

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/362131870>

# Futuros ENERGIA – Anatomía del Consumo Residencial Argentino–Uso racional y eficiente del acondicionamiento térmico de viviendas, R.Zavalía Lagos, L. Iannelli y S. Gil.

Chapter · July 2022

CITATIONS  
0

READS  
27

3 authors:



**Raúl Zavalía Lagos**  
Fundacion Pro Vivienda Social  
7 PUBLICATIONS 4 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Leila Iannelli**  
National University of General San Martín  
25 PUBLICATIONS 65 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Salvador Gil**  
National University of General San Martín  
211 PUBLICATIONS 6,213 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Oportunidades de transición ecológica y solidaria del siglo XXI. Alternativas de energización territorial en Argentina [View project](#)



Energy and gas consumption prediction models [View project](#)

**Norberto Coppari**  
**Santiago Jensen**  
**Mariela Iglesias**  
**Valeria Cañadas**  
(editores)

# ENERGÍA

**SERIE**



**FUTUROS**

HERBIBROS

## **SERIE FUTUROS**

**Alberto Pochettino**

Director

**Miguel Blesa**

Responsable científico

**Sebastián Savino**

Coordinador

## **ENERGÍA**

### **COMITÉ EDITOR**

**Norberto Coppari**

**Santiago Jensen**

**Mariela Iglesia**

**Valeria Cañadas**

### **COMITÉ REVISOR CIENTÍFICO**

**Fabián Gaioli**

**Valeria Cañadas**

**Pablo Rimancus**

**Humbero Baroni**

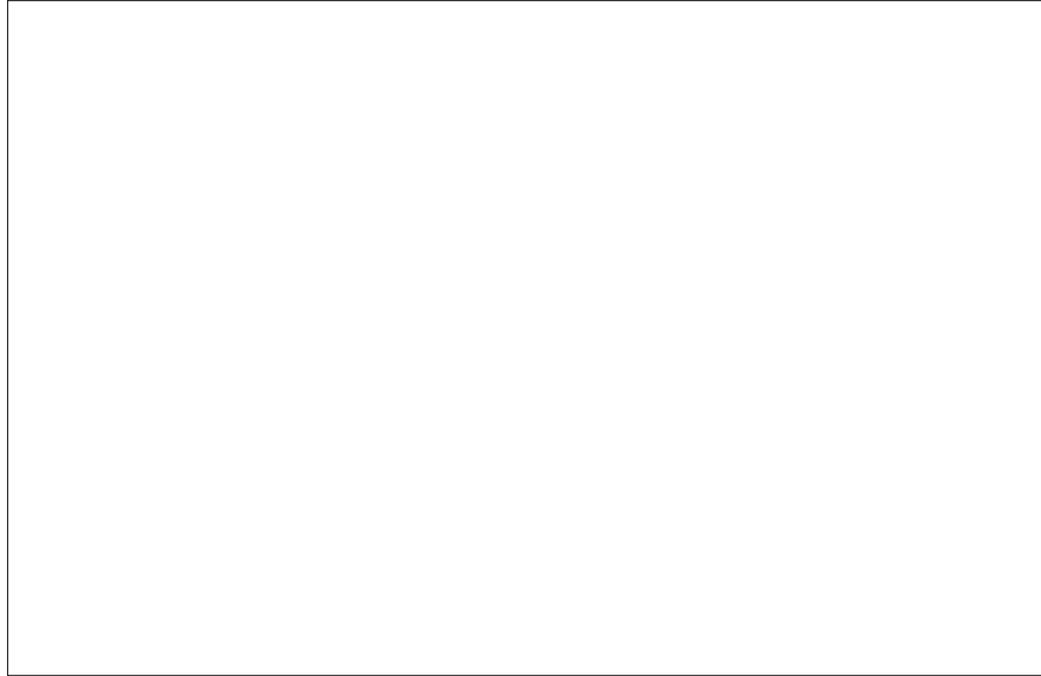
**Leonidas Girardin**

**Estela Santalla**

**Victoria Matarazzo**

**María Fernanda Monserrat**

**Santiago Jensen**



1ª edición digital junio 2022

© 2022 de la edición Norberto Coppari

© 2022 de la edición Santiago Jensen

© 2022 de la edición Mariela Iglesia

© 2022 de la edición Valeria Cañadas

© 2022 ASOCIACIÓN ARGENTINA PARA EL PROGRESO DE LA CIENCIAS Y FUNDACIÓN UNSAM  
INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA

<http://www.aargentinapciencias.org/>

<https://www.funintec.org.ar>

Corrección: María Laura Petz

Diseño de interior y tapa: Ángel Vega

Maquetado: FUNDACIÓN UNSAM INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA y Gabriel Gil

Los lectores de este libro tienen, en forma gratuita, la libertad de utilizar, estudiar, aplicar y compartir su información, siempre que se mencione la obra y el autor original.

El material de este libro puede ser utilizado citando la procedencia de esta manera:

Coppari, Norberto; Jensen, Santiago; Iglesia, Mariela y Cañadas, Valeria (eds.), *Energía*.

Buenos Aires: ASOCIACIÓN ARGENTINA PARA EL PROGRESO DE LA CIENCIAS Y FUNDACIÓN UNSAM  
INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA.

El contenido y la originalidad de los artículos de esta publicación son responsabilidad exclusiva de sus autores. Las opiniones y puntos de vista expresados en este libro no necesariamente reflejan los de los editores.

Editado en la Argentina

<b>PRÓLOGO</b>	<b>7</b>	<b>Norberto Ruben Coppari y Valeria Cañadas</b>
Matriz energética global y regional	<i>11</i>	<b>Ismael Concha Perdomo</b>
Evolución de la matriz energética argentina	<i>41</i>	<b>Norberto Ruben Coppari</b>
Vision y principios fundamentales de la actividad de planificación energética	<i>72</i>	<b>Francisco Carlos Rey</b>
Energía y cambio climático	<i>92</i>	<b>Gabriel Blanco y Daniela Keesler</b>
Energy and Climate Change - Pathway for the global Energy Transformation and related Innovation needs	<i>120</i>	<b>International Renewable Energy Agency (IRENA)</b>
Anatomía del consumo residencial argentino. Uso racional y eficiente del acondicionamiento térmico de viviendas	<i>144</i>	<b>Raúl Zavalía Lagos, Leila Mora Iannelli y Salvador Gil</b>
Hidroelectricidad: energía renovable a gran escala y complemento ideal para el desarrollo de otras fuentes renovables	<i>173</i>	<b>Daniel Perczyk, Alfredo Mascimo, Fabiana Caroff y Sergio Mogliati.</b>
Energía nuclear, desafíos globales y regionales	<i>205</i>	<b>Ismael Concha Perdomo</b>

Energía solar fotovoltaica. Generación distribuida en áreas urbanas	228	<b>Juan Plá, Claudio Bolzi, Mónica Martínez Bogado y Julio C. Durán</b>
En la tierra y en el cielo. Energía solar fotovoltaica	261	<b>Mónica Martínez Bogado</b>
Bioenergía y biorefinerías. Una visión sistémica	276	<b>Jorge Antonio Hilbert</b>
La biomasa y la bioenergía distribuida para el agregado de valor en origen	312	<b>Diego Mathier, José María Méndez, Marcos Bragachini, Nicolás Sosa</b>
La transformación de la matriz energética en Uruguay	335	<b>Eliana Melognio</b>
<b>ENTREVISTA</b> Evolución reciente y perspecti- vas futuras del Sector Eléctrico	355	<b>Sabino Mastrangelo</b>
<b>SOBRE LOS EDITORES</b>	363	

# Anatomía del consumo residencial argentino.

## Uso racional y eficiente del acondicionamiento térmico de viviendas

Raúl Zavalía Lagos<sup>1</sup> • Leila Mora Iannelli<sup>2,3</sup> •

Salvador Gil<sup>2</sup>



### Introducción

Los servicios energéticos tienen un impacto importante en el presupuesto de las familias, en particular en aquellas de recursos económicos medios y bajos. Por ello, resulta útil conocer cómo las familias usan la energía, para poder administrar y hacer un uso racional y eficiente de ella. Gestionar adecuadamente el uso de la energía evita sobresaltos a la hora de recibir las facturas de electricidad y de gas. Para poder administrar el uso de la energía, es necesario conocer cómo se la utiliza en nuestros hogares.

En este informe se realiza un análisis de los consumos domésticos en Argentina, y más especialmente de la región del Gran Buenos Aires (GBA) que incluye la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) y conurbano bonaerense. Para estudiar y caracterizar los consumos se utilizó una metodología mixta:

- ▶ *Análisis TopDown*, es decir basado en datos estadísticos globales de consumos residenciales, disponibles a partir de bases de datos de la Secretaría de Energía de la Nación, (BALANCES ENERGÉTICOS - Secretaría de Energía de la Nación, 2020) ENARGAS, (ENARGAS, 2022) distribuidoras, (Sensini

---

1 Fundación Provienda Social (FPVS) – Buenos Aires Argentina.

2 Escuela de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), Buenos Aires, Argentina.

3 Gerencia de Distribución del Ente Nacional Regular del Gas (ENARGAS). Buenos Aires Argentina.

& et, 2018), etc. (Estadísticas económicas Ciudad de Buenos Aires, 2014).

► Análisis *BottomUp*, aquí se estudian los consumos detallados de muestras representativas de viviendas individuales, donde se realizaron auditorías detalladas de los consumos de los distintos artefactos que se encuentran en ellas. Ver Apéndice.

Combinando ambos análisis se pudo lograr una “radiografía” de los consumos domésticos en esta región de Argentina. (Gastarena & Otros, 2017) Cabe destacar que en el análisis *Bottom Up*, se analizaron muestras de familias de extracción social media, familias con hijos universitarios y un grupo de familias de barrios de bajos ingresos (Cuartel V-Moreno y Villa la Lata de Pilar, Prov. De Buenos Aires). (FPVS-EDENOR, 2019)

Por último, se analizan también los consumos en un conjunto de unas 250 viviendas, donde se instalaron medidores de consumo de gas que registraban dichos consumos en forma horaria. Con esta información, se logró obtener una “radiografía” muy detallada de las características del consumo residencial del GBA.

### Análisis Top-Down

A partir de los Balances Energéticos Nacionales (BEN) (BALANCES ENERGÉTICOS - Secretaría de Energía de la Nación, 2020) es posible conocer cómo se usa la energía secundaria en Argentina. En el año 2018, el sector residencial fue responsable del 25% de la energía consumida en el país. El gas natural distribuido por red (GN-red) aportaba a este sector el 62,8% de esa energía, la electricidad el 27,3% y el Gas Licuado de Petróleo o GLP 8,6%. El GLP se comercializa como gas envasado en garrafas, tubos o a granel en tanques Zeppelin. La proporción de consumo de los diversos insumos energéticos en los hogares no es proporcional al número de usuarios que los usan.

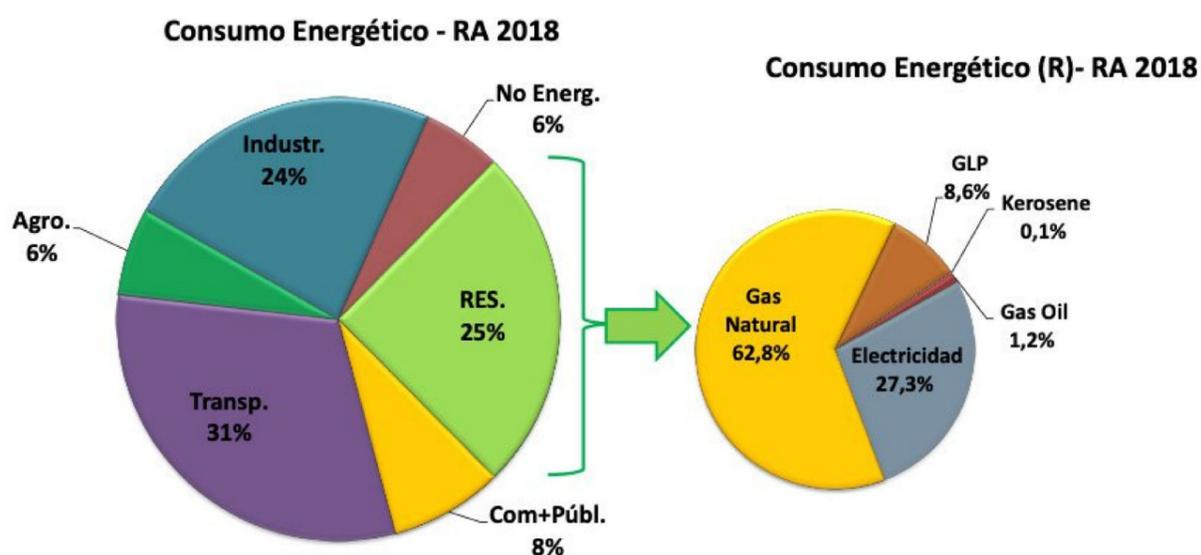


Figura 1. A la izquierda, distribución del consumo energético final en Argentina. “Transp.” se refiere al consumo de transporte, “RES.” es el consumo residencial, “Com+ Públ.” es el consumo comercial y de edificios públicos, “Industr.” es el consumo industrial, “Agro.” es correspondiente al uso agropecuario y “No Energ.” es el uso de combustibles como materia prima de manufacturas. A la derecha, composición del consumo energético residencial en 2018, en Argentina. Fuente: Elaboración propia con datos de Balance Energético Nacional (BEN). (BALANCES ENERGÉTICOS - Secretaría de Energía de la Nación, 2020)

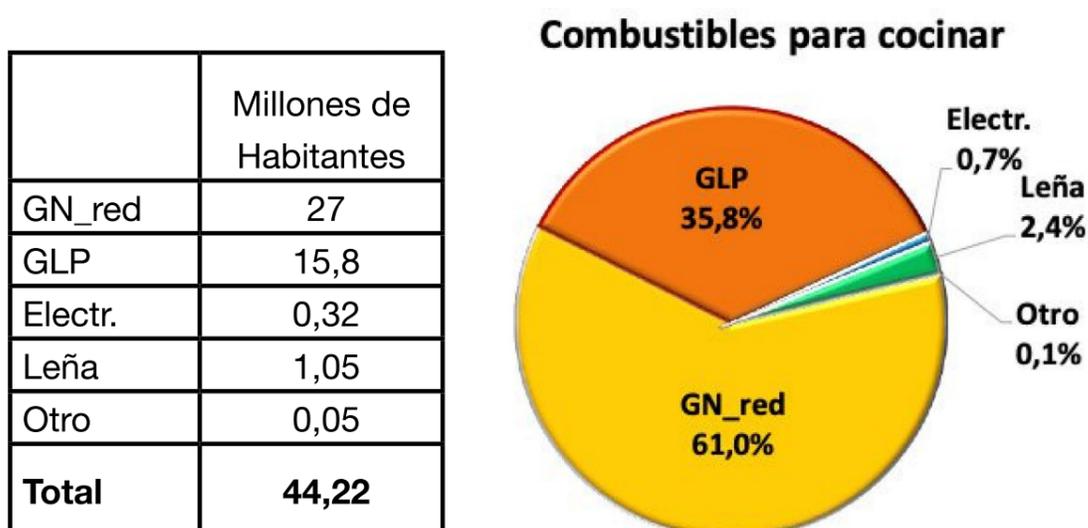


Figura 2. Combustibles usados en Argentina para la cocción en el año 2018 (gráfico de torta). La tabla de la izquierda indica el número de habitantes que depende de los distintos combustibles para cocinar deducido de los datos del INDEC. (INDEC, 2010)

En la Figura 2 se muestran los combustibles que, según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), (INDEC, 2010) usan las familias para cocinar en Argentina. Según este relevamiento el número de usuarios de GLP es el 59% de aquellos de Gas Natural (GN) por redes. Sin embargo, el consumo de GN 7,3 veces mayor que el consumo de GLP en este mismo sector. Esto se debe a que los usuarios de GLP y sobre todo de leña, provienen de sectores socioeconómicos más bajos que

los usuarios de GN y su consumo por hogar es mucho menor que el consumo de GN.

Por su parte, el 98% de los hogares argentinos dispone de acceso a los servicios eléctricos y cerca del 61% de los hogares están conectados a las redes de GN. Sin embargo, el consumo de electricidad en este sector es solo el 38% del consumo de gas (GLP y GN combinado). Este hecho, está asociado, como veremos, a que los hogares argentinos son más gas-intensivos que electro-intensivos.

### Anatomía del Consumo Residencial de GN por redes.

El Gas Natural (GN) constituye el principal componente de la matriz energética nacional, aportando más del 50% de la energía primaria del país (Ministerio de Energía y Minería, n.d.). Alrededor del 27% del gas se distribuye a través de redes a los usuarios residenciales. La Figura 3 muestra datos típicos obtenidos de un análisis *Top-Down*, a partir de los datos de consumos publicados por ENARGAS. (ENARGAS, 2022) En esta figura se observa la variación del *consumo específico* (es decir el consumo por usuario<sup>4</sup>) residencial medio de Argentina a lo largo de un año. Los datos mostrados en esta figura son el promedio de los consumos residenciales específicos de los años 2010 al 2018. En los meses de verano (enero, febrero y diciembre) el consumo se reduce, en gran parte de Argentina, a lo que se conoce como el *consumo base*, es decir el consumo de gas usado en cocción y calentamiento de agua, área verde en la Figura 1. Como se ve, esta separación puede realizarse de manera simple, ya que la variación del consumo base es relativamente suave con la temperatura. La abultada joroba amarilla de los meses de invierno corresponde al consumo de calefacción y en promedio es del orden del 56% ( $\pm 4\%$ ) del consumo residencial de gas. Claramente esta proporción puede cambiar según la rigurosidad de los inviernos.

---

4 Aquí "usuario", se refiere a una vivienda con medidor. En Argentina, en promedio, hay unas 3,2 personas por vivienda.

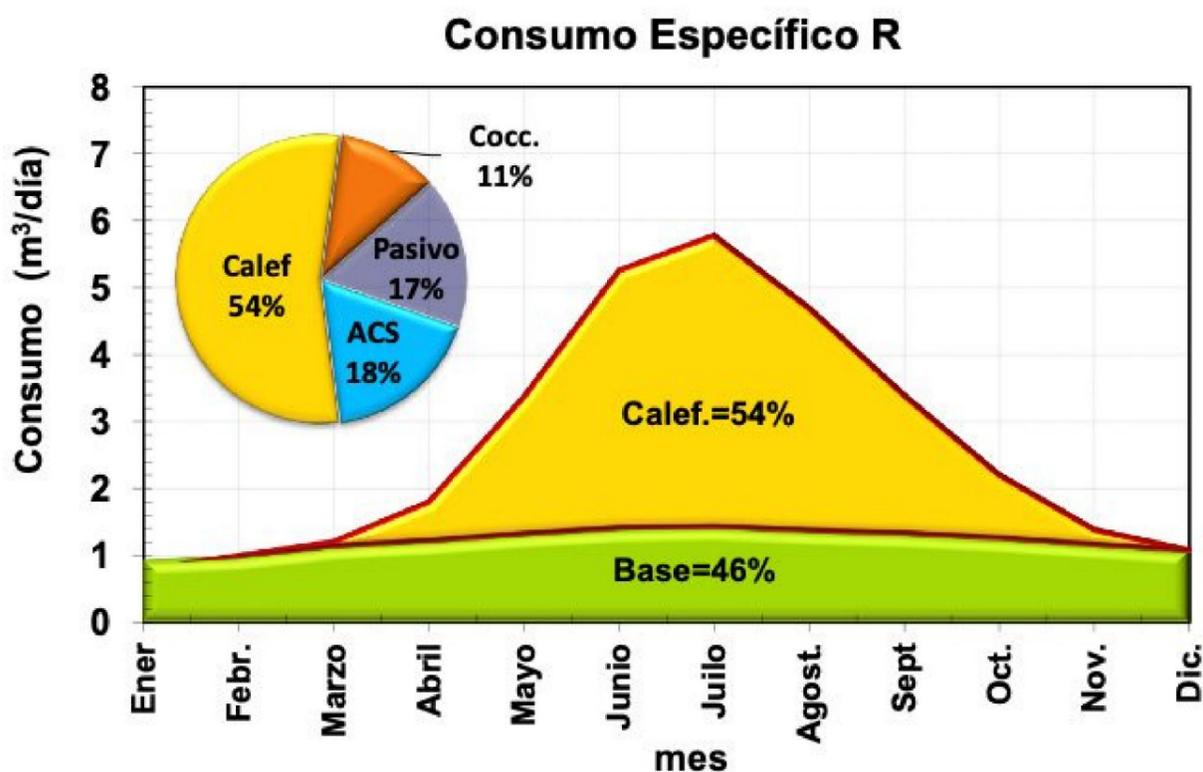


Figura 3. Variación de los consumos específicos residenciales de gas como función de los meses del año. Los datos ilustrados aquí son el promedio de los años 2010 al 2018 para la región centro-norte de Argentina. El diagrama de torta inserto en la parte superior izquierda muestra cómo se distribuye el consumo de gas residencial entre sus distintos usos. Los consumos pasivos, se refieren a los consumos de mantenimiento de termostato y pilotos de calefones asociados a los sistemas de calentamiento de agua. El consumo de gas para agua caliente sanitaria (ACS) es la suma del calentamiento de agua propiamente dicho y de los consumos pasivos, es decir es del 34%. Fuente: Elaboración propia con datos de ENARGAS. (ENARGAS, 2022)

Por su parte, el consumo en cocción puede obtenerse del análisis de los datos de consumo de edificios que tienen servicios de calefacción y calentamiento de agua centrales. En este caso, el consumo de las unidades o departamentos individuales está asociado a los consumos de cocción principalmente. Dado que en el país hay muchos edificios y cada uno de ellos con decenas de unidades habitacionales, con estas características, este estudio puede realizarse en forma muy confiable, ya que las distribuidoras disponen por lo general del registro de estos consumos por más de una década.

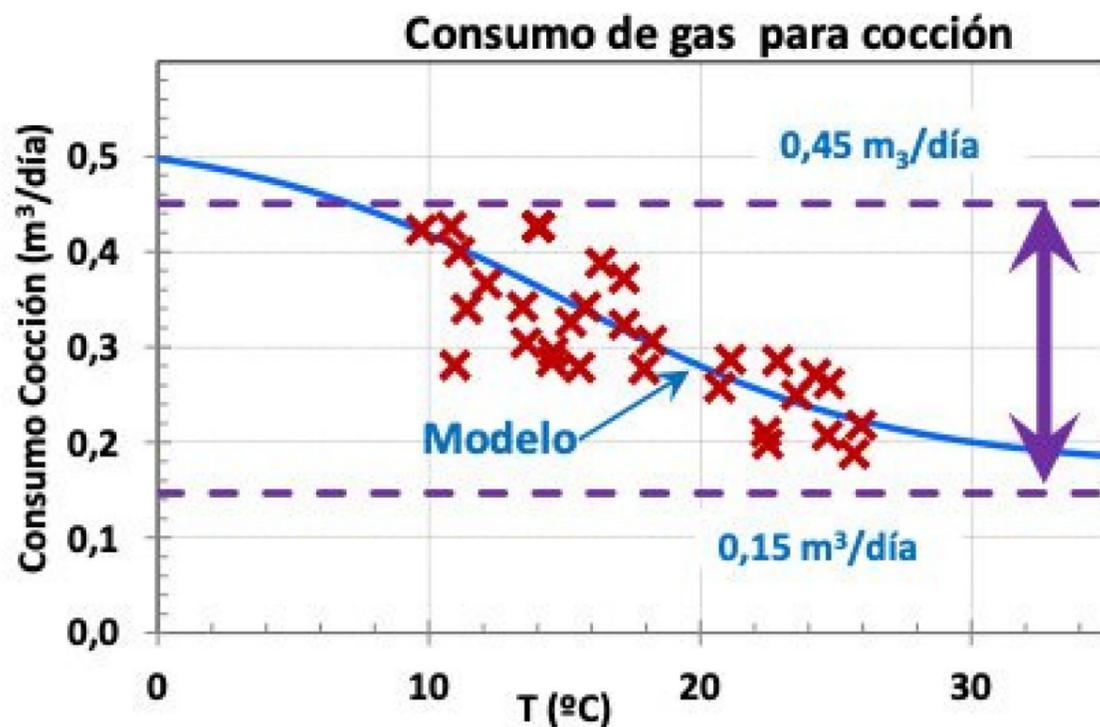


Figura 4. Consumo de gas para cocción. Datos obtenidos de edificios de CABA con servicios centrales. El consumo promedio de gas para cocción es de  $0,3 \pm 0,15$  m<sup>3</sup>/día. Este consumo es consistente con un uso diario de hornallas medianas de 80 min y de 15 min de horno. Fuente: elaboración propia en base a datos suministrados por METROGAS.

En la Figura 4 se muestran los consumos en función de la temperatura. Como puede observarse, el consumo para la cocción es también dependiente de la temperatura, aumentando en los días fríos. Este comportamiento refleja la característica que las personas tendemos a comer comidas más livianas y con menor grado de cocción en los días calurosos que en los días fríos. Los consumos asociados a la cocción son aproximadamente similares para todos los sectores sociales. El consumo en cocción es  $0,30 \pm 0,12$  m<sup>3</sup>/día, equivalente a unos 3,2 kWh/día y puede considerarse representativo de toda la región centro-norte de Argentina con una variación con la temperatura, como se muestra en la Figura 4. Dado que el promedio de personas por vivienda es del orden de 3,2, el consumo medio para la cocción por persona es del orden de  $0,10 \pm 0,01$  m<sup>3</sup>/día  $\sim 1,1 \pm 0,1$  kWh/día por persona si usan gas para cocinar. Si tenemos en cuenta que las cocinas a gas, sobre las que se obtuvieron estos datos, tienen una eficiencia media del 50%, (Sensini & et, 2018) podemos decir que la energía neta per cápita usada en la cocción en la zona central de Argentina es de  $\sim 0,55 \pm 0,07$  kWh/día por persona.

Otro consumo muy prevalente en el país son los consumos pasivos de los equipos de calentamiento de agua de los hogares. Casi todos los equipos de este tipo que se usan en Argentina tienen una llama piloto encendida en forma permanente. Además, los equipos de acumulación de agua caliente o termotanques tienen un consumo de gas aún superior al de los pilotos. Esto se debe a que aun sin consumo de agua caliente, el quemador se enciende periódicamente para mantener la temperatura del agua en su interior. Estos consumos pasivos ocurren las 24 horas, se use o no agua caliente. Los consumos pasivos de los pilotos de los calefones son del orden del  $0,5 \text{ m}^3/\text{día}$  y el de los termotanques varía entre  $0,5$  a  $0,75 \text{ m}^3/\text{día}$ . (Bezzo & y Otros, 2013), (Iannelli & et, Eficiencia en el calentamiento de agua. Consumos pasivos en sistemas convencionales y solares híbridos., 2016) Dado que hay además, algunos usuarios que no tienen equipo de agua caliente o lo tienen centralizado, desde un punto de vista global (Análisis *Top-Down*) el consumo pasivo se puede estimar en  $0,45 \text{ m}^3/\text{día}$ , promedio por usuario. Sustrayendo al consumo base, obtenido de la Figura 3, el consumo de cocción y el pasivo, como se indica en la Figura 5, se puede estimar el consumo de gas destinado a calentar el agua propiamente. Sin embargo, dado que el consumo pasivo está asociado al del equipo de Agua Caliente Sanitaria (ACS), al computar este consumo lo sumamos, como se ve en la Figura 5. Es así, como el consumo destinado a ACS resulta  $\sim 35\% \pm 5\%$ . Esto se hace tomando el consumo de edificios que solo tienen provisión de agua caliente central para todo el consorcio y se prorratea por las distintas unidades. Pero en forma más simple y directa, se pueden tomar los consumos específicos de los meses de verano como representativos de los consumos de cocción y ACS. Sustrayendo los consumos de cocción, obtenemos los consumos de ACS. Esto se ilustra en la Figura 5. En el caso de los sistemas de calentamiento de agua, es importante destacar el rol de los consumos pasivos. Obsérvese que estos consumos son en general mayores que la energía que se precisaría para calentar todo el volumen de agua caliente sanitaria que una familia típica usa en Argentina, unos  $150 \pm 10$  litros por día, equivalente a  $50 \pm 6 \text{ litros/día} \times \text{persona}$ . Para llevar esta masa de agua desde la temperatura ambiente ( $17^\circ\text{C}$ ) a la temperatura de confort de unos  $42^\circ\text{C}$  se requiere de  $0,5 \text{ m}^3/\text{día}$ .

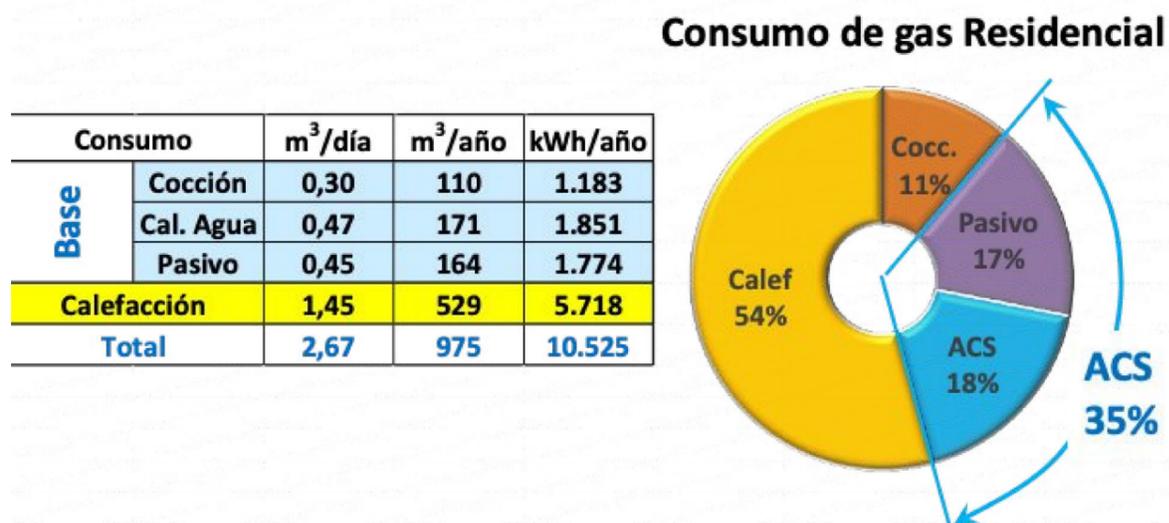


Figura 5. Izquierda, distribución de los consumos específicos residenciales de gas para usuarios de la región Centro-Norte de Argentina, obtenida de un análisis *Top-Down* a partir de datos de ENARGAS. (ENARGAS, 2022) Derecha, distribución del consumo de gas en el sector residencial. El consumo medio de gas total en esta región (base más calefacción) es de 975 m<sup>3</sup>/año y equivale a 10.525 kWh/año. Fuente: Elaboración propia con datos de ENARGAS. (ENARGAS, 2022).

Un segundo análisis complementario del descrito previamente se puede obtener de un análisis *Bottom-Up*, es decir, a partir de un estudio minucioso de los consumos individuales en un conjunto de viviendas que fueron estudiadas con la metodología descrita de la Ref. (Iannelli & Gil, ¿Cómo hacer un diagnóstico de los consumos a partir de la factura y reducir los gastos de gas?, 2019) y sintetizada en el Apéndice. Es interesante destacar que ambas aproximaciones, el *Top-Down* y *Bottom-Up*, brindan resultados coincidentes, lo cual refuerza nuestra confianza en lo que se muestra en la Figura 5.

El calentamiento de agua sanitaria es el segundo consumo en importancia en el sector residencial, y muy posiblemente en el comercial también. Representa aproximadamente el 35%  $\pm$ 5% del total del consumo de gas en las viviendas. Es decir, para el calentamiento de agua sanitaria se emplea casi el 10% de la energía consumida en Argentina.

Un hecho importante de señalar es que actualmente existen en el mercado local calefones Clase A, que tienen encendido electrónico y, por lo tanto, eliminan el consumo pasivo de los pilotos. Los calefones y termotanques a gas clase A actuales podrían generar ahorros cercanos al 50% en el calentamiento de agua, o sea entre un 15% y 18% en el consumo residencial de gas. (S.Gil, 2014)

## Anatomía del Consumo Eléctrico

El siguiente análisis se basa en una combinación de datos estadísticos globales del consumo eléctrico de Argentina (Top-Down) y mediciones individuales más exhaustivas realizadas en una muestra de cerca de 200 viviendas de CABA y GBA (Bottom-Up). A partir de estos análisis (BALANCES ENERGÉTICOS - Secretaría de Energía de la Nación, 2020) (BALANCES ENERGÉTICOS - Secretaría de Energía de la Nación, 2020), (Estadísticas económicas Ciudad de Buenos Aires, 2014) se pudieron obtener los resultados mostrados en las Figuras 6 y 7, tomando como base los valores de los consumos a nivel nacional proporcionados por los Balances Energéticos del Ministerio de Energía y Minería de la Nación (BALANCES ENERGÉTICOS - Secretaría de Energía de la Nación, 2020) (BALANCES ENERGÉTICOS - Secretaría de Energía de la Nación, 2020) y las estadísticas económicas del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. (Estadísticas económicas Ciudad de Buenos Aires, 2014) Como se ve en la Figura 6, el consumo específico de electricidad del GBA es unos  $4,5 \pm 0,5$  MWh/año y el de Argentina  $3,4 \pm 0,2$  MWh/año. Como se indicó en la Figura 5, el consumo específico de gas es de  $10,5$  MWh/año. Vemos que en promedio el consumo de gas es un factor 3 mayor que el consumo eléctrico residencial a nivel nacional, pero 2,3 veces en el GBA, para el año 2018.

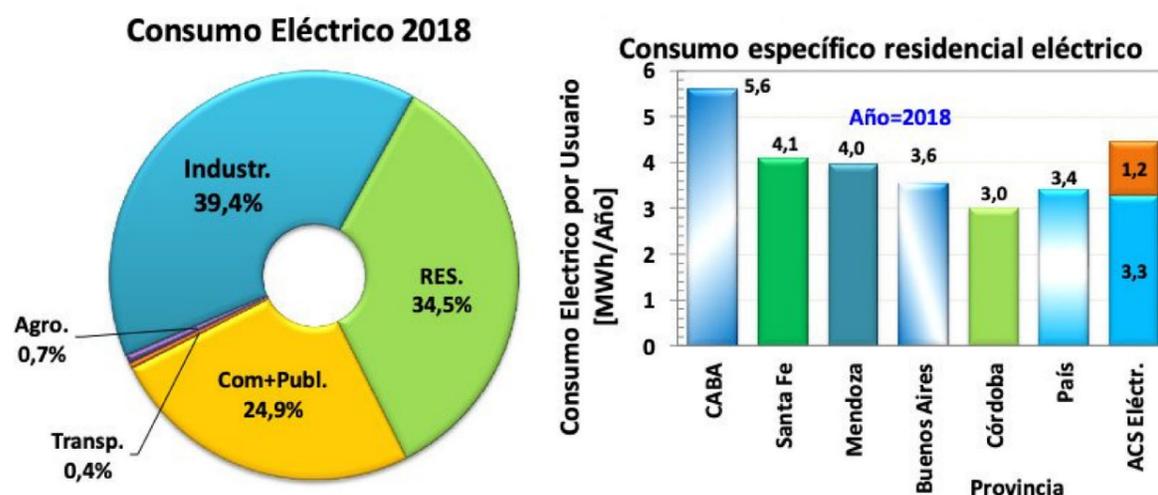


Figura 6. A la izquierda, se ilustra la distribución del consumo eléctrico entre los distintos sectores de consumo para el año 2018. (BALANCES ENERGÉTICOS - Secretaría de Energía de la Nación, 2020) (BALANCES ENERGÉTICOS - Secretaría de Energía de la Nación, 2020) A la derecha se muestran los consumos eléctricos residenciales promedio para las principales ciudades de Argentina para el mismo año. Elaboración propia con datos de (Estadísticas económicas Ciudad de Buenos Aires, 2014)

## Sector social medio

Para analizar la distribución de consumos eléctricos, se realizó un estudio exhaustivo de unas 96 viviendas, pertenecientes a estudiantes de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) que participaron voluntariamente en este estudio. La metodología usada se discute en el Apéndice A (OWL, s.f.). La característica básica de esta muestra es que todas las viviendas estudiadas, tienen acceso a gas natural por redes. Por lo que hay un reparto entre la prestación de algunos servicios domésticos, usando ambos insumos energéticos. Además, todas estas familias tienen la característica de tener hijos o parientes estudiando en la UNSAM.

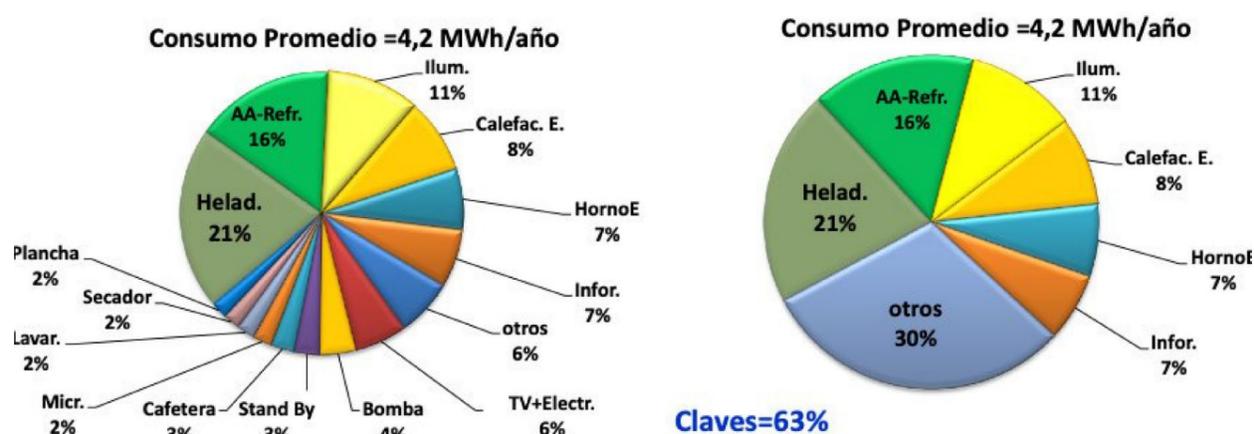


Figura 7. Consumo eléctrico residencial medido en una muestra de 96 viviendas de voluntarios de la UNSAM de nivel socioeconómico medio en la región de CABA y GBA. AA-Refr. corresponde a refrigeración con aire Acondicionado. Calefac. E. significa calefacción eléctrica. La figura de la derecha es similar a la de la izquierda, sólo que en esta se destacan los principales consumos eléctricos que constituyen el 70% del total, los cinco mayores consumos, contabilizan el 63% del total. El consumo específico de electricidad en esta muestra del GBA es de 4,2 MWh/año, coincidente con el promedio del consumo de CABA y Buenos Aires de la Figura 6. Elaboración propia con datos de (Gastiarena & Otros, 2017).

El consumo medio de la muestra fue de 4,2MWh/año, que es comparable con los consumos medio de CABA y Buenos Aires, de 4,5 MWh/año. Esto sugiere que la muestra utilizada es consistente con el comportamiento promedio de esta región del país. Como se desprende de la Figura 7, el consumo eléctrico más importante en las viviendas de esta zona es el de las heladeras, representando un  $21 \pm 4\%$  del consumo total eléctrico. En segundo lugar, aparece el aire acondicionado para refrigeración (AA Refrigeración) con 16% y en tercer lugar la iluminación con 11% del total. Este consumo de iluminación residencial resulta

considerablemente inferior a los registrados por otros autores en el pasado, (Tanides, 2006) lo cual es comprensible, dado que el estudio realizado por los autores de referencia se realizó en 2006, cuando las lámparas dominantes eran las incandescentes, previo a su prohibición ocurrida en 2010.

### Consumos Energéticos Claves

En los hogares argentinos y de muchos países, excluyendo la energía usada en el transporte, los principales consumos en las viviendas son los asociados al acondicionamiento térmico (calefacción y aire acondicionado), ACS+Piloto, cocción, heladera e iluminación. En la Figura 8, se ilustran los principales consumos energéticos de una vivienda media del GBA y posiblemente de la región central y norte de Argentina, en el año 2020. A este modelo de consumo lo designamos como vivienda típica o vivienda BAU (sigla para designar *Business As Usual*). En la Tabla 1, se indican los consumos medios obtenidos de la muestra de 96 viviendas estudiadas.

Los servicios de calefacción y calentamiento de agua (incluyendo los pasivos) constituyen más del 67% de los consumos energéticos de una vivienda típica del GBA; si se agregan los servicios cocción, heladera, iluminación y refrigeración (aire acondicionado), representan el 88%. A estos 7 servicios energéticos, los designamos consumos claves. En la Tabla 1, son los destacados con el sombreado celeste.

Un hecho notable, es que si en este conjunto de 7 consumos claves, se toman medidas de Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE), es decir se busca obtener los mismos beneficios y servicios energéticos, usando racionalmente estos servicios, con equipos más eficientes, se obtienen los consumos indicados en la cuarta columna de la Tabla 1. Como se ve, se logra una reducción del consumo en un factor próximo a 2 (55% de ahorro).

Consumo Promedio (Tot)=17,9 MWh/año

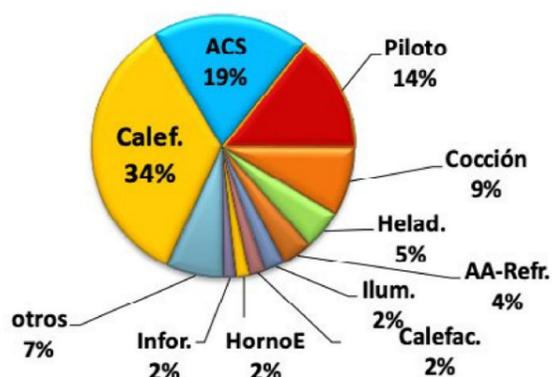


Figura 8. Consumo energético (electricidad y gas) en el sector residencial medido en una muestra de 96 viviendas en los años 2018-2020. A este modelo de consumo lo designamos como consumo BAU. Los valores de estos consumos se indican en la Tabla 1. Para una vivienda promedio, conectada a la red de gas natural, en promedio el 23% del consumo energético es eléctrico y el 77% es de gas. Elaboración propia con datos de (Gastiarena & Otros, 2017).

**Tabla 1.** Consumos eléctricos residenciales típicos de distintos artefactos en el GBA. La tercera columna indica los consumos medios (BAU) registrados en el estudio de 86 viviendas. En la columna 4, se indican los consumos que se podrían lograr haciendo un uso racional y eficiente de la energía. Nótese que en las viviendas hay un conjunto de 6 ó 7 *consumos claves*, indicados por el fondo celeste, que contabilizan el 88% del consumo doméstico.

Servicio Energético	Promedio	Promedio	Eficiente	Claves Ef.	Claves
	KWh/año	%	KWh/año	%	
<b>Calefacción</b>	6.184	34%	3.412	42%	<b>Consumos Claves</b>
<b>ACS</b>	3.462	19%	2.218	27%	
<b>Pasivo</b>	2.572	14%	0	0%	
<b>Cocción</b>	1.524	8%	1.066	13%	
<b>Heladera</b>	875	5%	320	4%	
<b>AA-Refrigeración</b>	670	4%	194	2%	
<b>Iluminación</b>	445	2%	100	1%	
<b>Calefacción Eléctrica</b>	359	2%	103	1%	
<b>Horno Eléctrico</b>	293	2%	138	2%	
<b>Informática</b>	277	2%	132	2%	
<b>Otros</b>	1.271	7%	510	6%	
<b>Electricidad (MWh/año)</b>	4,2	23%	1,5	18%	
<b>Gas (MWh/año)</b>	13,7	77%	6,7	82%	
<b>Total (MWh/año)</b>	17,9	100%	8,2	100%	
<b>Gas (m3/año)</b>	1.272		620		

### Sector social de bajos recursos

Una segunda evaluación de consumo se realizó en una muestra de 102 familias de dos barrios de bajos recursos de las localidades de: a) Pilar, Villa Rosa y b) Cuartel V de Moreno, ambos barrios pertenecen al GBA. Para este estudio, contamos con la colaboración de la Fundación Pro Vivienda Social (FPVS). (Wikipedia, 2020) Este es un programa de cooperación de la UNSAM con referentes barriales de la FPVS que comenzó a fines de 2018. A través de este programa, la UNSAM brinda capacitación a los miembros de la FPVS para que puedan realizar auditorías en el barrio de viviendas de bajos recursos. El objetivo de este programa es contribuir a que estas familias puedan hacer un uso más eficiente y racional de la energía para reducir sus consumos, y así reducir el impacto de estas facturas en sus presupuestos. Asimismo, contribuir a mitigar la pobreza y mejorar la calidad de vida de estas familias, y empoderarlas para que puedan administrar sus consumos de energía de manera sostenible. En la Figura 9 se observan los resultados de las auditorías eléctricas en esta muestra.

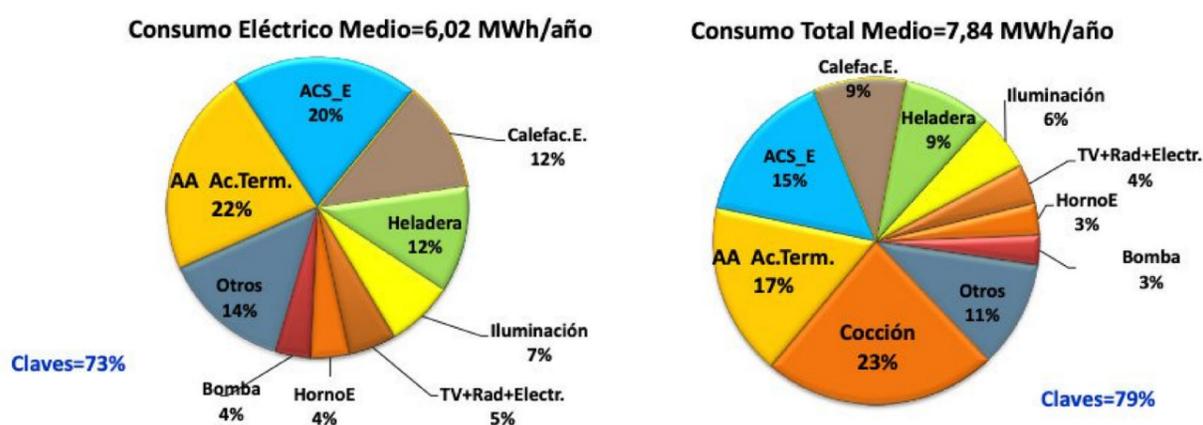


Figura 9. Consumo eléctrico residencial promedio de una muestra de 102 viviendas de hogares de ingresos medios y bajos, sin acceso al servicio de gas por red. El calentamiento de agua se hace principalmente con electricidad. La notación TV+Rad+Electr. indica artefactos de televisión, radio y electrónica. A la derecha se muestran todos los consumos, incluyendo la cocción usando garrafas y electricidad. Los consumos claves constituyen el 79% del total. A la izquierda, se muestran exclusivamente los consumos eléctricos, donde los consumos claves son el 73% del total eléctrico. Elaboración propia con datos de (Zavalía Lagos & Otros, 2020).

En este grupo social se observa que hay un conjunto relativamente pequeño de consumos hogareños, los consumos claves que contabilizan el 73% del consumo residencial. Estos consumos son: cocción, acondicionamiento térmico de interiores

(calefacción y refrigeración), ACS, calefactores eléctricos, heladeras e iluminación. En toda la muestra estudiada en este sector social la cocción se realizaba con gas envasado (Gas Licuado de Petróleo - GLP), con lo que los consumos claves eléctricos son los antes mencionados, excepto por la cocción.

Se observa que el consumo medio de los hogares de bajos recursos es del orden de  $8 \pm 3$  MWh/año, en comparación con  $18 \pm 5$  MWh/año de los sectores medios y altos, Figura 8. Sin embargo, el consumo eléctrico del sector de bajos recursos, es de 6 MWh/año, en lugar de 4,2 MWh/año del sector de ingreso medio alto, Figura 6. Este incremento en el consumo eléctrico es comprensible, ya que es el único insumo energético del que disponen. Además, es claro que muchos servicios energéticos de los que disponen son en general insuficientes e ineficientes, como sugiere su consumo total, menos de la mitad del aquel de las familias de ingresos medios y altos.

Este análisis muestra que el principal consumo eléctrico en las familias de bajos recursos, sin acceso al gas natural por redes, es el acondicionamiento térmico (AA) y el Agua Caliente Sanitaria (ACS), seguido de la calefacción eléctrica, heladera e iluminación.

Si se separan en cuatro cuartiles los consumos eléctricos de los hogares de extracción socioeconómico bajo, se ve que el consumo medio de cada cuartil es bien diferente (Figura 10).

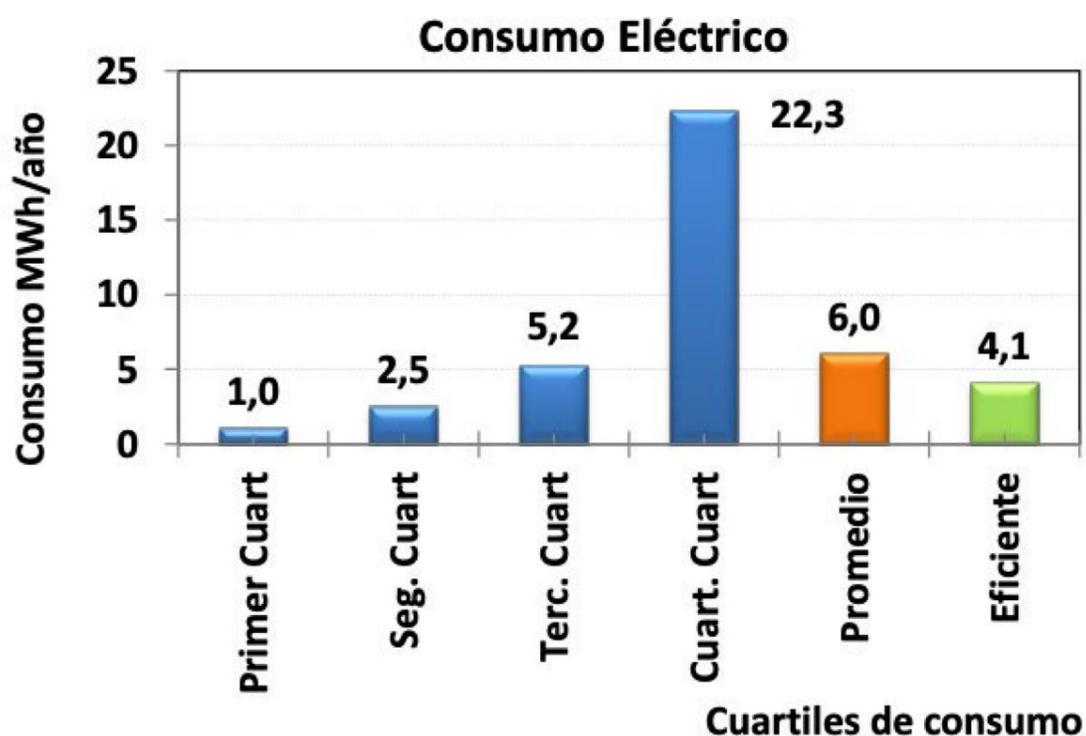


Figura 10 Distribución del consumo específico eléctrico residencial calculado a partir de una muestra de 99 viviendas, separado en cuatro cuartiles según su consumo total eléctrico. Las primeras 4 barras corresponden a los cuatro cuartiles de consumo. La quinta barra (naranja) es el consumo promedio de la muestra coincidente con los valores ilustrados en la Figura 9, derecha. La última representa el consumo estimado para un usuario que hace un uso eficiente de los recursos; como se ve estas medidas reducirían el consumo en un 30%. Elaboración propia con datos de (Zavalía Lagos & Otros, 2020).

Un hecho notable del análisis de la Figura 10 es la gran dispersión de los consumos. El consumo medio del cuarto cuartil es 22 veces mayor que el del primero, aun cuando el número medio de habitantes por vivienda es similar.

Tomando en cuenta los valores de referencia de consumos para cada tipo de vivienda, y los consumos de una vivienda eficiente, los referentes energéticos barriales pueden saber dónde aplicar medidas de eficiencia energética y asesorar a los vecinos para que bajen sus consumos, sin perder calidad de vida. De este modo además de beneficiar al vecino, reduciendo sus consumos y gastos, el Estado disminuye su presupuesto en subsidios energéticos, y cuida el ambiente, al reducirse las emisiones de gases de efecto de invernadero. De esta manera se contribuye a la sostenibilidad energética.

Un análisis de los datos recogidos muestra que aplicando medidas de uso racional y eficiencia energética es posible reducir los consumos de muchas familias de estos barrios en valores cercanos al 45%, optimizando los consumos claves. Con reducciones de consumos de este orden los costos de sus facturas pueden reducirse un factor cercano a 3, ya que, al reducir

el consumo de un hogar, el usuario pasa a otra categoría, que tiene un costo fijo y costo de la energía menor.

### Consumo de calefacción y refrigeración

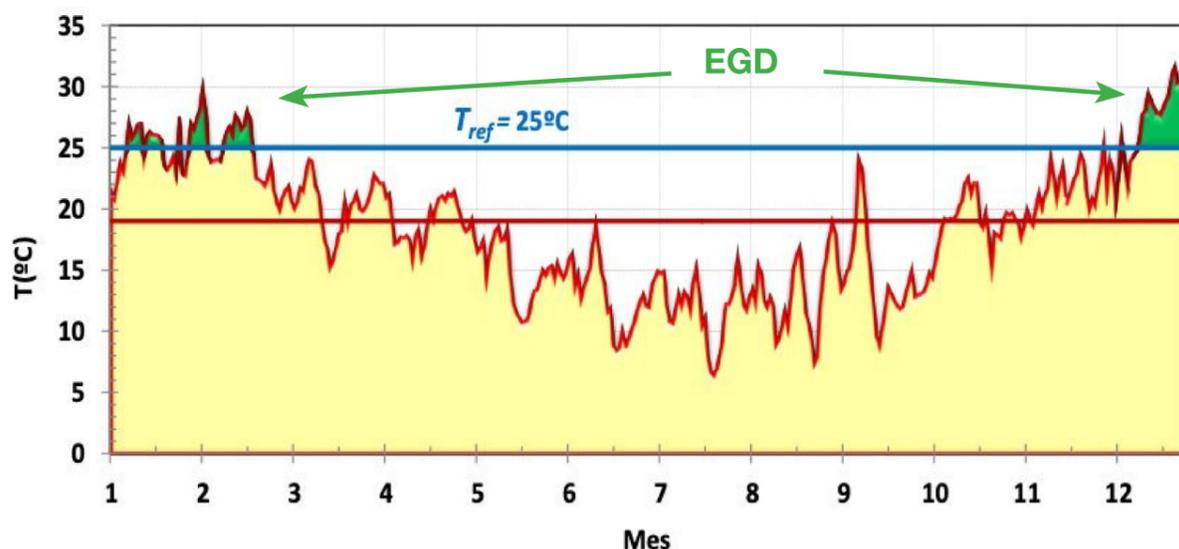
Para describir la necesidad de calefacción en una dada localidad, resulta útil introducir el concepto de *Déficit Grado Día*. En general la demanda de energía para el acondicionamiento térmico de un recinto cerrado (casa, habitación, etc.) depende de la diferencia de temperatura del interior y el exterior. Hay gran consenso en que la temperatura de confort humano se encuentra en el rango de 18°C a 25°C. Por tal razón es usual definir la temperatura de referencia invernal  $T_{ref} = 18^\circ\text{C}$ . A la diferencia ( $DGD_{(día)} = (T_{ref} - T_{ex})$ ) la llamamos *Deficiencia Grado Día* o *Déficit Grado Día*. También es útil definir *Deficiencia Grado Día Anual* ( $DGD_{(año)}$ ) como:

$$DGD_{año} = \sum_i^{año} [T_{ref} - T_{ex}(i)]_{(T_{ref} > T_{ex}(i))}$$

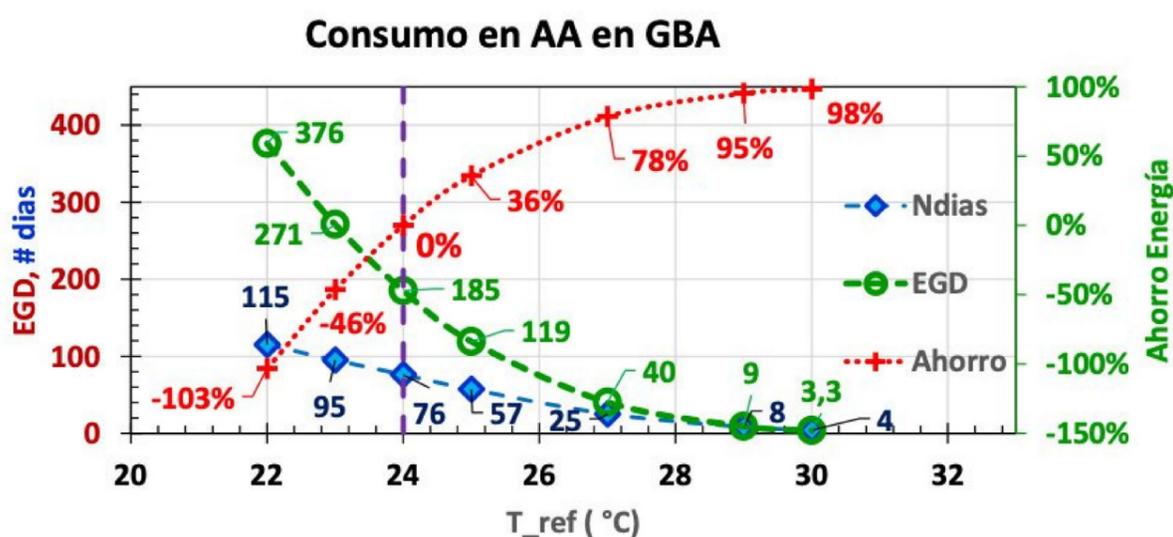
Varios estudios indican que el consumo de energía para calefacción depende del *DGD* y es válida para todas las ciudades y regiones de Argentina. En forma análoga, el consumo de refrigeración depende del parámetro análogo, el Exceso Grado Día (*EGD*),

$$EGD_{año} = \sum_i^{año} [T_{ex}(i) - T_{ref}]_{(T_{ref} < T_{ex}(i))}$$

Para la refrigeración se toma como temperatura de referencia estival  $T_{ref} = 25^\circ\text{C}$ . Gráficamente, el valor del *EGD* viene representado por el área verde de la Figura 11.



**Figura 11.** Representación de la temperatura media diaria a la largo de un año, la línea horizontal, representa la temperatura de referencia,  $T_{ref} \approx 25^\circ\text{C}$ , el EGD (año) viene dada por el área sombreada en verde de este gráfico. Estos datos corresponden a la región del GBA. Elaboración propia con datos de (Zavalía Lagos & Otros, 2020) Elaboración propia.



**Figura 12.** Variación del EGD como función de la temperatura de referencia ( $T_{ref}$ ), símbolos circulares y líneas de trazos verdes. Los rombos azules, referidos al eje vertical izquierdo, indican el número de días al año en que la temperatura media diaria supera la temperatura de referencia. Las cruces rojas, referidas al eje vertical derecho, indican los niveles de ahorro en energía, variando la temperatura de referencia a la cual se encienden los acondicionadores de aire. Se toma como referencia para estimar los ahorros el valor de  $T_{ref} \approx 24^\circ\text{C}$ . Fuente: Elaboración propia.

Como muestra la Figura 12, el valor del EGD varía fuertemente con el valor de la  $T_{ref}$ . Que correspondería la temperatura a la cual se comienza a encender la refrigeración. En esta figura se indican también los días al año en los que se necesita refrigeración y los potenciales ahorros de energía que pueden lograrse aumentando el umbral al cual se comienza a encender la refrigeración. Asimismo, la temperatura del termostato a la cual se

ajusta la temperatura interior tiene mucha importancia, por lo que es aconsejable usar la temperatura de regulación interior:  $T_{int} \approx 25^{\circ}\text{C}$  (o mejor  $26^{\circ}\text{C}$ ) en verano y  $T_{int} \approx 19^{\circ}\text{C}$  en invierno.

Los resultados mostrados en la Figura 12 justifican la estrategia de usar en verano un ventilador, cuando la temperatura sea inferior a  $30^{\circ}\text{C}$  y el aire acondicionado cuando la temperatura supera  $30^{\circ}\text{C}$ . Dado que un ventilador en general tiene un consumo del orden de 1/10 de un Aire Acondicionado, con los cual podrían alcanzarse valores de ahorro en refrigeración cercanos al 80 % o 90 % en la zona central de Argentina, sin perder condiciones de confort. Otra alternativa muy buena, para días en que las temperaturas no son extremadamente calurosas ( $T_{ext} < 30^{\circ}\text{C}$ ), es utilizar un climatizador evaporativo, que en esencia son ventiladores con una rejilla por la que circula agua, que con el flujo de aire, se evapora y por lo tanto enfría el aire que es forzado al exterior por el ventilador. Sus consumos energéticos son similares a un simple ventilador, (Department of Energy USA, 202), (Dutt & Thamme Gowda, 2015) es decir un décimo de un aire acondicionado típico. Estos equipos son particularmente adecuados para climas secos, como gran parte del centro y noroeste de Argentina, pero aún en Buenos Aires o Santa Fe funcionan muy bien. Además, pueden funcionar en el exterior como en el interior de una vivienda, el salto térmico que producen oscila entre unos  $2^{\circ}\text{C}$  a  $6^{\circ}\text{C}$ , (Department of Energy USA, 202) pero para la zona de temperatura entre  $25^{\circ}\text{C}$  y  $30^{\circ}\text{C}$ , es muy adecuado. Para viviendas de bajos recursos, esta característica hace que sean particularmente adecuados, ya que muchas veces esas viviendas no tienen buena aislación térmica, con lo que los aires acondicionados, además de consumir mucho, no tienen su mejor comportamiento y rendimiento.



Figura 13. Climatizador evaporativo para refrigeración. A la izquierda se ilustra su funcionamiento, por una rejilla húmeda, se fuerza con el ventilador una corriente de aire caliente de medio. El agua de la rejilla se evapora absorbiendo calor, por lo que el aire se enfría y es impulsado al exterior. Así se genera un flujo de aire algunos grados más fríos que el entrante. Muy adecuado para climas de humedad relativa baja (secos). Fuente: Elaboración propia.

A nivel individual, es decir a un nivel de familia, es clara la ventaja de usar estas pautas de uso racional de la energía en refrigeración; o sea usar ventiladores o climatizadores evaporativos para temperaturas inferiores a 30°C, por su impacto en las facturas de energía.

A nivel nacional y global estos ahorros son importantes y significativos como se ve en la Figura 14. El incremento de demanda por el incremento de 1°C, es de 340 MW/°C. Esto es equivalente a encender una central eléctrica como Atucha I por cada grado de incremento de temperatura por encima de los 23°C.

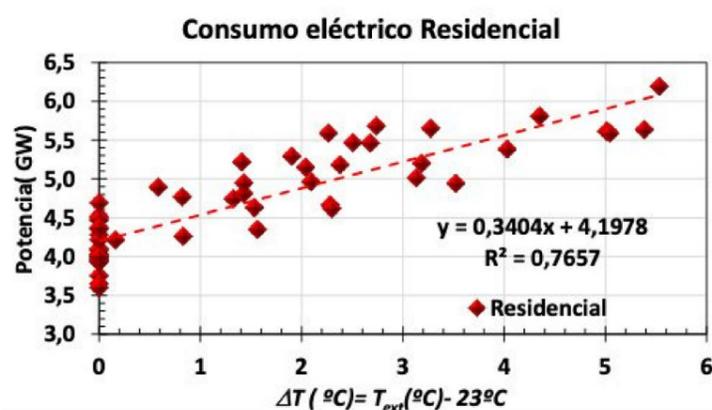


Figura 14. Variación del consumo eléctrico (potencia demandada) residencial nacional con la variación de temperatura. Aquí el exceso de temperatura se tomó respecto de  $T_{ext}=23^{\circ}\text{C}$ , es decir  $\Delta T = T_{ext} - 23^{\circ}\text{C}$ . Como se ve, el incremento de demanda por el incremento de 1°C, pendiente de la recta de ajuste, es de 340 MW/°C. O sea equivalente a la potencia de una central eléctrica como Atucha I por cada grado de incremento de temperatura. Fuente de datos: CAMMESA (CAMMESA, 2022).

Claramente, medidas de eficiencia en el uso de la refrigeración, como las mencionadas anteriormente, tendrían una ventaja muy significativa para asegurar el suministro eléctrico en los días más calurosos cuando la demanda es mayor. Asimismo, como una fracción importante de la demanda residencial es subsidiada por el estado, una reducción en el consumo de las familias sería de mucho interés para el erario. Desde luego, las reducciones en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) también serían muy significativas.

### Cómo racionalizar y efficientizar los consumos energéticos

Para lograr ahorros en energía, se requiere en primer lugar racionalizar el uso de la calefacción, el ACS, la heladera, la iluminación y el uso de AA.

Desde luego, con un diseño apropiado y mejoras en la envolvente, es decir en las características de la aislación térmica de la pared, techos y aberturas, es posible reducir notablemente los consumos de acondicionamiento térmico. (Carrizo & Otros, 2019)

Sin embargo, con medidas mucho menos ambiciosas y de menor costo, es posible reducir los consumos de la vivienda seleccionando adecuadamente *los consumos claves, y racionalizando los consumos*. Comenzando por los más simples y de menor costo:

- ▶ Reemplace las lámparas de mayor uso, por lámparas LED. En general en toda vivienda hay un conjunto de 4 o 5 lámparas que usualmente se mantienen encendidas varias horas al día. Esas son las lámparas que se deben reemplazar en primer lugar, estén funcionando o no, en particular si son incandescentes. Estas lámparas son fáciles de identificar, pues se calientan cuando se encienden. Si se nota que una luminaria genera calor, es una buena indicación que se debe reemplazar por otra LED.

- ▶ Si tiene persianas de madera o plástico en las ventanas, es importante cerrarlas en las noches de invierno. Lo mismo si se dispone de cortinas. Esto evita que las habitaciones se enfríen. Igualmente es importante usar burletes en ventanas y puertas para evitar filtraciones de aire. No dejar encendida la calefacción toda la noche. Si aísla bien la habitación, el calor generado en unas 2 o 3 horas antes de acostarse, debería ser suficiente para dormir confortablemente con una buena frazada. De esta

manera, puede reducir las horas de calefacción. De igual manera, es importante no sobre-calefaccionar los ambientes, una buena costumbre consiste en usar termómetro y regular la intensidad de la estufa de modo que la temperatura del ambiente no supere 20°C en invierno.

- ▶ En el caso de la cocción, el horno consume como tres hornallas. Ser moderado en su uso. Considerar el uso de ollas térmicas u ollas brujas, (Lorenzo & Gil, 2018) pueden ahorrar más de 50% en cocción, además de preservar mejor los nutrientes de los alimentos.

- ▶ Las mejoras en la aislación de la vivienda y aberturas también reducirían los consumos de aire acondicionado (AA) en verano. En esta estación, evitar que el sol entre de día en forma directa a las habitaciones por las ventanas. Para ello es conveniente usar cortinas o aleros. La idea de los aleros, sobre todo en las ventanas que están orientadas al norte, es evitar que el sol entre en forma directa en los meses de verano y cerca del mediodía. Asimismo, es importante mantener la temperatura de refrigeración interior en verano a 25°C. Si la temperatura es inferior a 30°C, usar un ventilador o un climatizador evaporativo, ambos equipos pueden proveer confort, usando un décimo de la energía de un AA. Usar los AA sólo cuando no tenga otra alternativa y por tiempos cortos. Como vimos esta estrategia podría aportar ahorros del orden del 80% en refrigeración.

- ▶ Si debe cambiar su sistema de ACS, adquirir siempre un equipo con etiqueta A en eficiencia, que minimice o elimine los consumos pasivos (pilotos). En particular, si tiene buena presión de agua en su vivienda y puede utilizar un calefón automático sin piloto, puede reducir su consumo en ACS en cerca del 50%.

- ▶ Si puede cambiar la heladera, adquirir una clase A (o mejor A+ o A++ con Inverter) en eficiencia energética. Observe el consumo anual de la heladera que se indica en la etiqueta. Adquiera aquella cuyo consumo anual sea inferior a 300 kWh/año. No conserve heladeras antiguas funcionando. Una heladera de 15 años consume entre 5 a 10 veces más que una moderna con etiqueta A. (Bermejo & Otros, 2018)

- ▶ Si tiene que calefaccionarse eléctricamente, evite las estufas eléctricas. Consumen muchísima energía. Es preferible usar un acondicionador frío calor. Pero sea moderado en su uso y siempre primero aisle lo mejor que pueda sus recintos.

- ▶ Con las medidas indicadas, es muy simple pasar a consumir significativamente menos energía en una vivienda, como

se indica en la cuarta columna de la Tabla 1. Si los consumos se redujeran en un factor 2, el gasto monetario en energía se reduciría en un factor mucho mayor, ya que como se indicó más arriba, al bajar los consumos se pasa a categoría de usuarios con menor cargo fijo y costo variable en la factura de electricidad y/o de gas. En la región del GBA y en CABA, una reducción de un factor 2 en el consumo de energía, puede implicar una reducción de 3,5 en los gastos de energía de las familias.

### Conclusión

Una característica importante de los consumos residenciales en Argentina es que existe un número relativamente pequeño de consumos, los llamados *consumos claves*, que explican más del 80% del consumo total residencial, tanto en los sectores medios y altos como en los de bajos recursos. En los sectores socioeconómicos medios y altos, con acceso a consumo de Gas Natural (GN) por redes, los principales consumos son: la calefacción, el Agua Caliente Sanitaria (ACS) y la cocción. Luego siguen los consumos eléctricos de: heladera, aire acondicionado y la iluminación. En los sectores de bajos recursos, sin acceso al GN por redes, el principal consumo es el de cocción, que se hace en general con gas envasado (Gas Licuado de Petróleo - GLP) y luego los consumos eléctricos de: ACS, aire acondicionado, calefacción eléctrica, heladera y la iluminación. En todos los casos se observa que es posible satisfacer los servicios básicos, usando entre el 30% al 50% menos de energía con medidas simples de uso racional y el cambio de algunos artefactos claves, tal como equipos de calentamiento de agua, reemplazo de heladeras e iluminación LED.

Promover desde el estado estos cambios en el uso de la energía, sería conveniente como una forma de reducir las facturas de las familias en este rubro, de modo de aumentar sus ingresos efectivos, muy importantes para las familias de bajos recursos, y también un modo para que el estado reduzca sus gastos en subsidios de energía en el sector residencial.

Por otra parte, la promoción de cambio de equipos antiguos por nuevos más eficientes, sería un modo muy adecuado de promover un desarrollo industrial muy importante, sobre todo en tiempos como el presente en el que la industria nacional necesita reactivarse, tanto para estimular la economía en su conjunto

como para promover el empleo. Por último, una política así, además de contribuir a mitigar la pobreza, y estimular la economía, sería un modo ideal de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y alcanzar algunos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que el país se comprometió a lograr. En esta línea, el séptimo ODS establece lo siguiente: “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos”.

Queremos agradecer a muchas personas que colaboraron en este trabajo, en particular a los estudiantes y colegas de la UNSAM que participaron como voluntarios en este estudio. A los miembros de la Fundación Pro Vivienda Social (FPVS) que realizaron las auditorías en sus barrios y a los vecinos que participaron en este estudio. Asimismo, agradecemos al ENARGAS, y a EDENOR por el apoyo brindado en diversos aspectos de este estudio.

## APÉNDICE - Metodología de Auditoría Energética en una Vivienda

En esta sección se describe la metodología usada para analizar los consumos de *gas y electricidad* en una vivienda familiar. Para ello se propone combinar las mediciones de consumo de los distintos equipos que usa la familia con los datos de consumo registrados en las facturas de gas y electricidad reportados para esa vivienda por las respectivas destruidoras de estos servicios.

### Consumos de Electricidad

- ▶ Instrumento de medición: para este análisis se utiliza un monitor de consumo o “Energy Monitor” para medir tanto la potencia como el consumo energético de cada uno de los artefactos eléctricos que se encuentra en estudio. Algunos modelos de monitores de consumo se muestran en la Figura 15.

- ▶ Medición general: Para algunos artefactos es suficiente medir la potencia (W), por ejemplo, lámparas, TV, Radio, Aire Acondicionado (AA), calefactor eléctrico, etc. Se registra este consumo (Potencia en Watt), el tiempo promedio en horas por día de uso del equipo en cuestión y se registra asimismo el número de días al año que en promedio se usa el artefacto. Con estos datos se obtiene una estimación de su consumo anual.

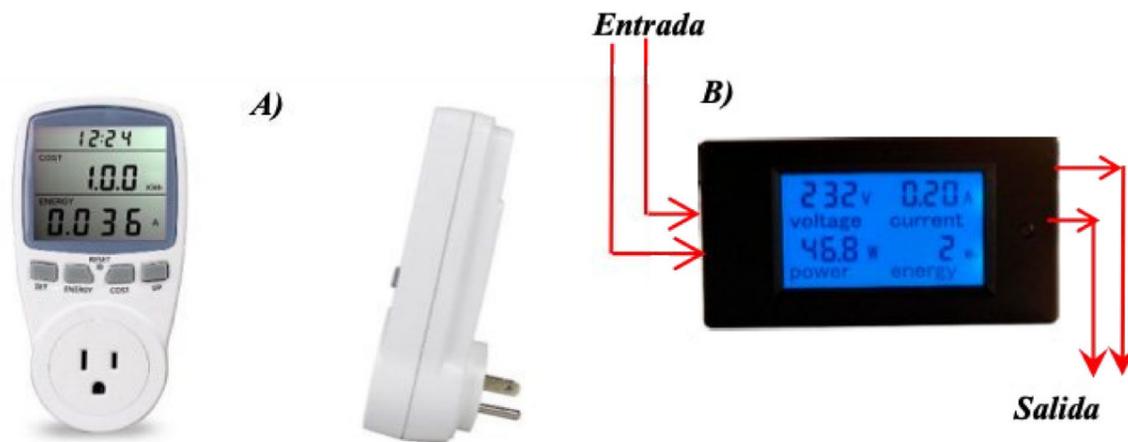


Figura 15. Monitores de consumo, A) modelo con toma incluido en el equipo y B) modelo de monitor con entrada (conectada a la red de 220 V) y salida conectada al equipo a medir. Ambos modelos permiten medir simultáneamente la tensión de línea, el consumo en W o kW, corriente y energía después de un cierto tiempo en Wh o kWh. Este tipo de equipo se consigue en Mercado libre, en Amazon, como en muchos otros proveedores.

► **Medición aparatos específicos:** para otros equipos es necesario medir el consumo de energía (en Wh) durante un ciclo de funcionamiento, por ejemplo, heladera, lavarropa o secarropa, termotanque eléctrico, etc. Esto se debe a que estos equipos no tienen una potencia constante de funcionamiento. Por ejemplo, una heladera, funciona de modo intermitente, se enciende o se apaga periódicamente como ilustra la Figura 16. Por lo tanto, para conocer su consumo, es necesario medir el equipo por todo un día al menos, de modo de registrar su consumo promedio diario. A la noche registra en general un consumo menor, porque en general las noches son más frescas que los días y además la puerta de la heladera no se abre ni se introducen alimentos a temperatura ambiente. Así, al medir por un día completo, se tiene un consumo más repetitivo del equipo. Luego, se multiplica el consumo diario por el número de días que el equipo está encendido al año (en general 365 días) y se obtiene una estimación de su consumo anual.

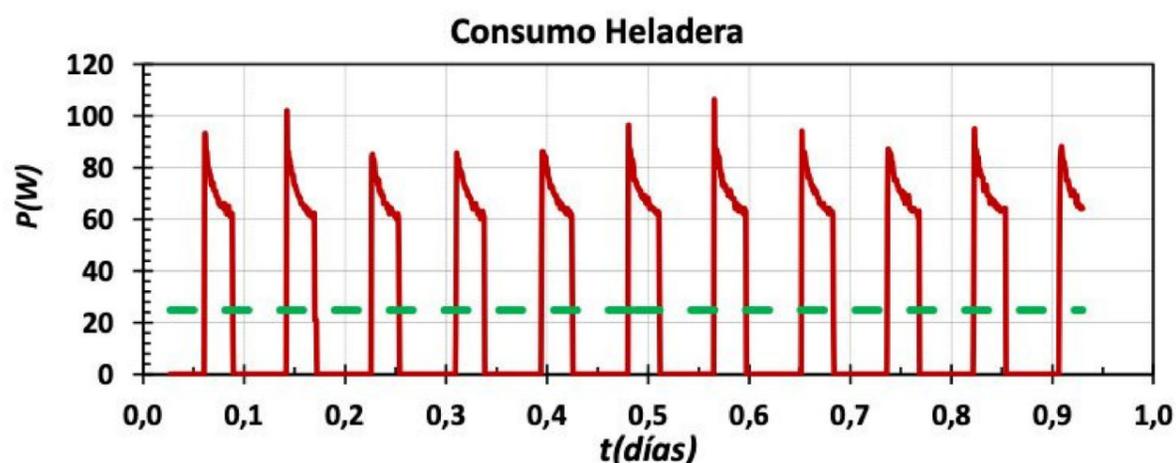


Figura 16. Variación en el tiempo del consumo de una heladera convencional, línea roja. La línea de trazos verde es el valor medio del consumo de esta heladera. Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de un termotanque eléctrico, se usa la misma metodología. En otros equipos como un lavarropa, se mide el consumo de un ciclo completo de lavado, tal como en general lo usa la familia. Luego se pregunta cuántas veces a la semana usa el lavarropa la familia, con lo cual de nuevo puede calcularse su consumo anual.

- ▶ Consumo anual estimado: con esta información, se suman los consumos anuales de cada artefacto, y se obtiene el consumo anual estimado a partir de las mediciones de consumo que denominaremos  $Q_{medida\_anual}$ , expresado en kWh/año.

- ▶ Consumo anual facturado: usando los datos de consumo de su factura de electricidad provista por su distribuidor eléctrico, se suman los consumos de todos los bimestres del año y se calcula el consumo anual. Algunas distribuidoras proveen el consumo bimestral promedio. En este caso multiplicando este número por 6, se tiene el consumo anual, que denominaremos  $Q_{factura\_anual}$ , expresado en kWh/año.

- ▶ Consistencia de los valores: por último, para lograr una consistencia entre los valores:  $Q_{medida\_anual}$  y  $Q_{factura\_anual}$ . Se efectúa un ajuste o varía los tiempos de usos aplicados para obtener  $Q_{medida\_anual}$ , de modo que estos valores ( $Q_{medida\_anual}$  y  $Q_{factura\_anual}$ ) no difieran más del 10%. Al ajustar los tiempos de usos, estos tiempos deben seguir siendo consistentes con los usos y costumbre de la familia. Por ejemplo, cuando uno indica el uso de un televisor en 2 horas al día, este valor por lo general no se conoce con tanta precisión y bien podría ser 1 o 3 horas por día.

- ▶ Distribución del consumo: una vez lograda esta consistencia entre ambos valores, ( $Q_{medida\_anual}$  y  $Q_{factura\_anual}$ ), podemos decir que tenemos un conjunto de datos consistente con la vivienda analizada. Llegado a este punto, podemos realizar un gráfico de torta, indicando la distribución de los consumos de energía, como se ve en la Figuras 7 y 9. Ver también Ref. (Gastiarena & Otros, 2017).

## Consumo de Gas. Análisis de las Facturas

En este caso, el análisis se basa en los datos de facturación provistos por la distribuidora para esa vivienda y un conjunto de preguntas realizadas a el o los interlocutores de la vivienda, siguiendo la metodología discutida en la Ref. (Iannelli & Gil,

¿Cómo hacer un diagnóstico de los consumos a partir de la factura y reducir los gastos de gas?, 2019)

## BIBLIOGRAFÍA:

- BEZZO, E., & Y OTROS. (2013). Eficiencia de calefones- importancia de los consumos pasivos. *Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía – ELUREE 2013*. Buenos Aires.
- BALANCES ENERGÉTICOS - Secretaría de Energía de la Nación. (2020). *BALANCES ENERGÉTICOS*.
- BERMEJO, A., & OTROS. (2018). Por qué renovar la heladera, Eficiencia Energética de refrigeradores. . *Petrotecnia*, LIX(6/2018), 58-67.
- CAMMESA. (2022). *CAMMESA - DEMANDA TOTAL PASO MENSUAL*. Obtenido de <https://portalweb.cammesa.com/>
- CARRIZO, S., & OTROS. (2019). *Vivienda Social Sostenible* (<http://biblioteca.camarco.org.ar/> ed.). Buenos Aires: Cámara Argentina de la Construcción.
- DEPARTMENT OF ENERGY USA. (202). *Evaporative Coolers*. (DOE) Obtenido de <https://www.energy.gov/energysaver/home-cooling-systems/evaporative-coolers>
- DUTT, P., & THAMME GOWDA, T. (May de 2015). An Investigative Review on Recent Developments in Refrigeration by Evaporative Cooling. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 23(6), págs. 289-292.
- ENARGAS. (2022). (Ente Nacional Regulador del Gas en Argentina) Obtenido de Ente Nacional Regulador del Gas: <https://www.enargas.gob.ar/>
- ENARGAS. (2022). *ENARGAS Transporte y Distribución- Datos Operativos*. (Ente Nacional Regulador del Gas en Argentina) Obtenido de <https://www.enargas.gob.ar>
- ESTADÍSTICAS ECONÓMICAS CIUDAD DE BUENOS AIRES. (Marzo de 2014). Consumo de energía en la Ciudad de Buenos Aires en 2013. ([https://www.google.com.ar/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEWj6rPap\\_9vQAhWMHpAKHZDnCRcQFggZMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.estadisticaciudad.gob.ar%2Feyc%2Fwp-content%2Fuploads%2F2015%2F04%2Ffir\\_2014\\_663.pdf&usg=AFQjCNFUdDyHD7gl\\_m](https://www.google.com.ar/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEWj6rPap_9vQAhWMHpAKHZDnCRcQFggZMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.estadisticaciudad.gob.ar%2Feyc%2Fwp-content%2Fuploads%2F2015%2F04%2Ffir_2014_663.pdf&usg=AFQjCNFUdDyHD7gl_m), Ed.)
- FPVS-EDENOR. (2019). *Informe de Consumos Energeticos en el Municipio de Pilar*. Buenos Aires: Informe EDENOR.
- GASTIARENA, M., & OTROS. (Abril de 2017). Gas versus Electricidad: Uso de la energía en el sector residencial. (IAPG, Ed.) *Revista PETROTECNIA*, LVI, 50-60.

- IANNELLI, L., & ET, A. (2016). Eficiencia en el calentamiento de agua. Consumos pasivos en sistemas convencionales y solares híbridos. (IAPG, Ed.) *PETROTECNIA*, LV, N03, P.586-95, Agosto, 2016, LV(3), 586-595.
- IANNELLI, L., & GIL, S. (2019). ¿Cómo hacer un diagnóstico de los consumos a partir de la factura y reducir los gastos de gas? *Petrotecnica*, LX(1), 144-146.
- INDEC. (2010). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010*. (INDEEC Argentina) Recuperado el 2018, de <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-41-135>
- LORENZO, P., & GIL, S. (Agosto de 2018). Ahorro de Energía en cocción. Ollas térmicas un modo de reducir los consumos en los sectores de bajos recursos. (IAPG, Ed.) *PETROTECNIA*, LIX(4), 26-30.
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA. (s.f.). Recuperado el Julio de 2016, de <https://www.minem.gob.ar/>
- OWL, W. E. (s.f.). Obtenido de [https://www.tlc-direct.co.uk/Technical/DataSheets/Owl/CM119\\_User.pdf](https://www.tlc-direct.co.uk/Technical/DataSheets/Owl/CM119_User.pdf)
- S.GIL. (2014). ¿Es posible disminuir nuestras importaciones de gas? *Petrotecnica* (Revista del IAPG). (IAPG, Ed.) *Petrotecnica (Revista del IAPG)*, LV, 82-91.
- SENSINI, P., & ET, A. (Octubre de 2018). Eficiencia Energética en la cocción ¿Cuáles son artefactos de cocción más eficientes en Argentina? *Energías Renovables y Medio Ambiente*, 41, 57-67.
- TANIDES, C. (2006). *Manual de Iluminación Eficiente, Efficient Lighting Initiative (ELI)*. Buenos Aires: [www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/](http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/).
- WIKIPEDIA. (2020). *Fundación Pro Vivienda Social (FPVS)*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Fundaci%C3%B3n\\_Pro\\_Vivienda\\_Social](https://es.wikipedia.org/wiki/Fundaci%C3%B3n_Pro_Vivienda_Social)
- ZAVALIA LAGOS, R., & OTROS. (2020). Eficiencia energética, una herramienta para mitigar la pobreza y las emisiones, Raúl Zavalía Lagos, Guillermina Jacinto y Silvina Carrizo y Salvador Gil. ISSN 0031-6598. *Petrotecnica*, LX(4), 95-98.