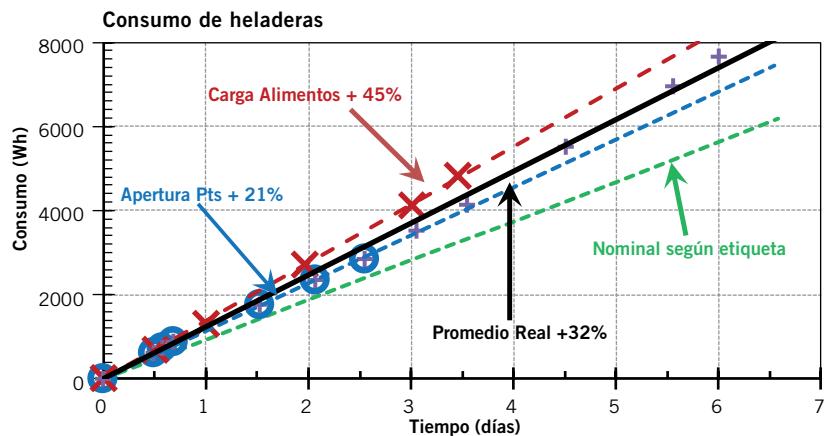


Figura 9. Consumo acumulado de una heladera Clase A en distintas condiciones de operación a lo largo de 4 días de medición. La línea verde punteada sería la variación del consumo en función del tiempo, tomando como base el valor indicado en la etiqueta de eficiencia energética. Los círculos azules son los resultados de la medición al abrir y cerrar la puerta, pero sin cargar la heladera. Las cruces rojas, el resultado de la medición agregando una carga de 10 l de agua por día. La línea negra (ajuste de las cruces violetas) corresponde al consumo promedio de uso habitual.

y cerrar la puerta de la heladera produce un incremento menor en el consumo que cargar la heladera. Mientras se carga la heladera típicamente con 10 l de alimentos o agua, al abrir la heladera se intercambia calor con a lo sumo 300 l de aire que equivalen a una masa de agua de $300/4 \text{ ml} = 75 \text{ ml}$ (la densidad del aire es 1000 veces menor a la del agua y su calor específico unas 4 veces menor). Además, en un tiempo típico de apertura de una puerta, de algunas decenas de segundo, es difícil que el intercambio de aire con el exterior se realice completamente. Por otra parte, cuando se carga una heladera con unos 5 sachets de leche y unas tres botellas de gaseosas, se introduce una masa equivalen-

te a unos 10 l de agua. Lógicamente enfriar 10 litros de agua requiere más energía que hacer lo mismo con 75 ml de agua. Esta es posiblemente la razón de que el consumo de la heladera, indicado por las cruces rojas, aumente al 45%, como se muestra en la figura 9. Las personas hacen las compras con menos frecuencia de lo que abren y cierran la puerta de la heladera, en promedio el incremento resulta del orden del 30% (Figura 9).

El hecho de que la Norma IRAM 2404 subestime los consumos reales no es necesariamente un problema grave. Hay normas internacionales que incluyen aperturas de puertas, pero esto complejiza los ensayos y los hace más costosos^{13, 14}. Por otra par-

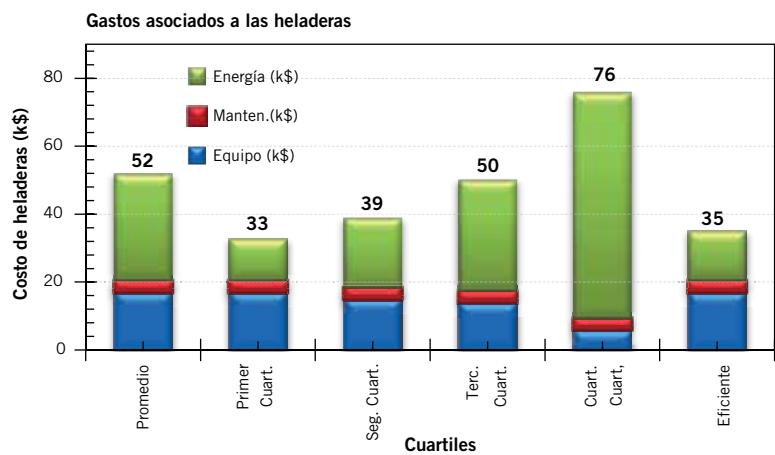


Figura 10. Costo de una heladera a lo largo de 10 años. Se incluye el costo del equipo (barra celeste), manutención y reparación del equipo (barra roja) y costo de la energía (barra verde) reducido a valor presente. Las unidades son miles de pesos argentinos (k\$). Como puede apreciarse, el mayor costo en una heladera a lo largo de 10 años es el de la energía. Nótese que una heladera usada de hace 15 años genera un costo total de mantenimiento 2,7 veces mayor que una heladera nueva clase A.



GENERAMOS **FUTURO**

MÁS DE 30 AÑOS BRINDANDO SOLUCIONES INNOVADORAS
EN GENERACIÓN DE ENERGÍA Y COMPRESIÓN DE GAS.
Estamos preparados para nuevos desafíos.

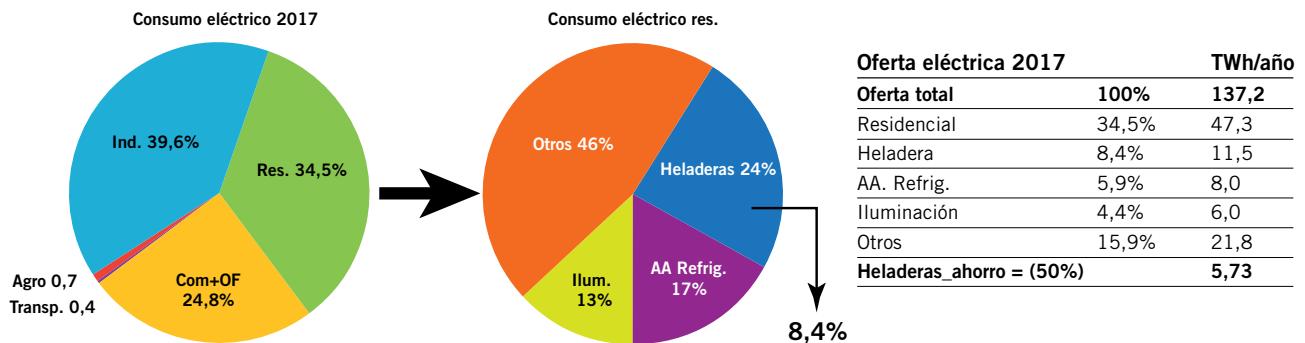


Figura 11. En el panel izquierdo se muestra la distribución del consumo eléctrico en los distintos tipos de usuarios en la Argentina en 2017¹⁶. En el panel del medio, se muestra cómo se distribuye el consumo eléctrico residencial entre los principales consumos del hogar, equivalente a la figura 7. Las heladeras representan el 8,4% del consumo total eléctrico. En la tabla se muestra la magnitud de la oferta total eléctrica y cómo se distribuye entre los principales usos.

te, los ensayos con puerta cerrada son simples, económicos y útiles a la hora de establecer un ranking confiable para realizar un etiquetado en eficiencia energética.

Según vemos en la figura 8, entre los consumos de las heladeras del primer cuartil y cuarto cuartil hay una variación de un factor de 6. Partiendo de que el costo del kWh en esta zona central de la Argentina es, en promedio, de unos 4\$/kWh, incluyendo cargo fijo e impuestos y suponiendo una vida útil de la heladera de 10 años, podemos calcular el costo total de la heladera (con los gastos de mantenimiento y energía reducidos a valores presentes). Suponemos un gasto de mantenimiento de un 25% del valor de la más costosa. Tomando una tasa de descuento del 5%, obtenemos el gráfico de la figura 10, donde se observan los costos del equipo, mantenimiento y energía a lo largo de 10 años (los valores están expresados en miles de pesos argentinos, al 24 de febrero de 2019). Resulta evidente que el mayor costo en una heladera a lo largo de 10 años de uso es el de la energía. Nótese, que el equipo más barato, una heladera usada de hace 15 años, genera un costo total de mantenimiento 2,3 veces mayor que una heladera nueva clase A, o mejor. Por eso, la primera recomendación a los usuarios es no comprar equipos usados, ni heladeras con una etiqueta inferior a la A. Por la misma razón no es una buena idea preservar un equipo antiguo como segunda heladera¹⁵. Si se necesita un segundo equipo, es aconsejable adquirir uno con buena eficiencia energética, ya que a la larga se ahorra dinero.

En el mercado local, actualmente se puede adquirir una buena heladera familiar (de unos 300 litros de volumen total interno) etiqueta A, por

unos \$17.000, equivalente a unos USD440. Su consumo anual, en uso (incluyendo un 30% de corrección al consumo indicado en la etiqueta) puede generar un consumo efectivo anual de unos 420 kWh/año o menos.

Potenciales ahorros de electricidad por recambio de heladeras

En la figura 8 se observa que el valor medio del consumo de las heladeras en esta muestra es de 905 kWh/año. Una heladera A, incluso con la corrección de consumo por uso (aperturas de puerta y carga de alimentos) es de 420 kWh/año, es decir se puede lograr un ahorro del 54%. Por lo tanto, si tenemos en cuenta que en 2017 el consumo residencial eléctrico representó el 34,5% del consumo eléctrico, resulta que las heladeras consumen el 8,4% de toda la energía eléctrica del país, como se ilustra en la figura 11. El potencial ahorro por reemplazo de un viejo equipo, previo al etiquetado, por una heladera con etiqueta A, es del 54%. El potencial ahorro que se podría lograr con un plan canje de heladeras no etiquetadas por otras con etiqueta A, sería del orden del 4,5% de consumo eléctrico total, es decir unos 5,7 TWh/año. Esta energía es comparable a la generación de una gran central eléctrica, como Atucha II.

Posibilidades de un plan de cambio de heladeras en el sector residencial

Según los datos de dos encuestas realizadas independientemente y de las auditorías en las 75 viviendas, el porcentaje de heladeras clase A, o me-

jor, en uso es de alrededor del 30% ($\pm 15\%$). Por otra parte, si consideramos como susceptible de ser cambiada todas aquellas cuyo consumo excede los 600 kWh/año, el porcentaje de heladeras en estas condiciones sería del 65% ($\pm 10\%$). En cuanto al número total de heladeras, no hay un dato preciso, pero si estimamos que el 90% de los usuarios conectados a las redes eléctricas, cuyo número se estima en unos 13 millones, la cantidad de heladeras sería de unos 11,7 millones. Por lo tanto, el número de equipos susceptibles de ser cambiado sería de $0,65 \times 11,7$ millones = 7,6 millones.

A un costo de USD400 por equipo, ya que al comprar por mayor se espera un descuento de, al menos el 10%, el costo total de este cambio sería del orden de USD 3.000 millones. Por otra parte, el ahorro anual de energía sería de unos 5 TWh/año. Este número, como se indicó previamente, es comparable a la generación anual de una gran central como Atucha II o Embalse. Por otro lado, si se realizase el cambio en solo la mitad de la población de heladeras antiguas, el costo sería la mitad, al igual que el ahorro. Sin embargo, el ahorro anual sería de unos 2,5 TWh, comparable a la generación de una central como Atucha I. Si suponemos una vida útil por artefacto de 15 años, el costo del MWh sería de USD42. Este valor es comparable con los que se están licitando con las fuentes eólicas y solar en la Argentina, pero con la diferencia que en este precio, ya se incluye el costo del transporte y la distribución. Mejor aún, al reducir el consumo, se libera capacidad de transporte y distribución.

En otras palabras, un programa de recambio de heladeras tiene un costo mucho menor de USD/MWh que ge-

nerar esta energía con fuentes fósil o renovable. Además, el costo se distribuye entre los usuarios, a los que en principio solo sería necesario facilitarles una buena financiación y quizás algún subsidio a los sectores de bajos ingresos. Los usuarios recibirían un doble beneficio: la prestación del servicio de refrigeración por un equipo nuevo y una reducción en sus facturas de electricidad. Por parte del Estado, el beneficio sería promover una actividad industrial importante: la fabricación de heladeras y postergar inversiones en aumento de la infraestructura de transmisión y distribución.

Conclusiones

En este estudio de auditorías energéticas en viviendas de la zona de la Ciudad de Buenos Aires y el Gran Buenos Aires, encontramos que las heladeras son el artefacto eléctrico de mayor consumo en los hogares de esta región de país, posiblemente de todo el país, constituyendo un cuarto del consumo residencial y un 8,4% de consumo total eléctrico.

El parque de heladeras tiene entre un 60% y un 70% de heladeras poco eficientes, con consumos que en promedio duplican los de las heladeras A o mejores (A+, A++ o A+++) en eficiencia energética. El potencial ahorro generado por un recambio de estos artefactos antiguos por los nuevos etiqueta A o superior sería del orden del 4,2% del consumo total eléctrico del país, o sea equivalente a unos 5,7 TWh/año, comparable a la generación de una gran central eléctrica como Atucha II.

Un plan de cambio de estos artefactos, aun realizándolo en el 50% de las heladeras antiguas, generaría un ahorro de energía comparable con toda la energía que produce una gran central eléctrica como Atucha I. El costo del recambio de equipos que produciría un ahorro de 1 MWh sería del orden de 42 USD/MWh. Esto es más económico que la generación de esta misma energía por cualquier tipo de central eléctrica, convencional o renovable.

Los usuarios se beneficiarían por la prestación del servicio de refrigeración por un equipo nuevo y una reducción en sus facturas de electricidad. Ade-

más, se promovería una actividad industrial importante: la fabricación de heladeras. Al demorar las necesidades de inversiones en infraestructura de transmisión y distribución, podría no ser necesario el incremento de las tarifas eléctricas.

Por último, el sistema eléctrico se favorecería al disminuir la demanda que, en los horarios pico, presenta una gran vulnerabilidad. Desde luego, una medida así, generaría una fuerte reducción de las emisiones de gases de efecto de invernadero, un compromiso que el país asumió y todos esperamos que se concrete.

Agradecimientos

Agradecemos a la Dra. A. Schwint por la lectura y valiosas sugerencias realizadas. También a todos los colegas y los alumnos de la UNSAM que participaron en estas auditorías, a los vecinos de Cuartel V de Moreno, provincia de Buenos Aires, que con la colaboración de la Fundación Pro Vivienda Social (FPVS) hicieron posible la realización de este trabajo. Por último, en especial agradecemos al Lic. Raúl Zavalía de la FPVS y a todo su equipo y al apoyo brindado por el subsidio CONICET-YPF.

Bibliografía

1. UN Environment - Global Environment Facility, United for Efficiency (U4E). *Climate-friendly and energy-efficient refrigerators*. NY: United Nations, Environment Programme, 2017. <https://united4efficiency.org/>.
2. ACEEE, American Council for an Energy Efficient Economy. *How your refrigerator has kept its cool over 40 years of efficiency improvements*. ACEEE. [Online] 2019. <https://aceee.org/>.
3. *A review on test procedure, energy efficiency standards and energy labels for air conditioners and refrigerator-freezers*. T.M.I. Mahlia, R. Saidur. 2010, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 14, pp. 1888-1900.
4. *The Art Of Energy Efficiency: Protecting the Environment with Better Technology*. Rosenfeld, A.H. 1999, Annu. Rev. Energy Environ., pp. 33-82. 24.
5. European Environment Agency (EEA). European Environment Agency (EEA). *Odyssee energy efficiency index* . [Online] Febrero 20, 2019. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/odyssee-energy-efficiency-index-odex-2>.
6. Estadísticas económicas Ciudad de Buenos Aires. Consumo de energía en la Ciudad de Buenos Aires en 2013. [ed.] https://www.google.com.ar/url?sa=t&rc=t=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj6rPap_9vQAhWMHpkAHZDnCRcQFggZMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.estadistica-ciudad.gob.ar%2Feyc%2Fwp-content%2Fuploads%2F2015%2F04%2Fir_2014_663pdf&usg=AFQjCNFUdDyHD7gl_m. Marzo 2014.
7. "Gas versus Electricidad: Uso de la energía en el sector residencial", Gastiarena, M. and *et al.* [ed.] IAPG. Buenos Aires: s.n., Abril 2017, *Petrotecnia*, Vol. LVI, pp. 50-60.
8. OWL, Wireless Energy Monitor. [Online] https://www.tlc-direct.co.uk/Technical/DataSheets/Owl/CM119_User.pdf.
9. Tanides, C.G. *Manual de Iluminación Eficiente, Efficient Lighting Initiative (ELI)*. Buenos Aires: www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/, 2006.
10. IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. *PROYECTO SECH-SPAHOUSEC Análisis del consumo energético del sector residencial en España*. Madrid: <http://www.idae.es>, 2011.
11. "Evaluación del consumo eléctrico en el sector residencial de mar del plata propuestas de ahorro y eficiencia energética". Jacob, S. B. and *et al.*, 2012, *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 16, pp. 06.65-06.72.
12. *Variación del consumo eléctrico de heladeras por apertura de puertas y carga de alimentos*. Bermejo A., Fiora J. y Gil S. 2019, ERMA.
13. *Test standards for household refrigerators and freezers I: preliminary comparisons*. Kruger R. and Bansal, P. K. 1, s.l.: Int. J. Refrig., 1995, Vol. 18, pp. 4-20.
14. *Domestic Refrigerators: Field Studies and Energy Efficiency Improvement*. Bhatt, M Siddhartha. s.l.: Journ. Scient.& Industr. Res., 2001, Vol. 60, pp. 591-600.
15. Mooney, Chis. why it's not Okay to have a second refrigerator. *The Washington Post*. Nov. 26, 2014.
16. *Balances energéticos*. Balances energéticos - Ministerio de Energía y Minería. 2015, <http://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3366>.
17. Davis, L. Evidence of a decline in electricity use by u.s. households uncategorized. Energy Institute at Haas. s.l.: <https://energyathaas.wordpress.com>, 2017. ■