

# Auditoria Energética en una vivienda

S.Gil – UNSAM – [sgil@unsam.edu.ar](mailto:sgil@unsam.edu.ar)

20-5-2023

**Objetivo:** Analizar los consumos de *gas* y *electricidad* en una vivienda familiar. Para ello se propone una metodología que combine 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 destructoras de estos servicios. En este informe se describe el detalle la metodología utilizada, tanto para el análisis de los consumos eléctricos como lo de gas.

## A. Llenado de la Planilla:

La planilla Excel provista tiene varias hojas: **vivienda**, **Electricidad**, **gas**, **Transporte**, etc. Por favor llenar cada una de ellas con los datos requeridos.

Se usa el siguiente código de colores:

¿La vivienda tiene calefón o termotanque a gas?	si/no	Elegir una respuesta si o no
Si tiene termotanque o Calefón, cuál es su antigüedad Aprox.	5	# de años
¿La vivienda tiene más de un calefón o termotanque a gas?	si/no	Elegir una respuesta si o no

- ✓ Las celdas con **fondo verde y letra azul** son datos *que el auditor debe llenar* con la información pertinente.
- ✓ Las celdas sin fondo o **con fondo amarillo**, no *se deben tocar*, el programa (Excel) las calcula.
- ✓ Por favor llenar todas las celdas con **fondo verde y letra azul**, a menos que no se disponga de ese dato. En tal caso aclarar en una celda contigua con letras **rojas**: “**No se dispone de este dato**”.
- ✓ Incluir fotos de las *facturas de gas y luz, como fotos* de todos los artefactos claves. En particular de sus etiquetas de Eficiencia energética.

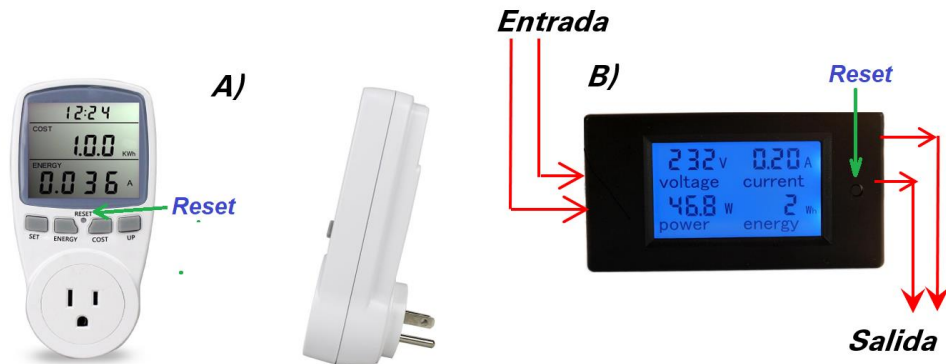
En la **Hoja o sopapa de Heladera**, se deben incluir las mediciones del consumo de cada una de las heladeras analizadas. Lo mismo que los de otros artefactos que consumen en forma intermitentes, como: Termotanques eléctricos, expendedor de agua fría/caliente, etc,

- ✓ En la hoja **Consumos\_caract\_2022**, se pueden encontrar consumos típicos de varios artefactos de uso domésticos de Argentina.

## B. Consumos de Electricidad:

- Para este análisis se utiliza un monitor de consumo [1], [2] 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 Fig.1.
- 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) y se registra el tiempo promedio en horas por día de uso del equipo en cuestión. Se registra asimismo el número de días al año que en promedio se usa el artefacto al año. Con esto datos se obtiene una estimación de su consumo anual.

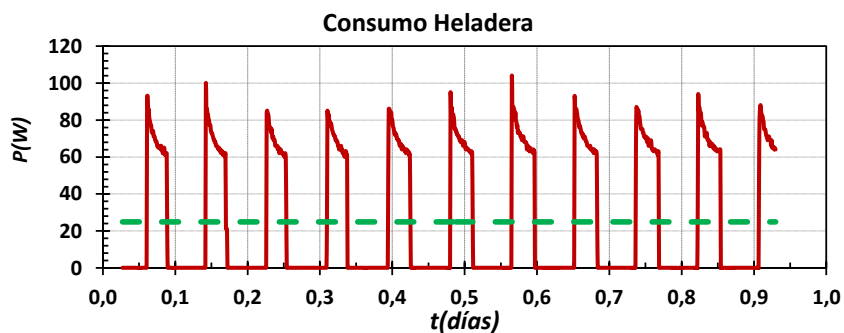
c) Para otros equipos, es necesario medir el consumo de energía (en Wh), durante un ciclo de funcionamiento, por ejemplo, heladeras (Figura 2), lavarropa (Figura 3), o secarropa, termotanque eléctrico, etc. Esto se debe a que estos equipos *no tienen una potencia constante* funcionamiento.



**Figura 1.** Monitores de consumo, A) modelo con toma incluido en el equipo y B) modelo de monitos 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 el Mercado libre, en Amazon, como muchos otros proveedores. [1], [2]<sup>1</sup>

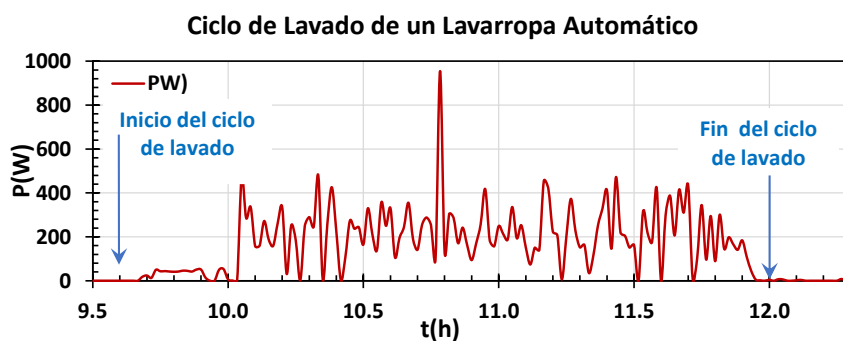
Por ejemplo, una heladera, funciona de *modo intermitente*, se enciende u se apaga periódicamente como ilustra la Figura 2. Por lo tanto, para conocer su consumo, es necesario medir el equipo por todo un día al menos, de modo de registrar su consumo promedio diario. Así, al medir por un día completo, se tiene un consumo más repetitivo del equipo. Luego, se multiplica el consumo diario por el número de días que el equipo este encendido al año (en general 365 días o los días que se usa al año) y se obtiene una estimación de su consumo anual.

d) 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 cuantas veces a la semana usa el lavarropa la familia, con lo cual de nuevo puede calcularse su consumo anual.



**Figura 2.** 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. Con el medidor de consumo em modo “Energy” automáticamente se mide esta área a lo largo de un día.

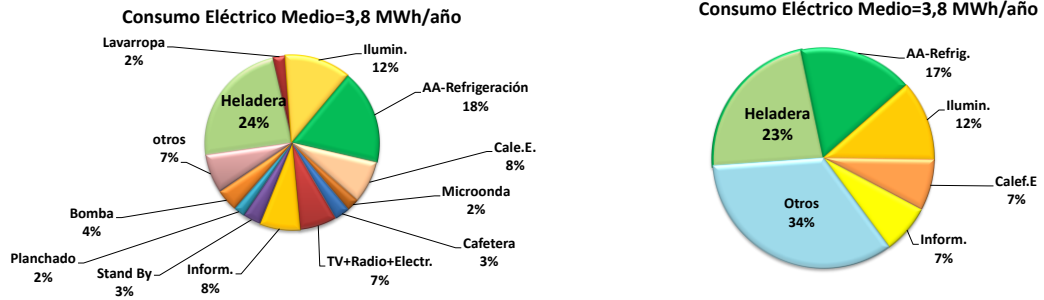
<sup>1</sup> Ver: <https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-681318358-medidor-consumo-electrico-hogar-alterna-100-ampere- JM> , o [Amazon.com : kill a watt](https://www.amazon.com/kill-a-watt)



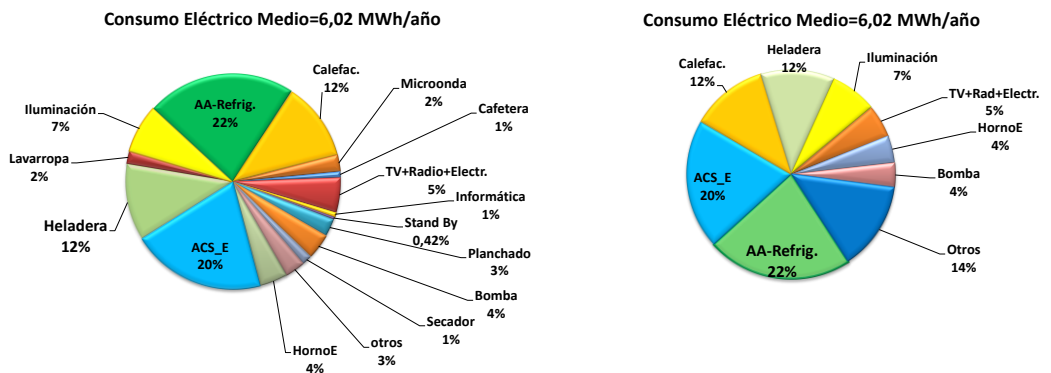
**Figura 3.** Variación en el tiempo del consumo de energía (Potencia) de un lavavajillas automático durante un ciclo de lavado. El consumo por ciclo es el área bajo esta curva. Como se ve el consumo dista de ser constante durante todo el ciclo. Por ello se usa el medido de consumo en modo “Energy” en el que automáticamente se mide esta área, o sea el consumo de un ciclo.

Para el caso de un *termotanque eléctrico*, se usa la misma metodología que una heladera. Lo mismo se aplica en un *expendedor de agua fría/caliente*. Ver Anexo 1.

- e) Con esta información, se suman los consumos anuales de cada artefacto, y se obtiene el consumo el consumo anual, estimado a partir de las mediciones de consumo, que denominaremos  $Q_{medida\_anual}$ , expresado en  $kWh/anual$ .
- f) 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 multiplicado este número por 6, se tiene el consumo anual, que denominaremos  $Q_{factura\_anual}$ , expresado en  $kWh/anual$ .
- g) Por último, para lograr una consistencia entre los valores:  $Q_{medida\_anual}$  y  $Q_{factura\_anual}$ . Ajuste o vari los tiempos de usos usados 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, asegúrese que estos tiempos sigan 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.
- h) 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 Figura 3. ver también Ref. [1].
- i) Desde luego, si para una dada vivienda no se dispone de factura eléctrica, la comparación con los consumos de facturación se soslaya, ya que no es posible realizarlo.
- j) En primer lugar, se compara el consumo medio de la vivienda con los consumos medios de la misma en la región donde se encuentre u con el valor medio del consumo residencial en el país para el año en cuestión (3 MWh/año). Ver Figura 5.
- k) Luego, de la tabla de consumos medidos, se busca identificar 4 o 5 los mayores o principales consumo eléctricos de la vivienda.
- l) Utilizando los datos de la Tabla 1, se busca identificar si los principales consumos están dentro de la región de consumos eficientes. En caso contrario, se analiza la posibilidad de eficientizar estos consumos aplicando medidas de uso racional o explorando el cambio de algunos artefactos.



**Figura 4.** Consumo eléctrico residencial calculado a partir de una muestra de 150 casas de voluntarios de la UNSAM de nivel socioeconómico medio en la región de CABA y GBA. [2] En esta muestra sus habitantes tienen acceso al gas natural. Así el calentamiento de agua se hace principalmente con gas. A la izquierda se muestran la mayoría de los artefactos eléctricos relevados y sus consumos medio. A la derecha, los seleccionamos los principales consumos eléctricos de la misma muestra.



**Figura 5.** Consumo eléctrico residencial calculado a partir de una muestra de 150 viviendas que no tienen acceso al gas natural. Así el calentamiento de agua se hace principalmente con electricidad en estas viviendas. La muestra proviene de Villa Rosa del Partido de Pilar y habitantes Cuartel V del Partido de Moreno. Provincia de Buenos Aires. Todas estas muestras corresponden a familias de nivel socioeconómico medio bajo o medio bajo. A la izquierda se muestran la mayoría de los artefactos eléctricos relevados y sus consumos medio. A la derecha, los seleccionamos los principales consumos eléctricos de la misma muestra.

En las Figuras 4 y 5 se muestran los principales resultados de nuestro estudio. En los sectores socioeconómicos medios y altos, con acceso a consumo de gas por redes para calefacción, agua caliente sanitaria (ACS) y cocción, el principal consumo eléctrico es la heladera, seguido del aire acondicionado y la iluminación, tal como fue reportado en otros estudios. [1] Sin embargo, en los sectores socioeconómicos medios y bajos, sin acceso a de gas por redes, el principal consumo eléctrico es el calentamiento de agua sanitaria (ACS), seguido del acondicionamiento térmico (AA), calefacción eléctrica, heladera e iluminación.

En estos casos se analizan todas las medidas de eficiencia que le resulte posible [3]. De modo de reducir estos consumos a costos accesibles. Se analiza el aporte de replazar lámparas, por su versión LED [4]

REFERENCIAS GENERALES:	Valores en kWh ANUAL							
	Sospechosamente BAJO menor que:	EFICIENTE Entre:		Moderadamente ALTO Entre:	Bastante Alto Entre:		Demasiado Alto Mayor que:	
HELADERA CON FREEZER	200	200	350	351	750	751	1200	Mayor a 1200
AIRE ACONDICIONADO Frío-Calor		0	190	191	250	251	550	Mayor a 550
AIRE ACONDICIONADO Sólo Frío		0	190	191	250	251	251	Mayor a 550
Termotanque Electrico		1000	3400	3401	4400	4401	7000	Mayor a 7000
Lavarropa		15	60				Mayor 60	Mayor 250
Iluminación		30	90				mayor 90	Mayor 150
AA-Refrigeración		0	90				mayor 190	Mayor 250
Calefac.		0	100				mayor 100	Mayor 250
Microonda		0	55				mayor 55	Mayor 100
Cafetera+Tostadora + batidora		0	40				mayor 40	Mayor 100
TV+Radio+DVD		0	130				>130	Mayor 200
Informática		0	130				>130	Mayor 250
Stand By		0	130				>60	Mayor 100
Planchado		0	50				>50	Mayor 200
Bomba de Agua		0	50				>60	Mayor 150
Secador		0	50				>50	Mayor 120
Electricidad		1200	2500				> 3500	Mayor 4200
Consumos de gas								
Cocción	menor a 300	300	1200					mayor 1200
ACS	menor a 900	2000	3500					mayor 3500
Piloto		0	2200					mayor 2300
Calefacción	menor a 303	3800	6500					mayor 6500

Tabla 1. Consumos eléctricos residenciales típicos de distintos artefactos en Argentina.

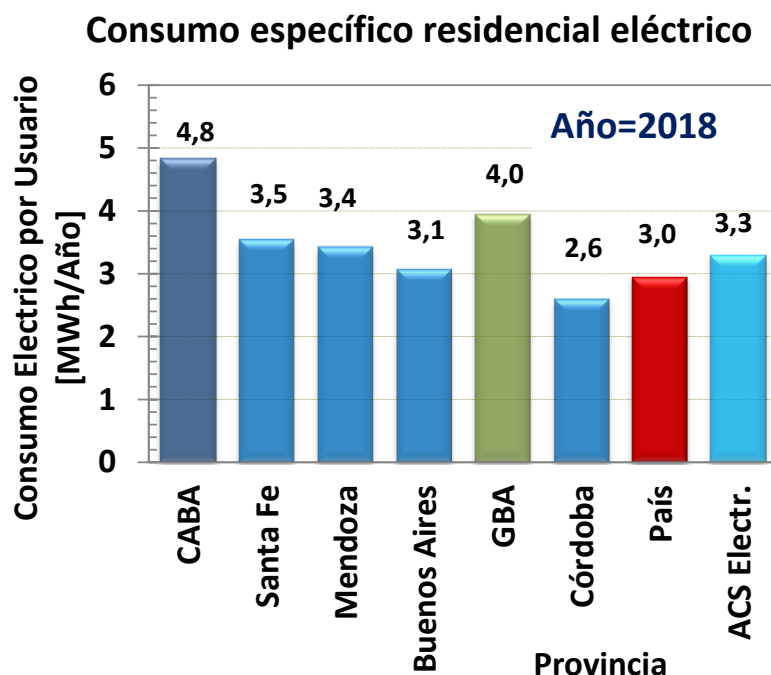


Figura 6. Consumos eléctricos residenciales promedio para las principales regiones de Argentina a partir de los datos de facturación de las distintas distribuidoras. [5] La barra celeste de la derecha, indica el consumo medio de un termotanque eléctrico, de 120 litros, con un consumo medio de unos 180 litros/día. [6] [7] Nótese que en general un termotanque eléctrico es de unos 3,3 MWh/año, equivalente al valor medio del consumo eléctrico nacional.

La Tabla 1 muestra un ejemplo de lo que se puede lograr de una auditoria. Sin embargo, es importante recordar que: **no siempre un sobre consumo alto relativo a un consumo eficiente u óptimo es consecuencia de un artefacto ineficiente. Muchas veces es consecuencia de un uso mucho mayor que lo usual o un uso no racional del mismo.**

Por ejemplo, si se usó todos los días un horno eléctrico por 45 min. El consumo va a ser grande. Pero no necesariamente porque en horno es ineficiente, sino porque se usa mucho. En cada caso es necesario analizar críticamente la situación y no hacer conclusiones o recomendaciones equivocadas.

Ver: <http://www.fisicarecreativa.com/UREE> y

### Calefacción eficiente - Medidas de bajo costo

✚ ¿Cómo calefaccionar un ambiente eficientemente? Video UNSAM

✚ Eficiencia en Calefacción- Medidas de bajo costo

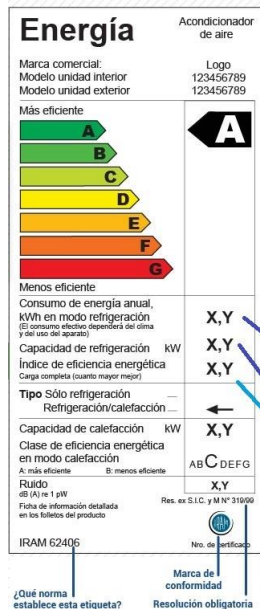


Tabla 1.1 – Acondicionadores de aire de tipo dividido (con una unidad interior y una unidad exterior)

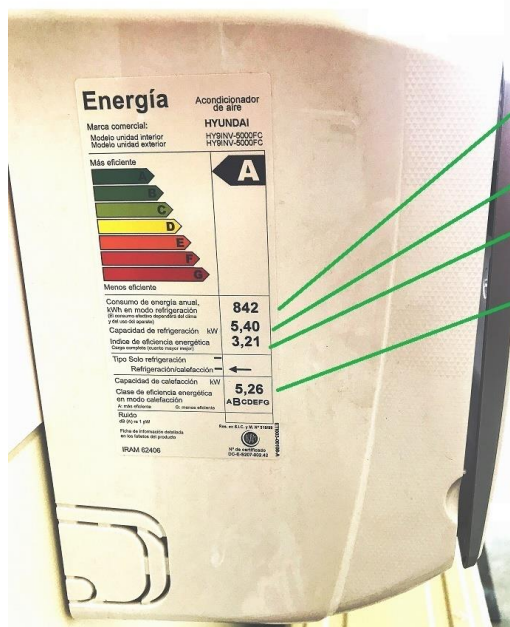
Clase de eficiencia energética	Condición
A	$3,20 < IEE$
B	$3,20 \geq IEE > 3,00$
C	$3,00 \geq IEE > 2,80$
D	$2,80 \geq IEE > 2,60$
E	$2,60 \geq IEE > 2,40$
F	$2,40 \geq IEE > 2,20$
G	$2,20 \geq IEE$

Tabla 2.1 – Acondicionadores de aire dividido (con una unidad interior y una unidad exterior)

Clase de eficiencia energética	Condición
A	$3,60 < COP$
B	$3,60 \geq COP > 3$
C	$3,40 \geq COP > 3$
D	$3,20 \geq COP > 2$
E	$2,80 > COP > 2$
F	$2,60 \geq COP > 2$
G	$2,40 \geq COP$

Consumo anual a Potencia Maxima Usado por 500 hs. al año  
**Potencia Max. (Refrig. Consumo)**  
 Índice de Eficiencia (IEE)

Norma IRAM 62406



CA=Consumo anual x 500 hs al año [kWh]

CpR=Capacidad Refrigeración [kW]

IEE=Índice de Eficiencia

CpC= Capacidad de Calefacción [kW]

$$\text{Consumo Electrico [kW]} = \frac{CA}{500 \text{ hs}} = \frac{842 \text{ kWh}}{500 \text{ h}} \approx 1.68 \text{ kW}$$

$$\text{Consumo Electrico [kW]} \approx \frac{CpR}{IEE} \approx \frac{5.40 \text{ kW}}{3.21} \approx 1.68 \text{ kW}$$

$$\text{Consumo Electr. Calf. [kW]} \approx \frac{CpC}{COP} \approx \frac{5.26 \text{ kW}}{3.2} \approx 1.67 \text{ kW}$$

**Potencia Máx. de consumo = 1.68 kW (a Max. Potencia)**

Figura 7. Etiqueta de Eficiencia Energética para *acondicionadores de aire* según la Norma IRAM 62406 de 2007. El consumo anual corresponde al consumo a máxima potencia (refrigeración) por 500 horas anuales. Abajo se muestra cómo se relacionan los distintos valores indicados en la etiqueta. La potencia medida a máxima potencia ya sea en calefacción o refrigeración es en general muy cercano al valor del Consumo Eléctrico [kW].

## Estimación del consumo de energía para agua caliente sanitaria (ACS)

El consumo de energía empleado en agua caliente sanitaria (ACS) para uso doméstico, constituye en general el segundo o tercer consumo en importancia en el sector residencial, tanto a nivel global como local. [8], [9] Las ventas de bombas de calor y equipos de calentamiento de agua renovables, como los sistemas solares térmicos, han seguido aumentando a nivel global. Sin embargo, los equipos de ACS a base de combustibles fósiles aún representan más de 50 % de ventas, mientras que los equipos de calefacción eléctrica convencionales menos eficientes agregan otro 30%. En relación al agua caliente sanitaria, un 37% utiliza termotanque a gas y un 26% calefón a gas. En lo relativo a artefactos eléctricos un 11% utiliza termotanques y un 16% calefones eléctricos y unos 7% duchas eléctricas. [10] Sin embargo al año 2018, 64% de los equipos usaban gas natural y unos 34% eran eléctricos, solo un 2% funcionaba a GLP (gas envasado).

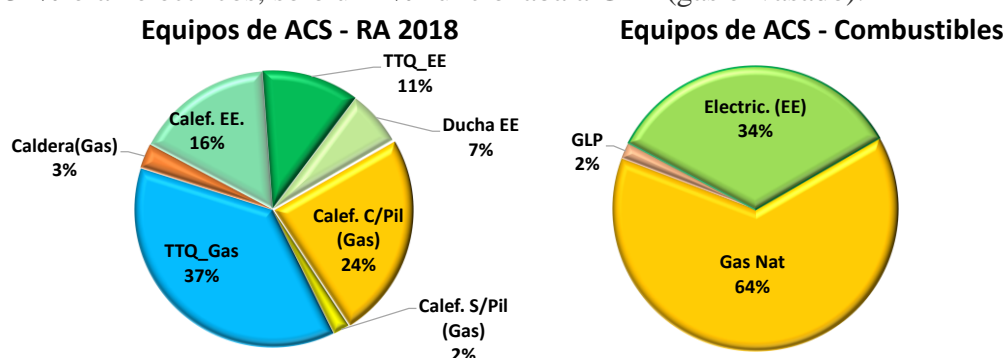


Figura 8. Equipos de ACS en Argentina prevalentes en 2018. [10], [9]

	Efic.	Q_Mant. (kWh/día)	Q_Agua (kWh/día/per)	E_ACS (kWh/día/hog.)	E_ACS (MWh/Año/hog.)
Calef. C/Pil (Gas_D)	75%	5.4	1.94	11.2	4.09
Calef. S/Pil (Gas_A)	80%	0	1.81	5.4	1.99
TTQ_Gas (D)	77%	5.94	1.89	11.6	4.23
TTQ_Gas (A)	80%	3.24	1.81	8.7	3.17
Caldera(Gas)	85%	0	1.71	5.1	1.87
Calef. EE.	85%	0	0.85	2.6	0.94
TTQ_EE (D)	94%	3	1.54	7.6	2.79
TTQ_EE (A)	96%	0.95	1.51	5.5	2.00
Ducha EE	85%	0	0.85	2.6	0.94

Tabla 2. Consumos energéticos característicos para el calentamiento de agua sanitaria.

Para estimar el consumo, partimos del hecho que, en promedio, el consumo de ACS es en general de unos 50 litros/día.<sup>II</sup> [7] Si suponemos que el agua por red que

<sup>II</sup> En el caso de uso de calefones eléctricos y duchas eléctricas, los equipos del primer tipo tienen un volumen de agua de alrededor de 25 litros, por lo que suponemos que estos dos casos, las personas usan menos agua caliente, ya que solo pueden ducharse y con un volumen menor de agua. De este modo para estos dos equipos tomamos con consumo medio 25 litros/día.

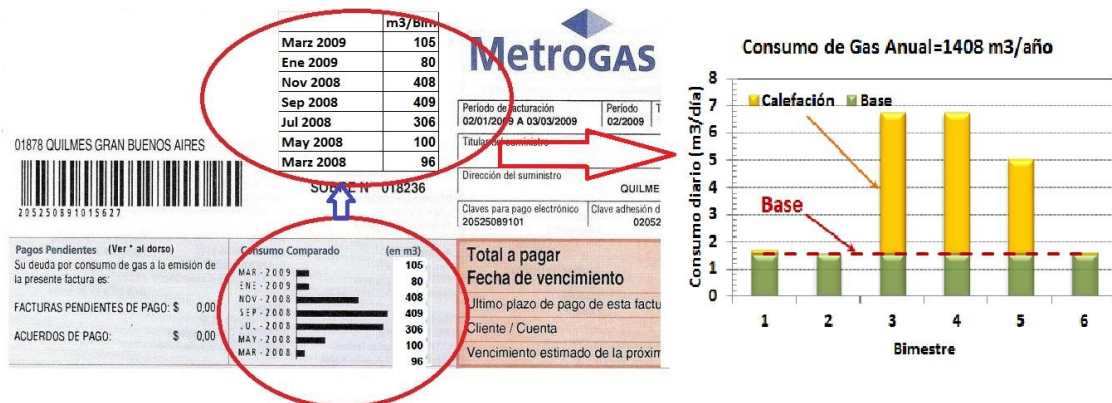
circula por el suelo está a unos  $17^{\circ}\text{C}$  y la temperatura de confort es de unos  $42^{\circ}\text{C}$ , el sato térmico será:  $\Delta T=42-17=25^{\circ}\text{C}$ . De modo que la energía necesaria que hay que entregar al agua es de:  $\Delta Q(\text{kcal/día})=c.m.\Delta T=1250 \text{ kcal/día/persona}$ . además, hay una eficiencia en el proceso de calentamiento, y un consumo de mantenimiento o pasivo en todos los equipos. En la Tabla 2.

**Consumo de Cocción:** El consumo de cocción es un consumo importante, forma parte de los consumos claves. Además, es quizás el más básico de todos los consumos. Como se ve en el Anexo 3 y se discute con más detalle en la bibliografía, [11] el consumo medio por persona que cocina con gas es del orden de  $1.2 \pm 0.3 \text{ kWh/día}$ . Si se usa una cocina, eléctrica a resistencia, que tiene una eficiencia de un 25% mayor, el consumo medio puede estimarse en unos  $1.0 \pm 0.3 \text{ kWh/día}$  y para una cocina a inducción:  $0.7 \pm 0.2 \text{ kWh/día}$ . En general, en forma aproximada, el consumo de una vivienda en cocción es el consumo medio por persona, indicado anteriormente, multiplicado por el número de personas en la vivienda.

### Consumo de Gas

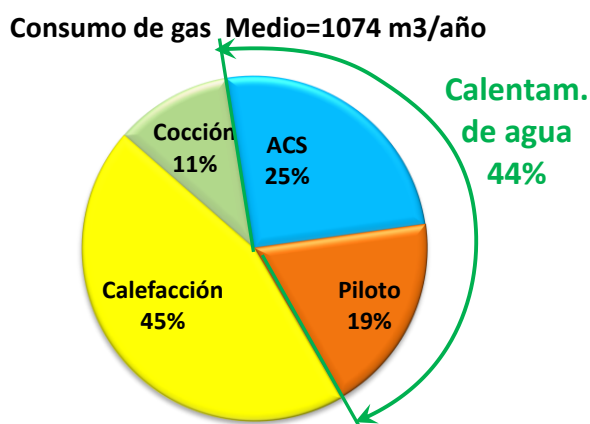
En este caso, basamos nuestro análisis en los datos de facturación provisto por la distribuidora para esa vivienda y un conjunto de unas preguntas realizadas a el o los interlocutores de la vivienda, siguiendo la metodología discutida en la Ref. [11]. Los datos de facturación de gas se ilustran esquemáticamente en la Figura 9.

a) Usando los datos de consumo de las facturas de gas de un año, y conociendo los artefactos que dispone en su casa, se puede simular muy bien los consumos de gas, en forma similar a como se muestra en la Figura 9 y se discute en detalle en el Anexo 3 y en la Ref. [1].



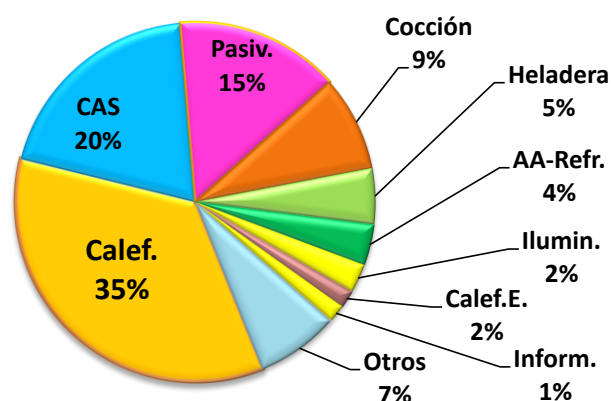
**Figura 9.** Consumo de gas: a partir de las facturas de gas, (Izquierda) puede obtenerse el consumo por bimestres de los 6 o 7 últimos bimestres. Dividiendo por el número medio de días por bimestres (60,8 días), se puede obtenerse el consumo medio diario por bimestre. Suponiendo que en los bimestres estivales no se usa la calefacción, promediando estos consumos estivales se obtiene el consumo medio base, asociado al uso de cocción u calentamiento de agua. El consumo por encima de este valor en los meses invernales, nos dan una idea del consumo de calefacción.

Con esta información se puede hacer un gráfico de distribución del consumo de gas y total como se ilustra en la Figuras 10 y 11.



**Figura 10.** Consumo gas residencial calculado a partir de una muestra de 150 casas de voluntarios de la UNSAM de nivel socioeconómico medio en la región de CABA y GBA.

Consumo Total Medio=17,5 MWh/año



**Figura 11.** Consumo total residencial (gas y Electricidad) calculado a partir de una muestra de 150 casas de voluntarios de la UNSAM de nivel socioeconómico medio en la región de CABA y GBA.

**Pérdidas de gas:** Un parámetro clave a analizar es el consumo de agua caliente por persona, un valor razonable es de 50 10 litros/día. Un valor muy alto puede ser indicativo de una pérdida de gas. Cuidado. Si sospecha de pérdida, trate de medirla. Para medir esta pérdida solo tiene que apagar (*turn off*) **todos** los artefactos de gas de la vivienda. Se va hasta el medidor de la vivienda, se abre la tapa del gabinete que alberga el medidor de la casa y se saca una foto al medidor, registras este consumo ( $Cons_1$ ) y la hora ( $T_1$ ). Desde luego asegúrese que el medidor que analiza es efectivamente de la propiedad en cuestión. Mantener todos los equipos apagados. Luego, media hora después o una o dos horas después. Se vuelve a sacar una foto del medidor y se registra lo que indica en medidor ( $Cons_2$ ) y la nueva hora ( $T_2$ ). De la diferencia se obtiene la pérdida diaria:

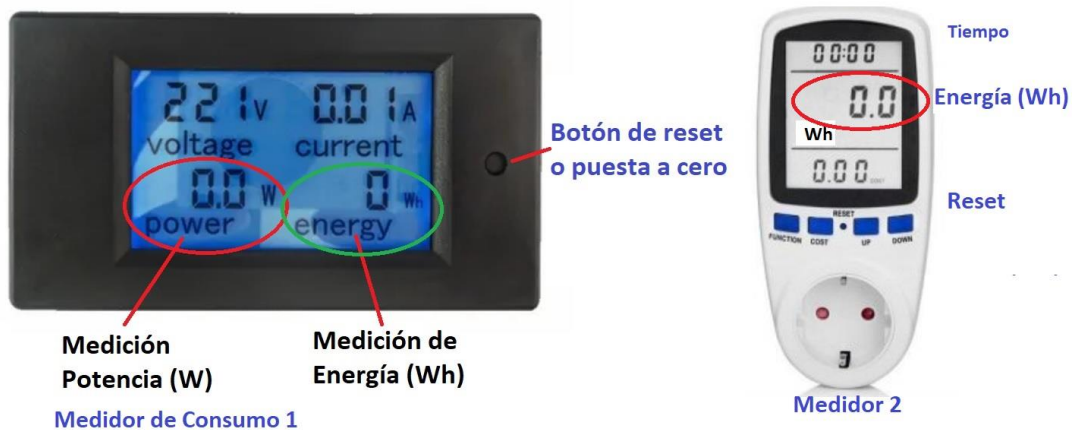
$$Pérdida \left( \frac{m^3}{día} \right) = 24 \frac{(Cons_2(m^3) - Cons_1(m^3))}{(T_2(h) - T_1(h))} \quad (1)$$

Si la pérdida es igual o superior a unos 0.02 m<sup>3</sup>/día o sea unos 0.8 litros/hora, es peligroso. **¡¡Si encuentra pérdida de este tipo, llame a un gasista matriculado lo antes posible!! Además de costoso, es muy peligroso.**

## Anexo 1. Medición del consumo de Heladeras y lavarropas.

En este anexo discutimos algunas ideas para poder realizar una determinación adecuada de equipos que no tienen un consumo (potencia de consumo) constante, como ilustra la Figura 2, para el caso de heladeras. [12]

En estos casos lo más conveniente es usar un medidor de consumo en modo de medición de Energía (Wh o kWh). Para hacer más simple la medición, es conveniente poner en cero el valor de dicho registro, activando el “reset” que la mayoría de estos equipos tiene. Ver Figura 12.



**Figura 12.** Distintos tipos de medidores de consumo eléctricos. Disponibles por MercadoLibre, Amazon, eBay, etc.

Para esta medición hay dos alternativas:

- A) **Modo Naive:** se anota el tiempo ( $t_0$ , en horas y fracción) y medición de la Energía Inicial ( $E_0$ ). Se conecta en ese instante la heladera al medidor y se espera una 15 a 24 horas. Al final de ese tiempo, se registra de nuevo el tiempo  $t_f$  y la nueva medición de la energía  $E_f$ .

$$\text{El consumo diario será: } E \text{ (Wh/día)} = 24 \times (E_f - E_i) / (t_f - t_i)$$

- B) **Modo mejorado:** En este caso se inicia la medición de modo similar al anterior, pero aquí se registran los tiempos y mediciones de energía ( $t_i$ ,  $E_i$ ) cada 2 o 3 horas (durante la noche puede ser cada 8 hs.). Luego en una hoja de cálculo se registran estos valores, y preferiblemente se convierten los tiempos  $t_i$  en unidades de día (dividendo por 24h), y se grafican los resultados como ilustra la Figura 13. Si los datos de  $E_i$  vs.  $t_i$  están alineados es una indicación que las mediciones se obtuvieron correctamente. Tomando la pendiente de esta recta, la pendiente es una medición más adecuada del consumo diario. La ventaja de este método es que hace uso de varias mediciones, no solo una, para obtener el resultado, con los que los resultados son mucho más confiables y tienen menos error o incerteza. Además, de ser posible registre la temperatura de la habitación cada vez que registre los valores de ( $E_i$ ,  $t_i$ ). Con este conjunto de valores de Temperatura determine el valor medio. Dado que las normas miden los consumos a 25C, este valor puede servir para comprender

desviaciones respecto de lo que indica la etiqueta. Dado que los ensayos se realizan en los laboratorios con puertas cerrada, y en el uso cotidiano uno carga la heladera y abre las puertas, el general el consumo medido en condiciones reales es entre el 20% al 35% mayor que el de las etiquetas. [13] Esta misma metodología se puede usar en el caso de un *termotanque eléctrico*. Asimismo, esta metodología se aplica en un *expendedor de agua fría/caliente*. En todos los casos, agrupar estos datos en la *hoja o solapa de Heladeras*.

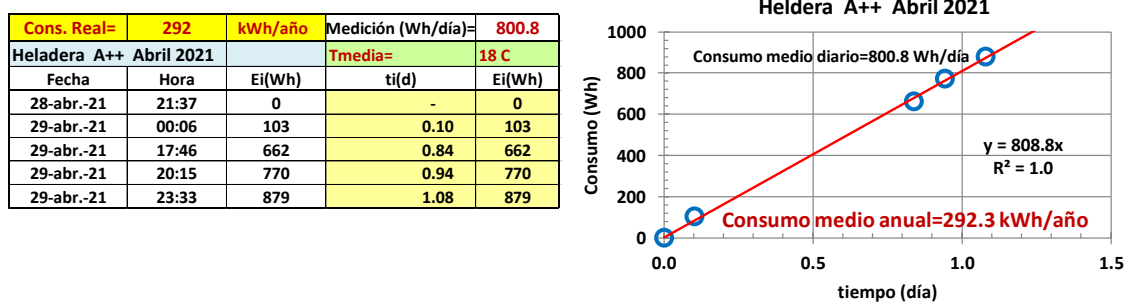


Figura 13. Determinación del consumo diario de una heladera. Método mejorado.

### Medición del consumo de lavarropas.

En este caso, lavarropa; se mide el consumo de un ciclo completo de lavado, tal como en general lo usa la familia. Para ello, elija una carga de lavado como la que usualmente usa en su casa habitualmente. Coloque el lavarropa conectado al medido de consumo eléctrico, en modo medición de energía. Inicie el lavado en el modo habitual que siempre lo hace. Al final de todo el ciclo de lavado, registre este consumo de energía en Wh. Luego estime cuantas veces a la semana usa el lavarropa su familia, de allí estime su uso por año. Con estos datos puede calcularse su consumo anual.

En el caso de lavarropas, recuerde que lo que se registra en las etiquetas, es el consumo del lavarropa usando agua caliente (40°C). Calentar el agua con resistencia, casi duplica el consumo del lavarropa. Por ello no es aconsejable usar esta opción en el lavado. En AMBA no hay diferencia en la calidad del lavado, pues el agua siempre está a temperaturas de 17 °C o mayores. Los valores habituales con agua caliente oscilan entre 0,55 y 1,2 kWh/ ciclo, pero se reducen casi a la mitad con agua fría. Ver: [14], [15]

### Sugerencias al llenar el archivo Excel. Recomendaciones:

- 1) En la hoja provista, por favor **no modificar el formato de las hojas** de electricidad y gas. De modo de poder comparar más fácilmente sus resultados con otros resultados anteriores y así poder sacar estadísticas de consumo.
- 2) Los datos de cada artefacto que deben llenarse están indicados en **azul con fondo verde**. Llenar estos casilleros. Los otros datos, los de las casillas con **fondo amarillo** se completan automáticamente. De todos modos, revisen la hoja de cálculo para entender su lógica.
- 3) No **borren líneas del archivo Excel** por favor. Si no tienen un artefacto que está en la lista, simplemente poner en cero su tiempo de uso "0". Sino se altera todas las cuentas de la hoja de cálculo.
- 4) En la hoja "**vivienda**" llenar la información solicitada
- 5) Para cada uno de los artefactos de mayor consumo (consumos claves), indicar su edad o antigüedad y marca. Además, agregar una foto de cada

- uno de ellos y si tienen etiqueta de eficiencia energética, incluir una foto de las mismas en la misma hoja del archivo Excel donde se indica su consumo.
- 6) En la hoja “Consumos\_Carct.\_2022” se puede ordenar los artefactos de mayor consumo y saber los que mayor ahorro potencial tienen.
  - 7) Activado el botón “**Copiar y Ordenar 1**” y “**Copiar y Ordenar 2**” se obtiene una lista ordenada de aquellos artefactos de mayor ahorro potencial (de energía y dinero). De todos modos, cada uno puede hacer este análisis de los datos generales.

## Lavarropas

En Argentina, la Norma IRAM 2141-3 que establece el Etiquetado de Eficiencia Energética (EEE) de lavarropas. [16] La resolución de la ex Secretaría de Industria, Comercio y Minería N° 319/99 que hace obligatorio el etiquetado en lavarropas eléctricos. Por esta resolución para comercializar lavarropas es necesario que los productos tengan una clase de EEE “B” o superior.

En las Figuras 14 y 15 se muestra dos EEE para lavarropas. La primera ilustra el tipo de información que contiene la misma y la segunda ilustra dos casos concretos de EEE. La de la izquierda en la nueva IRAM 2141-3-2017 y la de la izquierda la IRAM 2141-3-2010.

Un punto interesante de destacar es que en la norma IRAM 2141-3-2010, el consumo del lavarropa se mide con agua caliente a 40°C en el ciclo de lavado.

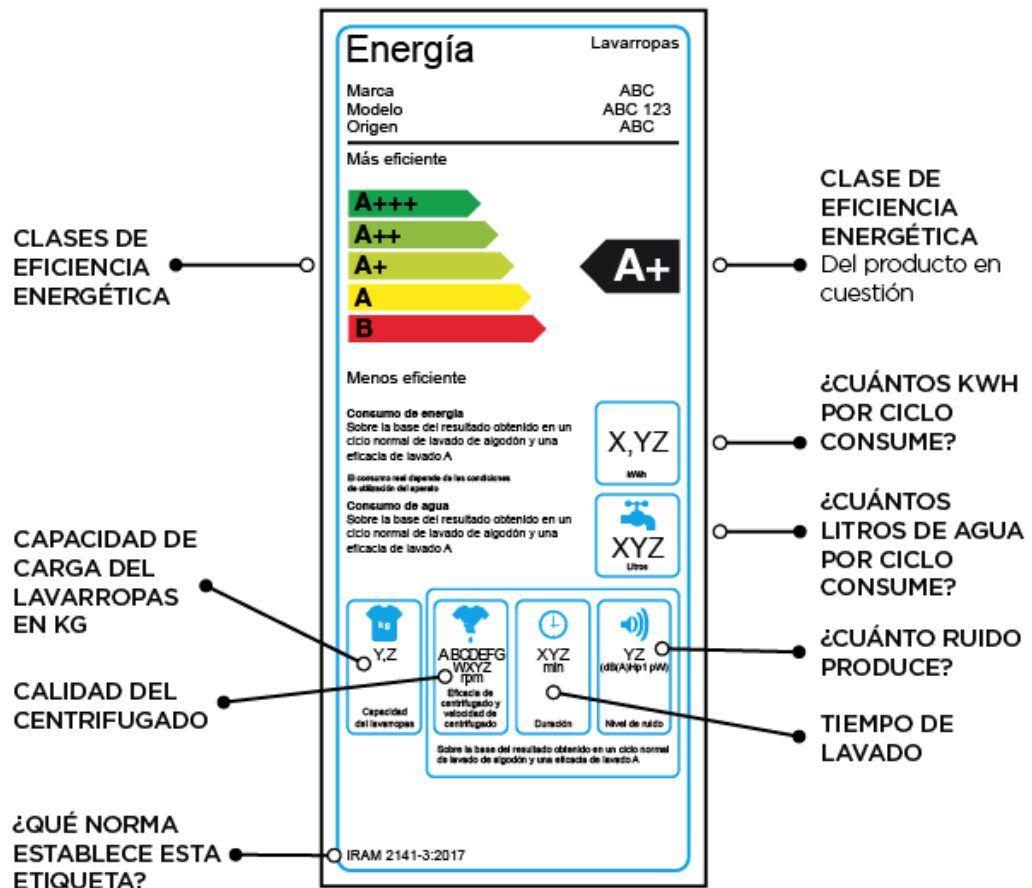
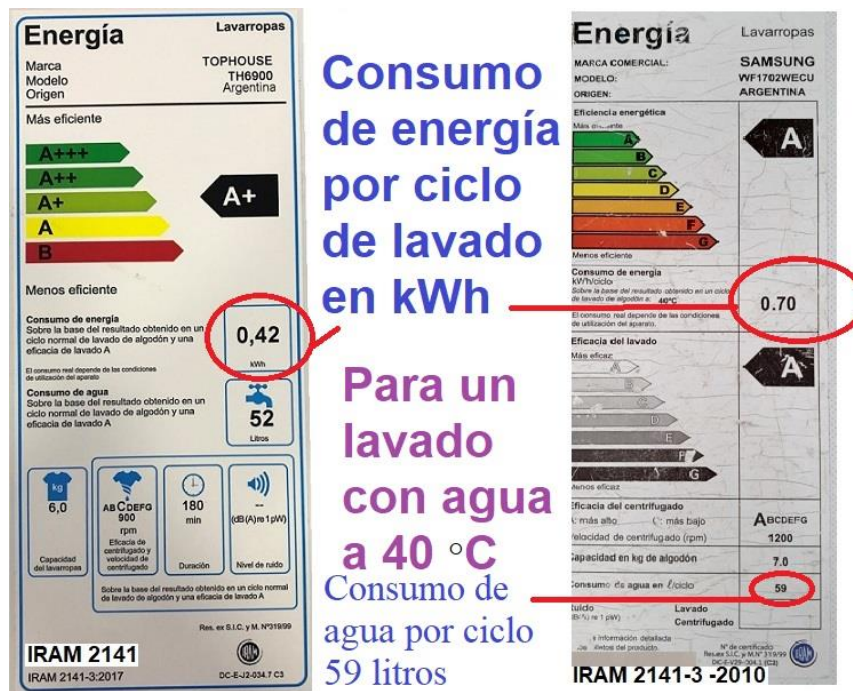


Figura 14: Esquema de la EEE IRAM 2141.



**Figura 15:** Ejemplo de dos modelos de la EEE IRAM 2141. A la izquierda IRAM 2141-3-2017 y a la derecha IRAM 2141-3-2010.

Si tomamos en el ejemplo de la derecha, el consumo por ciclo es de 0.70 kWh. Sin embargo, si calculamos la energía necesaria para calentar el agua de unos 22°C a 40°C, para un volumen de 15 litros (los 59 litros son el consumo total, incluyendo enjuagues, por lo que en agua que se calienta es aproximadamente 1/4 del total), tenemos que aun con una eficiencia de calentamiento eléctrico del  $ef=96\%$ , la energía térmica para calentar esta agua es:  $Q_{\text{agua}}=c \cdot m_{\text{agua}} \cdot \Delta T / ef \approx 280 \text{ kcal} = 0.33 \text{ kWh}$ , para el caso que analizamos es casi el 50% de consumo. Por lo tanto, vemos que calentar agua es un proceso muy costoso energéticamente. Por consiguiente, a menos que sea muy necesario, ropa muy engrasada, quizás ropa de un mecánico, es aconsejable usar el lavado a temperatura ambiente. Esta es en parte la razón, que, si se realiza la medición de consumo eléctrico por ciclo, usando agua a temperatura ambiente (sin calentar) el consumo por ciclo resulte menor que el indicado en la etiqueta. [17]

Uno de los parámetros que se especifica en la EEE, entre otros muchos importantes, es el consumo de energía por ciclo. Este consumo, en general, para lavarropas con EEE, A o mejor, lavando a temperatura ambiente (sin calentar el agua), su valor varía, *usualmente, entre 70 Wh/ciclo a 500 Wh/ciclo*. Ver Figura 16.



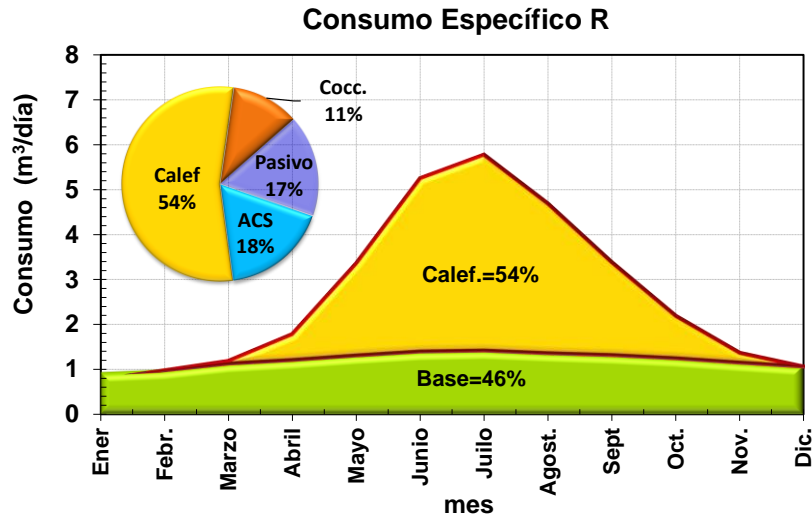
Figura 16. Ejemplo de dos lavarropas con EEE IRAM 2141.

## Anexo 2. Anatomía del Consumo Residencial de GN

El Gas Natural (GN) constituye el principal componente de la matriz energética nacional, aportando más del 50% de la energía primaria del país [8]. Alrededor del 27% del gas se distribuye a través de redes a los usuarios residenciales. La Figura 17 resulta de un análisis *Top-Down*, de datos de consumos publicados por ENARGAS. [9] Muestra la variación del *consumo específico* (es decir el consumo por usuario<sup>III</sup>) residencial medio de Argentina a lo largo de un año. Los datos graficados son el promedio de los consumos residenciales específicos de los años 2010 al 2018.

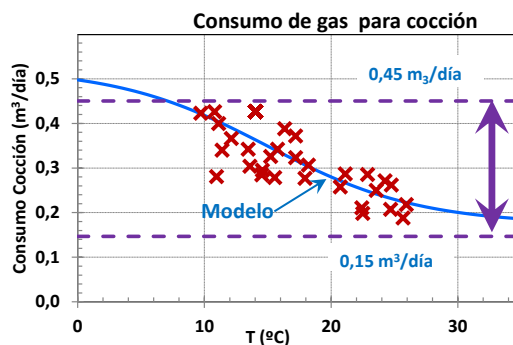
En los meses de verano (enero, febrero y diciembre) el consumo se reduce, en gran parte de Argentina, a lo que se conoce como el *consumo base*, es decir el consumo de gas usado en cocción y calentamiento de agua. Como se ve, esta separación puede realizarse de manera simple, ya que la variación del 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. Esta proporción puede cambiar según la rigurosidad de los inviernos.

<sup>III</sup> “Usuario” corresponde a una vivienda con medidor. En Argentina, en promedio, hay 3,2 personas por vivienda.



**Figura 17.** Variación de los consumos específicos residenciales de gas como función de los meses del año. Los datos ilustrados promedian los de 2010 a 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 termotanque 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 35%. Fuente: Elaboración propia con datos de ENARGAS. [10]

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 solamente. 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.

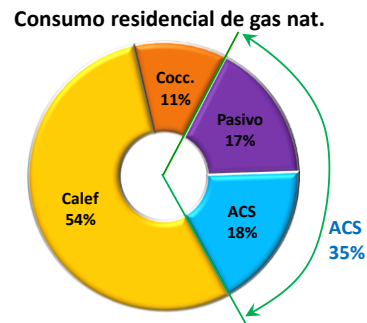


**Figura 18.** Consumo de gas para cocción. Datos obtenidos de edificios de CABA con servicios centrales. El consumo promedio de gas para cocción es de  $0,3 \pm 0,15$  m³/día. Este consumo es consistente con un uso diario de hornallas medianas de 80 min y de 15 min de horno. Fuente: elaboración propia en base a datos suministrados por METROGAS.

En la Figura 18 se muestran los consumos para cocción en función de la temperatura. Aquéllos también tienen correlato con la temperatura, bajando en los días calurosos, que sería aquéllos en los cuales se tiende a ingerir comidas livianas, con menor grado de cocción. Los consumos asociados a la cocción son aproximadamente similares para todos los sectores sociales. El consumo en cocción

es  $0,30 \pm 0,12 \text{ m}^3/\text{día}$ , equivalente a unos  $3,2 \text{ kWh}/\text{día}$  y puede considerarse representativo de toda la región centro-norte de Argentina con una variación con la temperatura, como se muestra en la Figura 19. Dado que en promedio viven 3,2 personas por vivienda, el consumo medio para la cocción por persona es del orden de  $0,10 \pm 0,01 \text{ m}^3/\text{día} \sim 1,1 \pm 0,1 \text{ kWh}/\text{día}$  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%, [11] podemos decir que la energía neta per cápita usada en la cocción en la zona central de Argentina es de  $\sim 0,55 \pm 0,07 \text{ kWh}/\text{día}$  por persona.

Consumo		$\text{m}^3/\text{día}$	$\text{m}^3/\text{año}$	$\text{kWh}/\text{año}$
Base	Cocción	0.30	110	1,183
	Cal. Agua	0.47	171	1,851
	Pasivo	0.45	164	1,774
Calefacción		1.45	529	5,718
Total		2.67	975	10,525



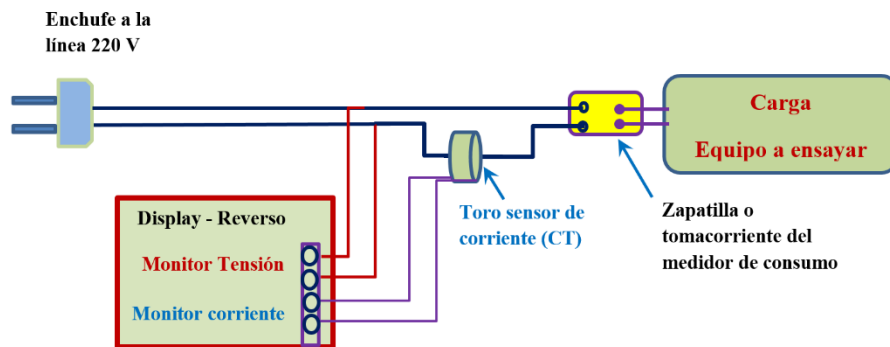
**Figura 19.** Izquierda, distribución de los consumos específicos residenciales de gas para usuarios de la región Centro-Norte de Argentina, obtenida de un análisis *Top-Down* a partir de datos de ENARGAS. [10] Derecha, distribución del consumo de gas en el sector residencial. El consumo medio de gas total en esta región (base más calefacción) es de  $975 \text{ m}^3/\text{año}$  y equivale a  $10.525 \text{ kWh}/\text{año}$ . Fuente: Elaboración propia con datos de ENARGAS. [10]

Los consumos pasivos de los equipos de calentamiento de agua son significativos para los hogares en el país. Casi todos los equipos 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 aún 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  $0,75 \text{ m}^3/\text{día}$ . [12], [13] 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. Cabe señalar que esos consumos pasivos son similares que al que se precisaría para calentar el volumen de agua caliente sanitaria que usa una familia típica en Argentina, es decir  $150 \pm 10$  litros por día, lo que equivale a  $50 \pm 6 \text{ litros}/\text{día} \times \text{persona}$ . 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  $0,5 \text{ m}^3/\text{día}$ .

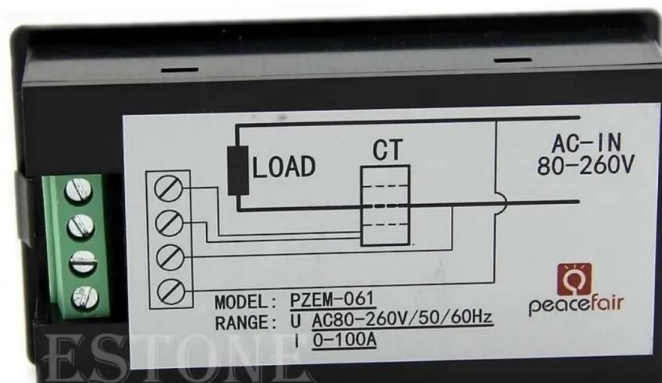
### Anexo 3. Circuitos de conexión de los medidores de consumo

En la Figura 20, se muestra en forma esquemática como conectar un medidor de consumo, como el indicado en las fotos de las Figuras 21 y 22 a un tomacorriente donde se conecta el artefacto cuyo consumo se desea medir (carga o

Equipo a ensayar) y por otro lado a la línea de corriente que alimenta el circuito (enchufe a la línea de 220 V).



**Figura 20.** Esquema de conexión del medidor de consumo a un tomacorriente, a donde se conecta el artefacto cuyo consumo se desea medir. Del otro extremo, el medidor de consumo se conecta a la red de 220V.



**Figura 21.** Vista posterior del medidor de consumo. Aquí se indica en modo esquemático en mismo circuito que el de la Figura 1.



**Figura 22.** Vista de frente del medidor de consumo. Aquí se indica en modo esquemático en mismo circuito que el de la Figura 1.

### Modo de *reseteo* (o reinicio) del medidor de consumo.

El display de Energy (Energía) acumula el consumo del artefacto conectado y simplemente el consumo en *Wh* y se va acumulando. Cuando supera los 999 *Wh*, automáticamente cambia a *kWh* y continúa acumulándose.

Si se desea **reseteo** el medidor (Energy) con una lapicera birome, como se muestra en la Figura 23, presionar sobre el Switch (interruptor) que está a la derecha del Display (dentro del círculo rojo). Mantener presionado unos 4 a 6 segundos. Se verá que el Display muestra la leyenda "CLR" que parpadea. Levantar la lapicera del Switch. Esperar un segundo y luego presionar el mismo Switch dos veces consecutivas. Verá que cuando hace eso, **solo uno** de los *display's* del medidor parpadea. Si en ese instante se presiona de nuevo el Switch, su valor se

vuelve cero “0”, es decir se “resetea”. Con un poco de práctica, vera que es simple lograr cumplir este cometido. Em particular, si hace esto para el display de “Energy” a partir de ese momento, el valor de “Energy”(consumo) comienza a medirse de nuevo desde cero en Wh.



**Figura 23.** Vista de frente del medidor de consumo- modo de reseteo del indicador de energía (Energy). Con un bolígrafo (birome) presionar sobre el switch o interruptor que se ve a la derecha del display. Indicado por el círculo rojo.

Más detalles sobre este procedimiento se pueden encontrar en los siguientes videos de *Youtube*:

1. how to reset energy data of AC 80-260V 100A CRS-022B meter. [https://www.youtube.com/watch?v=PWcSOZH\\_bfw](https://www.youtube.com/watch?v=PWcSOZH_bfw)
2. Keweisi Digital Electricity Meter. <https://www.youtube.com/watch?v=VS-blhHOicc>
3. Chip Power meter-
4. AC Power Monito: <https://www.youtube.com/watch?v=Y2Zshe7JKgk>
5. Plug-In Energy Monitor Instructional Video <https://www.youtube.com/watch?v=FCLWNahqtmQ>

### Referencias adicionales

1. Medidor de consumo AC: Mercado Libre. [https://listado.mercadolibre.com.ar/medidor-de-consumo-electrico-hogareno#D\[A:medidor%20de%20consumo%20electrico%20hogareno\]](https://listado.mercadolibre.com.ar/medidor-de-consumo-electrico-hogareno#D[A:medidor%20de%20consumo%20electrico%20hogareno])
2. Medidor de consumo AC: Amazon: [https://www.amazon.com/s?k=medidor+de+consumo+electrico+AC&\\_\\_mk\\_es\\_US=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=3U8UHGR3WBH6E&srefix=medidor+de+consumo+electrico+ac%2Caps%2C307&ref=nb\\_sb\\_noss](https://www.amazon.com/s?k=medidor+de+consumo+electrico+AC&__mk_es_US=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=3U8UHGR3WBH6E&srefix=medidor+de+consumo+electrico+ac%2Caps%2C307&ref=nb_sb_noss)
3. Medidor de consumo AC: Mercado Libre. [https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-797016585-medidor-de-consumo-corriente-continua-hasta-100volts-100a-JM#position=33&search\\_layout=stack&type=item&tracking\\_id=c3e20e8b-db07-471c-a0ad-c276215df007](https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-797016585-medidor-de-consumo-corriente-continua-hasta-100volts-100a-JM#position=33&search_layout=stack&type=item&tracking_id=c3e20e8b-db07-471c-a0ad-c276215df007)

### Bibliografía

- [1] MercadoLibre, «Medidores de consumo electricos,» 2023. Available: <https://listado.mercadolibre.com.ar/medidor-consumo-electrico>.
- [2] Powermeter, «Powermeter,» Available: [https://www.powermeter.com.ar/smart?gclid=CjwKCAjw1MajBhAcEiwAagW9MaN5c5jaNgDakqyIziNue3ER7lOqh1VZxRbZcJ3aKtvQy1YUEz\\_F5xoCwPoQAvD\\_BwE](https://www.powermeter.com.ar/smart?gclid=CjwKCAjw1MajBhAcEiwAagW9MaN5c5jaNgDakqyIziNue3ER7lOqh1VZxRbZcJ3aKtvQy1YUEz_F5xoCwPoQAvD_BwE).
- [3] A. F. R. y. S. G. M. Gastiarena, «Gas versus electricidad: uso de la energía en

- el sector residencial,» *Petrotecnica*, vol. Abril, nº LVII, pp. 51-60, 2017.
- [4] S. Gil, «Análisis de consumos energético en el sector residencial Argentina-2019,» UNSAM, Buenos Aires, 2019.
- [5] Topten Argentina FVSA, «Uso Racional y Eficiente de la Energía,» 2017. Available: <http://www.toptenargentina.org/>.
- [6] R. S. Gil, S. Gil y L. M. Iannelli, «Ahorro de 1,5 GW en los picos de consumo eléctrico- Iluminación LED,» *Petrotecnica*, Dic 2015.
- [7] M. Gastiarena y a. et, «Gas versus Electricidad: Uso de la energía en el sector residencial,» *Revista PETROTECNIA*, vol. LVI, pp. 50-60, Abril 2017.
- [8] L. Iannelli y a. et, «Eficiencia en el calentamiento de agua. Consumos pasivos en sistemas convencionales y solares híbridos.,» *PETROTECNIA, LV, N03, P.586-95, Agosto, 2016*, vol. LV, nº 3, pp. 586-595, 2016.
- [9] L. Iannelli y a. et, «Eficiencia en el calentamiento de agua caliente sanitaria en argentina.,» *Energías Renovables y Medio Ambiente, ASADES*, vol. 39, pp. 21-29, 2017.
- [10] D. Üрге-Vorsatz y a. et, «Energy End-Use: Buildings,» de *Global Energy Assessment: Toward a Sustainable Future*, Cambridge, Cambridge University Press, 2012, p. 649–760.
- [11] L. M. Iannelli, «Eficiencia en el Calentamiento de Agua Sanitaria para Uso Residencial en Argentina-Tesis,» CERARE -UBA, Buenos Aires, 2019.
- [12] Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares (ENGHo) edición 2017-2018.- INDEC, « Informe sobre el uso hogareño de la energía,» 2028. Available: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/la-secretaria-de-energia-y-el-indec-elaboraron-un-informe-sobre-el-uso-hogareno-de-la>.
- [13] P. Sensini y a. et, «Eficiencia Energética en la cocción ¿Cuáles son artefactos de cocción más eficientes en Argentina?,» *Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 41, pp. 57-67, Octubre 2018.
- [14] P. Sensini, «Eficiencia en la Cocción en Argentina, comparación entre diferentes equipos empleados en la cocción de alimentos,» Tesina-UNSAM, Buenos Aires, 2017.
- [15] R. Zabalia Lagos, L. Iannelli y S. Gil, «Consumos claves. ¿Cuáles son los principales consumos domésticos en Argentina?,» *Proyecto Energético*, vol. 37, nº 118, pp. 34-36, 2020.
- [16] C. Carri y y otros, «Eficiencia Energética en la Preservación de Alimentos Eficiencia Energética en la preservación de alimentos,» *Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 44, nº 1, pp. 1-10, 2019.
- [17] TopTen Argentina - FVSA, «Etiqueta de Eficiencia Energética: lavarropas,» Fundación Vida Silvestre Argentina, 2021. Available: <https://toptenargentina.org/private/page/etiqueta-de-eficiencia-energetica-en-lavarropas>.
- [18] IRAM, «¿CÓMO LEER UNA ETIQUETA DE LAVARROPAS?,» 2021. Available: <http://www.eficienciaenergetica.org.ar/lavarropas.php?id=>.
- [19] IRAM, «IRAM – 2141-3,» 2017. Available: [www.iram.org.ar](http://www.iram.org.ar).
- [20] IDAE - Min. para la Transición Ecológica - Gobierno de España, «Programa de Educación Ambiental-Algunas preguntas frecuentes sobre ecología doméstica,» 2022. Available: <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/programas-de>

educacion-ambiental/hogares-verdes/preguntas\_hv.aspx.

- [21] «Ministerio de Energía y Minería,» Available: <https://www.minem.gob.ar/>. [Último acceso: Julio 2016].
- [22] «ENARGAS,» Ente Nacional Regulador del Gas en Argentina, 2022. Available: <https://www.enargas.gob.ar/>.
- [23] ENARGAS, «ENARGAS Transporte y Distribución- Datos Operativos,» Ente Nacional Regulador del Gas en Argentina, 2022. Available: [https://www.enargas.gob.ar](https://www.enargas.gob.ar/).
- [24] E. Bezzo y y Otros, «Eficiencia de calefones- importancia de los consumos pasivos,» de *Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía – ELUREE 2013*, Buenos Aires, 2013.