

Potenciales ahorros de gas en la Argentina por mejoras en los sistemas de calentamiento de agua

Propuesta en elaboración

Marzo 18, 2014

Colaboración ENARGAS –Metrogas- UNSAM

Roberto Prieto, Juan M. Lezama y Salvador Gil

sgil@unsam.edu.ar

Resumen: El uso eficiente de la energía es de un gran interés para el sector energético tanto nacional como internacional. A medida que el consumo mundial de la energía se incrementa aceleradamente, los recursos energéticos tradicionales no aumentan con la misma rapidez, generando una fuerte presión ascendente en el precio de la energía. Por su parte, el calentamiento global producido en buena medida por el uso de combustibles fósiles, plantea desafíos que no se pueden soslayar. En el caso particular de la Argentina, la posibilidad de reducir las importaciones de gas tiene gran relevancia económica.

En este trabajo se presenta una estimación de los ahorros de gas que podrían lograrse a través de un plan de cambio de artefactos de calentamiento de agua, calefones y termotanques, que incluye tres aspectos: A) introducción de *calentadores de agua solares*, B) cambio de los equipos convencionales a los más eficientes en el mercado, es decir los equipos que tienen *etiqueta A* en eficiencia energética, según las normas NAG implementadas por el ENARGAS y C) incorporación de *dispositivos economizadores de agua*, que tiene gran difusión en Europa y EE.UU. y que reducen el consumo de agua entre 35% a 50%. Suponiendo, que el 30% de los usuarios residenciales adopta sistemas solares subsidiado, el resto pasa a clase A sus equipos convencionales y el ahorro de agua es del 35%; el consumo de gas residencial disminuye en 20% en los próximos 10 años, aun incluyendo el aumento vegetativo de los usuarios. Los resultados indican que con una moderada inversión inicial, pueden lograrse importantes ahorros en gas importado, del orden de **26 mil millones de US\$** acumulados en los próximos quince años, a la par mejorar y modernizar los artefactos que usan los habitantes de país, estimulando un importante desarrollo industrial y económico e incrementar las exportaciones del GLP. La reducción en emisiones de CO₂ podría alcanzar unos 300 Gg al cabo de 15 años.

1. Introducción

En la Argentina, el gas natural constituye la componente principal de la matriz energética, aportando algo más del 50% de la energía primaria del país. De todo el gas consumido, alrededor del 30% se distribuye a través de redes a los usuarios residenciales, comerciales y entes oficiales. Las consideraciones de eficiencia en este sector han recibido escasa atención en el pasado. En ese sentido, el etiquetado energético de los artefactos a gas, es una medida muy importante para posibilitar que los usuarios elijan los sistemas más adecuados y eficientes para satisfacer sus necesidades.

Estimación de los potenciales ahorros de gas en equipos de calentamiento de agua más eficientes. 2014

En el país, el consumo de gas viene creciendo en forma sostenida a una tasa anual de 3,1%, duplicándose el consumo cada 22 años aproximadamente, como se ilustra en la Fig.1, por su parte, la producción nacional de gas ha venido disminuyendo y la importación creciendo sostenidamente. A menos que esta situación se revierta prontamente, en los próximos 3 a 5 años, la importación de gas superará la producción nacional, como se ve en la Fig.2.

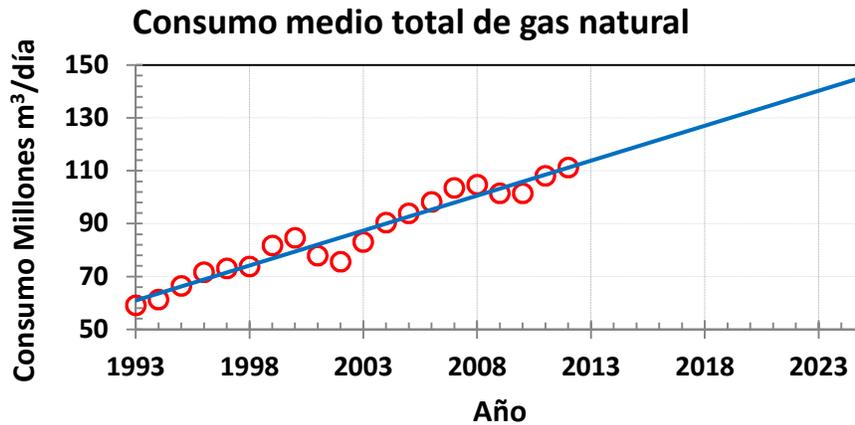


Fig. 1 – Evolución del consumo total medio de gas en la República Argentina. La tasa media de crecimiento del consumo es de 3,1% anual. A esta tasa, a menos que se introduzcan medidas activas que altere esta tendencia, Modelo tendencial o BAU (Business as usual), cada 22 años el consumo se duplicaría. Datos publicados por ENARGAS. (1)

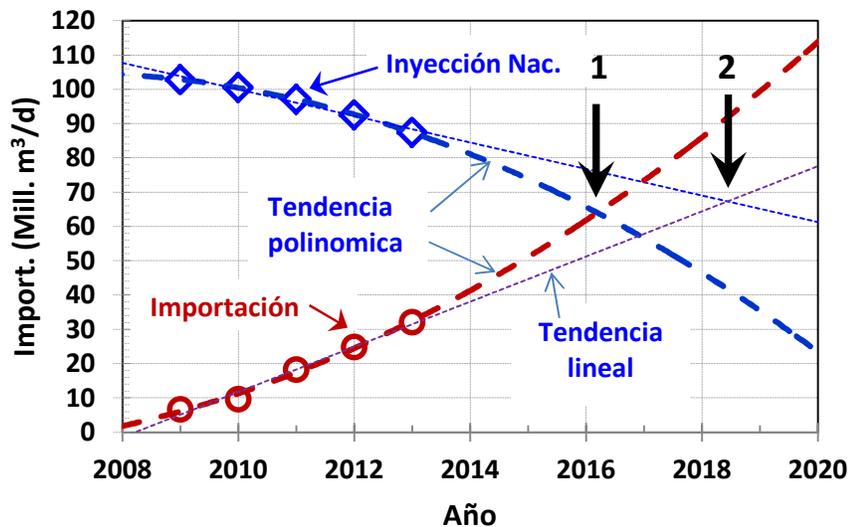


Fig. 2 – Evolución de la producción nacional de gas natural y la importación. Usando un modelo polinómico de ajuste a los datos, la importación igualaría a la producción nacional en 2,5 años. Otro modo de modelar los datos es una tendencia lineal, según la cual este punto se alcanzaría en 4,5 años

El objetivo de la *eficiencia energética* es usar los mínimos recursos energéticos posibles, para lograr un nivel de confort deseado. Esta elección tiene sentido tanto económico como ambiental. Al usar menos combustibles para hacer las mismas actividades, se disminuye el

costo de las facturas, se reduce la necesidad de ampliar la infraestructura energética y se mitigan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

El mayor costo inicial de los productos más eficientes, se compensa con ahorros en la factura de energía durante su vida útil. Además la mayor demanda de productos más eficientes disminuye su costo. Estas rebajas en estos productos y sus menores consumos los vuelve más accesibles a sectores de bajos recursos. Una ventaja adicional del Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE), es que para aprovecharlo no son necesarias grandes y costosas obras de infraestructura.

Una ventaja adicional del UREE es que disminuye notablemente los picos de demanda. Además, al disminuir los consumos por usuario, se libera una parte de la infraestructura ya existente para que más personas o industrias tengan acceso a la energía liberada, sin necesidad de invertir en costosas ampliaciones y ni agregar emisiones.

En el mundo se han desarrollado varias estrategias para estimular un uso más eficiente de la energía. Una de estas herramientas es el etiquetado de eficiencia de artefactos domésticos. Ellos permiten a los usuarios elegir y demandar equipos de menor consumo. En este sentido, en respuesta a esta demanda, los fabricantes se esfuerzan por producir artefactos más eficientes generando un círculo virtuoso que mejora la calidad de los productos, y promueve un desarrollo tecnológico y económico. Este esfuerzo se armoniza y complementa adecuadamente con las normativas regulatorias que promueven la eficiencia.

En particular, en el cómputo de la eficiencia de los artefactos de uso doméstico, es importante incluir los consumos pasivos de los mismos. Por ejemplo, los consumos de los pilotos de los equipos gas son significativos y estos están presente no solo en los artefactos de calentamiento de agua sino también en los sistemas de calefacción. Por lo tanto hay en general más de un piloto por usuario.

Los pilotos de los artefactos a gas consumen $0,5 \text{ m}^3$ por día. Se estima que en el país hay cerca de 5,5 millones de calefones y otros 5,5 millones de termotanques. En el caso de los calefones, el consumo total de los pilotos es unos 2,75 millones de $\text{m}^3/\text{día}$. La importación de este gas por barco cuesta cerca de 630 millones de U\$S/año. Adoptando una política que estimule el uso de calefones con encendido electrónico, o sea artefactos con etiqueta clase A de la normativa vigente (NAG-313), gran parte de estos recursos se podían ahorrar. De modo similar, usando termotanques categoría A de la norma NAG-314, actualmente en estudio por el ENARGAS, se podrían ahorrar en promedio unos $0,5 \text{ m}^3/\text{día}$ por equipo.

Con mejoras en la aislación térmica de viviendas sería posible disminuir a la mitad el consumo de calefacción y refrigeración. Si a esto agregamos el uso de colectores solares para calentar agua sanitaria, estaríamos muy cerca de eliminar las necesidades de importaciones de gas. Esto es solo una fracción de lo que sería posible lograr con la tecnología disponible actualmente en el mercado.

En el presente estudio nos restringimos solamente a los equipos de calentamiento de agua, es decir calefones y termotanques a gas y su potencial reemplazo parcial por equipos solares híbridos solares-gas o solares-eléctricos, y el resto de los equipos de calentamiento de agua convencionales se reemplazarían por su versión más eficiente, o sea de la clase A

en eficiencia energética. Por último, consideramos la incorporación de dispositivos ahorradores de agua y su impacto en el consumo de gas.

2. Programa de recambio de artefactos de calentamiento de agua. Estimación de los potenciales ahorros

En la Fig.3 se muestra la variación de este consumo como función de la temperatura media diaria para la mayoría de las ciudades del país. Esta figura es representativa de prácticamente todas las regiones estudiadas, excepto la zona sur de Argentina (2). Se observa que los consumos específicos residenciales tienen dependencia muy regular con la temperatura. Este comportamiento se ha mantenido prácticamente invariante a lo largo de los últimos 20 años e independiente del contexto económico.

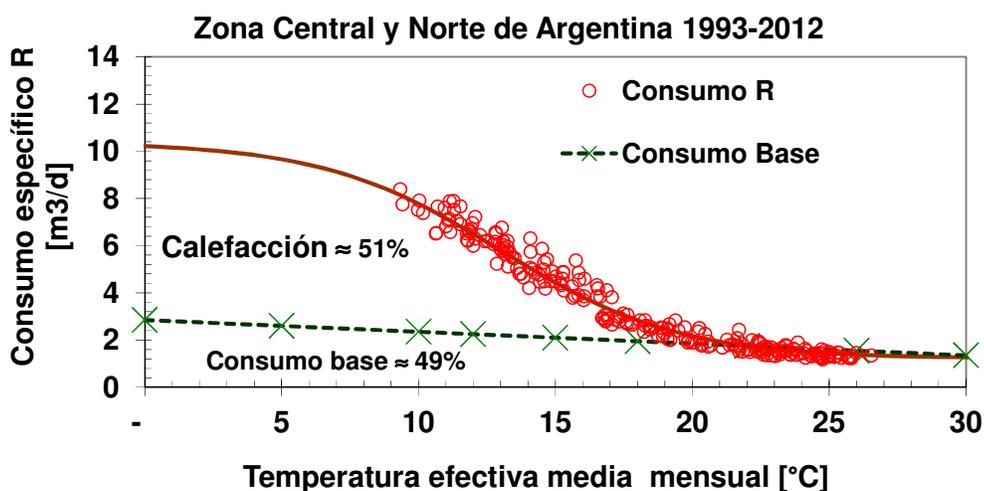


Fig. 3 Variación de los consumos específicos R (residencial, círculos). La línea de trazos cortos es una extrapolación del consumo base y muestra su dependencia con la temperatura. Los consumos específicos que se grafican son los promedios diarios de cada mes, como función de la temperatura media mensual. La línea de trazos gruesos indica como varía el consumo base con la temperatura. El área entre esta recta y la curva de trazos gruesos indica el consumo asociado con la calefacción. Los datos corresponden a todo el país, exceptuando su zona sur. Los consumos están expresados en $m^3/día$ de gas natural y por usuario o vivienda.

A altas temperaturas, mayores a unos $20^{\circ}C$ aproximadamente, el consumo de gas es casi constante, con una leve pendiente, este consumo está asociado al calentamiento de agua y cocción. A esta componente del consumo residencial, lo denominaremos *consumo base*. A medida que baja la temperatura, los usuarios comienzan a encender la calefacción. Una vez que toda la calefacción disponible está encendida, el consumo de nuevo se estabiliza a un valor de saturación.

Un modo de estimar el consumo base de gas natural, consiste en suponer que éste coincide con el consumo residencial durante los meses de verano o cuando la temperatura es

superior a 20°C. De hecho, si a los datos de consumo, para $T > 20^\circ\text{C}$, ajustamos una recta, obtenemos la línea de trazos que se ilustra en la Fig. 3 y que representa el consumo base a distintas temperaturas. En promedio este consumo base es de unos $2 \text{ m}^3/\text{día}/\text{usuario}$. De este consumo, $1,5 \text{ m}^3/\text{día}/\text{usuario}$ se emplean en el calentamiento de agua sanitaria. (2)

En las nuevas normas NAG (NAG-313 para calefones, vigentes desde el 1° de enero de 2013 y NAG-314 para termotanques, actualmente en estudio) la medición de la eficiencia energética tiene incorporado los consumos pasivos. (3), (4) De este modo, la etiqueta es un buen indicador para la selección de los equipos más eficientes. (5)

Según los registros de ventas, los termotanques representan el 60% de las ventas en el país. Sin embargo, los calefones, tienen una mayor vida útil, debido a que son más fácilmente reparables, de este modo, se estima que el parque de calefones y termotanques son similares. En este estudio suponemos que 50% de los equipos son calefones y la otra mitad son termotanques. Por otra parte, como los calefones son en promedio alrededor de un 15% a 20% más eficiente que los termotanques. Para lograr la misma energía útil en ambos equipos, y mantener el valor medio del consumo en $1,5 \text{ m}^3/\text{día}$, el consumo promedio de los calefones es de $1,36 \text{ m}^3/\text{día}$ y el de los termotanques $1,64 \text{ m}^3/\text{día}$.

A partir de los ensayos de laboratorio, es posible estimar los posibles ahorros esperados con calefones y termotanques de mayor eficiencia. Si pasamos de calefones Etiquetados como F a los nuevos etiquetados A, el ahorro esperado es de $0,67 \text{ m}^3/\text{día}$. Similarmente, usando los termotanques más eficientes del mercado, se podía lograr ahorros de $0,4 \text{ m}^3/\text{día}$, o sea en promedio un ahorro de unos $0,53 \text{ m}^3/\text{día}$. Según los datos publicados por el ENARGAS, el consumo medio de los usuarios residenciales de gas natural en la Argentina es de $3,34 \text{ m}^3/\text{día}$, un ahorro medio por usuario de $\sim 0,53 \text{ m}^3/\text{día}$, equivale a un ahorro del **15,8%**.

En la República Argentina hay aproximadamente 7,7 millones de usuarios de gas natural y aproximadamente unos 4,5 millones de usuarios de gas licuado (GLP). De estos últimos no todos tienen sistemas de calentamiento de agua, ya que muchos de los usuarios de GLP son de bajos ingresos y usan el gas sólo para cocción. Sin embargo se puede estimar que aproximadamente unos 3,3 millones tienen algún tipo de sistema de calentamiento de agua. De este modo, el número total de equipos para calentar agua, sólo en el sector residencial es de unos **11 millones de artefactos**. De este modo el consumo total residencial, destinado al calentamiento de agua en el país, incluyendo GN y GLP es unos **16,5 Millones de $\text{m}^3/\text{día}$ equivalente**.

De este modo, el potencial ahorro de gas por un plan de recambio de equipos, a los de máxima eficiencia en el mercado actual, etiqueta A, representaría un ahorro potencia de gas de: 5,8 millones de $\text{m}^3/\text{día}$. A un costo marginal del gas natural de 17 U\\$/Millón de BTU, costo del gas por buques (LNG), o sea $0,63 \text{ U\$/m}^3$, representaría un ahorro de 3,7 millones de U\\$/día o sea aproximadamente **1,340 millones de U\\$/año de gas**

importado. Por lo tanto, es necesario analizar más cuidadosamente la alternativa de un recambio de equipos.

3. Consumo Base de usuarios comerciales y entes oficiales

Si se considera la energía usada en el calentamiento de agua para usuarios comerciales y Entes oficiales, como se ve en la Fig. 4, su consumo base de aproximadamente $8 \text{ m}^3/\text{día}$, y hay unos 750 mil usuarios (6), Si suponemos que la mitad de este consumo base se usa para calentar agua, resulta en un consumo diario de calentamiento de agua para este sector de unos **3 millones de $\text{m}^3/\text{día}$** . De este modo, podemos estimar el consumo total del país destinado al calentamiento de agua en aproximadamente **19,5 millones de $\text{m}^3/\text{día}$** equivalentes, y unos **14,5 millones de $\text{m}^3/\text{día}$** de gas natural.

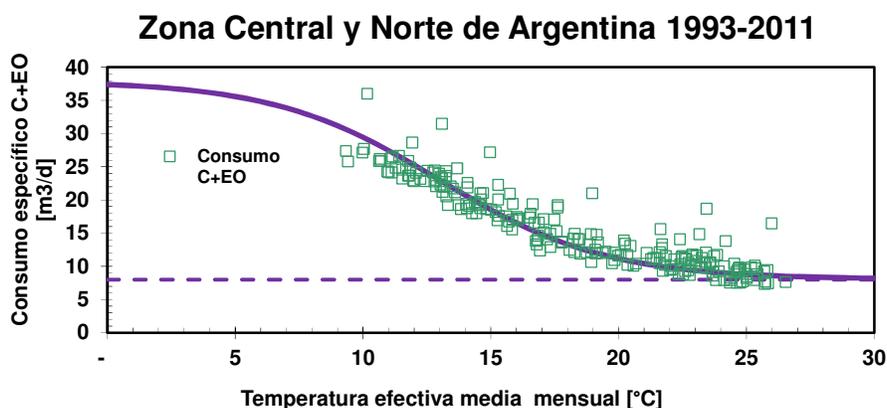


Fig. 4. Variación de los consumos específicos comerciales (C) y entes oficiales (EO) como función de la temperatura media mensual. La línea de trazos cortos indica el consumo base su valor es de $8 \text{ m}^3/\text{día}$, suponemos que la mitad de este consumo base se usa en calentar agua.

En lo que sigue, solo tendremos en cuenta los consumos residenciales, per consientes que el sector comercial y de entes oficiales pueden aportar un muy significativo ahorro, siguiendo pautas similares a la esbozadas en esta informe.

4. Energía Solar en Argentina

Existen numerosos estudios de la potencialidad de la energía solar en Argentina, en particular, el “Atlas de Energía Solar de la República Argentina”, elaborado por el Grupo de Estudios de la Radiación Solar (GERSolar) de la Universidad Nacional de Luján, es uno de los más completos (7). En la Fig. 5 se muestra la distribución espacial promedio, de la irradiación solar diaria sobre un plano horizontal, para dos meses del año.

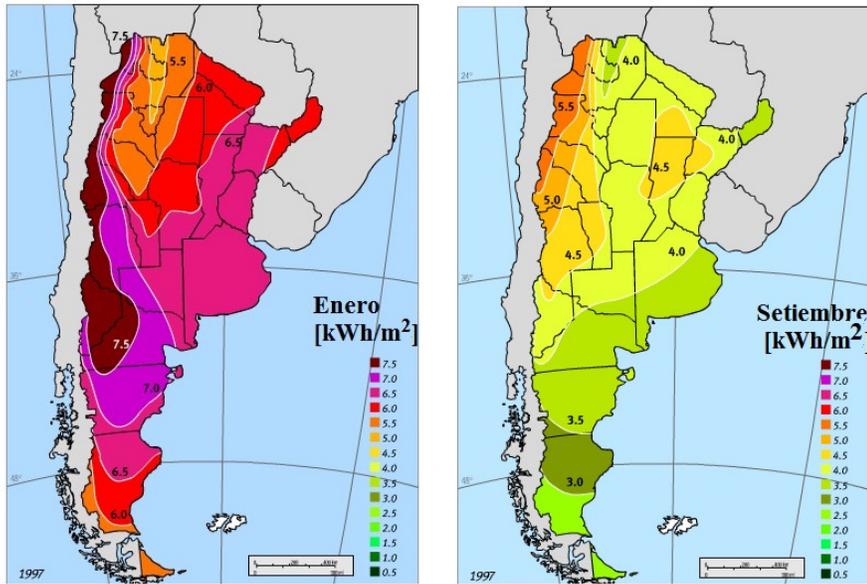


Fig. 5.. Distribución espacial promedio, de la irradiación solar diaria sobre un plano horizontal, para dos meses del año, enero y septiembre (7). Enero es representativo de los valores máximos de irradiación y setiembre de los valores medios. En casi todo el territorio argentino, 4 kWh/m² es un valor representativo del promedio, aunque en el norte los valores de irradiación son considerablemente mayores.

Si consideramos un panel solar plano, orientado óptimamente en cada latitud, es posible obtener una radiación media en Argentina de unos 4,5 kWh/m². Este valor es una media para toda la región central y norte del país, donde se concentra más del 90% de la población. Con un colector solar de 3,5 m² de área, la energía solar que llegaría al mismo sería de unos 15,7 Kwh por día, equivalente a 1,5 m³ de gas natural por día. En otras palabras, ***en solo 3,5 m², el Sol aporta tanto gas como en requerido para calentar toda el agua sanitaria que usamos.*** Esto sería estrictamente válido si la eficiencia del colector solar fuese del 100%. En general esto no es así, pero una menor eficiencia se puede compensar con un incremento proporcional en el área del panel.

Un sistema híbrido que aprovechara la energía solar para calentar agua supondría un ahorro energético que puede evaluarse conociendo su eficiencia. La eficiencia de los sistemas híbridos puede estimarse mediante distintas aproximaciones. En una colaboración entre el ENARGAS- UNSAM y UNLu, se han realizado estudios que permiten cuantificar estos ahorros empíricamente. (8) Estos ensayos sugieren que en promedio, con colectores solares de aproximadamente 3,5 m², se podría ahorrar el 65% de la demanda de energía convencional para calentar agua sanitaria.

En la Tabla 1 se indica para distintas zonas del país el tamaño del colector solar que se requeriría para cubrir un aporte equivalente a 1,5 m³/días de gas natural. Si suponemos que

un colector solar híbrido puede ahorrar en promedio un 65% de esta energía, el ahorro de gas por día se puede estimar en aproximadamente 1 m³/día. Esto es consecuencia de que no siempre es posible disponer del recurso solar, ya que durante días nublados o de lluvia el sistema no está disponible y se requiere del uso de fuentes convencionales de calentamiento. Si la sustitución alcanzara al 50% de los usuarios residenciales, comerciales y entes oficiales usasen esta tecnología, los ahorros de gas serían del orden de entre **6 y 7 millones de m³/día**. En todos los casos se trata de valores son muy significativos.

	NOA	NEA	Centro	Sur
Área [m²]	3,5	3,5	4	4,5
Radiación Media Diaria[kWh/m ²]	4,5	4,5	4	3,5
Aporte anual [kWh]	5 749	5 749	5 840	5 749
Aporte anual equivalente. [m ³ GN]	531,6	531,6	540,0	531,6
Aporte anual [m ³ GN/día]	1,5	1,5	1,5	1,5

Tabla 1. Aporte de energía solar en distintas regiones del país.

En 10 años, el ahorro de gas natural por usuario usando sistemas híbridos de calentamiento de agua, sería de 1m³x3650=3650 m³. El costo de este volumen de gas sería de orden de aproximadamente 1934 U\$S, o sea que, el ahorro de gas podría cubrir el costo del equipo.

Los equipos híbridos sol-gas o sol-electricidad en Argentina tienen costos que oscilan entre 1 000 y 2 000U\$S, pero la producción nacional es del orden de unos 100° equipos por año. Es previsible que al aumentar la demanda de los mismos, la producción en mayor escala de estos equipos pueda reducir su costo de producción considerablemente. Incrementar la producción de estos equipos en el país, generaría como valor agregado, trabajo y empleo. Simultáneamente esta alternativa reduciría considerablemente nuestras emisiones de GEI. Un sector particularmente beneficiado por el uso de estos equipos sería los más de 3 millones de usuarios de GLP, que disminuirían considerablemente su factura de energía. Además, los ahorros en GLP incrementaría el saldo exportable de este combustible, incrementando el ingreso de divisas. Por lo tanto, creemos que el esfuerzo de evaluar la posibilidad planteada en este proyecto está bien justificado.

Si nos restringimos a colectores de 3,5 m², los porcentajes de ahorro de gas para agua caliente sanitaria, suponiendo una eficiencia del orden del 75%, se indican en la Tabla 2.

Provincia	Porcentaje de ahorro de energía convencional
Buenos Aires	60%
Santa Fe	62%
Chaco	75%
Formosa	80%
Salta- Jujuy	70%

Tabla 2. Aporte anual de energía solar en distintas regiones del país, porcentaje de ahorro de gas para calentar agua, usando paneles de 3.5 m².

Un lugar donde esta tecnología puede ser de mucha utilidad es el la región del NEA. Además de poseer una irradiación solar considerable, hay una población dispersa, que haría que los costos de tendido de red de gas natural sean muy altos. El costo de las redes en el NEA se estima en aproximadamente 1200 U\$S por usuario es decir este sería el costo de llegar con un caño a una vivienda en una zona urbana. No incluye el costo de gas, ni gasoducto ni instalación interna o artefactos. Una instalación interna se estima en unos 700 U\$S para una vivienda económica, de este modo, el costo de la instalación interna más los costos de red pueden estimarse en unos 2000 U\$S.

Por lo tanto el uso de esta tecnología podría ahorrar una importante inversión en tendido de redes en zonas de baja densidad, a la par de proveer las ventajas de tener agua caliente sanitaria un costo reducido y minimizando los impactos ambientales.

Dado que en las ciudades más grandes de Argentina puede no ser siempre posible aprovechar esta tecnología, en este estudio supondremos que la cobertura de esta tecnología será a lo sumo del 50% del total de los usuarios.

5. Sistemas de ahorro de agua

En los últimos años han recibido mucha atención los equipos de ahorro de agua en todo el mundo, estos dispositivos, la par de reducir el flujo de agua en grifos y duchas, mejoran su distribución y efectividad en el lavado. Muchos hemos observado que es más difícil tomar una ducha de un grifo sin la “flor” o dispositivo de esparción del agua en forma de lluvia. No solo es más incómodo dúchese sin la “flor,” sino que además se utiliza mucho más agua. Actualmente existen en el mercado internacional y nacional muchos sistemas que dispersan el agua muy efectivamente y reducen considerablemente su uso, tanto en los sistemas de duchas como el los grifos de los lavabos. Además de aireadores de agua, existen reguladores de flujo para las duchas y grifos. Estos dispositivos son fácil instalación y de bajo costo. Se pueden instalar a los sistemas estándares de provisión de agua. Los ahorros de flujos de agua varían entre 25% al 50%. Lo interesante es que en el caso de agua caliente, estos dispositivos también generan un ahorro en el consumo de energía necesario para calentar esta agua. En la Comunidad Europea, EE.UU., Canadá y Japón se

han implementado programas para introducir masivamente esta tecnología en los hogares y otros usos de agua caliente. (9) (10).

Los costos de estos equipos puede variar entre unos 50 U\$\$ a unos 100U\$\$, y generar ahorros entre los 25% al 50%.

6. Escenarios de cambio de equipos

Desde luego, el cambio de equipos no puede hacerse de modo repentino. Además es necesario elaborar un plan de recambio que involucre una cuidadosa ingeniería financiera. Siguiendo el modelo seguido en varios países de la Unión Europea y EE.UU. se podría generar un sistema de recambio de equipos, incluyendo cupones de descuento a los usuarios o descuentos de impuestos o tarifas, (11) (12) (13) para los que eligen equipos más eficientes de calentamiento de agua. Este incentivo se podría acompañar de un financiamiento de bajo interés de 2 a 4 años, pagadero con la tarifa de gas. De este modo los riesgos de morosidad pueden minimizarse y estos ahorros financieros pueden ser transferidos a los usuarios.

Como la diferencia de costo en el mercado actual, de los equipos tradicionales de calentamiento de agua (clase E o F) y los más eficientes, clase A, es de aproximadamente 100 U\$\$, es previsible, que negociando adecuadamente con los fabricantes de equipos se logren mejoras de precios para los equipos de más alta eficientes. Con un sistema de premio en efectivo, o descuentos diferidos en el consumo de gas, se genere un fuerte incentivo para elegir los equipos más eficientes.

En algunos casos, en particular para usuarios de bajos recursos, tal vez sea necesario que el ente promotor del recambio, asuma el costo total del equipo, o sea unos 400 U\$\$.. Si suponemos que de tres equipos reemplazados, 2 se financian algún descuento o “rebate” de 100 U\$\$ y uno se entrega sin costo al usuario, el **costo promedio por usuario sería de unos 200 U\$\$/equipo reemplazado**. Desde luego esta ingeniería financiera se puede mejorar y variar sin mayores dificultades, pero este ejercicio sirve para ilustrar los posibles costos y beneficios del plan de recambio de equipos.

Si a estos costos, agregamos un subsidio de 100 U\$\$ para cubrir los costos de los sistemas ahorro de agua, el subsidio medio por usuario podría ser de unos 300 U\$\$.

En el caso de sistemas de calentamiento de agua híbridos, en este trabajo suponemos un subsidio medio por equipo de 1000 U\$\$, que cubriría parcialmente el costo del equipo, su instalación y los sistemas de ahorro de agua. Por supuesto, este subsidio medio se podría abrir en subsidios mayores para sectores de bajos recursos y otros menores para los usuarios con capacidad de repago. Pero en todos los casos, generando mecanismos de financiación a 2 o 3 años.

Es necesario asimismo, proponerse un tiempo en el que se puede lograr el cambio el cambio total de los equipos, en el presente ejercicio, proponemos un plan de recambio de **10 años**, con dos años de arranque. Durante estos dos años iniciales, el recambio es más lento, de modo de generar experiencia, corregir posibles errores, de modo que al cabo de

los dos primeros años el programa va tomando momento. En la Fig.6 se muestra un posible esquema que ilustra la tasa de recambio a lo largo del programa.

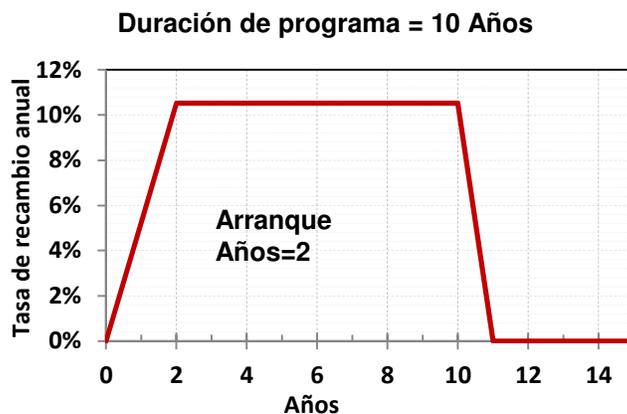


Fig.6. Tasa de recambio de equipos de calentamiento de agua. El programa se realiza a lo largo de 10 años, con dos años iniciales de arranque, donde la tasa de recambio va aumentando progresivamente hasta alcanzar su valor estacionario.

Con estas hipótesis se pueden elaborar un modelo de evolución del consumo y de los costos y beneficios del plan de recambio de equipos para todo el país y también para distintas provincias de la República Argentina.

Modelo de recambio para todo el País

Bajo las hipótesis descriptas más arriba, se realizó un modelo de evolución del consumo residencial en la Argentina, bajo dos supuestos. (14)

1. Modelo tendencial o BAU (Business As Usual) donde se describe la evolución del consumo sin cambios, siguiendo las tendencias históricas.
2. Modelo eficiente o URE, donde se producen cambios en los artefactos de calentamiento de agua, por los más eficientes actuales, o sea los clase A, sistemas de ahorro de agua y equipos híbridos en distintos porcentajes. En todos los casos, el crecimiento vegetativo de los usuarios, es el mismo y coincidente con el observado en los últimos 5 años.

En este estudio, el período recambio es de 10 años, a un costo promedio por usuario de 300 U\$S por equipo convencionales, calefones o termotanques y 1000 U\$S por equipo híbrido solar.

A continuación se presentan varios escenarios posibles.

Caso 1. Sólo recambio de equipos convencionales: si se toma en cuenta sólo el sector de gas natural (GN) y GLP, o sea los 11 millones de usuarios residenciales actuales, se obtienen los resultados que se indican en la Fig. 7 se muestra la variación del consumo en los dos escenarios. En el segundo año se registra una disminución en el crecimiento del

consumo que prevalece en el tiempo. La diferencia entre los dos modelos es el ahorro esperado.

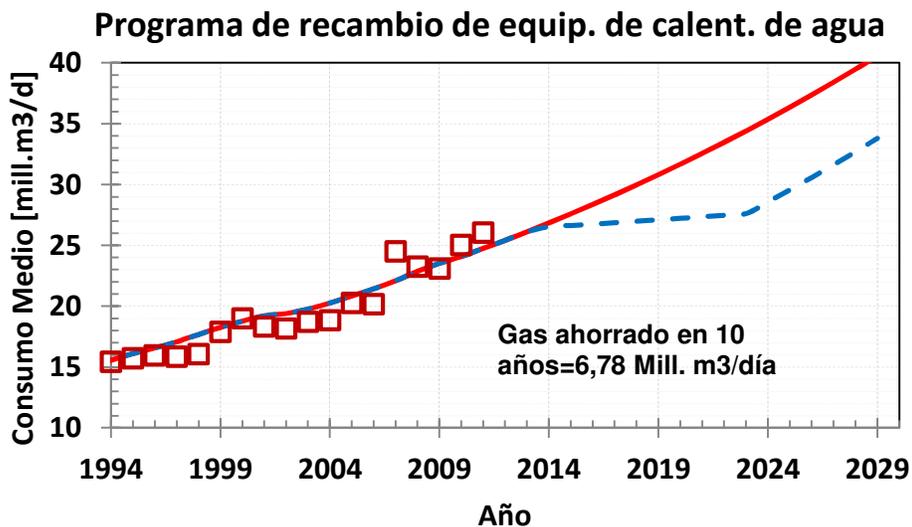


Fig. 7 – Los cuadrados indican los valores de consumos medios anuales de los usuarios de GN residenciales, en millones de m³/día. La línea roja de trazos es la evolución del consumo en el modelo BAU. La línea trazos azul es la evolución del consumo de gas, aplicando un programa de recambio de artefactos en 10 años. Nótese el amesetamiento en el crecimiento del consumo.

Suponiendo un costo marginal para este gas de 17 U\$\$/Millón de BTU, o sea que al realizar un ahorro, lo que disminuimos es la importación del más caro, es decir el LNG. En la Fig.8 se muestra, en el eje vertical derecho, la variación de los ahorros en Millones de U\$\$/año y también, en el área sombreada, referido al eje vertical derecho, el costo del programa de recambio.

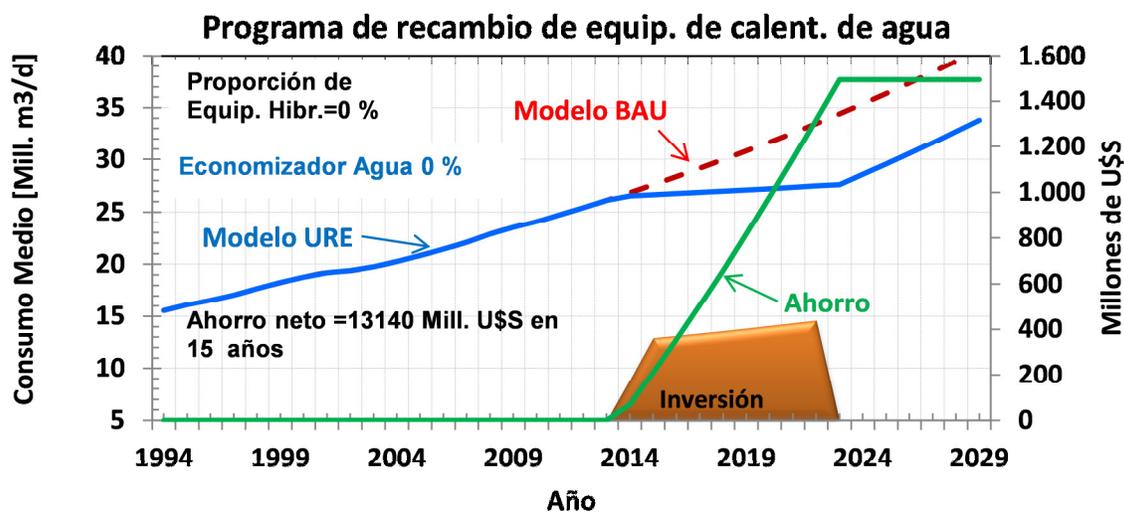


Fig. 8 La línea roja de trazos es la evolución del consumo en el modelo BAU. La línea continua azul es la evolución del consumo de gas, aplicando un programa de recambio de artefactos en 10 años. La línea verde,

referida al eje vertical derecho, representa el ahorro en millones de U\$S al año. El área sombreada, referida al eje vertical derecho, es el costo de la inversión.

Como se puede ver de la Figura 8, el costo de la inversión, al cabo de los 10 años, es del orden de los 3.400 Millones de U\$S, a una tasa de inversión de 340 Millones de U\$S/año. Esta inversión comienza a recuperarse después del tercer año, con un ahorro acumulado, que perdura por al menos los 15 años siguientes. Al haber reemplazado todos los equipos en 10 años, su efecto en el consumo perdura más allá de la duración del programa de recambio. En los siguientes 15 años el ahorro es del orden de 16.500 Millones de U\$S. Es decir, el ahorro neto al cabo de **15 años es del orden de 13.100 Millones de U\$S**. Dado que la inversión se amortiza rápidamente con los ahorros, el costo de la inversión inicial es de 270 Millones de U\$S.

Caso 2. Sólo recambio de equipos convencionales, incluyendo economizadores de agua del 25%: De nuevo tomando los 11 millones de usuarios residenciales actuales, se obtienen los resultados que se indican en la Fig. 9.

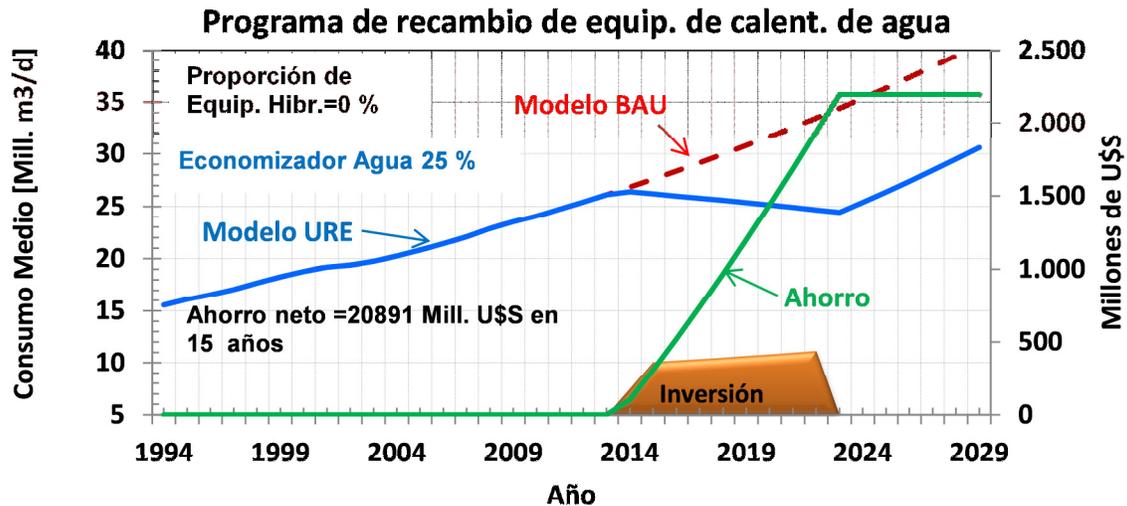


Fig. 9 La línea roja de trazos es la evolución del consumo en el modelo BAU. La línea continua azul es la evolución del consumo de gas, aplicando un programa de recambio de artefactos en 10 años. La línea verde, referida al eje vertical derecho, representa el ahorro en millones de U\$S al año. El área sombreada, referida al eje vertical derecho, es el costo de la inversión. Caso 2, con 25% de ahorro en uso de agua.

El ahorro neto, es decir el ahorro acumulado **15 años es del orden de 20.800 Millones de U\$S**. El costo de la inversión inicial es de 128 Millones de U\$S. En este escenario, el consumo de gas residencial disminuye monótonamente con el inicio del programa.

Caso 3. Recambio de equipos convencionales, incluyendo economizadores de agua del 25% y 25% de equipos híbridos: De nuevo tomando los 11 millones de usuarios residenciales actuales, se obtienen los resultados que se indican en la Fig. 10.

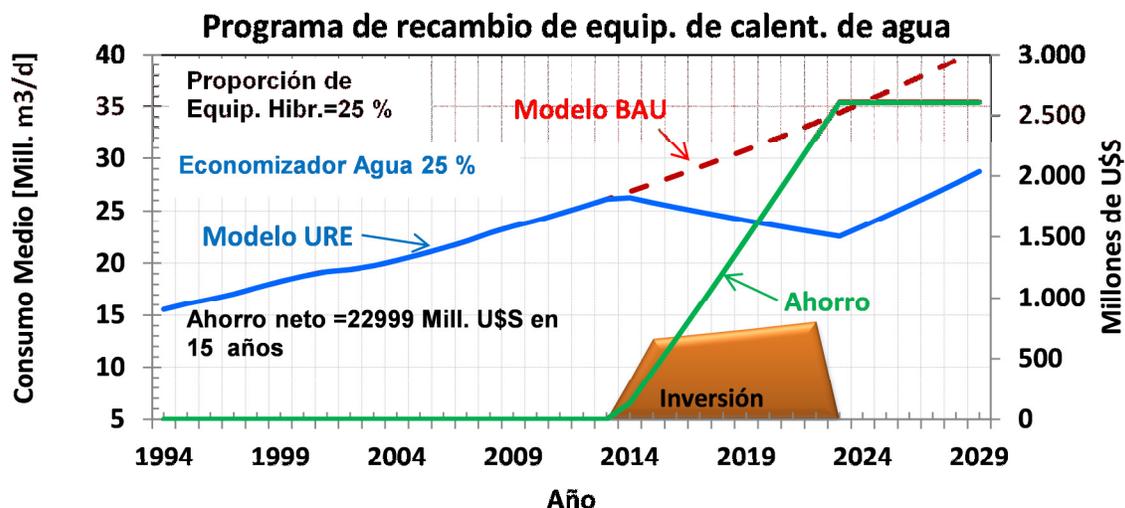


Fig. 10 La línea roja de trazos es la evolución del consumo en el modelo BAU. La línea continua azul es la evolución del consumo de gas, aplicando un programa de recambio de artefactos en 10 años. La línea verde, referida al eje vertical derecho, representa el ahorro en millones de U\$ al año. El área sombreada, referida al eje vertical derecho, es el costo de la inversión. Caso 3.

El ahorro neto, es decir el ahorro acumulado **15 años es del orden de 23.000 Millones de U\$**. El costo de la inversión inicial es de 472 Millones de U\$. En este escenario, el consumo de gas residencial disminuye monótonamente con el inicio del programa.

Caso 4. Recambio de equipos convencionales, incluyendo economizadores de agua del 35% y 35% de equipos híbridos: De nuevo tomando los 11 millones de usuarios residenciales actuales, se obtienen los resultados que se indican en la Fig. 11.

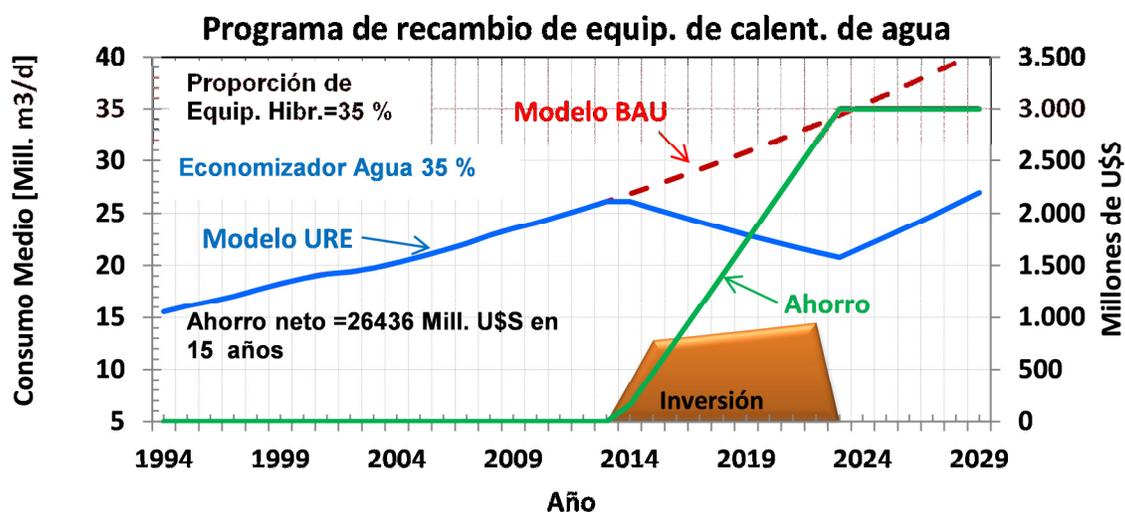


Fig. 11 La línea roja de trazos es la evolución del consumo en el modelo BAU. La línea continua azul es la evolución del consumo de gas, aplicando un programa de recambio de artefactos en 10 años. La línea verde, referida al eje vertical derecho, representa el ahorro en millones de U\$ al año. El área sombreada, referida al eje vertical derecho, es el costo de la inversión.

El ahorro neto, es decir el ahorro en gas menos en costo de la inversión, acumulado en **15 años es del orden de 26.400 Millones de U\$S**. El costo de la inversión inicial es de 557 Millones de U\$S en los primeros tres años. En este escenario, el consumo de gas residencial disminuye monótonamente con el inicio del programa, reduciéndose al cabo de 10 años en un 20% de su valor inicial.

Caso 5. Recambio de equipos convencionales, incluyendo economizadores de agua del 45% y 40% de equipos híbridos: De nuevo tomando los 11 millones de usuarios residenciales actuales, se obtienen los resultados que se indican en la Fig. 12.

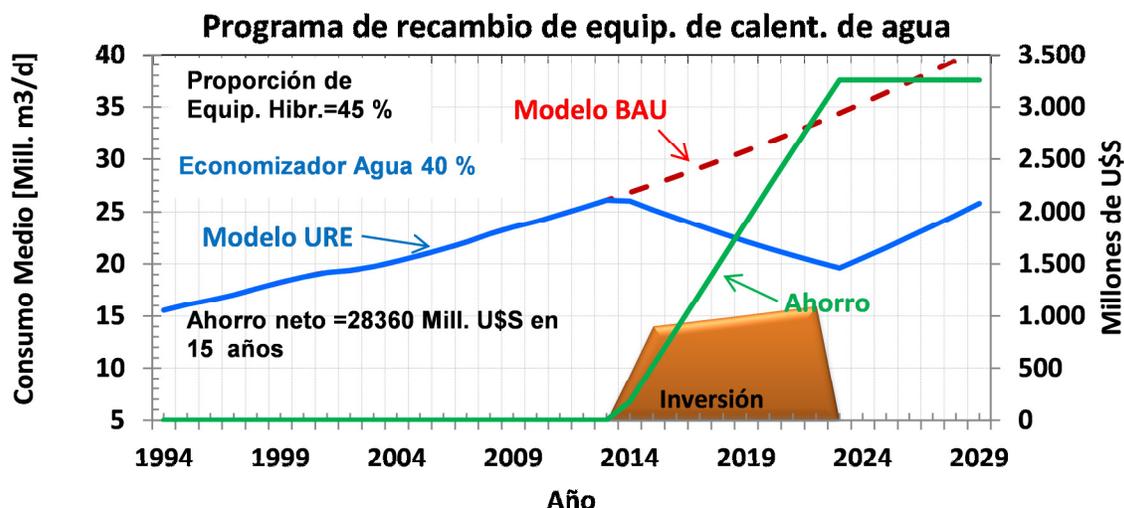


Fig. 12 La línea roja de trazos es la evolución del consumo en el modelo BAU. La línea continua azul es la evolución del consumo de gas, aplicando un programa de recambio de artefactos en 10 años. La línea verde, referida al eje vertical derecho, representa el ahorro en millones de U\$S al año. El área sombreada, referida al eje vertical derecho, es el costo de la inversión. Caso 5.

El ahorro neto, es decir el ahorro en gas menos en costo de la inversión, acumulado en **15 años es del orden de 28.400 Millones de U\$S**. El costo de la inversión inicial es de 701 Millones de U\$S en los primeros tres años. En este escenario, el consumo de gas residencial disminuye monótonamente con el inicio del programa, reduciéndose al cabo de 10 años en un 25% de su valor inicial. En la Tabla 3 se resumen los diferentes escenarios discutidos más arriba.

% Solar	% Econ.Agua	Ahorro Gas [Mill. U\$S]	Inversion [Mill. U\$S]	Saldo [Mill. U\$S]	Costo Inv. [Mill. U\$S]	Punto de Retorno Años	Reducción Emisiones Gg(CO2)
0	0	16.513	3.372	13.141	276	3	146
0	25	24.263	3.372	20.891	128	2	215
25	25	29.182	6.182	23.000	472	3	259
35	35	33.743	7.306	26.437	557	3	299
40	35	34.654	7.868	26.786	657	3	307
45	40	36.790	8.430	28.360	701	3	326

Tabla 3. Síntesis de los distintos escenarios estudiados.

Conclusiones

Del análisis realizado, un programa de recambio de equipos de calentamiento de agua, por los más eficientes del mercado, es decir equipos clase A en eficiencia energética, resulta altamente conveniente desde múltiples puntos de vista.

Si solo se reemplazan equipos convencionales, una inversión inicial de 276 **Millones de U\$S** en tres años, al cabo de **15 años, genera un ahorro neto del orden de 13.100 Millones de U\$S** en gas importado. Si a esta alternativa agregamos economizadores de agua que reduzcan su consumo el 25% en **15 años, se generaría un ahorro neto del orden de 20.900 Millones de U\$S** en gas importado. Si además, incluimos economizadores de agua que reduzcan su consumo el 35% y reemplazamos el 35% de los equipos convencionales, por equipos solares híbridos, en **15 años, se generaría un ahorro neto del orden de 26.400 Millones de U\$S** en gas importado. La reducción en emisiones de CO₂ alcanzaría uno **300 Gg** al cabo de 15 años.

La mayor demanda de artefactos más eficientes que se producirían en el país, generaría un fuerte estímulo para el desarrollo de estas industrias, con el consecuente aumento en el empleo y disminución de las emisiones de CO₂. En realidad, el costo programa, solo demandaría una inversión modesta, durante los primeros dos o tres años. A partir de este punto, el programa lograría su autofinanciación, con los ahorros obtenidos del gas importado. Es muy posible, que consensuando con los fabricantes de equipos, los costos del programa de recambio puedan disminuirse considerablemente, ya que al aumentar la escala de producción, muchos gastos puedan ser reducidos. Asimismo, esta es una estimación que no tiene en cuenta los ahorros que se podrían generar incluyendo los usuarios comerciales y entes oficiales.

Es interesante notar, que la inversión inicial, es en pesos, ya que las industrias que producirían los equipos serían de origen nacional. Por otra parte, los ahorros en GLP, generarían un saldo exportable adicional, que implicarían el ingreso de divisas.

En este trabajo se esbozó en forma conceptual el proyecto de recambio de equipos de calentamiento de agua. Es claro que existen muchos mecanismos de financiar un proyecto como el presente, que seguramente pueden ser superadores en muchos aspectos, pero el hecho básico, es que esta alternativa resulta altamente atractiva para ser discutida a un nivel más alto en la toma de decisiones.

Por último, un programa de este tipo, debería ser acompañado de una campaña educativa y medidas que promuevan uso más racional y eficiente de la energía en el país.

Bibliografía

1. **ENARGAS** . *Datos Operativos del Sistema de Gas*. Buenos Aires, Argentina : ENARGAS www.emergs.gov.ar, 2014.

2. *¿Cómo se distribuye el consumo residencial de gas? Modos de promover un uso más eficiente del gas.* **Prieto, S. Gil y R.** [ed.] IAPG. 5, Buenos Aires : Petrotecnia, Diciembre de 2013, Vol. LIV, págs. 86 - 92.
3. *Etiquetado de artefactos a gas, Hacia un uso más eficiente de la energía.* **S.Gil, et al.** [ed.] IAPG. Dic. de 2011, Petrotecnia Dic. 2011, pág. 104.
4. *Eficiencia de calefones- importancia de los consumos pasivos.* **E.J. Bezzo, A. Bermejo, P. L. Cozza, J. A. Fiora, M. A. Maubro1 y R. Prieto y S. Gil.** Buenos Aires, Argentina – 25, 26 y 27 de Sept. de 2013. : s.n., 2013. Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía - ELUREE2013.
5. **ENARGAS.** *Normas Tecnicas.* 2012. www.enargas.gov.ar.
6. *Water supply and sanitation in Argentina . de Wikipedia, From Wikipedia, the free encyclopedia* http://en.wikipedia.org/wiki/Water_supply_and_sanitation_in_Argentina. [En línea]
7. *Atlas de energía solar de la República Argentina.* **Grossi Gallegos, H. y Righini., R.** Buenos Aires : s.n., Mayo de 2007, Publicado por la Universidad Nacional de Luján y la Secretaría de Ciencia y Tecnología. ISBN 978-987-9285-36-7.
8. *HACIA UN USO MÁS EFICIENTE DEL GAS – APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR EN ARGENTINA.* **A. Lanson y R. Righini, E. E. Benitez, E. Bezzo, E. Filloy, A. Roldán, H. Unger, L. Iannelli, S. Gil.** [ed.] ASADES. Buenos Aires : www.eluree.org, 2013. Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía - ELUREE2013.
9. **Andreas Uihlein, Oliver Wolf.** *Development of a background report for water using products (WuP)– Identification of suitable product groups.* 2010.
10. **M. Cordella, E. Garbarino, R. Kaps, O. Wolf.** *Developing an evidence base and related product policy measures for "Taps and Showers".* European Commission : Joint Research Centre Institute for Prospective Technological Studies (IPTS), 2013.
11. **US Department od Energy (DOE).** *RESIDENTIAL ENERGY EFFICIENCY TAX CREDIT.* US Department od Energy (DOE). 2014. págs. <http://energy.gov/savings/residential-energy-efficiency-tax-credit>.
12. —. *TAX CREDITS, REBATES & SAVINGS.* s.l. : US Department od Energy (DOE), 2014. pág. <http://energy.gov/savings>.
13. **US ENERGY STAR.** *Special Offers and Rebates from ENERGY STAR Partners.* 2014. pág. http://www.energystar.gov/index.cfm?fuseaction=rebate.rebate_locator.

14. *Modelo de predicción del consumo de gas natural en la república argentina.* **Gil, S.** 03, sup. tec. 1, Junio de 1999, Petrotécnia, Vol. XL.

15. *Water saving shower head fills water droplets with air #DigInfo.* s.l. : <http://www.youtube.com/watch?v=C7mHh9i810s>, 2012.