

# Eficiencia en climatización I

*Sugerencias para optimizar su consumo - Medidas de bajo costo*

*L. Iannelli y S. Gil*

*UNSAM*

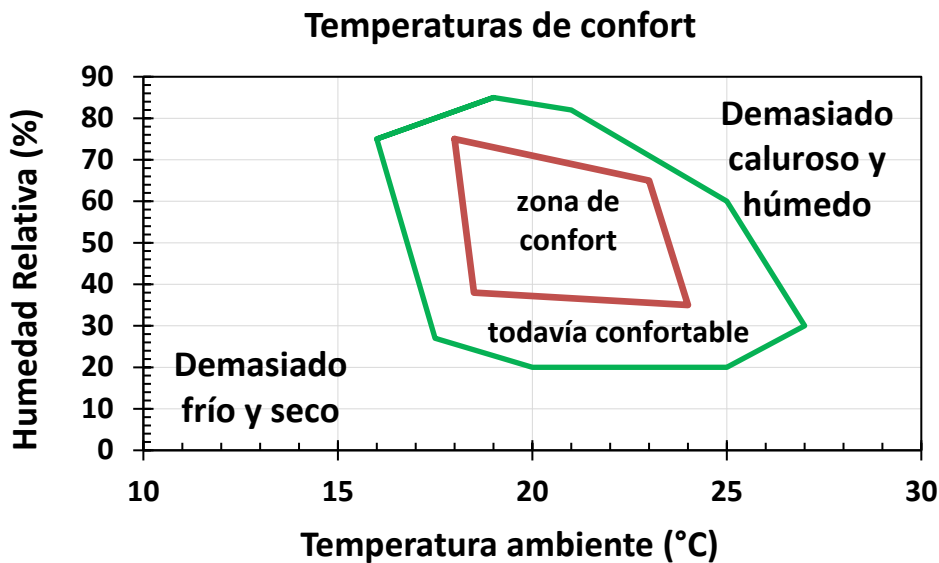
## **RESUMEN:**

En Argentina, el consumo de energía en edificios (residenciales, comerciales y públicos) es aproximadamente el 31% del total del país. De este consumo, alrededor del 58% se usa para acondicionamiento de aire, calefacción y refrigeración. Por lo tanto, alrededor del 18% del consumo energético total del país, se emplea en acondicionamiento térmico de interiores. Desde luego dependiendo del tipo de clima, del tamaño, características de la construcción y prestaciones de los edificios, la fracción de energía que se usa en acondicionamiento térmico del aire interior varía de lugar a lugar, pero en general es una fracción muy significativa de la matriz energética. La calefacción, es el consumo dominante de acondicionamiento de interiores y en general se realiza con gas. Se estima que alrededor del 20% de todo el gas natural usado en Argentina, se emplea en calefacción. Dada la magnitud de estos consumos, es preciso explorar todas las alternativas posibles para hacer un uso más racional y eficiente de los recursos energéticos disponibles y disminuir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero [1]. Mas específicamente, en los usuarios residenciales, la calefacción constituye en la zona centro norte de Argentina alrededor del 50% del consumo anual de gas. Pero como todo este consumo está concentrado en a lo sumo 3 bimestres, esto hace que en los meses de invierno el costo de las facturas de gas se triplica de su valor estival, generando un gran impacto en el presupuesto de las familias. En esta nota se discuten algunas medidas de bajo costo, para que las familias puedan optimizar el uso de la climatización de sus viviendas y reducir sus gastos en estos servicios.

## **Confort Térmico**

Las condiciones de confort térmico dependen de la temperatura y la humedad relativa ambiente. El contenido de la humedad en la atmósfera se mide por la cantidad de vapor de agua presente en ella. La humedad relativa (*HR*) [2] es la relación entre la cantidad de vapor de agua presente en la atmósfera y la máxima cantidad de vapor que la atmósfera puede contener. Por lo tanto, una  $HR=100\%$  indica que la atmósfera tiene la máxima cantidad de vapor que a esa temperatura puede contener.

Junto con la temperatura del aire, la humedad relativa juega un papel crucial en el confort térmico de las personas y los animales. Según las pautas internacionales, como las elaboradas por la "The American Society of Refrigerating Engineers" (ASHRAE) [3], el rango recomendado de humedad relativa en interiores en edificios y viviendas es del 30 a 70% (ver Figura 1).



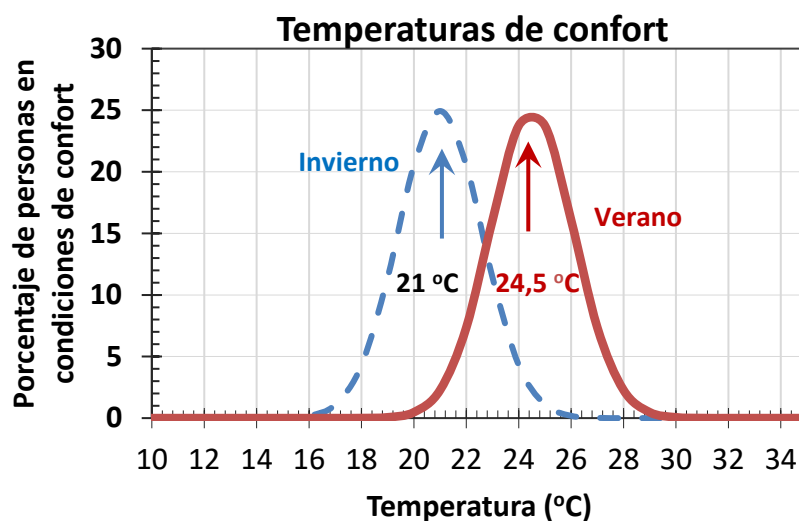
**Figura 1.** Zonas de confort térmico. El rectángulo de aristas naranjas es la zona de confort para la mayoría de las personas. Pero el polígono de bordes verdes es asimismo una zona de confort razonablemente aceptable por muchas personas [4].

En la zona de HR entre 30% a 70% [2], la temperatura de confort para la mayoría de las personas se halla entre 18 °C y 25 °C. Es decir, el área del rectángulo limitado por las líneas bordó de la Figura 1. En verano, la mayoría de las personas estarán confortables a una temperatura de unos 24 °C a 26 °C con ropa liviana. En invierno, quizás una temperatura de 18 °C a 21 °C, con un suéter o pulóver, casi todas las personas se sentirán cómodas. La razón de esta diferencia de temperatura para verano e invierno deviene de varios factores: 1) La vestimenta que usamos en cada estación del año, 2) la disminución y los cambios bruscos de temperatura, 3) el ahorro en el uso de la energía, y su consecuente disminución de los costos de funcionamiento, 4) mitigación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

- 1) La vestimenta que usamos en invierno y verano varía considerablemente. En invierno usamos más abrigos que en verano. Así, con suficiente ropa, en invierno necesitamos de una temperatura más baja en los interiores de viviendas y edificios. Lo opuesto sucede en verano.
- 2) Es conveniente por razones de salubridad y confort, minimizar los cambios bruscos de temperatura al entrar y salir de las viviendas o edificios.
- 3) Un cambio de un grado en la temperatura de los termostatos en invierno y verano tiene un efecto muy significativo en el consumo de energía. Elevar 2 °C la temperatura del termostato en invierno, digamos de 20 °C a 22 °C, genera un 30% más de consumo de energía, lo mismo ocurre para la temperatura de verano. Claramente, una disminución del consumo, implica una consecuente reducción de su costo. La reducción del costo monetario, puede ser proporcionalmente mayor que el ahorro de energía, ya que, al reducir el consumo, se pasa a categorías de usuarios<sup>1</sup> con menores tarifas de energía.
- 4) Mitigación de las emisiones de GEI, dado que los combustibles usados en calefacción, gas natural, Gas Licuado de Petróleo (GLP), gasoil, etc. son derivados de combustibles fósiles y su quema implica la emisión de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Igualmente, más del 60% de la electricidad que se usa en Argentina, proviene de la quema de gas y otros combustibles fósiles, por lo tanto, reducir nuestro consumo de energía implica una reducción importante de nuestras emisiones de GEI.

<sup>1</sup> Un usuario se refiere a una vivienda conectada a la red. Es decir, un usuario corresponde a un medidor.

Lógicamente, hay variaciones en estas condiciones de confort según las personas, como muestra la Figura 2, pero una regla simple y práctica consiste en fijar los termostatos en 20 °C en invierno y 24 °C en verano.



**Figura 2.** Porcentaje de personas en situación de confort en invierno y verano, indicado con curvas azul y roja, respectivamente. Estas curvas indican que distintas personas tienen distinto comportamiento ante la temperatura, pero en general, en invierno, con una temperatura ambiente de 21 °C se puede satisfacer a la mayoría de las personas. De igual modo en verano, la temperatura óptima es de 24,5 °C. El área de estas curvas es el 100%.

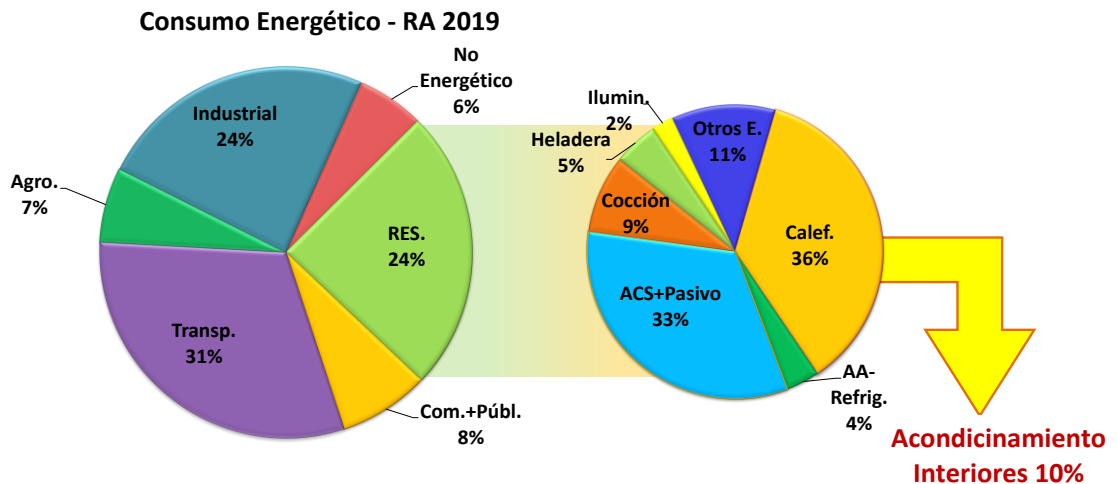
Se puede reducir considerablemente el consumo de calefacción en invierno y la refrigeración en verano. En invierno, cerrando bien las ventanas, postigos o persianas como las cortinas si las hubiese, usando una buena frazada y ropa de dormir adecuada, aprovechando la inercia térmica de los edificios, se puede tener confort térmico con la calefacción apagada. En este sentido, es importante reducir las infiltraciones o chifletes de aire de las aberturas.

En verano, un buen ventilador de techo o un climatizador evaporativo,<sup>2</sup> que consumen mucho menos energía que un acondicionador de aire, pueden ser opciones muy adecuadas en la mayoría de las ciudades de Argentina, en particular del NOA y la zona andina.

### Consumo de energía para calefacción

En la Figura 3 se muestra la distribución del consumo de la energía en Argentina en el año 2019 y la distribución de energía en el sector residencial. El sector residencial fue responsable del 24% de la energía consumida en el país. El consumo asociado a calefacción y refrigeración, [5] en conjunto llamado *acondicionamiento térmico de interiores*, representa el 40% del consumo doméstico (36% calefacción y 4% aire acondicionado).

<sup>2</sup> Los climatizadores evaporativos son dispositivos que enfrían la temperatura del aire a través de un ventilador que pasa por un radiador húmedo. Al evaporarse el agua del radiador, el agua toma calor del aire y lo enfría. Estas máquinas bajan algunos grados la temperatura del aire. En climas secos, estos equipos funcionan muy bien. Hay dispositivos portátiles y grandes equipos aptos para aplicaciones industriales.



**Figura 3.** Usos de la energía en Argentina en el año 2019 (torta izquierda). Aquí “Transp.” se refiere al consumo de transporte, “Res.” es el consumo residencial, “Com+Públ.” es el consumo comercial y de edificios públicos, “Agro.” es correspondiente al uso agropecuario y “No Energético” es el uso de combustibles como materia prima de manufacturas. A la derecha se muestra la distribución del consumo del sector doméstico en Argentina. Por lo que la fracción de consumo total nacional, el acondicionamiento térmico de viviendas es el 10% del total de la energía usada en Argentina.

Si se incluye el consumo de edificios comerciales y públicos, suponiendo que un 50% de la energía utilizada en este sector se usa en el acondicionamiento térmico de los edificios, su contribución es un 4% adicional. De manera análoga, se estima que casi un 4% de la energía usada en el sector industrial, se destina al acondicionamiento térmico de esos edificios. De modo que el consumo de energía en acondicionamiento térmico de edificios (residenciales, comerciales, públicos e industriales) es del orden del 18% del consumo energético total del país.

### Acondicionamiento térmico de viviendas

El acondicionamiento térmico de interiores, es decir refrigeración y calefacción, es un servicio doméstico que tiene cierta complejidad, que lo diferencia de otros servicios energéticos residenciales. Por ejemplo, en el caso de la preservación de alimentos, el consumo asociado a este servicio depende en gran medida del tipo de heladera o refrigerador que se posea. Para eficientizar su consumo, con reemplazar el equipo y con pautas de uso adecuadas, este problema puede abordarse eficazmente. Lo mismo pasa con los servicios de agua caliente sanitaria o iluminación.

En el caso de acondicionamiento térmico, los consumos no solo dependen del equipo, sino también del **tamaño**, **lugar geográfico** donde se encuentra, el tipo de **envolvente** (paredes, techos, ventanas, puertas, etc.), del diseño de la vivienda, su **orientación**, su **entorno o ubicación**; que son partes estructurales de una vivienda y finalmente de los **equipos** de calefacción y refrigeración.

Ahora bien, en una vivienda ya construida, es poco lo que se puede hacer para mejorar el entorno o el diseño y menos aún la geografía. En cuanto a la envolvente se pueden mejorar sus características (aislación térmica) pero su costo es elevado y requiere de trabajo que puede llevar varias semanas. Lo mismo puede decirse de un cambio de los sistemas de calefacción o refrigeración. Si se instala piso radiante o radiadores de agua caliente, la intervención en la vivienda es muy significativa y costosa. Desde luego, mejorar todas estas características en una vivienda nueva, es muy diferente de hacerlo en otra ya construida.

Por otra parte, hay muchas mejoras que se pueden lograr racionalizando y administrando los consumos adecuadamente, que además de reducir los gastos en energía y las emisiones de dióxido de carbono, pueden mejorar considerablemente el confort de las familias, realizando inversiones moderadas.

En base a esta discusión, parece conveniente dividir las acciones de racionalización y eficiencia del acondicionamiento térmico de viviendas en dos tipos:

1. Medidas de racionalización de bajo costo.
2. Medidas de eficientización de alto impacto y costo intermedio.

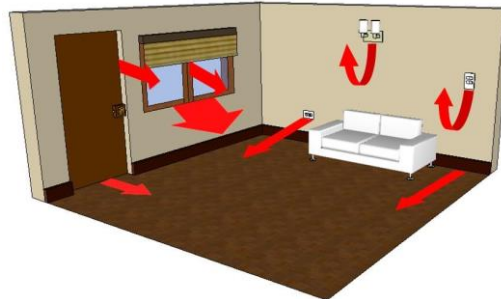
En el presente artículo nos enfocaremos en las Medidas de racionalización de bajo costo, y en un próximo artículo discutiremos las medidas de alto impacto y costo intermedio. También se puede consultar otras referencias al respecto [6].

Las mejoras en el diseño de una vivienda, la adecuada aislación térmica de la envolvente, etc. son cruciales para una reducción de los consumos de energía para su acondicionamiento térmico. Sin embargo, en una vivienda ya construida, estas mejoras nos siempre son posibles, tanto por altos costos y el tiempo que insume realizarlas.

La experiencia con auditorias de viviendas en Argentina [5] y en otros lugares, [21] muestra que es posible realizar reducciones importantes en consumo de energía, mejorando las condiciones de confort de sus habitantes, con medidas de racionalización y eficiencia de bajo costo.

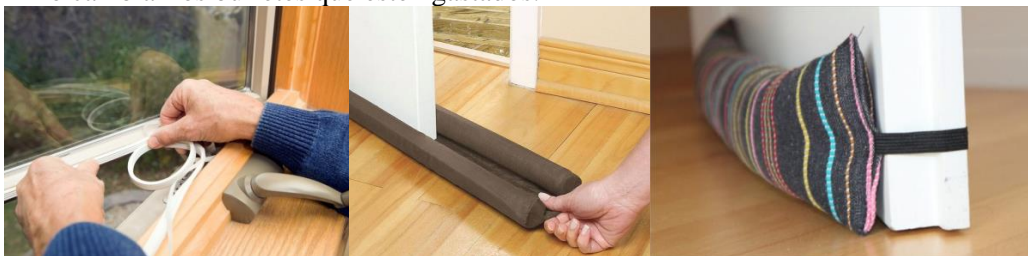
Estas medidas pueden aportar ahorros de energía en calefacción y refrigeración, que típicamente pueden ir del 30% al 60% del consumo en estos usos. Las siguientes sugerencias seguramente ayudarán a ahorrar energía, dinero y mantener un ambiente confortable durante el invierno. Algunos consejos se pueden utilizar a diario y otras son acciones sencillas y económicas. Para ello es primordial comenzar con “*el uso racional*”, sin esta base puede carecer de importancia todas las modificaciones que se realicen y llegar a ser mínimos los ahorros de energía.

- **Evitar las infiltraciones de aire**, por ejemplo, alrededor de puertas, ventanas, taparollo, luces empotradas, a lo largo del zócalo o el borde del piso.



*Figura 4. Esquema de infiltraciones de aire por puerta, ventana, luces, enchufe y zócalo<sup>3</sup>.*

- **Colocar burletes en puertas y ventanas** de manera de reducir las infiltraciones de aire, o cambiar los burletes que estén gastados.



*Figura 5. Ejemplo de diferentes tipos de burlete, izquierda en ventana y derecha en puertas.*

<sup>3</sup> Sergio Antonio Navarrete Boutaud Concepción-Chile, Infiltraciones de Aire en la Vivienda. Tesis para optar al grado de magister en Ciencias de la Ingeniería con mención en Ingeniería Mecánica, 2016.

- **Aprovechar el sol**, abrir las cortinas de las ventanas que den al norte durante el día, para permitir que el sol caliente su hogar en invierno. Lo opuesto se debe hacer en verano.
- **Usar cortinas o persianas:** en invierno, cerrar cortinas, persianas o postigos de madera o plástico en ventanas y balcón durante la noche, amortigua el efecto de las temperaturas bajas del exterior, ver Figura siguiente. Asimismo, cerrar las puertas.
- **Preparar la vivienda para la estación de año que se inicia.** Por ejemplo, antes del invierno o el inicio del verano. Revisar la hermeticidad de los cierres de puertas y ventanas, renovar burletes y algunas ventanas que no se usan mucho, se pueden colocar laminar de polietileno que actual como vidrio doble. En ingles esta adecuación la llaman *winterizing* [22].



**Figura 6.** Fotos termográficas de una ventana, izquierda medición de la temperatura de la pared (18,3 °C), medio temperatura de la superficie del vidrio (2,9 °C) y derecha temperatura del vidrio una vez que se cierra la persiana de madera (18,7 °C).

Mediante las cámaras termográficas infrarrojas (IR), actualmente algunos smartphones vienen con una cámara térmica IR ya incorporada, se pueden realizar evaluaciones rápidas de las zonas donde hay pérdidas de calor. En la Figura 6 se pueden observar fotos termográficas de una misma ventana. Con la cámara térmica se puede además medir la temperatura superficial. En estas fotos se pueden observar las partes más frías de color azul/violeta y las más cálidas de la gama del rojo. Estas termografías fueron tomadas en invierno con la habitación calefaccionada. En la foto de la izquierda se puede observar que la temperatura de la pared es aproximadamente 18 °C, en la foto del medio se puede observar que la temperatura del vidrio es de 2,9 °C ( con la persiana de madera levantada y que da al exterior) y a la derecha se puede observar, la misma ventana, que ahora tiene la persiana cerrada(baja), la temperatura del vidrio pasa a tener la temperatura del ambiente, aproximadamente 18 °C, es decir la temperatura del vidrio aumenta 15°C con solo bajar la persiana de madera. Esta comparación muestra la importancia del uso de cortinas y persianas de madera o de plástico para disminuir la transmitancia térmica<sup>4</sup> de los vidrios. Lamentablemente, en muchas construcciones de la última década en Argentina, las cortinas dejaron de usarse. Quizás una señal distorsiva de los subsidios a la energía.

- **No sobrecalientarse o refrigerar** la vivienda, calefaccionar a una temperatura ambiente de 18°C o a lo sumo 20 °C en invierno y refrigerar alrededor de 24°C en verano (no menores). Usar termostato o un termómetro para controlar la temperatura de la vivienda. En lo posible evitar saltos térmicos entre el interior y exterior mayores a 10°C, ya grandes saltos térmicos general shock térmicos que causan múltiples problemas en las personas, en particular aquellas con dificultades respiratorias.
- **Calefaccionar un par de horas** antes de ir a dormir y apagar o bajar la temperatura a la noche. Es ineficiente y costoso calentar toda la casa durante toda la noche y muchas veces peligroso por riesgo de incendios. A la mañana, también calefaccionar solo un par de horas.

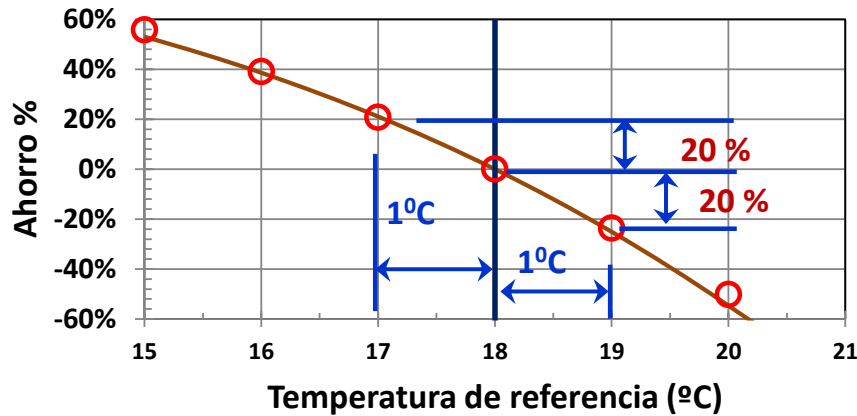
<sup>4</sup> La *transmitancia térmica* (U) representa la cantidad de calor que atraviesa una ventana por tiempo, por área y por diferencia de temperatura.

- **Calefaccionar/refrigerar lugares necesarios.** Calefaccionar/refrigerar sólo aquellos ambientes donde haya gente, no toda la vivienda.
- **Utilizar ropa adecuada.** Usar suéter o pulóver y medias de lana en invierno y ropa liviana en verano.
- **Usar frazada/manta.** Utilizar frazada de polar o similar. Usar una o más frazadas y ajustarlas bien en el colchón (costados y en la zona de los pies). También se puede usar frazada eléctrica o manta gruesa de duvet o de fibras sintéticas.
- **Usar pijamas y sábanas abrigadas,** como por ejemplo pijama de franela y sábanas de franela en invierno.
- **El cuerpo humano desprende calor.** Un ser humano genera una potencia de aproximadamente 100W. Acurrucarse con su pareja, perro o gato, es una buena estrategia.
- **No abrir ventanas** para bajar la temperatura interior en invierno. Si fuese necesario, algunas ventanas que no se abren frecuentemente en invierno, se pueden sellar con una folia de polietileno transparente y cinta de carpintero. De este modo se logra el mismo efecto de una ventana de doble vidrio, pero a un costo muy bajo. Ver Ref. [23].
- **Apagar el piloto** del calefactor a gas cuando no se use.
- Utilizar artefactos de **clase de eficiencia energética A o superior.**
- **Invertir ventilador.** En invierno, invertir la dirección de giro del ventilador para que funcione en sentido contrario (o simplemente encenderlo a mínimo), para que fuerce el aire caliente que se encuentra cerca del techo hacia abajo, que es donde están las personas. Es frecuente que los edificios y vivienda tengan un gradiente térmico muy importante, empleando casi toda la energía para calefaccionar los techos, mientras las zonas bajas están frías.
- **Si compra un nuevo aire acondicionado Frío/Calor** para calefaccionar o refrigerar, adquiera uno de eficiencia clase A o mejor, en lo posible con *Inverter*. Consumen hasta un 45% menos que una de igual clase de eficiencia, pero sin *Inverter*.

## Regulación de termostatos

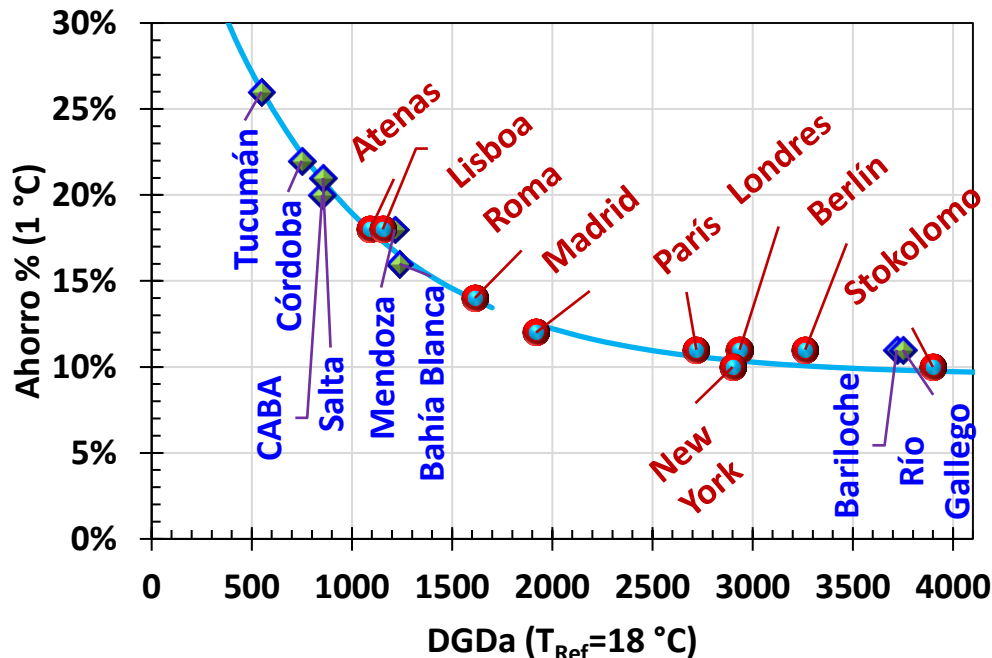
Un modo simple de lograr importantes ahorros tanto en gas como en electricidad, en calefacción y refrigeración [7], consiste en fijar adecuadamente las temperaturas del termostato de los equipos. Varios estudios indican que bajar en un 1 °C el termostato en invierno, puede generar ahorros del 10% al 20% del consumo de calefacción, dependiendo de la zona del país, ver Figura 7 y 8. De igual forma, aumentar en 1 °C el termostato en los acondicionadores de aire, puede generar un ahorro de energía superior al 20%. En la zona central de la Argentina, donde se concentra alrededor del 90% de la población, estos ahorros son del 20% en invierno y del 25% en verano. Dado que el consumo de energía primaria usada en calefacción y refrigeración de edificios en el país es del 18% del total, una simple medida consistente en variar 1 °C las temperaturas de los equipos, aportaría un 3% al 4% de ahorro del consumo total.

## Buenos Aires Calefacción



**Figura 7.** Representación de los potenciales ahorros en consumo de energía para calefacción, por variación de 1 °C en la temperatura de referencia o del termostato. Para la Ciudad de Buenos Aires, disminuir la temperatura en 1 °C generaría un ahorro del 20% [7].

Además, este ahorro se lograría en los picos de consumo, contribuyendo a mitigar los cortes de suministro. Solo en el caso de la calefacción a gas, en los días de mayor frío, cuando el consumo por calefacción alcanza unos 50 millones de m<sup>3</sup>/día, se podrían esperar ahorros del orden de los 5 millones de m<sup>3</sup>/día, es decir que este ahorro ocurriría durante los picos de consumo. Desde luego, este ahorro se produciría en los días de mayor frío, es decir que afecta el consumo pico. Se muestra así la importancia de impulsar un programa orientado a monitorear y regular cuidadosamente la temperatura a las que se fijan los termostatos, en invierno y en verano, como así también la importancia de establecer normativas que estimulen el uso racional y eficiente de la energía



**Figura 8.** Representación de los ahorros en calefacción, por disminución de 1 °C para distintas ciudades de Argentina y del mundo. Para este análisis se usó una temperatura de referencia de 18 °C. DGDa representa el Déficit Grado Día anual<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Unidad para medir el nivel del rigor invernal en una zona, relaciona la temperatura media exterior durante la época fría del año con una cierta temperatura de confort para calefacción en interiores.

En la Figura 8 se representa la variación del ahorro de energía para calefacción, por incremento del 1 °C de la temperatura de referencia para distintas ciudades de Argentina y de otros países. Como se ve, a medida que las temperaturas son más rigurosas, el ahorro por incremento de 1 °C en el termostato disminuye, pero sigue siendo considerable, del orden del 10%.

Para el caso de calefacción, es muy recomendable el uso de termostatos de los sistemas de acondicionamiento térmico de ambientes, tanto eléctricos como de gas, como un método eficaz de reducción del consumo de energía utilizado en calefacción y refrigeración. [24] Desde luego, los usuarios también pueden lograrlo usando un simple termómetro de pared que son de muy bajo costo. En concordancia con el DOE (U.S. Department of Energy), [24] se debería recomendar usar el termostato en invierno a 20°C, mientras los ocupantes estén despiertos y reducir esta temperatura a 18 °C cuando los ocupantes duermen. Los porcentajes de ahorro son mayores para los edificios en climas templados como los de la región centro-norte de Argentina que en los de climas más fríos.

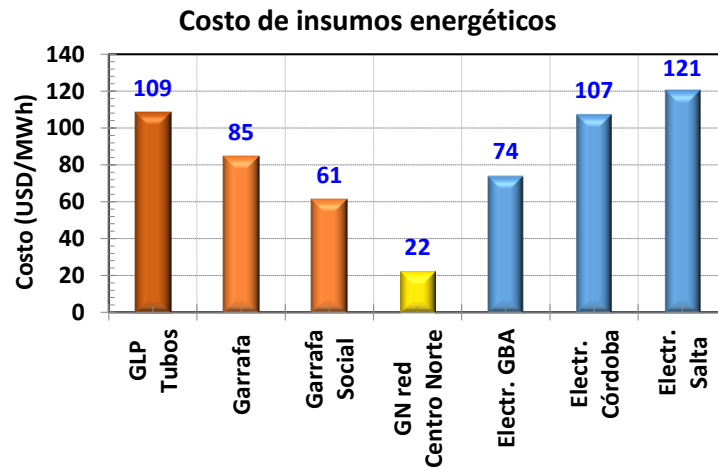
Aunque los termostatos se pueden ajustar manualmente, los termostatos programables posibilitan volver a las temperaturas de confort antes de despertar o regresar a casa. En esa línea, en muchos edificios de Argentina con calefacción central, muchas veces se deja la calefacción encendida en todo el edificio, calefaccionando unidades sin moradores (ya sea que las unidades están sin ocupación, o porque sus moradores están trabajando o ausentes). Esto constituye un uso no racional de los recursos que además tiene un alto costo para sus habitantes. Dado que los sistemas actuales de calefacción central hoy permiten un ajuste individual de la calefacción, generando ahorro a sus moradores, se hace necesaria una regulación especial al respecto, que haga mandatorio su uso en edificios nuevos. De hecho, la directiva de eficiencia energética de 2012 (Directiva 2012/27 / UE) establece un conjunto de medidas vinculantes para lograr que Unión Europea (UE) alcance su objetivo de eficiencia energética para el año 2020, entre las cuales se encuentra la obligatoriedad que los edificios de departamentos cuenten con sistemas que contabilicen sus consumos individuales de calefacción. Se busca así reducir las emisiones GEI y ahorro energético en los hogares. Estos sistemas permiten a los usuarios obtener información objetiva sobre la energía consumida y valorar sus ahorros.

## Costo de calefaccionar una vivienda

Existen diversos modos de calefaccionar una vivienda, cada uno con sus ventajas y desventajas. Pero para poder comparar la conveniencia entre todos ellos, es necesario tener en cuenta el costo inicial de cada uno de estos sistemas, su consumo y por supuesto el costo de la energía. Dado la volatilidad de los precios en pesos, vemos realizar estas estimaciones de USD, para lograr que estas estimaciones tengan mayor perdurabilidad en el tiempo.

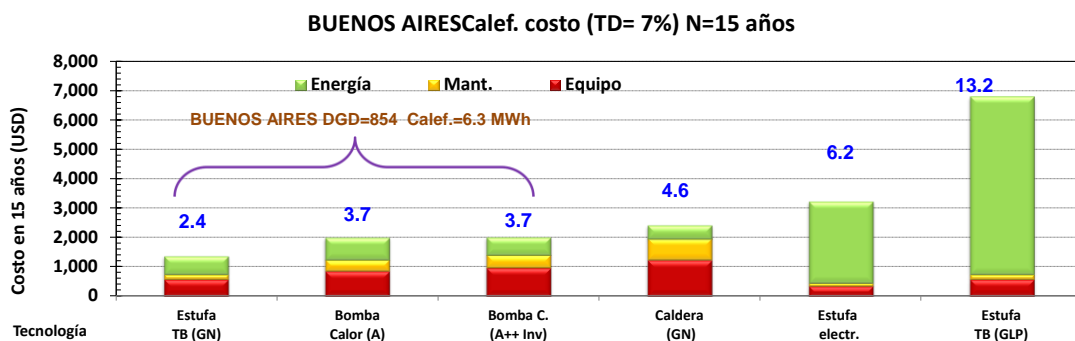
Si bien el gas se comercializa en metros cúbicos, el gas en garrafas en kg, etc. vamos a reducir los costos de todos estos insumos a kilo Watt-hora (kWh) o Mega Watt-hora (MWh), que son unidades muy convenientes. El costo del MWh de los distintos principales insumos energéticos usados en la calefacción en Argentina se muestran en la Figura 9, tomando como base los costos de gas, electricidad, etc. vigentes a noviembre de 2021. Con estos costos de la energía y suponiendo un consumo en calefacción para una vivienda tipo de unos 75 m<sup>2</sup> de superficie, en la zona central de Argentina, más específicamente tomando como ejemplo en este caso, el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA), con un consumo de calefacción de unos 650 m<sup>3</sup> (GN)  $\approx$  7 MWh/año, que equivale a un usuario medio actual, se calcula el costo de la calefacción a quince años, incluyendo el costo de los equipos y del combustible. Dado que el costo de los equipos se realiza al inicio de la instalación de estos, y a combustible se lo paga diferido a lo largo de 15 años, es necesario reducir el costo de los combustibles a valores presentes, para ello se toma una tasa de descuento en dólares del 7% anual. Los resultados para un usuario de la región del AMBA, se muestran en la **Figura 10**. En la Figura 11 se muestran los mismos resultados para un clima más frío como el de Mar del Plata, suponiendo una vivienda de similares características. Sin embargo, es preciso tener en cuenta, que el rendimiento de las bombas de calor (es decir *Calefacción 2021 - UNSAM*

acondicionadores de aire frío/calor) en climas fríos disminuye, [25] cosa que no sucede con las calderas.

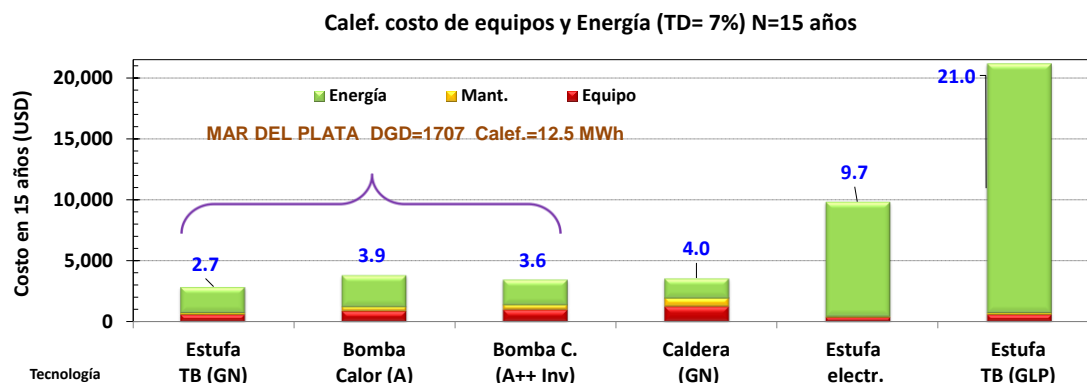


**Figura 9.** Variación de los costos de MWh con impuestos y cargos en el sector residencial de los distintos combustibles e insumos en tres zonas de Argentina. Los números en azul arriba de las barras indican la relación de cada insumo, relativo al gas natural (GN) por red.

Como se ve en la Figura 10, los modos más económicos de calefactar una vivienda en la región del AMBA, son: las estufas de tiro balanceado a gas natural, los equipos de Aire Acondicionado (Frío-Calor) o bombas de calor (A en el etiquetado de eficiencia o mejor A con *Inverter*). A medida que más riguroso son los inviernos, las bombas de calor con *Inverter* (Etiqueta A) se vuelven más convenientes. Lo mismo sucede con las calderas a gas natural con radiadores de agua, a medida que el clima es más frío (ver Figura 11) se vuelven más competitivos.



**Figura 10.** Variación de los costos de calefactar una vivienda convencional, ubicada en AMBA, del tipo prevalente actualmente en Argentina, para quince años, incluyendo el costo de los equipos (Barras rojas), el costo de la energía (Barras verdes) y mantenimiento (barras amarillas). Los costos de la energía fueron reducidos a valores presentes usando una tasa de descuento del 7%. Las tecnologías de calefacción de menos costo total son: las estufas de tiro balanceado a gas natural, los equipos de Aire Acondicionado (Frío-Calor) o Bombas de calor (A en el etiquetado de eficiencia o A con *inverter*) y las calderas con radiadores de agua caliente.



**Figura 11.** Variación de los costos de calefaccionar una vivienda convencional, ubicada en Mar del Plata, del tipo prevalente actualmente en Argentina, para quince años, incluyendo el costo de los equipos (barras rojas), el costo de la energía (barras verdes) y mantenimiento (barras amarillas). Los costos de la energía fueron reducidos a valores presentes usando una tasa de descuento del 7%. Las tecnologías de calefacción de menos costo total son: las estufas de tiro balanceado a gas natural, los equipos de Aire Acondicionado (Frío-Calor) o Bombas de calor (A en el etiquetado de eficiencia o A con inverter) y las calderas con radiadores de agua caliente.

## Lo Barato Sale Caro.

Es interesante notar, que las estufas eléctricas, a resistencia, que si bien son la más económicas de adquirir (ver barras rojas e las Figuras 10 y 12), a la larga, cuando se computa el costo de la energía, son las más caras de mantener. Además de ser muy riesgosas. Muchas veces no tienen ningún sello de calidad o seguridad. Son causante de muchos accidentes (incendios y cortocircuitos en las instalaciones internas) por lo que es conveniente evitarlas. Las estufas con gas envasado (GLP), si bien no son costosas de adquirir, dado al alto costo del combustible, también en una de las opciones menos convenientes económicamente.

Como reflexión final, queremos destacar la importancia de hacer un uso racional de los recursos, tomar todas las acciones de bajo costo que se pueden implementar, como las discutidas en este artículo y recordemos: *La energía más barata y la que menos contamina, es la que nunca se usa.*

## Bibliografía

- [1] "IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007," Available: [https://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/es/faq-2-1.html](https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/faq-2-1.html). [Accessed 20 Julio 2016].
- [2] Wikipedia, "Humedad Relativa," Wikipedia, 2019. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Humedad\\_relativa](https://es.wikipedia.org/wiki/Humedad_relativa).
- [3] ASHRAE, " American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers," 2019. Available: <https://www.ashrae.org/about>.
- [4] "Arquitectura & Energía," Available: <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/el-confort-termico/>.
- [5] R. Zavalía Lagos, L. Iannelli and S. Gil, Consumos Claves, ¿Cuáles son los principales consumos domésticos en Argentina?, vol. Nov.2020, Buenos Aires: Instituto Argentino de la Energía (IAE), 2020.
- [6] S. Gil, como parte del equipo de trabajo de Fundación Bariloche., "SECTOR RESIDENCIAL: Acondicionamiento Térmico de viviendas- Eficiencia Energetica en Argentina," Trabajo de Fundación Bariloche dentro del Consorcio liderado por GFA Consulting Group para el proyecto de Cooperación de la Unión Europea, 2021.
- [7] Roberto Prieto; Salvador Gil, "Regulación del termostato: un modo simple y racional de ahorrar energía en calefacción y refrigeración," Diciembre 2014. Available: [http://www.petrotecnia.com.ar/6-2014/pdfs\\_petro6-14/ConPublicidad/102-109.pdf](http://www.petrotecnia.com.ar/6-2014/pdfs_petro6-14/ConPublicidad/102-109.pdf).
- [8] Wikipedia, "Heating degree day," Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Heating\\_degree\\_day](https://en.wikipedia.org/wiki/Heating_degree_day).

- [9] S. Gil and R. Prieto, "¿Cómo se distribuye el consumo residencial de gas? Modos de promover un uso más eficiente del gas," *Petrotecnica*, vol. LIV, no. 6, pp. 81-92, Dic. 2013.
- [10] Ente Nacional Regulador del Gas - Argentina, "ENARGAS," 2020. Available: [www.enargas.gob.ar](http://www.enargas.gob.ar).
- [11] BIZEE Degree Day, "Degree Days Calculated Accurately for Locations Worldwide," 2020. Available: <https://www.degree-days.net/>.
- [12] ENARGAS - Natural Gas Regulatory Agency of Argentina, "ENARGAS - Transporte y Distribución-Datos Operativos," 2020. Available: <https://www.enargas.gob.ar/>.
- [13] R. Prieto, L. Iannelli and S. Gil, "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.
- [14] "ENARGAS," 2019. Available: <https://www.enargas.gob.ar/>.
- [15] IRAM, "Norma IRAM 11603 Acondicionamiento térmico de edificio y Norma IRAM 11604 Aislamiento termico de Edificios," IRAM, Buenos Aires, Argentina, 2004.
- [16] P. Azqueta, "La inercia térmica y el aislamiento en la construcción de edificios eficientes," En Prensa, Rosario, 2019.
- [17] Ministerio de Economía, Etiquetado de viviendas, pp. <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-en-edificaciones/etiquetado-de-viviendas>.
- [18] IRAM, "NORMA ARGENTINA IRAM 11603:1996 y IRAM 1160:2002. Aislamiento térmico de edificios Métodos de cálculo Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario," [www.iram.org.ar](http://www.iram.org.ar), Buenos Aires, 1996, 2002.
- [19] Wikipedia, "Heating degree day," Wikipedia, 2017.
- [20] Buildings Performance Institute Europe (BPIE), "Europe's buildings under the microscope, A country-by-country review of the energy performance of buildings.," 2011. Available: [http://www.bpie.eu/country\\_review.html](http://www.bpie.eu/country_review.html). [Accessed 2018].
- [21] DOE- USA, "Reducing Electricity Use and Costs," DOE, 2020. Available: <https://www.energy.gov/energysaver/save-electricity-and-fuel/appliances-and-electronics/reducing-electricity-use-and-costs>.
- [22] Ace Hardware, "How To Winterize Your Home -," 2021. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=LAU8LYkG-K8>.
- [23] Family Handyman, "This is the Best Way to Winterize Windows," 2020. Available: <https://www.familyhandyman.com/article/this-is-the-best-way-to-winterize-windows/>.
- [24] (. Department of Energy USA, "Department of Energy USA, (DOE) Energy saving- Thermostat. Thermostat Operation," <http://energy.gov/energysaver/articles/thermostats>, 2013.
- [25] J. W. a. R. Aldrich, "Field Performance of Inverter-Driven Heat Pumps in Cold Climates," The National Renewable Energy Laboratory, DOE, 2015.