

## **PRIMERA EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS REFRIGERADORES Y CONGELADORES DE LA ARGENTINA**

C.G. Tanides

Departamento de Electrotecnia, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires

Av. Paseo Colón 850, Subsuelo, (1063) Capital Federal

Tel.: (+54 11) 4343 0891 Ext. 159, Fax: Ext. 365, e mail: [ctanide@fi.uba.ar](mailto:ctanide@fi.uba.ar)

**RESUMEN:** Los refrigeradores y congeladores y sus combinaciones, de tipo doméstico, representan aproximadamente el 30% del promedio del consumo eléctrico del sector residencial en la Argentina. Desde el año 2006 ha comenzado a implementarse, escalonadamente, el sistema de etiquetado de refrigeradores en el país. Según la proyección realizada en este trabajo en la cual se calcula el efecto sobre el consumo eléctrico en el total del parque de heladeras se encuentra que, el sólo hecho de haber comenzado a etiquetar ha inducido a los fabricantes a introducir variantes en los modelos de estos aparatos que habrían dado lugar, según las evidencias que se tienen, a un ahorro de 32% en promedio por modelo. Esto puede traducirse en un total de entre 2,4 y 3,9 TWh y una reducción de la demanda de potencia de 274 a 528 MW al año 2020, sin suponer mejoras adicionales a la distribución de clases de eficiencia existente hasta el momento. Los ahorros de emisiones acumuladas de oscilarían entre 9.100 y 14.200 Gg CO<sub>2</sub> para ese año.

**Palabras clave:** eficiencia energética, etiquetado de eficiencia energética, sector residencial, refrigeradores y congeladores domésticos, Argentina.

### **INTRODUCCIÓN**

Los refrigeradores y congeladores representan uno de los usos finales sobre los cuáles ha recaído y recae gran parte de la actividad en el mundo de la eficiencia energética. Justifican esta situación el hecho que, resulta uno de los consumos individuales más importantes dentro del sector residencial y que, además, tiene un potencial de ahorro muy importante pudiendo aumentarse su eficiencia de forma considerable en forma rentable.

Los refrigeradores y congeladores domésticos han captado desde hace muchos años la atención de los programas de eficiencia y tal vez sean el artefacto de uso final que ha cosechado mayor experiencia con este tipo de medidas a nivel mundial encontrándose etiquetado, bajo normas de eficiencia mínima, o ambos, en EE.UU. (1976), Brasil (1984), China (1989), la UE (1992), México (1995), por dar tan sólo algunos ejemplos, así como también en numerosos otros países. [Wiel et al., 2006]

Debido a la importante participación de las heladeras y congeladores domésticos en el consumo eléctrico en Argentina, y al testimonio desarrollado en otros países, estos artefactos fueron seleccionados para comenzar a implementar el sistema de etiquetado de eficiencia energética a nivel nacional proceso que tuvo su origen en 1995 y finalmente quedó efectivizado con la Resolución 35/2005 de la Secretaría de Coordinación Técnica, del Ministerio de Economía y Producción. Al momento es el único artefacto de uso final que cuenta con una etiqueta de eficiencia energética obligatoria en el país, idéntica a la utilizada en la Unión Europea.

La principal función de las heladeras y congeladores es mantener alimentos a cierta temperatura menor a la del ambiente. Una función adicional es enfriar los alimentos desde la temperatura ambiental —o incluso temperaturas mayores— a la temperatura del frío. Para cumplir la primera función, el consumo energético compensa las “ganancias” de calor desde el exterior al interior del gabinete. Estas ganancias de calor bajan en la medida en que se aumente la aislación térmica entre el interior del gabinete y el exterior, para lo cual deben utilizarse mejores materiales aislantes y mayores espesores de los mismos en las paredes y puertas, además de mejores sellos para reducir la infiltración de aire. Todo esto es relativamente fácil de lograr y suelen ser los primeros cambios a realizar para reducir el consumo de estos aparatos.

La energía necesaria para eliminar el calor que logra entrar al gabinete más el calor que entra con la carga de alimentos a mayores temperaturas depende del diseño del sistema de refrigeración, comprendiendo el ciclo termodinámico, el rendimiento de los motores, compresores y otros equipos electromecánicos, la forma y las dimensiones de los intercambiadores de calor, etc. Aquí también existen oportunidades de ahorro, aunque en este caso, las inversiones pueden ser mayores que las requeridas para mejorar térmicamente el gabinete.

El potencial para el ahorro de energía en heladeras y congeladores es grande y como las posibilidades de ahorro en equipos existentes son muy limitadas, la principal oportunidad está en mejorar el diseño y la fabricación de los nuevos modelos. Aproximadamente la mitad de las heladeras que existirán en el año 2020 no han sido construidas aún y es ahí donde reside el potencial de ahorro en este uso final.

A modo de ejemplo la reducción del consumo de energía del parque de heladeras comercializado en los EE.UU. alcanzó un 74% en un lapso de 25 años. Estas mejoras se lograron a partir de estándares de eficiencia mínima (MEPS<sup>1</sup>), que eliminan la venta de modelos ineficientes, complementadas por el sistema de etiquetado para informar a los usuarios respecto al consumo unitario de cada modelo en venta. [Tanides, 2004] Allí, los primeros MEPS para refrigeradores fueron autorizados en California en el 1974. Luego sucedieron normas nacionales, cada vez más estrictas, en 1990, 1993 y 2001. En el año 2001 el proceso de negociación con los fabricantes de heladeras llevó a fijar un nivel máximo de consumo que en ese momento no cumplía ningún modelo fabricado en el país. En la Figura 1 puede verse la evolución del consumo, tamaño y precio de estos artefactos para los EE.UU.

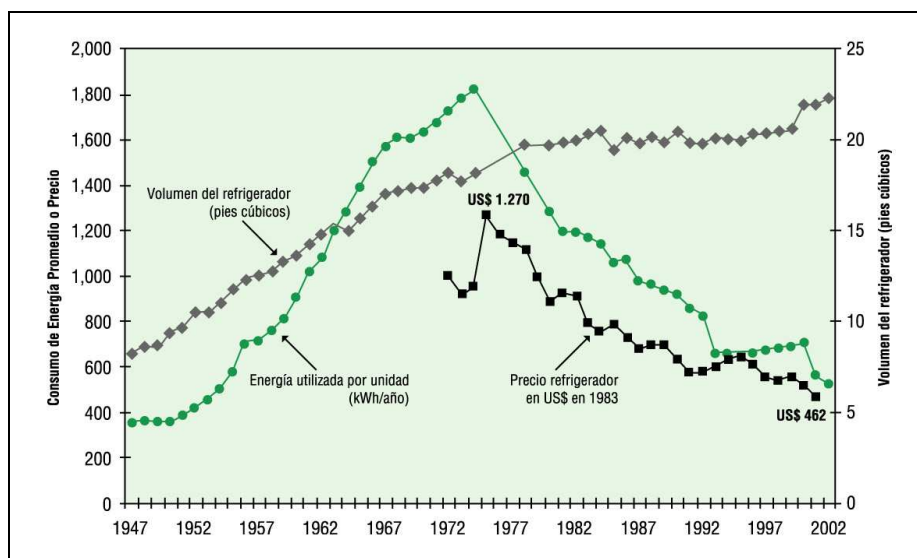


Figura 1. Evolución del consumo de energía eléctrica anual del parque de heladeras comercializado en los EE.UU. [O'Brien, 2006]

También se lograron grandes ahorros en el consumo de heladeras y freezers en los países de la Unión Europea, donde el programa se inició con el sistema de etiquetado suplementado posteriormente por estándares de eficiencia mínima. Esta misma etiqueta ha sido normalizada en Argentina (Norma IRAM 2404-3), para su aplicación a partir del 2006. Además de indicar el consumo unitario anual indica si el modelo es eficiente o no comparado con una escala de eficiencia. En esta escala, la letra "G" corresponde a modelos de menor eficiencia y la A a los modelos más eficientes. Posteriormente, en Europa en el año 2004 se han introducido dos niveles de mayor eficiencia, A+ y A++, para poder discriminar entre los modelos más eficientes aún, permitiendo que el mercado se mueva hacia modelos de menor consumo.

El potencial para mejoras en la eficiencia de los refrigeradores ha sido también ampliamente demostrado en América Latina. En el 1995, la Comisión para el Ahorro de Energía (CONAE) de México implementó el primer programa de Normas de Eficiencia Mínima. Entre 1995 y el 2005, la eficiencia de los refrigeradores mexicanos mejoró en 55%.<sup>2</sup> El gobierno brasileño inició un programa de ensayos y etiquetado como parte de su programa para la conservación de la energía eléctrica (PROCEL) en 1985, junto con el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO). Un informe reciente de la *Climate Technology Initiative*<sup>3</sup> encontró que si bien los modelos líderes del mercado son mucho más eficientes que otros modelos evaluados, existe gran potencial de ahorro mejorando la eficiencia del compresor y agregando aislante térmico en la puerta y las paredes.

<sup>1</sup> En inglés *Minimum Energy Performance Standards* (MEPS)

<sup>2</sup> Promedio ponderado entre las distintas clases de productos.

<sup>3</sup> Climate Technology Initiative - *Brazilian Domestic Refrigerators can be 45% More Energy Efficient – Final Report* December 2002.

## SITUACIÓN EN LA ARGENTINA Y POTENCIAL DE AHORRO EN REFRIGERADORES

El Índice de Eficiencia Energética es una medida relativa del consumo respecto a un valor de referencia ubicado en 100 (clase D). El valor del consumo anula de referencia es dependiente de la clase de producto, y está dado por las especificaciones de (Norma IRAM 2404-3: 1998 - Tabla 2) según la Fórmula (1) y la Tabla 1.

$$UEC = N + M \times AV, \quad (1)$$

donde  $AV$  es el volumen ajustado.  $N$  es 191 kWh y 303 kWh para los modelos 1 y 4-estrellas respectivamente.  $M$  es 0,643 y 0,777 kWh/litro para modelos 1 y 4 respectivamente.

Clase de Producto	M	N
Refrigerador (1 estrella)	0,643	191
Refrigerador-congelador (4-estrellas)	0,777	303
Congelador horizontal	0,446	181
Congelador vertical	0,472	286

Tabla 1. Definición de los parámetros para la determinación del consumo energético de referencia.

Existe un potencial importante para mejoras en la eficiencia de refrigeradores y congeladores residenciales. Esto se debe a la presencia de mejoras en el diseño relativamente económicas y el alto grado de penetración de estos aparatos en los hogares. En Argentina, casi todos los hogares tienen algún tipo de refrigerador para la conservación de los alimentos. En el 2001, antes de la introducción del actual programa de etiquetado de refrigeradores, el consumo medio de refrigeradores con congeladores fue estimado en 829 kWh por año, mientras que el de los refrigeradores sin un compartimiento independiente como congelador tenía un consumo de 630 kWh por año. [FVSA, 2006] El consumo medio ponderado para refrigeradores fue de 740 kWh/año. Al mismo tiempo, el consumo medio de los hogares fue de 2.100 kWh al año, con lo cual, este uso final representaba el 30% del consumo residencial de la electricidad.

Todas las estimaciones respecto al potencial de ahorro en refrigeradores y congeladores (R/C) anteriores a la implementación del sistema de etiquetado de eficiencia en refrigeradores y congeladores, partían del supuesto de que la distribución por clases de eficiencia era similar a la que existía en la UE cuando el sistema se implementó en el año 1992, y en donde la media de las clases de eficiencia se ubicó en la media de la eficiencia de los modelos en venta en ese momento en ese mercado. Algunas pocas mediciones y datos de catálogo avalaban esa suposición. Aunque debe recalarse que los datos de catálogo no son una información fidedigna, no resultan de laboratorios certificados y, ni siquiera, aclaran en muchos casos bajo que normas de ensayo fueron producidos. En todo caso puede suponerse que declaraban menos que lo que realmente consumían.

El último trabajo sobre estimación de potencial de ahorro fue realizado por encargo de la Fundación Vida Silvestre Argentina [FVSA, 2006] en donde se calculó el potencial de ahorro partiendo de los supuestos mencionados y además:

- El modelo de **refrigerador sin congelador** tomado como referencia ha sido el de volumen de fresco promedio de 292 litros y uno de 28 litros para el compartimiento de baja temperatura; para la categoría **refrigerador con congelador**: volumen de fresco promedio de 260 litros y uno de 70 litros para el compartimiento de baja temperatura.
- En el año 2001, el consumo medio unitario de heladeras con congelador fue de 829 kWh/año y de heladeras sin freezer fue de 630 kWh/año, en ambos casos considerando que el consumo medio unitario corresponde al promedio del consumo de las clases E y F, según la etiqueta europea (y argentina).
- En el año 2001, el consumo medio de los congeladores (freezers) fue de 650 kWh/año.
- Una tasa de crecimiento del parque de heladeras y congeladores de 2,35%, que surge de tomar en cuenta tanto el crecimiento en las viviendas como la saturación de los equipos.
- De las unidades existentes en el 2001, el 7% se reemplaza cada año. Esto corresponde a una vida media del parque existente de 13 años.

A partir de estas hipótesis de partida se generaron cuatro escenarios, de los cuales para este trabajo sólo nos interesan dos que son:

1. **Escenario de Referencia.** Sin mejoras en eficiencia.
2. **Escenario FVSA 1.** Con un programa de etiquetado a partir del 2006, con estándares de eficiencia mínima con impacto a partir de 2011 y estándares más estrictos con impacto a partir de 2015. Suponemos que se exija un nivel mínimo "E" de eficiencia a partir del 2011 y un nivel mínimo de "B" a partir del 2015.

Los ahorros determinados bajo esos supuestos se muestran en la Tabla 2.

	2005	2010	2015	2020	Máximo PdA
Consumo total de heladeras y congeladores, escenario de referencia (GWh/año)	9.242	10.498	11.873	13.393	---
Ahorro por Escenario FVSA 1 (GWh/año)	0	142	1.010	3.423	8.278

Tabla 2. Evolución del consumo de energía eléctrica de heladeras y congeladores residenciales correspondientes a los escenarios de (a) referencia, (b) FVSA 1.

### EFEECTO DEL SISTEMA DE ETIQUETADO A JULIO 2007

Hasta aquí, los modelos y los supuestos de las proyecciones. Sin embargo, a partir de la implementación del sistema de etiquetado en estos equipos, es posible determinar cuál es la verdadera distribución de las clases de eficiencia actualmente suponiendo que, los modelos certificados reflejan la distribución de modelos vendidos. Los resultados entregados por las certificadora IRAM y algunos fabricantes a julio de 2007 alcanzan a más de 200 modelos. A partir de ello puede observarse que la distribución es sensiblemente mejor que aquella supuesta previamente a la implementación del etiquetado. Este cambio puede justificarse como un efecto del etiquetado sobre los fabricantes. Se sabe que muchos de ellos, tanto los nacionales como los importados, han realizado ajustes o cambios en sus modelos para obtener una mejor clasificación dentro de la etiqueta, por lo cual puede atribuirse este efecto a su implantación. La Figura 2 muestra la variación de la distribución de las clases de eficiencia antes y después de la implantación del sistema de etiquetado.

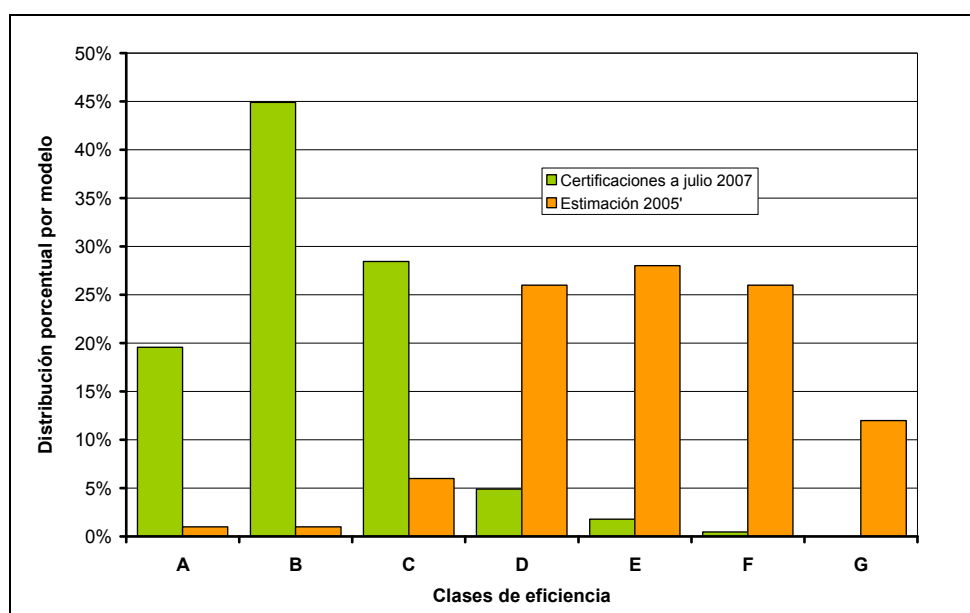


Figura 2. Distribución de las clases de eficiencia en heladeras y congeladores, para estimación del año 2005 y certificados a julio de 2007.

A partir de esta modificación puede estimarse cuál ha sido concretamente el ahorro mínimo que se produjo por el sólo efecto de la introducción del etiquetado, tomando el Escenario de Referencia de Tabla 2, suponiendo una distribución previa como la estimada para el 2005 y, que los porcentajes de distribución que surgen de la certificación se mantienen hasta el año 2020. Esto representa una hipótesis de mínima para el ahorro ya que puede considerarse que la etiqueta seguirá teniendo un efecto que empuja hacia las mejores clases aún sin la aparición de estándares de eficiencia mínima.

La evolución de las clases de eficiencia por modelo y año se señalan en la Tabla 3, en donde el valor 2005 es estimado según los supuestos señalados, el 2007 es el resultado de las certificaciones y el 2006 una interpolación entre ambos. A este modelo se lo denominó "Certificados".

Dada la incertidumbre que existe entre la suposición de eficiencia previa al etiquetado, y al hecho de que podrían existir una cantidad de modelos que no estén siendo etiquetados por falta de fiscalización, de mala calidad, y que no están siendo computados, se generó una distribución adicional llamada "Certificados - 1", en donde la distribución de las clases de eficiencia se disminuyen un nivel respecto a los Certificados. El efecto de esto es considerar un descuento en los ahorros debido a los motivos mencionados. Los porcentuales de distribución por clase de eficiencia pueden apreciarse en la Tabla 3 para ambos modelos.

Clases de eficiencia	Previo	Certificados				Certificados – 1		
	2005	2006	2007	2020	2006	2007	2020	
A	1%	10%	20%	20%	1%	1%	1%	
B	1%	23%	45%	45%	10%	20%	20%	
C	6%	17%	28%	28%	25%	45%	45%	
D	26%	15%	5%	5%	27%	28%	28%	
E	28%	15%	2%	2%	16%	5%	5%	
F	26%	13%	0%	0%	14%	2%	2%	
G	12%	6%	0%	0%	6%	0%	0%	
CEU Promedio ponderado refrigeradores con y sin congelador	756	635	514	514	681	605	605	
CEU Promedio congeladores (freezer)	650	546	441	441	585	520	520	

Tabla 3. Distribución de clases por efecto del etiquetado de heladeras y congeladores entre 2005 y 2020.

El ahorro producido por esta modificación en la distribución de las clases de eficiencia resulta el que se muestra en Tabla 4 y Figura 3.

	2005	2006	2007	2010	2015	2020	Acumulado
<b>CONSUMO [GWh/año]</b>							
Base	9.242	9.485	9.732	10.498	11.873	13.393	
Certificados	9.242	9.343	9.384	9.528	9.421	9.525	
Certificados – 1	9.242	9.385	9.506	9.874	10.300	10.915	
<b>AHORRO PRODUCIDO RESPECTO A EFICIENCIA CONGELADA [GWh/año]</b>							
Certificados	0	142	347	969	2.452	3.868	28.505
Certificados – 1	0	100	225	624	1.573	2.478	18.294
<b>REDUCCIÓN DE POTENCIA MAXIMA RESPECTO A EFICIENCIA CONGELADA [MW]</b>							
Certificados	0	21	52	144	364	574	
Certificados – 1	0	11	26	72	180	284	

Tabla 4. Ahorros de energía y potencia producidos por la implementación del sistema de etiquetado de eficiencia energética.

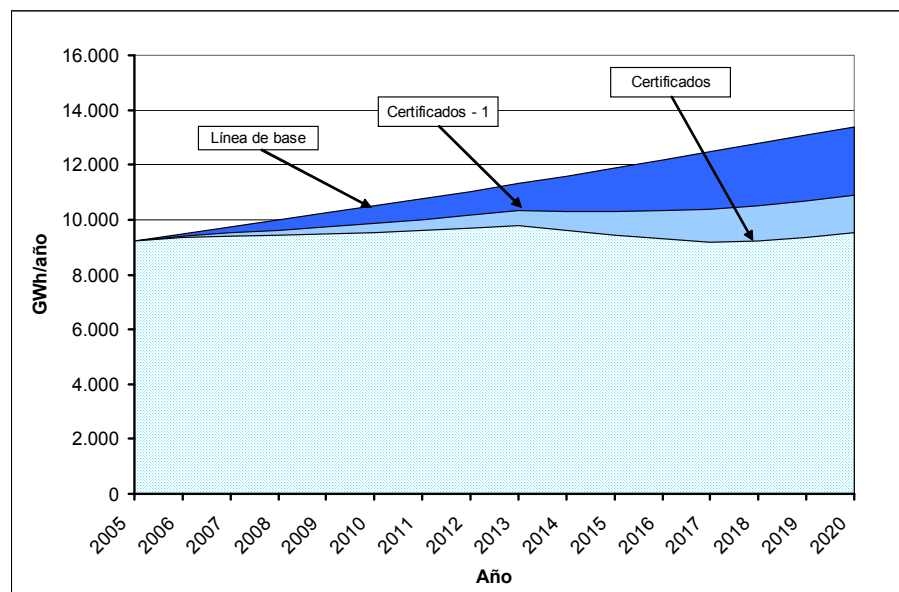


Figura 3. Evolución del consumo energético en refrigeradores y congeladores según las distintas suposiciones: Base, "Certificados" y "Certificados – 1" entre los años 2005 y 2020.

De los valores calculados puede advertirse que el consumo de energía por heladeras y congeladores se mantiene prácticamente constante en el modelo “Certificados – 1” y que en el modelo “Certificados” el consumo del parque inclusive desciende a pesar de un crecimiento en la cantidad de unidades de 12.600.000 en el año 2005 a 17.800.000 en el año 2020 (+41,3%). El efecto de reemplazo de los modelos eficientes se agota en los años 2015 y 2017 respectivamente comenzando a partir de allí a predominar nuevamente el incremento vegetativo pero con una tasa de crecimiento menor.

En el año 2007 comienzan a percibirse un ahorro en el sistema eléctrico, incipiente por la aún baja penetración de los productos de 225 a 347 GWh/año de ahorro y 26 a 52 MW de reducción potencia, pero que, en el año horizonte, 2020, alcanza valores del orden de los 2,5 a 3,9 TWh/año y una potencia evitada de entre 274 y 528 MW en los escenarios “Certificados” y “Certificados – 1” respectivamente.

Considerando un factor de emisión de 0,5 Gg CO<sub>2</sub> por GWh, la reducción acumulada de emisiones de gases de efecto invernadero se ubicará entre los 9.100 y 14.200 Gg CO<sub>2</sub> para el 2020.

El cambio producido según los elementos de evaluación que se disponen al momento ha sido muy drástico y ha superado todas las expectativas y los ejemplos disponibles en otras partes del mundo. Uno de los motivos por los cuales se estima se ha alcanzado este éxito en tiempo tan reducido es que estos sistemas ya están maduros en muchas partes del mundo y, por lo tanto, hay disponibilidad y un mercado desarrollado de tecnología de heladeras y congeladores eficientes en otros países desde hace ya varios años. En síntesis, mientras que los países que implantaron estos sistemas en un comienzo debieron hacer punta en el desarrollo de la eficiencia de sus productos nosotros podemos cosechar ese esfuerzo de manera prácticamente inmediata.

## **EL FUTURO DEL SISTEMA**

El trabajo hasta acá alcanzado por el impulso dado por la Dirección Nacional de Promoción de la Secretaría de Energía, ha representado un logro muy importante y el más estructurado dado en estos temas en la Argentina.

Hacia delante debe avanzarse sobre:

1. La realización sobre la población en general de campañas de difusión, concientización de los beneficios de la utilización de artefactos eficientes y de capacitación a los vendedores de electrodomésticos para que conozcan el funcionamiento de la etiqueta<sup>4</sup>. Esto resulta esencial y ejercerá un efecto potenciador de este sistema pudiendo incrementar los ahorros aún más.
2. La extensión de la escala de las clases de eficiencia hacia niveles superiores para permitir que la etiqueta no pierda efecto discriminador, cuando los modelos vayan agrupándose en el entorno de la clase A de eficiencia. Para ello se debe avanzar con la reformulación de las clases introduciendo, como en Europa, dos niveles superiores el A+ y A++<sup>5</sup>.
3. La instrumentación en el futuro cercano (tres años) de los estándares de eficiencia mínima cuyos niveles habrá que determinar oportunamente. En la UE en 1999 el costo de vida útil mínimo de las heladeras se encontraba en el nivel A para casi todos los países [ADEME, 2000].
4. Incorporar otros aparatos eléctricos al sistema. Ya existe la norma obligatoria de etiquetado de eficiencia energética para las lámparas eléctricas (incandescentes y fluorescentes) en espera de la existencia de laboratorios de ensayo acreditados, y ya existe la etiqueta voluntaria de IRAM para los equipos de aire acondicionado (IRAM 62406). Los motores eléctricos de inducción trifásicos y los lavarropas se hallan bajo estudio pero sin definición.
5. Avanzar sobre los aparatos que consumen gas. Al momento no existe aún avance alguno sobre este tema.

## **CONCLUSIONES**

La implantación del sistema de etiquetado de eficiencia ha resultado más que beneficiosa pudiéndosele atribuir ya un ahorro energético al 2020 de entre 2,5 a 3,9 TWh/año, una reducción de la demanda de potencia de entre 274 y 528 MW, y una disminución acumulada de las emisiones de gases de efecto invernadero de 9.100 a 14.200 Gg CO<sub>2</sub> para ese año.

La contundencia de estos números refuerza la necesidad de avanzar con este tipo de políticas a futuro en otros artefactos que consumen energía eléctrica y comenzar inmediatamente a trabajar sobre aquellos que consumen gas natural.

Adicionalmente debe implementarse otro tipo de medidas complementarias tales como los estándares de eficiencia mínima.

---

<sup>4</sup> La DNPRM conjuntamente con ADELCO ha comenzado con una serie de talleres de capacitación de vendedores.

<sup>5</sup> En rigor hay posiciones encontradas, y algunos especialistas sostienen que lo mejor es redefinir las clases manteniendo el esquema A-G para no confundir al público consumidor.

## REFERENCIAS

- ADEME, (2000). COLD II. The revision of energy labelling and minimum energy efficiency standards for domestic refrigeration appliances, SAVE II Programme, Directorate-Generale for Transport and Energy, European Commission.
- Fundación Vida Silvestre Argentina (2006). “Análisis del Potencial de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Eléctrico y del Gas Natural de la Republica Argentina (Parte I: La Eficiencia Energética)”, 166 pp., Buenos Aires, marzo.  
[http://www.vidasilvestre.org.ar/descargables/cambio\\_climatico/Escenarios\\_FVSA\\_WWF\\_Version\\_final.zip](http://www.vidasilvestre.org.ar/descargables/cambio_climatico/Escenarios_FVSA_WWF_Version_final.zip)
- O’Brien, T., (2006). *Diseñando el Futuro Energético de California Protegiendo la Economía y el Medio Ambiente*, tomada de la presentación dada por el Director Adjunto de la Comisión de Energía de California en Buenos Aires, diciembre 2006.
- Tanides, C.G., (2004). “Etiquetado en Eficiencia Energética y Valores de Consumo Máximo”, *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, ISSN 0329-5184, publicado por la Asociación Argentina de Energía Solar y Ambiente, Vol. 8, 07.19-24.
- Wiel, S., Egan, C. and M. della Cava, (2006). “Energy efficiency standards and labels provide a solid foundation for economic growth, climate change mitigation, and regional trade”, *Energy for Sustainable Development*, Volume X, No. 3, September.

## ABSTRACT

Domestic refrigerators and freezers represent around 30% of the average electricity consumption within the Argentine residential sector. Since 2006 Argentina has started gradually with its mandatory labelling programme. From the projection model employed in this work, which evaluates the overall effect on the refrigerators and freezers stock, it is found that the implementation of the labelling system have induced manufacturers to introduce improvements in these appliances that have already given, under the evidences so far, 32% average savings in the models. Also there are projected total savings between 2,4 and 3,9 TWh, and a power demand reduction ranging from 274 to 528 MW for 2020, without supposing further improvements in the efficiency of refrigerators and freezers achieved so far. In terms of GHG cumulated savings, they will be located around 9.100 and 14.200 Gg CO<sub>2</sub>.

**Keywords:** energy efficiency, energy efficiency labelling, residential sector, domestic refrigerators and freezers, Argentina.