

Regulación del termostato, un modo simple y racional de ahorrar energía en calefacción y refrigeración

Roberto Prieto¹ y Salvador Gil^{1,2,a}

Enviado a *Petrotécnica* – Junio 2014

¹ Gerencia de Distribución - ENARGAS - Suipacha 636 - Ciudad Autónoma de Buenos Aires (1008) Argentina.

² Universidad Nacional de San Martín, ECyT - Campus Miguelete- San Martín - Buenos Aires. (1650) Argentina.

a- E-mail: sgil@unsam.edu.ar

Resumen: El objetivo de este estudio es analizar como varía el consumo de energía, en calefacción y refrigeración, con respecto de la temperatura a la que se fija el termostato de los equipos de calefacción y refrigeración, respectivamente. Este análisis, basado en el estudio de los consumos reales como función de la temperatura en distintas regiones del país, indica que bajar en un 1 °C el termostato en invierno puede generar ahorros del 10% al 20% del consumo de calefacción. De igual forma, aumentar en 1 °C el termostato en los acondicionadores de aire, puede generar un ahorro de energía superior al 20%. Se muestra la conveniencia de monitorear 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. Una gestión racional y adecuada de los termostatos en invierno, podrían ahorrar tanta energía como la que se genera en una gran central eléctrica de 1 GWe, o sea equivalente a Atucha y Embalse combinadas.

INTRODUCCIÓN

En Argentina, alrededor del 18% de la energía primaria y el 17% del gas natural se emplea en el acondicionamiento térmico de viviendas y edificios. [1] En EE.UU. y la Unión Europea, la proporción de energía primaria usada en acondicionamiento térmico de interiores es superior al 20%. [2] 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 otro, pero en general es una fracción muy significativa de la matriz energética.

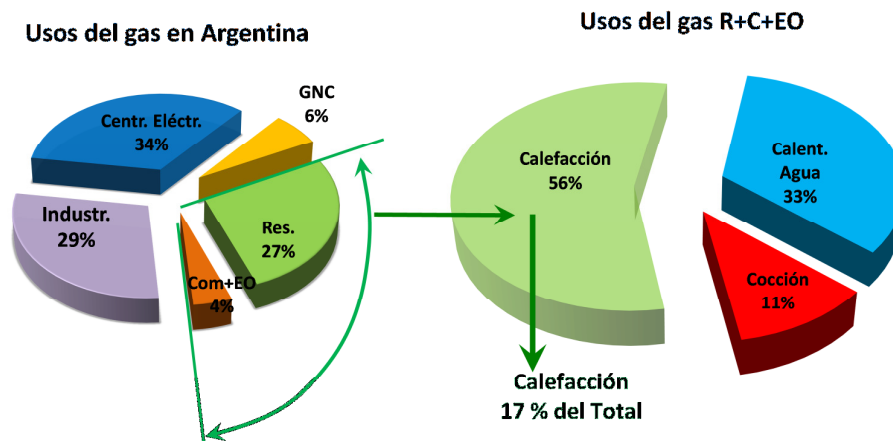


Figura 1. Usos del gas en Argentina. Aproximadamente el 17% (igual 56% del 31%) del total del gas se utiliza en calefacción de ambientes. Datos de 2013, ENARGAS. [3]

En el caso del gas, la componente principal de nuestra matriz energética, los usuarios residenciales (R), comerciales (C) y Entes Oficiales (EO) utilizan un 31% de todo el gas consumido y están en la máxima prioridad de abastecimiento, ver Figura 1. Este sector de la demanda es fuertemente termo-dependiente, en los meses de invierno su participación alcanza el 60% del total del consumo de gas natural. [4] [5]

El consumo de gas residencial tiene fundamentalmente tres usos: cocción (11%), calentamiento de agua (33%), que son relativamente estables todo el año, *consumo base*; y el *consumo de calefacción* (56%), que es fuertemente dependiente de la temperatura. [6] De este modo, la calefacción constituye alrededor del 17% del consumo total del gas natural en Argentina, con una demanda concentrada en los meses de invierno. Esta característica de la demanda, genera picos de consumos en los días fríos que se compensan con cortes de suministro a industrias y que provoca un impacto económico perjudicial para la producción. Además del impacto que la importación de gas genera en la balanza comercial y las cuentas fiscales. De allí la necesidad de buscar formas de atenuar estos picos y lograr un uso racional y eficiente para el acondicionamiento térmico de viviendas y edificios.

Se han propuesto muchos enfoques para reducir y efficientizar el consumo de energía en calefacción y refrigeración. Una adecuada aislación térmica de paredes, techos y aberturas, reduce tanto el consumo medio como los consumos picos. Asimismo, se reduce el tamaño de los equipos de acondicionamiento de interiores. [7] Igualmente importantes son los ahorros que pueden lograrse mediante el uso de la ventilación controlada y la reducción de las infiltraciones de aire a través de diferentes rendijas. Los artefactos de alta eficiencia, como el uso de bombas de calor para la calefacción, son otras alternativas muy útiles para lograr importantes ahorros. El empleo de sistemas geotérmicos también constituye un método muy promisorio para este mismo fin. [1]

El objetivo de este trabajo es estimar el ahorro de energía que podría lograrse mediante el ajuste apropiado de los termostatos de los equipos de acondicionamiento térmico de interiores. Por ejemplo, disminuyendo un par de grados en invierno, como incrementando su valor en verano. La experiencia internacional indica que variaciones de sólo 1 °C pueden generar ahorros del orden del 10%. [8] Sin embargo, dado que los potenciales ahorros dependen críticamente de los escenarios térmicos prevalentes y de las características de construcción, es necesario realizar un análisis del problema con datos locales.

En este estudio se estima, a partir de los datos de consumo de gas en función de la temperatura para distintas regiones de Argentina, los ahorros que podían lograrse con un adecuado manejo de las temperaturas fijadas por los termostatos. Se busca desarrollar un plan de manejo de los termostatos, que proporcionen el máximo ahorro de energía durante todo el año, compatible con las condiciones de confort y comodidad de los ocupantes de los espacios interiores.

MODELO DE PREDICCIÓN DE CONSUMOS MEDIOS

El consumo residencial diario, se compone de un *consumo base*, asociado al calentamiento de agua y cocción, que es aproximadamente constante a lo largo del año. [9] Por su parte, la demanda de calefacción está fuertemente asociada a la temperatura y este componente del consumo depende de la diferencia entre la temperatura interior, T_{ref} y la temperatura media exterior, T_{med} . A esta diferencia la

llamamos *Deficiencia Grado Día* o *Déficit Grado Día* ($DGD_{(día)} = (T_{med} - T_{ref})$). Varios estudios indican que el consumo de gas depende de la *temperatura efectiva diaria*, [9] [10] que se define como el promedio de la temperatura del día en cuestión el promedio de los tres días anteriores. En este trabajo, tomamos esta temperatura como T_{med} , que tiene en cuenta la inercia térmica de las construcciones y describe mejor el consumo de energía. En el Apéndice A se presenta una justificación física de esta dependencia, pero es claro que las pérdidas de calor serán proporcionales a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de las viviendas. Es de esperar que la temperatura interior o de referencia, T_{ref} , sea cercana a la temperatura de confort. De este modo, el consumo anual, destinado a la calefacción depende del parámetro:

$$DGD_{(año)} = \sum_{i=1}^{365} (T_{ref} - T_{media}) |_{T_{media} < T_{ref}}, \quad (1)$$

que se define como la *Deficiencia Grado Día* anual ($DGD_{(año)}$) de cada zona. Si se grafican las temperaturas medias diarias a lo largo de un año, ver Figura 2, el valor de $DGD_{(año)}$ viene dado por el área sombreada entre la temperatura de referencia y la curva que describe la temperatura media diaria.

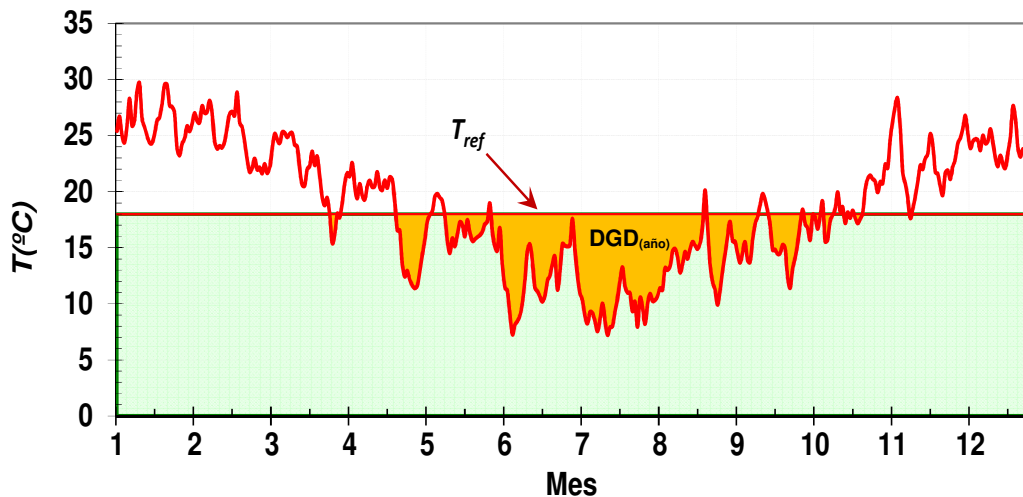


Figura 2. Representación de la temperatura media diaria a lo largo de un año, la línea horizontal, representa la temperatura de referencia, $T_{ref} \approx 18^{\circ}\text{C}$, la $DGD_{(año)}$ viene dada por el área sombreada de esta gráfico. Los datos consignados corresponden a la Ciudad de Buenos Aires (CABA). La temperatura media anual es de $17,7^{\circ}\text{C}$ y la media invernal de $12,6^{\circ}\text{C}$.

Asimismo, es posible para cada región definir una deficiencia media diaria para cada mes del año ($DGD_{(mes)}$). De hecho, como las temperaturas medias mensuales varían fuertemente a lo largo del año, como así también los consumos específicos medios de cada mes, es posible analizar cómo varían los consumos R+C+EO con $DGD_{(mes)}$, como se muestra en la Figura 3.

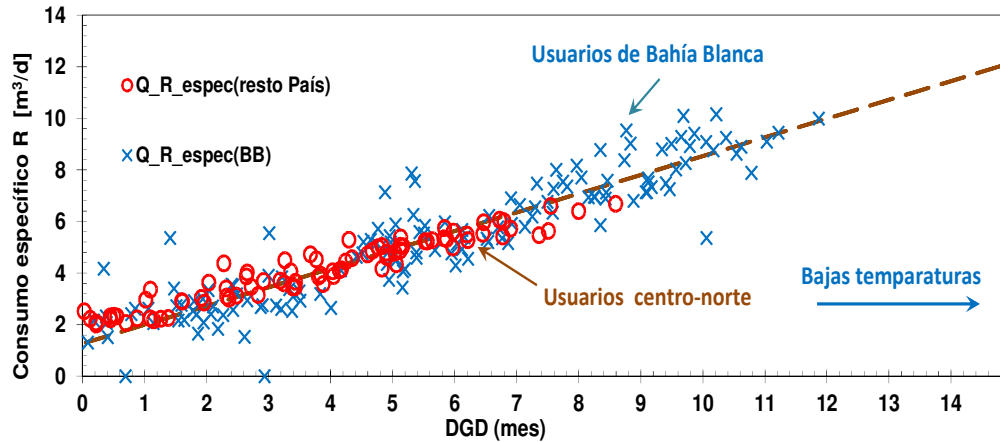


Figura 3. Variación de los consumos específicos diarios, promediados para cada mes, en función del $DGD_{(mes)}$ de cada mes. Los círculos rojos indican los datos de consumo de los usuarios R para la zona norte y central de Argentina. Las cruces corresponden a la zona de Bahía Blanca, que por tener temperaturas relativamente más bajas, presenta valores de $DGD_{(mes)}$ más altas. Como puede verse, el consumo varía linealmente con $DGD_{(mes)}$. La ordenada en el origen, corresponde al consumo base.

La Figura 3 muestra que los consumos asociados a la calefacción, son proporcionales a la $DGD_{(mes)}$. La ordenada en el origen, está asociada al *consumo base*. De igual forma puede mostrarse que los consumos anuales asociados a la calefacción son, asimismo, proporcionales a las $DGD_{(año)}$. Esta relación entre *consumo* y DGD se observa que es válida para todas las ciudades y regiones de Argentina, pero presentando una variación en su comportamiento en el sur del país [5] debido a los mayores subsidios al gas que se aplican en esta región.

El concepto de Déficit Grado Día (DGD) es utilizado en muchos lugares del mundo para caracterizar los consumos por calefacción. De hecho, en las normas IRAM de acondicionamiento térmico de edificios (IRAM 11604) utilizan este parámetro para el diseño y cálculo de los de la aislación térmica en cada región bioclimática de Argentina. En el apéndice A se presenta una justificación física de este comportamiento.

Las temperaturas de confort para una oficina o vivienda se encuentran entre los 20 °C y 26 °C a una humedad relativa cercana al 50%.

SENSIBILIDAD DE LOS CONSUMOS CON LA TEMPERATURA DE REFERENCIA

Si se asocia la temperatura de referencia con la temperatura a la que se fija el termostato de la calefacción; variando T_{ref} entre 19°C y 22°C, para un escenario térmico real, se puede calcular cómo varía la $DGD_{(año)}$ con esta temperatura, T_{ref} . Dado que el consumo anual depende de $DGD_{(año)}$, permite estudiar la variación del consumo para calefacción por variaciones de la T_{ref} . En la Figura 4 se muestra el resultado de este análisis para el caso de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Bajo la hipótesis

que el consumo varía proporcionalmente al DGD(año) y se puede estimar los ahorros de energía para calefacción por variación de 1 °C en el valor de T_{ref} . Los resultados para Buenos Aires se muestran en la Figura 5.

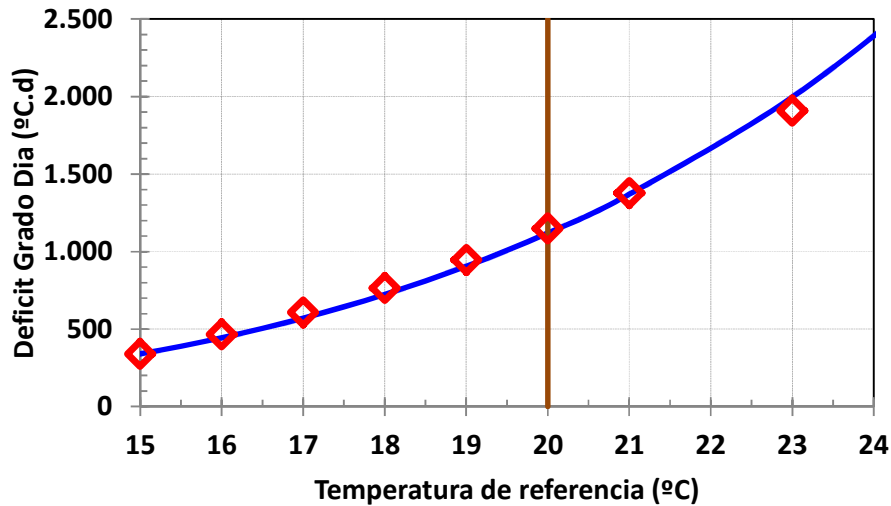


Figura 4. Variación de la DGD_(año) como función de la temperatura de referencia (termostato). Los datos corresponden a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, tomando como base el año 2013.

Podemos definir los potenciales ahorros de energía a una dada temperatura de referencia T , respecto a otra temperatura $T_0 \approx 20^\circ\text{C}$ como:

$$\text{Ahorro}\% = [\text{Consumo}(T) - \text{Consumo}(T_0)] / \text{Consumo}(T_0) = [DGD(T) - DGD(T_0)] / DGD(T_0)$$

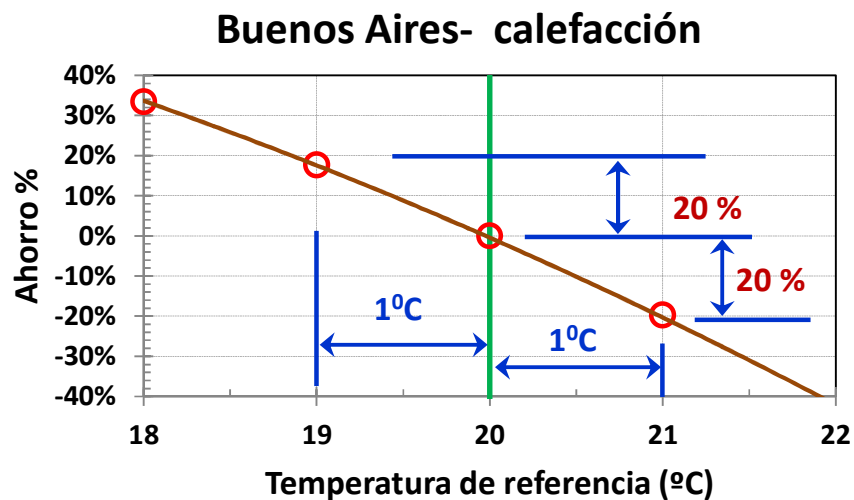


Figura 5. Representación de los potenciales ahorros en consumo de energía para calefacción, por variación de 1 °C en la temperatura de referencia o de termostato. Para la ciudad de Buenos Aires, disminuir la temperatura en 1 °C generaría un ahorro del 20%.

En la Figura 5, se muestran los potenciales ahorros Aires de energía para Buenos producidos al variar la temperatura T , respecto de T_0 tomada como 20°C. Los ahorros en calefacción al disminuir la temperatura en 1 °C serían del 20%. Este resultado es sorprendente sobre todo si se lo compara con el reportado en otros países, donde los ahorros son del orden de la mitad de los estimados aquí. [7] Cabe señalar que los estudios detallados fueron realizados en las zonas más frías del

hemisferio norte. Para comprender mejor este comportamiento, se procedió a realizar la misma evaluación para Bariloche que tiene escenarios térmicos similares a Londres o Nueva York. Los resultados, se muestran en las Figuras 6 y 7. Como puede observarse, esta vez la $DGD_{(año)}$ varía linealmente con la T_{ref} . Esto se debe a que al ser las temperaturas casi todo el año, inferiores a T_{ref} , el área de la curva que representa a $DGD_{(año)}$, varía linealmente con T_{ref} .

En el caso de zonas templadas, como Buenos Aires o la mayoría de las ciudades del centro y norte de Argentina, la $DGD_{(año)}$ varía con T_{ref} , elevada a una potencia mayor que uno, ya que al variar su valor, se incrementa la altura y el ancho del área que representa a la $DGD_{(año)}$.

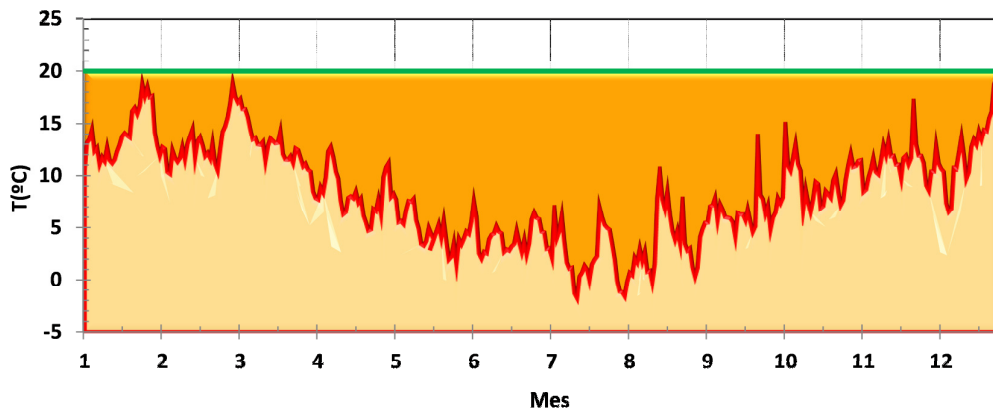


Figura 7. Representación de la temperatura media diaria a lo largo de un año, la línea horizontal, representa la temperatura de $T_{ref}= 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, la $DGD_{(año)}$ viene dada por el área sombreada de este gráfico. Esta figura corresponde a la Ciudad de San Carlos de Bariloche. La temperatura media anual es de $5,2^{\circ}\text{C}$.

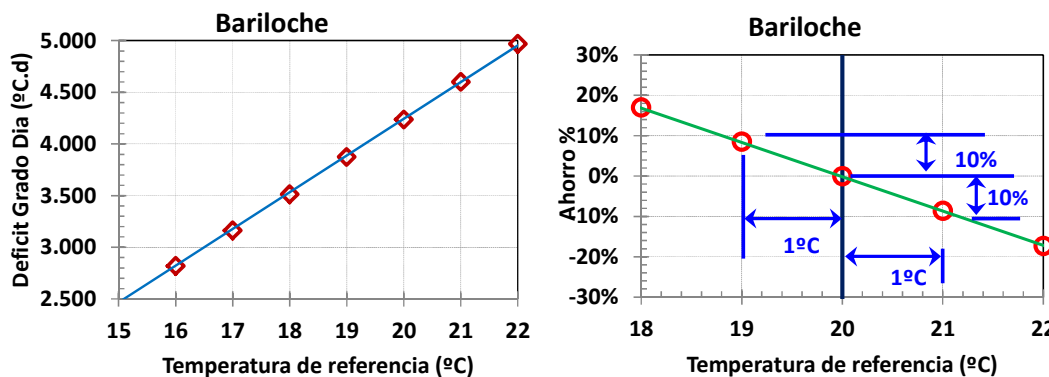


Figura 8. A la izquierda, variación de la $DGD_{(año)}$ como función de la temperatura de referencia (termostato). A la derecha se muestran los potenciales ahorros en consumo de energía para calefacción, por variación de $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la temperatura de referencia. Estos datos corresponden a la ciudad de Bariloche. Al disminuir la temperatura en $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ generaría un ahorro del 10%.

En la Figura 9 se representa la variación del ahorro de energía para calefacción, por incremento del $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el termostato va

disminuyendo, pero aún sigue siendo considerable, del orden del 8% al 10% según el año.

Dado que en Argentina, el 95% de los usuarios de gas natural están en la zona centro-norte, sin embargo el 5% de los usuarios del sur, consumen cerca del 20% del gas residencial. Por lo tanto, 1 °C de disminución en los termostatos represente un ahorro de un 18% del consumo de calefacción a nivel nacional. Si se lograra sólo la mitad de este ahorro, su magnitud sería muy importante.

En los días de frío intenso, el consumo R+C+EO puede ser del orden de los 70 millones de m³/día. Dado que el consumo base es del orden de 20 millones de m³/día, el consumo de gas para calefacción en esos días es de 50 millones de m³/día. De este modo, un ahorro del orden del 10% sería de unos 5 millones de m³/día, cuyo costo marginal es del orden de 3 millones de U\$S/día, suponiendo un costo del orden de 19U\$U/M_BTU. A lo largo de unos 90 días de frío, su costo sería de unos 270 millones de U\$S. Además, con este gas se podría generar alrededor de 1 GWe en una central de ciclo combinado, o sea el equivalente a la energía que producen dos grandes centrales como Atucha y Embalse combinadas.

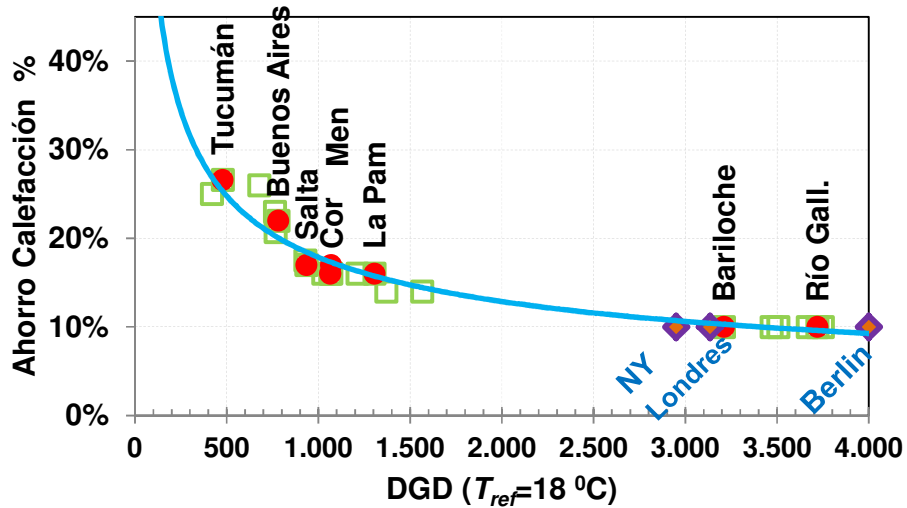


Figura 9. Representación de los ahorros en calefacción, por disminución de 1 °C para distintas ciudades de Argentina y del mundo. Para este análisis se usó una temperatura de referencia de 18 °C.

De modo análogo, se puede estimar el ahorro producido por aumentar en un grado la temperatura de los acondicionadores de aire. Para este análisis, es útil definir el Exceso de grado día anual como:

$$EGD(\text{año}) = \sum_{i=1}^{365} (T_{media} - T'_{ref}) \Big|_{T_{media} > T'_{ref}} \quad (2)$$

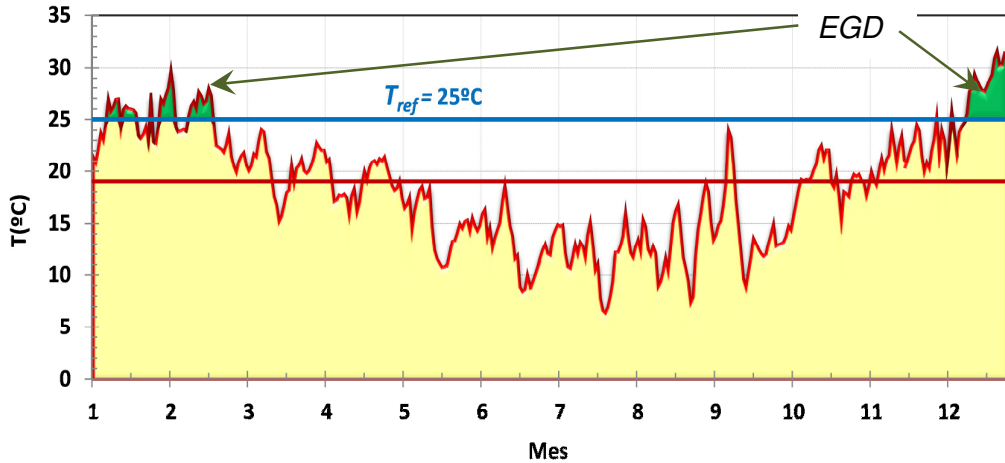


Figura 10. Representación de la temperatura media diaria a la largo de un año, la línea horizontal, representa la temperatura de referencia, $T_{ref} \approx 25 \text{ }^\circ\text{C}$, el $EGD_{(año)}$ viene dada por el área sombreada en verde de este gráfico. Estos datos corresponden a la ciudad de Buenos Aires.

El área sombreada de la Figura 10 ilustra el valor del EGD para el caso de Buenos Aires en 2013. En este caso, la temperatura de referencia T'_{ref} se toma $\approx 25 \text{ }^\circ\text{C}$. De este modo, el EGD indica la magnitud de la necesidad de refrigeración, y es de esperar que sea proporcional a la energía utilizada en refrigeración de ambientes interiores, de modo similar a cómo la DGD es proporcional al consumo de calefacción, Figura 3.

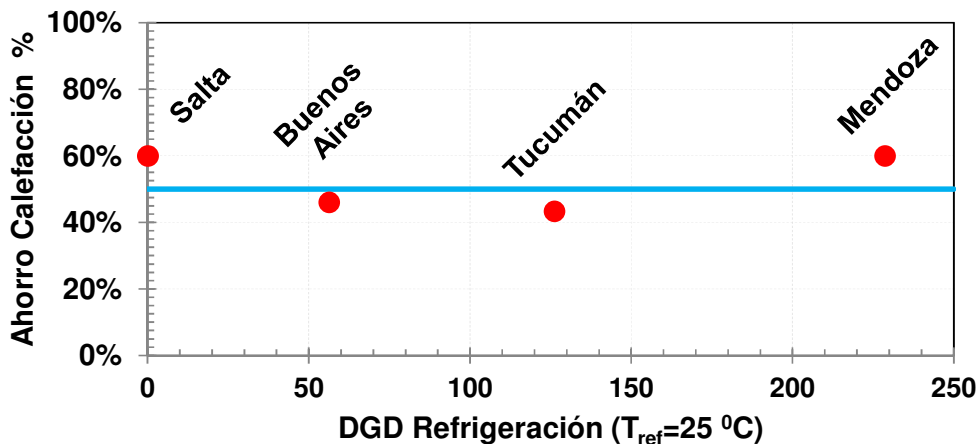


Figura 11. Representación de los ahorros en refrigeración, por el aumento de $1 \text{ }^\circ\text{C}$ para distintas ciudades de Argentina. Para este análisis se usó una temperatura de referencia de $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Si se toma como base la temperatura recomendada por la EPA [8] y el Departamento de Energía de EE.UU. [10], $T_{ref} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ a $26 \text{ }^\circ\text{C}$, podemos calcular el ahorro producido por incrementar la temperatura del termostato de $25 \text{ }^\circ\text{C}$ a $26 \text{ }^\circ\text{C}$. Los resultados se muestran en la **Figura 11**.

Para comprender porque el ahorro de energía en calefacción o refrigeración es significativa cuando sólo se varía $1 \text{ }^\circ\text{C}$ el termostato, es necesario tener en cuenta las

temperaturas medias de los días de invierno y verano, con necesidad de calefacción o refrigeración, tomándose para este cometido los días con temperatura media menores a 18 °C y mayores a 25 °C, respectivamente.

Para la Ciudad de Buenos Aires, la temperatura media para los días con necesidad de calefacción (días con temperatura media ≤ 18 °C) es: $T = 12,4$ °C y la temperatura media para los días con necesidad de refrigeración (días con temperatura media ≥ 25 °C) es: $T=26,5$ °C. De este modo un salto térmico medio en invierno es:

$$\Delta T = 19 \text{ °C} - 12,4 \text{ °C} = 6,6 \text{ °C},$$

si se reduce en 1 °C la temperatura de calefacción, este salto térmico es $\Delta T = 5,6$ °C, o sea la diferencia porcentual de $1/6,6 \cdot 100 = 15\%$ de ahorro de energía.

De forma análoga para el caso de la refrigeración, también en la Ciudad de Buenos Aires, el salto térmico para llegar a 25 °C es:

$$\Delta T = 26,5 \text{ °C} - 25 \text{ °C} = 1,5 \text{ °C},$$

por lo tanto, si se eleva 1 °C la temperatura del termostato tiene un efecto superior al 50% de ahorro energético.

Estas son estimaciones para justificar y hacer plausibles los resultados presentados en este trabajo, los valores más exactos de estos cálculos son los que se presentaron en las Figuras 5, 8, 9 y 11.

EL TERMOSTATO - RECURSO PARA LOGAR AHORRO DE ENERGÍA

En base a lo discutido, surge como necesario tomar acciones concretas para generar una cultura de uso eficiente de la energía, que incluye la regulación de los termostatos como un elemento importante en el uso de calefacción y refrigeración. En este sentido, sería conveniente como primera medida, generar pautas o recomendaciones a los usuarios, similares a las que realiza el Departamento de Energía de los EE.UU. (DOE).

Para el caso de calefacción, sería útil recomendar el adecuado uso de termostatos en los sistemas de acondicionamiento térmico de ambientes, como un método eficaz de reducción del consumo de la energía utilizada en calefacción y refrigeración. [10] En concordancia con el DOE, 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. Según el DOE, es posible un ahorro del orden de 1% de la energía, por cada grado que se reduce la calefacción durante un período de ocho horas. El porcentajes de ahorro son mayores para los edificios en climas templados que en los de climas más rigurosos.

En verano, se puede seguir la misma estrategia con el aire acondicionado central manteniendo las casas y edificios a 26 °C, solo cuando se la está ocupando y apagando la refrigeración en otros horarios. Aunque los termostatos se pueden ajustar manualmente, los programables posibilitan volver a las temperaturas de confort antes de despertar o de retornar a la vivienda.

La regla general es que las pérdidas de calor son menores cuando menores son las diferencias de temperatura del interior y exterior, por lo tanto, reduciendo esta diferencia se logran mayores ahorros de energía. Esta regla vale tanto en verano como invierno.

CONCLUSIÓN

En este trabajo se muestra que el consumo de gas para calefacción en Argentina es proporcional al *Déficit Grado Día anual* del lugar. Dado que este último parámetro depende de la temperatura a la que se fijan los termostatos. Se infiere que una disminución de 1 °C en la temperatura de regulación, puede generar un ahorro de energía del orden del 20% en la zona centro norte de Argentina, donde se encuentra el 95 % de los usuarios de gas

De manera análoga, un incremento de 1 °C en la refrigeración, puede generar ahorros superiores al 20% en la mayoría de las ciudades de Argentina. Un ahorro del orden del 10% en el invierno, equivale a unos 5 millones de m³/día, cuyo costo marginal es del orden de 3 millones de U\$S/día. Con este gas se podría generar del orden de 1 GWe en una central de ciclo combinado, o sea equivalente a la energía eléctrica que generan Atucha y Embalse combinadas.

Dado el impacto de estos resultados surge la necesidad de:

- Validar resultados con ensayos en edificaciones reales, en distintas regiones geotérmicas del país.
- De constatarse, al menos parcialmente su validez, surge necesario iniciar acciones como las siguientes:
 - ✓ Generar un programa educativo que comunique a los usuarios y escuelas la importancia de regular adecuadamente sus termostatos.
 - ✓ Desde el punto de vista normativo, requerir que todos los equipos de calefacción incluyan termostatos de regulación de temperatura.
 - ✓ Requerir que todos los edificios públicos cumplan con las pautas de eficiencia en la regulación de temperaturas.
 - ✓ Requerir que los nuevos edificios tengan sistemas de regulación de temperatura por cada unidad, en lugar de sistemas centralizados de regulación.

En este sentido, el objetivo del presente estudio es motivar más investigaciones en este campo y en particular realizar mediciones en edificios y viviendas en distintas regiones bioclimáticas de Argentina y de Latinoamérica con el objeto de disponer de información confiable para canalizarlas en recomendaciones y normativas conducentes a un uso más racional de la energía.

Finalmente, dado el elevado precio del gas, sería conveniente generar un programa que promueva y financie modificaciones en edificios existentes, que mejoren las condiciones de aislación térmica e incluyan sistemas de acondicionamiento y con regulación de temperatura más eficientes.

Las opiniones y los puntos de vista vertidos en este trabajo son responsabilidad exclusiva de los autores.

Por último, deseamos agradecer las valiosas sugerencias realizadas por varios colegas, en particular al Ing. Marcelo Lezama de Metrogas por haber motivado esta indagatoria y sus múltiples recomendaciones y consejos. También agradecemos al Ing. J. Mariani y la Dra. A. Schwint por sus valiosas sugerencias.

Apéndice A - Consumo de calefacción

En este apéndice, deseamos plantear un modelo muy simplificado que, permite comprender la dependencia del consumo de energía utilizado para la calefacción y refrigeración, del Déficit Grado Día y el Exceso Grado Día respectivamente. Desde luego, la simplificación presentada aquí tiene un carácter didáctico, que hace plausible dicha dependencia, más que intentar explicar todos los complejos procesos que tienen lugar en una vivienda.

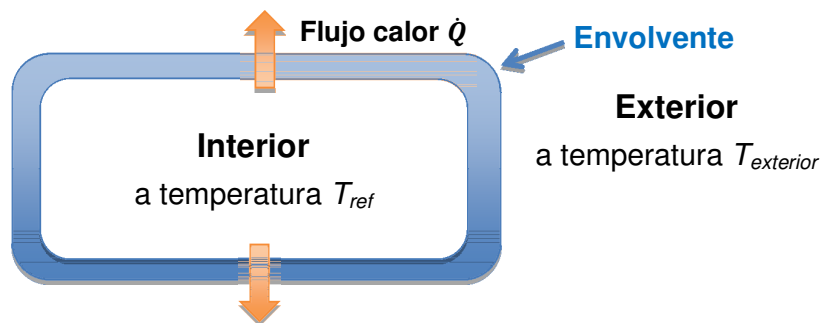


Figura 12. Modelo simplificado de un recinto cerrado a una temperatura interior T_{ref} en un medio externo a temperatura T_{ext} . El flujo de calor \dot{Q} será proporcional a la diferencia de temperatura ($T_{ref} - T_{ext}$) y a la conductividad térmica de la envolvente.

En la Figura 12 se muestra un modelo simplificado de un recinto cerrado a temperatura interior, T_{ref} , en un medio externo a temperatura exterior, T_{ext} . El calor que se pierde por día, $Q_{día}$, será proporcional a la diferencia de temperatura ($T_{referencia} - T_{media_exterior}$). De este modo, el consumo por calefacción, $Q_{calefacción}$, a lo largo de un año resultará:

$$Q_{calefacción} \approx k \cdot DGD_{(año)}, \quad (3)$$

Donde $DGD(año)$, es la *Deficiencia Grado Día* anual, dada por la Ec.(1) y k una constante de proporcionalidad que depende de la conductividad media de la envolvente y su área. En la Norma IRAM 11604 [11] se discuten modelos más realistas.

De manera análoga, para el caso de la refrigeración, el flujo de calor entrante a la vivienda es proporcional a diferencia de temperatura ($T_{ext} - T_{ref}$). De donde se deduce que:

$$Q_{refrigeración} \approx k' \cdot EGD_{(año)}, \quad (4)$$

Referencias

- [1] L. M. Iannelli, J. Fiora y S. Gil, «La tierra como acondicionador de aire,» vol. LIV, pp. 34-41, 2013.

- [2] L. R. Glicksman, «Energy efficiency in the built environment,» *Physics Today*, vol. 61, pp. 35-40, 1 2008.
- [3] ENARGAS, «Datos Operativos del Sistema de Gas,» www.enargas.gov.ar, Buenos Aires, Argentina, 2014.
- [4] S. Gil y J. Deferrari, «Generalized model of prediction of natural gas consumption,» *Journal of energy resources technology*, Junio 2004.
- [5] S. Gil y R. Prieto, «Posibilidades de ahorro de gas en Argentina,» *Petrotécnica*, vol. L, nº 02, Abril 2009.
- [6] S. Gil, E. Bezzo, M. Maubro, J. Miotto y R. Prieto, «Etiquetado de artefactos a gas, Hacia un uso más eficiente de la energía,» *Petrotecnia*, vol. LII, nº 8, pp. 104-111, 2011.
- [7] M. Z. S.A. Al-Sanea, "Optimized monthly-fixed thermostat-setting scheme for maximum energy-savings and thermal comfort in air-conditioned spaces," *Applied Energy*, vol. 85, p. 326-346, 2008.
- [8] E. Star, «Proper Use Guidelines for Programmable Thermostats,» http://www.energystar.gov/index.cfm?c=thermostats.pr_thermostats_guidelines, 2013.
- [9] S. Gil y J. Deferrari, «Generalized model of prediction of natural gas consumption,» *Journal of energy resources technology*, Junio 2004.
- [10] S. Gil, A. Fazzini y R. Prieto, «Estimacion de los consumos diarios de gas a partir de lecturas periodicas de medidores,» *Petrotecnia*, vol. LII, nº Febr., pp. 90-94, 2011.
- [11] Department of Energy USA, (DOE), «Department of Energy USA, (DOE) Energy saving-Thermostat. Thermostat Operation,» <http://energy.gov/energysaver/articles/thermostats>, 2013.
- [12] IRAM, «Norma IRAM 11603 Acondicionamiento térmico de edificio y Norma IRAM 11604 Aislamiento termico de Edificios,» IRAM, Buenos Aires, Argentina, 2004.