



¿Es posible “generar” 750 MW de electricidad a costo cero?

Plan de recambio de heladeras

Por **Salvador Gil, Balbina Griffa, Adrián Gutiérrez
Cabello, Agustina Ciano**
ECyT y EEN - UNSAM

En este informe se discute la ventaja social, económica y medioambiental de promover un programa de recambio de heladeras domésticas en la Argentina. En varios estudios se muestra que un recambio de heladeras –al precio de la energía actual– generaría un ahorro a lo largo de su vida útil superior a su costo. Es un ejemplo adicional de cómo la eficiencia puede convertirse en una herramienta eficaz para mitigar la pobreza, las emisiones y para mejorar la calidad de vida de las personas.

El uso racional y eficiente de la energía es una conducta que beneficia económicamente a los ciudadanos, ya que nos permite reducir el costo de nuestras facturas de energía. Asimismo, permite preservar valiosos recursos naturales para las próximas generaciones y mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, responsables en gran medida del calentamiento global, cuyas consecuencias son cada vez más visibles. Además, contribuye a impulsar el desarrollo de artefactos que cada vez usan menos energía para brindar las mismas o mejores prestaciones. Al producirse estos dispositivos en forma masiva se abaratan sus costos. De este modo, con equipos más económicos y de menor consumo, podemos llevar los beneficios de la energía a más personas y aumentar la inclusión. Además, se reduce el costo de las facturas, se disminuyen los desembolsos en subsidios por parte de Estado y se contribuye a lograr una sociedad más sostenible. De este modo, el uso racional y eficiente de la energía (UREE) se transforma en una herramienta eficaz y poderosa para mitigar la pobreza y las emisiones.

Consumos eléctricos argentinos

En la figura 1 se muestra la matriz eléctrica de la Argentina y su distribución según su uso para 2019. En particular, el sector residencial utiliza cerca del 35% de la electricidad consumida en el país.

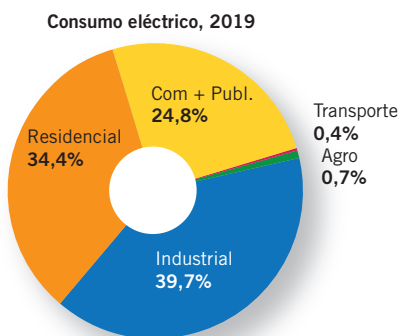
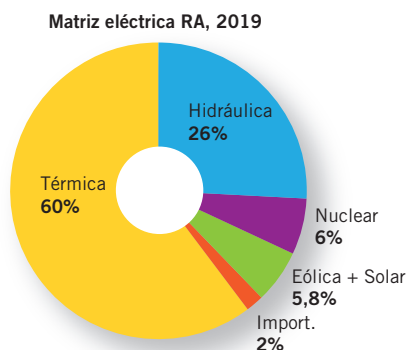


Figura 1. A la izquierda, distribución de la generación eléctrica argentina según su fuente para 2019. A la derecha, la distribución del consumo en los principales usos finales de electricidad.¹ La generación eólica y solar fotovoltaica en 2019 alcanzó cerca del 6%, casi igual a la nuclear.

Consumo eléctrico = 3,91 MWh/año

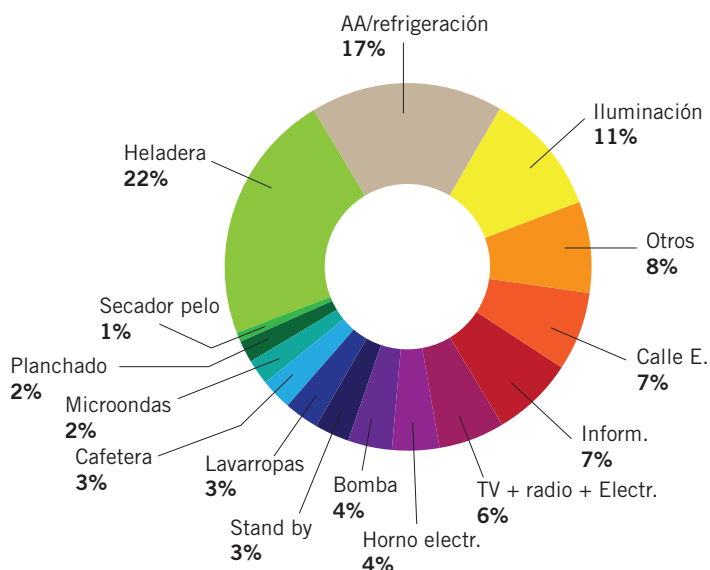


Figura 2. Consumo eléctrico residencial obtenido a partir de una muestra de 99 viviendas de la región de CABA y GBA de nivel socioeconómico medio. Las viviendas que se incluyen en esta figura tienen sistemas de calentamiento de agua a gas natural.

A su vez, los consumos en el sector residencial han sido analizados con estudios *bottom-up*, es decir que se realizaron auditorías energéticas en unas 200 viviendas particulares, 98 de ellas en sectores de extracción socioeconómica media y 102 en familias de bajos recursos.^{2,3} Si seleccionamos aquellos artefactos que funcionan con electricidad, la distribución de consumos se muestra en la figura 2.

En la figura 2 el consumo medio de la muestra fue de 3,9 MWh/año, valor comparable con los consumos promedios de CABA y la Provincia de Buenos Aires, obtenido de da-

tos globales de facturación, que se muestran en la figura 3.⁴ Esto indica que los consumos de la muestra de la figura 2 son consistentes con el comportamiento promedio de esta región del país.

Cuando la vivienda usa gas para el agua caliente sanitaria (ACS), el consumo eléctrico más importante es el de las heladeras, que representa un 21% del consumo total eléctrico residencial. En segundo lugar, aparece el aire acondicionado con un 16% y, en tercer lugar, la iluminación con el 11% del total. En la figura 2 no están incluidas las viviendas con sistemas eléctricos de ACS. En las viviendas con sistemas a ACS eléctrico, este consumo sobrepasa al de la heladera en un factor de 5 a 10. El número medio de habitantes por vivienda en nuestra muestra fue de 3,1 personas por hogar. Este valor es comparable con el valor medio de la Argentina de 3,3 personas por hogar.⁵

Implicancias de un plan de recambio de heladeras en la Argentina

El valor medio del consumo de las heladeras en la muestra estudiada resultó ser de 830 kWh/año. Una heladera "A" tiene un consumo medio de unos 330 kWh/año, es decir que

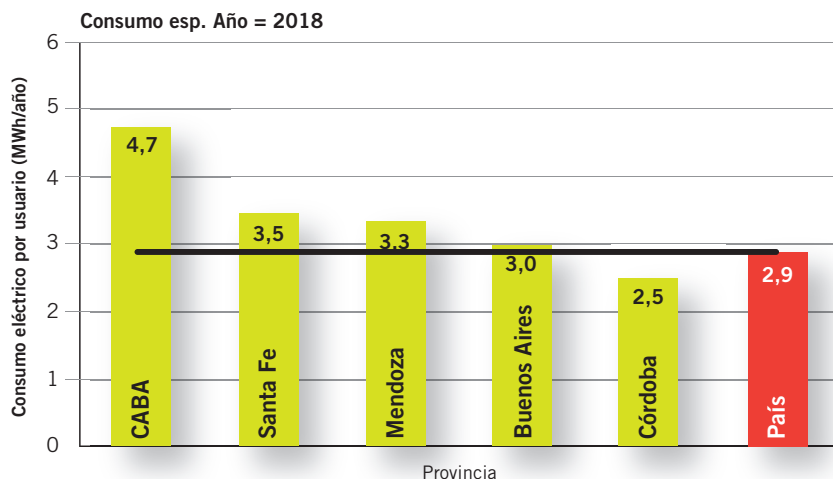


Figura 3. Consumos eléctricos residenciales promedio para las principales regiones de la Argentina a partir de los datos de facturación de las distintas distribuidoras. El consumo medio del GBA es cercano al promedio de la Provincia de Buenos Aires y CABA, es decir del 3,9 MWh/año.

se puede lograr un ahorro de unos 500 kWh/año –o sea del orden del 60%–. Si tenemos en cuenta que en 2019 el consumo residencial eléctrico representó el 34,4% del consumo eléctrico total, y considerando que el consumo de las heladeras representa el 22% (± 3) del consumo de los hogares relevados,* resulta que las heladeras consumen el 7,5% de toda la energía eléctrica del país.

A nivel mundial, se estima que el consumo de las heladeras domésticas constituye el 6% del consumo eléctrico.^{6, 7, 8}

Así, el potencial ahorro que se podría lograr con un plan canje de heladeras no etiquetadas por otras con etiqueta “A” sería del orden del 3,7% de consumo eléctrico total, es decir unos 5 TWh/año. En otras palabras, un plan canje de heladeras que reemplace el 75% de las heladeras antiguas (más de 8 años, es decir,

aquellas que no tienen etiqueta de eficiencia) por nuevas Etiqueta A o mejor, generaría un ahorro de electricidad comparable a la generación de una gran central eléctrica, como la Central Eléctrica Embalse.

Si consideramos como susceptibles de ser cambiadas todas aquellas heladeras cuyo consumo exceda los 700 kWh/año, es decir, las que tengan más de siete años de antigüedad, el porcentaje de heladeras en estas condiciones sería del orden del 75% ($\pm 10\%$). En cuanto al número total de heladeras, no hay un dato preciso, pero estimamos que el 90% de los usuarios conectados a las redes eléctricas, cuyo valor se estima en unos 13 millones, tiene heladera, entonces el número de heladeras sería del orden de unos 11,7 millones. Por lo tanto, el número de equipos susceptible de ser cambiado sería de $0,75 \times 11,7$ millones = 8,7 millones. Si cada una de estas

heladeras ahorra por lo menos 500 kWh/año, el ahorro total sería mayor a los 4,3 TWh/año.

En la figura 6 se muestra la distribución de la generación eléctrica argentina en 2019. Nótese que el consumo de las heladeras domésticas es superior a la importación y la generación renovable y nuclear. En la figura 7 se muestra el precio medio de la electricidad en la Argentina en los últimos años y cómo se particiona el costo de la electricidad entre lo que pagan los usuarios y cuánto es cubierto por los subsidios en la zona de CABA y GBA.

En la figura 8 se muestra cómo varían los consumos de las heladeras con su antigüedad. Los símbolos cuadrados celestes corresponden a heladeras nuevas de los Estados Unidos⁹ y los círculos rojos a una muestra de 98 equipos en funcionamiento en la Argentina hasta 2019 (círculos rojos). Las líneas de trazos son ajustes de los consumos observados. Típicamente una heladera actual consume unas 9 veces menos que una similar de 1973.¹⁰

Los estándares de eficiencia y los sistemas de etiquetado en eficiencia impulsaron los avances tecnológicos (aislamiento térmico, compresores más eficientes, etc.), que lograron reducir los consumos de energía de los refrigeradores desde la década de 1970.¹¹

Como se muestra en las figuras 7 y 8, el consumo de una heladera de más de unos 7 años de antigüedad excede en más de 0,5 MWh/año de una heladera etiqueta “A” actual. Por lo tanto, reemplazando una heladera de más de 7 años por una actual etiqueta “A”, se genera un ahorro supe-

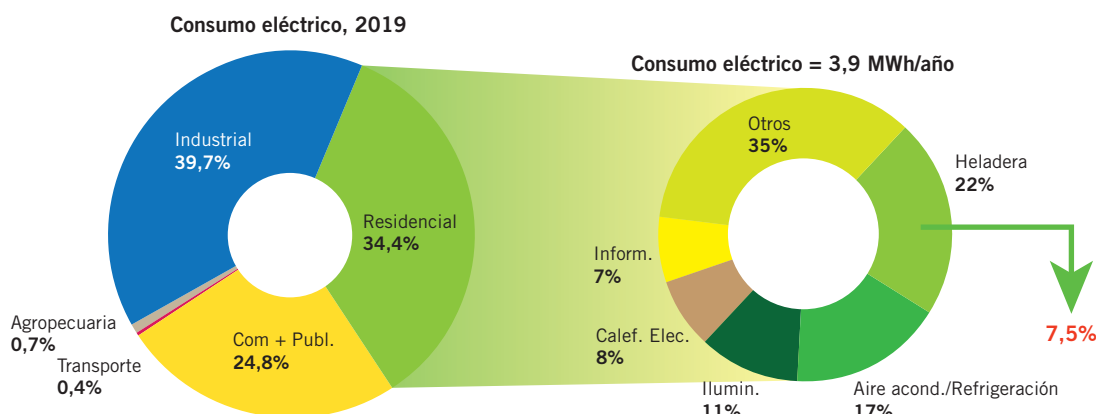


Figura 4. A la izquierda, distribución del consumo eléctrico en la Argentina. A la derecha, la distribución de los consumos eléctricos entre los principales usos domésticos. Nótese que el consumo de las heladeras domésticas en la Argentina es comparable a toda la generación eléctrica nuclear en el país o toda la energía renovable. El consumo total eléctrico argentino en 2019 fue de 128,9 TWh.

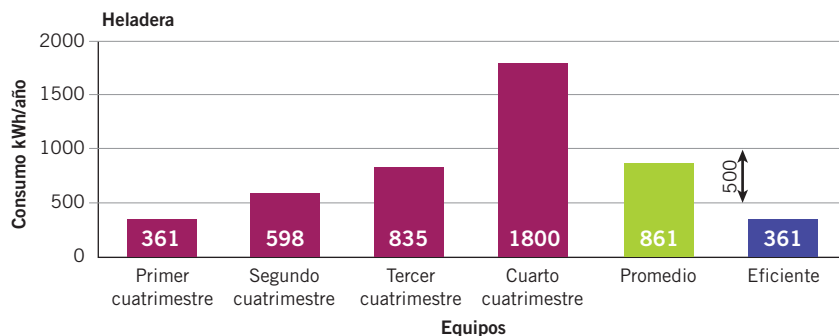


Figura 5. Distribución del consumo eléctrico de heladeras, calculado a partir de una muestra de 98 viviendas. La barra naranja es el valor del consumo medio. Las otras barras representan los valores medios del consumo en cada uno de los cuatro cuantiles. La muestra corresponde a un grupo socioeconómico de nivel medio y medio bajo en la región de CABA y GBA. Obsérvese que el consumo medio del último cuartil es casi 5 veces el consumo del primer cuartil. Nótese que una heladera familiar con etiqueta “A” o mejor (última barra), tiene un consumo 2,4 veces menor que el consumo promedio de las heladeras actuales. El ahorro medio por recambio de heladeras sería de 500 kWh/año.

rior a 0,5 MWh/año, con un ahorro superior a 46 USD/año/heladera, suponiendo un costo de electricidad de 93 USD/MWh. Por consiguiente, al cabo de 8 años, el ahorro es superior a 400USD, equivalente al valor de mercado de un refrigerador nuevo. En los años restante de vida útil (7) se produce otros 350 USD de ahorro adicional. O sea, más allá, de quien cubre el costo de la tarifa eléctrica, el sistema eléctrico en su conjunto se beneficia por el cambio de equipo.

Además, los beneficios son múltiples, a saber:

- Los usuarios tienen una heladera nueva, que consume menos energía y genera un ahorro en energía.
- El sistema eléctrico reduce su demanda y necesidad de aumentar su generación y ampliación de redes y demás infraestructura.
- Se reducen las emisiones de CO₂ en los próximos 15 años en más de 2,6 Tn(CO)/heladera.

- Se reactiva una importante industria de electrodomésticos local.

Implicancias económicas de un plan canje

El costo de USD400 por refrigerador, mencionado previamente, es el precio del mercado por unidad. En un plan canje es de esperar que este costo sea considerablemente inferior. Un descuento de al menos el 10%, el costo actual del mercado puede ser posible, o sea el costo por unidad podría estimarse en USD360. Tomando como base el costo del MWh de 9 a USD6 (Figura 7), en la tabla 1 se resumen los ahorros de energía y el flujo de dinero.

El costo de cambiar un millón de heladeras puede ser de unos USD360 millones con un el ahorro anual de energía sería de unos 0,5 TWh/año. Al cabo de 5 años, el ahorro en energía total de energía sería de 2,5 TWh,

comparable a la generación de una central como Atucha I, a un costo de 1,8 mil millones de dólares. Cada una de estas heladeras, al cabo de 15 años (su vida útil) habrán ahorrado al menos 7,5 MWh, equivalente a algo más de 700 dólares cada una. O sea, el ahorro de los 5 millones de heladeras sería de 3,5 mil millones de dólares. Casi el doble del costo de recambio. Esto demuestra que el recambio es totalmente sostenible económicamente.

Es más, si se cambian las heladeras de más de 10 años de antigüedad, es decir aquellas cuyo consumo es superior a los 750 kWh/año, estaríamos incluyendo las heladeras que caen en el tercer y cuarto cuartil de consumo. Los usuarios podrían beneficiarse económicamente por el ahorro de electricidad, que amerizaría el costo de la heladera y les dejaría el saldo en dólares indicado en la tabla 1. Es decir, los usuarios no solo se beneficiarían por disponer de un refrigerador nuevo, sino que además habrían ahorrado en promedio unos USD567 a valores presente al cabo de 15 años.

En el nivel nacional, el ahorro anual de energía sería del 6,4 TWh/año. Dado que la generación total de electricidad en 2019 fue de 128,8 TWh/año, el ahorro generado por un plan canje como el mencionado sería del 5% de la energía generada en la Argentina, comparable a toda la energía generada por el parque nuclear 7,93 TWh (un 5,9%) o el renovable 7,81 TWh (un 5,8%) (Figuras 4 y 6).

Remarcamos la palabra canje, ya que si no se retiran y destruyen las heladeras antiguas en forma apro-

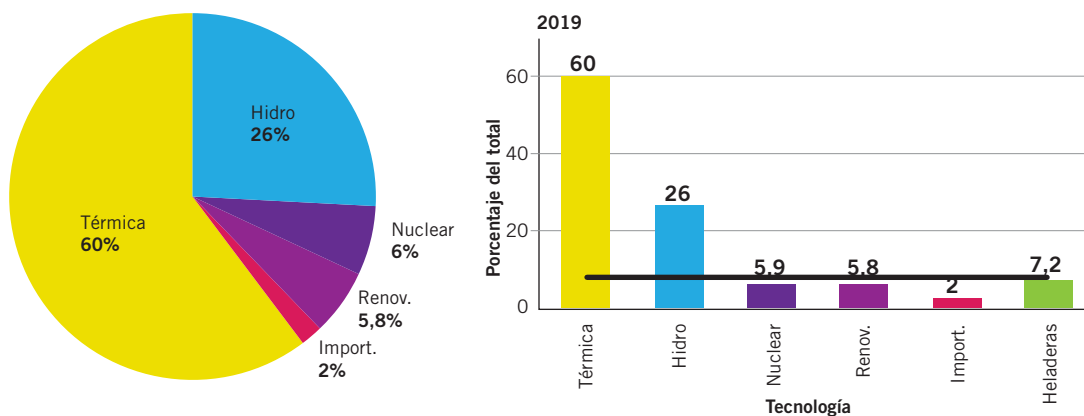


Figura 6. A la izquierda se muestra la distribución de la generación eléctrica argentina según su fuente para 2019. A la derecha, se muestra la misma distribución en la generación para 2019 y el consumo de las heladeras domésticas. Nótese que este consumo es superior a la importación y la generación renovable y nuclear.

	Heladera consumo KWh/año	Ahorro (MWh/año)	Ahorro electricidad (USD/15 años)	Una heladera Ahorro neto por heladera (USD/15 años)	país Ahorro neto total Millones USD	Emisiones Potencial Gg(CO ₂)/año
Promedio	875	0.5	496	136	1,696	2,125
Cuartil 1	354	0.0	22	-338		
Cuartil 2	590	0.3	236	-124		
Cuartil 3	866	0.5	487	127	398	522
Cuartil 4	1,832	1.5	1,366	1,006	3,145	1,465
Saldo Total				567	3,543	1,987

Tabla 1. Resumen de los ahorros en energía (Columnas 3 y 4) y de dinero (columnas 5 y 6). La última columna indica las mitigaciones de Gases Efecto de Invernadero (GEI) por año. Para el cálculo de los ahorros en dólares de energía, al cabo de 15 años, se utilizó una tasa de descuento del 7% para llevar los montos de la columna 5 a valores presentes. El ahorro total del sistema al cabo de 15 años sería de 3,54 mil millones de dólares, incluyendo el costo de las heladeras.

piada, las más antiguas sumadas a las nuevas incrementarían el consumo y las emisiones en lugar de reducirlo, un efecto contrario al que se busca. Para que el plan canje sea sostenible desde el punto de vista medioambiental es necesario reciclar el de las heladeras descartadas y el material de las antiguas. Un aspecto crítico que este plan debería incluir es el correcto procesamiento de los gases de las heladeras antiguas que, en su mayoría, son compuestos de *clorofluorocarbonos*. Estos gases además de ser GEI, generan grave daño en la capa de ozono de la atmósfera. Afortunadamente, existen procedimientos seguros para reciclar y destruir estos gases que se están implementando en muchos programas de canje de heladeras en todo el mundo.^{12, 13}

Dado que el material de reciclado, hierro y cobre, tiene un valor comercial claro, parte de este valor podría ser utilizado para cubrir el costo del tratamiento de los gases de las heladeras retirada del mercado. Pero, como el ahorro en energía casi duplica el costo de energía eléctrica, parte de ese saldo también podría usarse para cubrir los costos del reciclado de heladeras antiguas.

A pesar de la conveniencia económica y ambiental, es poco probable que este cambio se produzca espontáneamente. Se requiere de un

plan concertado entre el Estado y la industria local, con algún tipo de incentivo para que los ciudadanos se encuentren atraídos a realizar un canje. Como consecuencia, para la sostenibilidad del plan es fundamental que se realice un plan canje de viejas por nuevas, con el retiro y la destrucción de los equipos antiguos. Además, si se agrega una reducción en los impuestos (IVA, impuestos provinciales y/ municipales), el usuario podría tener un descuento del 20% al 30% en su nuevo equipo que podría estimular el cambio.

También un plan de recambio podría incluir un subsidio para las familias de bajos recursos y, para el resto de la población, un financiamiento y un premio que vuelva atractivo el cambio; además de una campaña educativa que estimule a los ciudadanos a realizar este cambio. De esta forma, el efecto de un plan canje sería equivalente a construir una central del tipo de Atucha I a costo cero, cada cinco años. Además, podríamos disfrutar de los beneficios, sin invertir en infraestructura de transporte y distribución de energía. Esto confirma el adagio: *la eficiencia es una fuente de bajo costo que no contamina*.

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

nerar esta energía con casi cualquier fuente de energía, fósil o renovable. Por una parte, 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 otra parte, se obtendría el beneficio de promover una actividad industrial importante como la fabricación de heladeras y simultáneamente se podrían postergar inversiones en aumento de la infraestructura de transmisión y distribución.

Discusión y conclusiones

Las heladeras son, en general, el artefacto de mayor consumo en los hogares argentinos, representando el 21% de consumo eléctrico residencial y alrededor del 7,6% de consumo eléctrico total.

El parque nacional de heladeras tiene cerca de un 75% de heladeras poco eficientes, con consumos que en promedio duplican y triplican los consumos de las nuevas heladeras "A", o mejores (A+, A++ o A+++), en eficiencia energética. El potencial ahorro generado por un recambio de estos artefactos antiguos (de 8 años o más) por los nuevos etiqueta "A" o superior sería del orden del 5% del consumo total eléctrico del país,

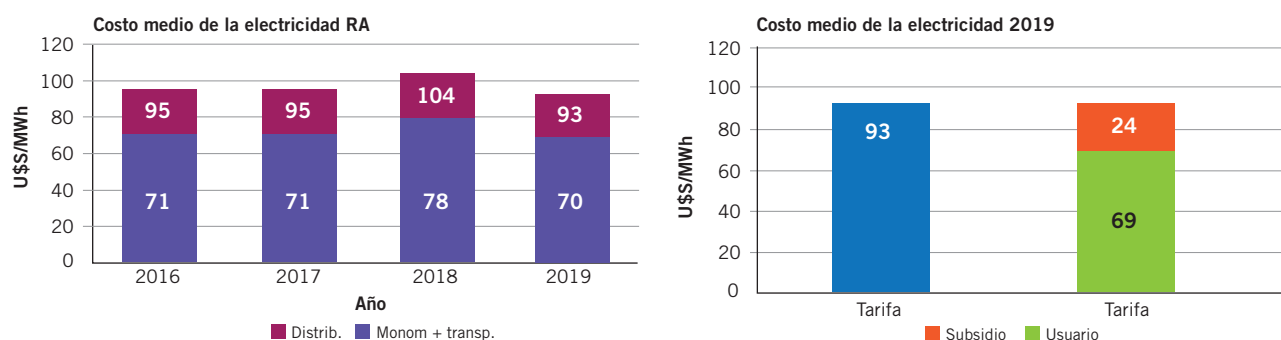


Figura 7. A la izquierda se muestra el costo de MWh medio en la Argentina, en los últimos años, en azul los valores monómicos (incluye generación y transporte) y en verde los valores medios de distribución. A la derecha se muestra el costo medio del MWh en GBA y cómo se compone la tarifa final.

equivalente a unos 6,4 TWh/año, comparable a la generación de una gran central eléctrica como Embalse.

Un plan de cambio de estos artefactos, incluso realizándolo en el 50% de las heladeras antiguas existentes, generaría un ahorro de energía comparable con toda la energía que genera una gran central eléctrica como Atucha I a un costo del 93 USD/MWh, el costo del ahorro energético, producto de un recambio, a lo largo de su vida útil, 15 años, genera un ahorro del orden de USD 700 por equipo, con lo cual el ahorro de energía cubre con creces el costo del equipo. Para su concreción es necesario disponer de un plan canje consensuado entre los gobiernos nacionales, provinciales y la industria nacional, que genere los incentivos necesarios para un plan canje exitoso.

Por un lado, los usuarios se verían beneficiados por la mejor prestación del servicio de refrigeración, un equipo nuevo, y una reducción en sus facturas de electricidad. Por el otro, se promovería una actividad industrial importante como la fabricación de heladeras. Al demorar las necesidades de inversiones en infraestructura de transmisión y distribución, podría no ser necesario incrementar las tarifas eléctricas.

Por último, y no menos importante, 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 invernadero, un compromiso que el país asumió y todos esperamos que se concrete.

Beneficios adicionales de un programa de recambio de heladeras

- ✓ Reducción de los aportes en subsidios de energía.
- ✓ Reducción de gasto de las familias en energía (mejora del ingreso disponible).
- ✓ Activación de un sector importante de la industria nacional.
- ✓ Generación de nuevos empleos.
- ✓ Incremento en la recaudación y la reducción de los desembolsos en subsidios.
- ✓ Postergación de inversión en infraestructura de transporte y distribución de electricidad.
- ✓ Reducción de importaciones de energía.

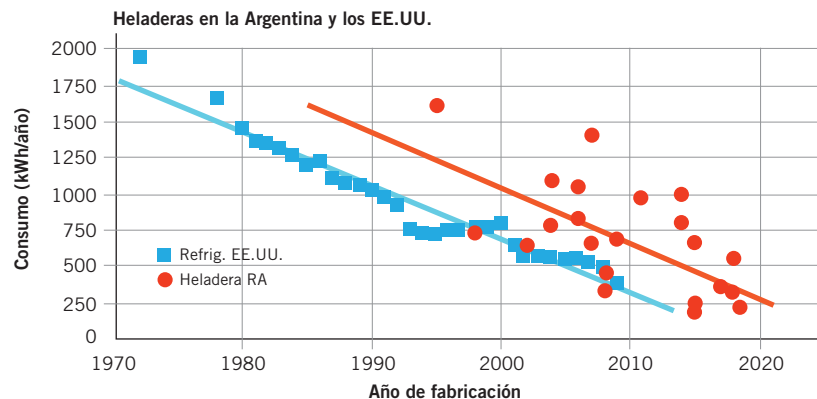


Figura 8. Evolución del consumo de heladeras en los Estados Unidos (símbolos cuadrados celestes) y de una muestra de 98 equipos en funcionamiento de la Argentina (RA) (círculos rojos). Las líneas de trazos son ajustes lineales de los datos observados.

- ✓ Diminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Agradecemos a la Dra. A. Schwint por la lectura y sus valiosas sugerencias. 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, agradecemos en especial al Lic. Raúl Zavalía de la FPVS.

* Según se observa en la figura 2, las heladeras representan el 21% del consumo eléctrico de los usuarios que calientan agua con gas. Sin embargo, cerca del 22% de los usuarios calienta agua con electricidad,³ para los cuales el consumo de heladeras constituye del 10% de su consumo eléctrico total. Por lo tanto, en promedio el consumo medio de las heladeras en la Argentina es del orden del 20% ($\pm 3\%$).

1. BALANCES ENERGÉTICOS - SECRETARÍA DE ENERGÍA Y MINERÍA, "Balances energéticos", en línea: <https://www.argentina.gob.ar/energia/hidrocarburos/balances-energeticos>, 2018.
2. IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, "PROYECTO SECH-SPAHOUSEC Análisis del consumo energético del sector residencial en España", en línea: <http://www.idae.es/>, Madrid, 2011.
3. Gastiarena M. y otros, "Gas versus Electricidad: Uso de la energía en el sector residencial", *Petrotecnia*, vol. LVI, pp. 50-60, Abril, 2017.
4. Estadísticas económicas Ciudad de Buenos

Aires, "Consumo de energía en la Ciudad de Buenos Aires en 2013", Marzo, 2014.

5. INDEC, "Censo INDEC 2010", en línea: <https://www.argentina.gob.ar/>, Buenos Aires, 2019.
6. Negrao C. y C. J. Hermes, "Energy and cost savings in household refrigerating appliances", *Applied Energy*, vol. 88, pp. 3051-3060, 2011.
7. Barthel T. G. C., "The overall worldwide saving potential from domestic refrigerators and freezers", Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, Germany, 2012.
8. Carri C. y otros, "Eficiencia Energética en la Preservación de Alimentos Eficiencia Energética en la preservación de alimentos", *Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 44, N° 10, pp. 1-10, 2019.
9. ACEEE, American Council for an Energy Efficient Economy, "How your refrigerator has kept its cool over 40 years of efficiency improvements", 2019. En línea: <https://aceee.org/>.
10. Mahlia T. y R. Saidur, "A review on test procedure, energy efficiency standards and energy labels for air conditioners and refrigerator-freezers", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 14, pp. 1888-1900, 2010.
11. Rosenfeld A., "The Art Of Energy Efficiency: Protecting the Environment with Better Technology", *Annu. Rev. Energy Environ.*, pp. 33-82, 1999.
12. Ecofrigo, "ecofrigo es la única industria de retorno de electrodomésticos", Mexico, 2020. En línea: <http://www.ecofrigo.com.mx/>.
13. Energy Star, "Freezer Recycling Program", 2020. En línea: https://www.energystar.gov/products/recycle/find_fridge_freezer_recycling_program.
14. M. L. y. G. B., «Estudio comparativo de las tarifas de energía eléctrica residenciales en la Argentina» *Panorama del Sector Energético- CIEPE- UNSAM*, vol. 30, Junio, 2019.