

**Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía - ELUREE2013**  
**Buenos Aires, Argentina – 25, 26 y 27 de Septiembre de 2013**  
**GT01-Usos finales de la Electricidad y el Gas Natural – Servicios Residenciales y comerciales**

**HACIA UN USO MÁÁS EFICIENTE DEL GAS – APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR EN ARGENTINA**

A. Lanson<sup>1</sup> y R. Righini,<sup>1</sup> E. E. Benitez,<sup>1</sup> E. Bezzo,<sup>2</sup> E. Filloy,<sup>3</sup> A. Roldán,<sup>4</sup> H. Unger,<sup>4</sup> L. Iannelli,<sup>2,5</sup> S. Gil<sup>2,5,a</sup>

<sup>1</sup>Gersolar, Universidad Nacional de Lujan, Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup>Gerencia de Distribución del ENARGAS, Suipacha 636 - C1008AAN - CABA – Argentina

<sup>3</sup>Eitar S.A. Buenos Aires, Argentina

<sup>4</sup>Orbis, SA, Buenos Aires, Argentina

<sup>5</sup>Universidad Nacional de San Martín, ECyT - Campus Miguelete - San Martín B.A. (1650) Argentina

<sup>a</sup> [sgil@enargas.gov.ar](mailto:sgil@enargas.gov.ar)

**RESUMEN:** El propósito de este proyecto es cuantificar el potencial ahorro de gas y energía en general que podría lograrse haciendo uso de la energía solar en el calentamiento de agua sanitaria en Argentina. Para ello se realizó un estudio teórico-experimental utilizando calentadores de agua híbridos comerciales, sol-gas y sol-electricidad, midiendo simultáneamente el consumo de energía para un mismo consumo de agua, de un equipo híbrido y un equipo convencional similar a gas o electricidad. A lo largo de los ensayos se registraron, entre otras, las temperaturas ambiente, del agua caliente, y la irradiancia solar del lugar. De este modo se pudo evaluar el ahorro de energía convencional como función de la irradiancia solar y la temperatura ambiente. Esta información, combinada con el “Atlas de Energía Solar de la República Argentina”, permite estimar los niveles de ahorro de gas y electricidad, que con equipos híbridos de calentamiento de agua se podría lograr en distintas regiones del país. Un análisis preliminar indica que se podrían ahorrar en promedio un 75% en la energía que los artefactos convencionales usan para el calentamiento de agua. Este ahorro a nivel nacional es equivalente unos 17 Millones de m<sup>3</sup> de gas equivalente por día. Si el 50% de los usuarios emplearan esta tecnología, los ahorros de gas serían de unos 8,5 Millones de m<sup>3</sup> de gas por día. Este volumen de gas equivale aproximadamente al 50% de las importaciones de gas actuales. Al mismo tiempo, esta tecnología abre una excelente oportunidad para un importante desarrollo industrial nacional. Su impacto económico en la industria y en el empleo podría ser significativo en un futuro cercano, a la par de disminuir nuestras emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Palabras clave:** Uso eficiente de la energía, energía solar térmica, calentamiento de agua sanitaria, ahorro energético y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

## INTRODUCCIÓN

El consumo de gas en Argentina se incrementa en cerca del 3,3% anual. A esta tasa de crecimiento en los próximos 20 años el consumo se duplicará (Annual Energy Outlook 2009 with projections to 2030, Departamento de Energía de los EEUU : Gil, 2007). Desde hace algo más de una década, la producción local de gas está disminuyendo, y dependemos en forma creciente de importaciones de gas. El costo de estas importaciones tiene un impacto muy significativo en el balance comercial del país. Hay evidencias cada vez más claras que el calentamiento global que está experimentando la Tierra tiene causas antropogénicas. Se estima que el 60% de las emisiones de gases de efecto de invernadero, GEI, son consecuencia del uso de combustibles fósiles (IPCC. International Panel on Climate Change. Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, 2011). Por lo tanto, es prudente e imperioso que disminuyamos nuestras emisiones de gases de efecto de invernadero. Por otro lado la necesidad de crecer económicamente e incluir a vastos sectores sociales de menores recursos es también, una necesidad insoslayable.

El uso racional y eficiente (URE) de la energía y el aprovechamiento de las energías renovables, en particular de la energía solar, son claramente componentes importantes en la búsqueda de soluciones a los desafíos energéticos del presente y futuro (Gil, Proyección de demanda de gas para mediano y largo plazo, 2007). Esta es una tendencia mundial, y en cierto modo, el uso eficiente de la energía y el aprovechamiento de los recursos energéticos renovables, son dos caras de una misma moneda, ya que se complementan muy adecuadamente. Una ventaja adicional de las energías renovables, como la solar, es que la generación de energía se realiza “in situ”, evitando así parte de los elevados costos de transmisión y distribución de la energía, que consumen energía adicional y requieren de costosas infraestructuras. El URE debe propender a lograr una mejor gestión de la energía y los recursos disponibles, a la par de reducir inequidades, evitar el deterioro del medio ambiente y mejorar la competitividad de las empresas relacionadas con la generación y administración de energía. Al disminuir las demandas energéticas, los aportes de fuentes renovables, comienzan a jugar un rol muy significativo generándose un círculo virtuoso. Por una parte se disminuye las emisiones de GEI y por otra genera un desafío tecnológico, capaz de generar nuevos emprendimientos, empleo y desarrollo tecnológico.

---

<sup>1</sup> Prof. de la Universidad Nacional de Lujan. Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup> Ing. Área normalización, Gerencia de Distribución, ENARGAS, Buenos Aires Argentina.

<sup>3</sup> Ing. Eitar S.A. Buenos Aires, Argentina.

<sup>4</sup> Ing. Orbis, SA, Buenos Aires, Argentina.

<sup>5</sup> Prof. de la Universidad Nacional de San Martín, ECyT - San Martín - Buenos Aires. (1650) Argentina.

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.

### Consumo de gas en edificios y viviendas

Del análisis del consumo de gas natural en la Argentina (Gil & Deferrari, Generalized model of prediction of natural gas consumption, 2004; Gil, Posibilidades de ahorro de gas en Argentina- Hacia un uso más eficiente de la energía, 2009), surgen algunas características notables. Una de ellas es que el consumo específico de los usuarios residenciales, es decir, el consumo diario por usuario o vivienda, tiene un comportamiento muy similar y regular en casi todo el país. El término usuario se refiere a la vivienda conectada a la red. Según el INDEC (INDEC. Instituto nacional de estadísticas y censos, vivienda, hogares y hábitat), el número de personas por vivienda, de condición media es de 3,5 personas o habitantes. Este es el sector social que usualmente dispone de conexión a redes de gas natural. En la **Figura 1**, 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 (Gil, Posibilidades de ahorro de gas en Argentina- Hacia un uso más eficiente de la energía, 2009). Se observa que los consumos específicos residenciales (R) tienen dependencia muy regular con la temperatura. Este comportamiento se ha mantenido prácticamente invariante a lo largo de los últimos 17 años e independiente del contexto económico.

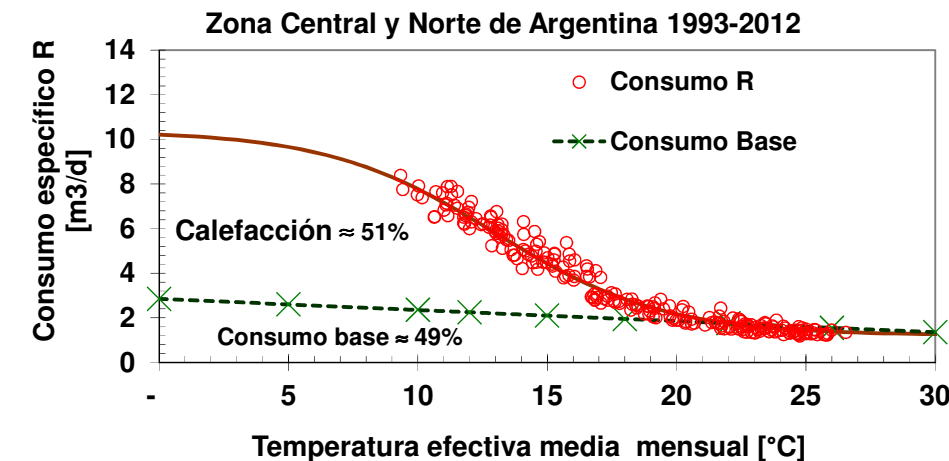


Figura 1. Variación de los consumos específicos R (residencial, círculos). La línea de trazos cortos es una extrapolación del consumo base y muestra su dependencia con la temperatura. Los consumos específicos que se grafican son los promedios diarios de cada mes, como función de la temperatura media mensual. La línea de trazos cortos 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<sup>3</sup>/día de gas natural y por usuario o vivienda.

A altas temperaturas medias, mayores a unos 20°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 equivalentemente cuando la temperatura es superior a 20°C. De hecho, si a los datos de consumo, para T>20°C, ajustamos una recta, obtenemos la línea de trazos que se ilustra en la Figura 1 y que representa el consumo base a distintas temperaturas. El consumo base tiene una pendiente negativa debido a que en los meses de invierno, al partir de una temperatura menor, se requiere más energía para calentar un volumen de agua dado desde la temperatura ambiente hasta la temperatura de confort. La componente del consumo R asociada a calefacción, se obtiene de la diferencia entre el consumo real y la línea de consumo base. A medida que las temperaturas descienden, este consumo aumenta. En particular, el consumo para calefacción aumenta rápidamente para temperaturas inferiores a 18°C.

Como se indicó más arriba, el **consumo base** residencial (por usuario) viene dado por la línea de puntos de la Figura 1, que se puede expresar como:

$$Q_{esp}^{Base}(T) = (2,8 - 0,05 \cdot T(^{\circ}C)) \left[ m^3 / día \right] \quad (1)$$

La pendiente de esta recta implica que si la temperatura ambiente descendiese 10°C, se incrementaría el consumo base en unos 0,50 m<sup>3</sup>/día, equivalentes a 4650 kcal/día. Esta energía, suponiendo una eficiencia del 65%, podría calentar una masa de agua de unos 310 l/día con un salto de temperatura de ΔT=10°C. Este dato nos permite estimar el requerimiento de agua caliente sanitaria (ACS) por usuario: si suponemos que aproximadamente una masa de 20 l se usa para cocción, obtenemos una estimación de aproximadamente 290 l/día de agua caliente. Suponiendo 3,3 personas por vivienda, obtenemos un requerimiento de agua caliente de unos 90 l/día por persona. Desde luego este es un valor nominal de consumo de ACS. En Europa se considera que 50 l/día por persona es un valor que se adecua muy bien para satisfacer las necesidades básicas de ACS. En el diseño de viviendas se utiliza una cifra de consumo entre 50 y 100 l/día por persona. De este modo, adoptamos como consumo nominal de agua, en Argentina unos 100 l/día y por persona, que refleja el comportamiento actual, aunque quizás sería deseable (y posible) un consumo menor. De hecho en la Comunidad Europea, se recomienda un consumo entre 50 a 60 l/día/persona (Consumo de agua en el mundo, 2013).

Un volumen de 100 l/día de ACS es consistente con un uso de 7,5 l/min durante unos 45 minutos. Este consumo se corresponde, en promedio, con unas 3 duchas por día de 10 min cada una y unos 15 minutos de lavado de platos, manos, etc.

Analizando cómo se distribuye el consumo base, que a T≈20°C es de aproximadamente 2 m<sup>3</sup>/día /usuario, se llega a una posible distribución del consumo, tal como se indica en la Tabla 1.

Tiempo estimado de uso	Actividad	Consumo estimado		
		kcal/h	kcal/día	m <sup>3</sup> /día
2,5 h/día	Cocción	1.800	4 500	0,5
45 min/día	Calentamiento agua	12.500	9 375	1,0
24 h/día	Piloto	190	4 650	0,5
	Consumo específico base		18 525	2,0

Tabla 1: Modelo propuesto de distribución del consumo base por usuario, (Consumos Pasivos, 2011).

Claramente las formas de consumo varían de usuario a usuario, sin embargo, los consumos indicados en la Tabla 1, son consistentes con el consumo específico observado de 2 m<sup>3</sup>/día.

En la Fig. 2 se ilustra gráficamente esta distribución del consumo base en dos situaciones planteadas por el uso de tecnologías diferentes.

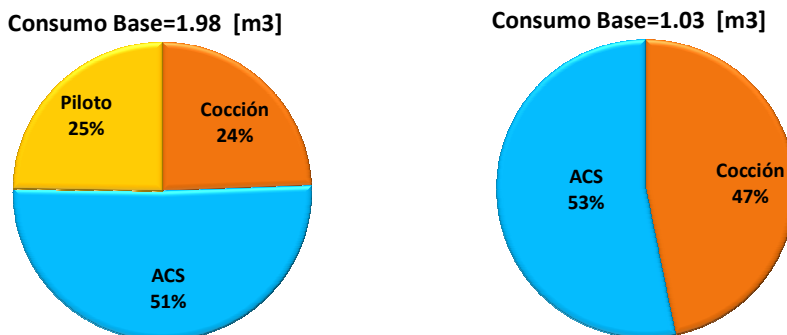


Figura 2. Distribución del consumo base. A la derecha se ilustra la situación actual, el piloto equivale a un 25% del consumo base total. ACS significa agua caliente sanitaria. A la izquierda se ilustra la situación resultante, bajo la hipótesis que el 50% de los usuarios usase tecnología híbrida para el calentamiento de agua y con aprovechamiento de los consumos de piloto o eliminándolos en los calefones.

Si además de los usuarios residenciales conectados a la red de gas natural (7 millones de usuarios) (ENARGAS), consideramos los usuarios de gas licuado, no conectado a red (3 millones), el número total de usuarios de gas o combustible equivalente es de unos 10 millones. De este modo en consumo asociado al calentamiento de agua en Argentina es de aproximadamente **15 millones de m<sup>3</sup>/día** de gas equivalente, es decir de gas natural y GLP combinado.

### 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. 3, su consumo base de aproximadamente 8 m<sup>3</sup>/día, y unos 750 mil usuarios (Water supply and sanitation in Argentina; Consumo de agua en la Ciudad de Buenos Aires- Gobierno Ciudad Autónoma e Buenos Aires), resulta en un consumo diario de calentamiento de agua para este sector de unos 6 millones de m<sup>3</sup>/día. De este modo, podemos estimar el consumo total del país destinado al calentamiento de agua en aproximadamente **21 millones de m<sup>3</sup>/día** equivalentes, y unos **16,5 millones de m<sup>3</sup>/día de gas natural**.

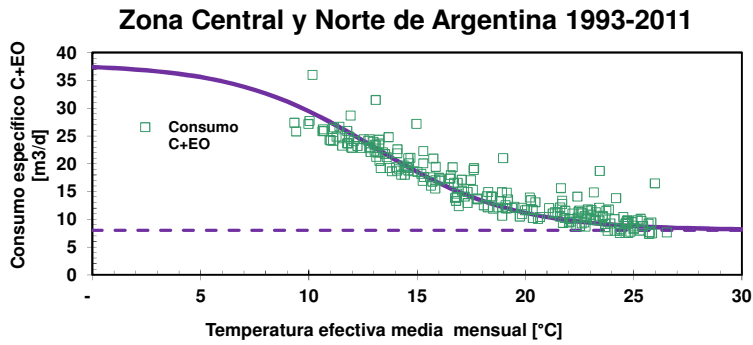


Figura 3. Variación de los consumos específicos comerciales (C) y entes oficiales (EO) como función de la temperatura media mensual. La línea de trazos cortos indica el consumo base su valor es de 8 m<sup>3</sup>/d.

### 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 (Grossi Gallegos & Righini., 2007). En la Fig. 4 se muestra la distribución espacial promedio, de la irradiación solar diaria sobre un plano horizontal, para dos meses del año.

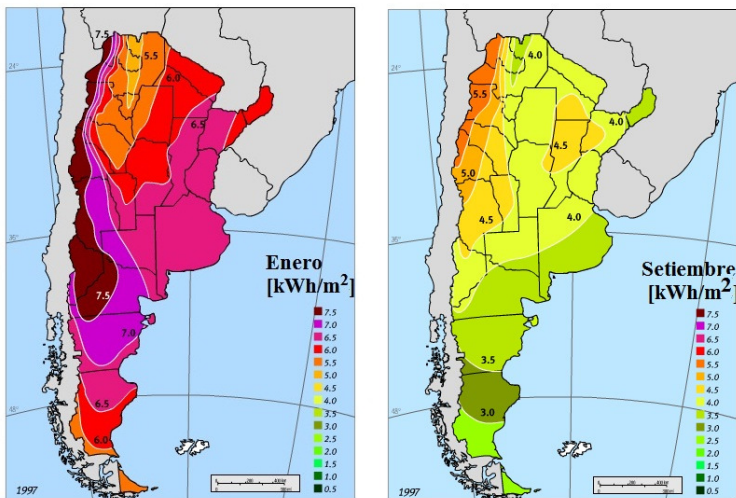


Figura 4. Distribución espacial promedio, de la irradiación solar diaria sobre un plano horizontal, para dos meses del año, enero y septiembre (Atlas de energía solar de la República Argentina, 2007). Enero es representativo de los valores máximos de irradiación y septiembre de los valores medios. En casi todo el territorio argentino, 4 kWh/m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup>. 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 m<sup>2</sup> de área, la energía solar que llegaría al mismo sería de unos 15,7 Kwh por día, equivalente a 1,5 m<sup>3</sup> de gas natural por día. En otras palabras, **en solo 3,5 m<sup>2</sup>, 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 1 (100%). En general esto no es así, pero si la eficiencia fuese del orden del 70%, un incremento proporcional en el área del panel podría compensar el efecto de una eficiencia no ideal.

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 el trabajo que estamos llevando adelante se optó por medirla, integrando la energía solar que llega al colector y el consumo energético del sistema híbrido (ya sea de gas o de electricidad). La medición simultánea de las temperaturas ambiente, del agua del colector, del agua de entrada y de salida, permitirán formular un modelo más realista que sea extrapolable a distintas zonas del país, alejadas del sitio en donde se realiza el experimento.

Una estimación conservadora, consiste en suponer que un 50% de los usuarios residenciales use calentadores de agua híbridos (Sol-gas o Sol-electricidad). En promedio en un clima como el que predomina en Argentina, cálculos preliminares indican que con colectores solares de aproximadamente 3,5 m<sup>2</sup>, se podría cubrir el 65% de la demanda de agua caliente sanitaria, por lo tanto el ahorro de gas equivalente resultaría entre 3,5 y 6,5 millones de m<sup>3</sup>/día.

En la Tabla 2 se indica para distintas zonas del país el tamaño del colector solar que se requeriría para cubrir un aporte equivalente a 1,5 m<sup>3</sup>/días de gas natural. Si suponemos que un colector solar híbrido puede ahorrar un 75% de esta energía, el ahorro de gas por día se puede estimar en aproximadamente 1 m<sup>3</sup>/día. Esto es consecuencia de que no siempre es posible disponer del recurso solar, como se verá más adelante. Con colectores de estos tamaños se podría cubrir casi la totalidad del requerimiento de agua caliente sanitaria en todo el país, exceptuando días en los que el cielo se encuentra con una importante cobertura de nubes. Si la sustitución alcanzara al 50% de los usuarios, los ahorros de gas serían del orden de entre 8 y 10 millones de m<sup>3</sup>/día. En todos los casos se trata de valores son muy significativos.

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

Tabla 2. Aporte de energía solar en distintas regiones del país.

El precio del GNL en Argentina, en los últimos años, rondó los 17 U\$S/Millón de BTU. Estos precios varían en el tiempo y con el tipo de contrato que se realiza entre las partes. En Argentina podríamos hacer una hipótesis optimista y suponer como valor medio el costo del GNL en unos 15 U\$S/Millón de BTU. Esto equivale a un costo del GNL es de aproximadamente 0,52 U\$S/m<sup>3</sup>. En 10 años, el ahorro de gas natural por usuario, sería de 1m<sup>3</sup>x3650=3650 m<sup>3</sup> para el calentamiento de agua sanitaria. El costo de este volumen de gas sería de orden de 1920 U\$S aproximadamente, ahorro que podría cubrir el costo actual del equipo.

Los equipos híbridos sol-gas o sol-electricidad en Argentina tienen costos que oscilan entre 1 000 y 2 000U\$S, pero es previsible que al aumentar la demanda de los mismos, dichos valores puedan reducirse considerablemente. Producir en el país este tipo de equipos, generaría como valor agregado, trabajo y empleo. Simultáneamente esta alternativa reduciría considerablemente nuestras emisiones de GEI. 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 m<sup>2</sup>, los porcentajes de ahorro de gas para agua caliente sanitaria, suponiendo una eficiencia del orden del 75%, se indican en la Tabla 3.

Provincia	Porcentaje de cobertura <u>Anual</u>
Buenos Aires	60%
Santa Fe	62%
Chaco	75%
Formosa	80%
Salta- Jujuy	70%

Tabla 3. Aporte anual de energía solar en distintas regiones del país, porcentaje de ahorro de gas para calentar agua, usando paneles de 3.5 m<sup>2</sup>.

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 serían muy grandes. 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. Creemos, que es oportuno llamar la atención sobre este punto, ya que pronto se espera que el gasoducto Juana Azurduy pase por esta región trayendo gas importado. Si los usuarios residenciales minimizan su consumo de gas para calentamiento de agua, no solo logran una disminución en sus erogaciones de servicio de gas, sino que liberan más volúmenes de esta fluido para usos industriales y generación de electricidad. Dado que estos últimos usuarios tienen capacidad de cubrir sus tarifas plenas, el estado reduciría sus erogaciones de subsidios al consumo residencial.

Uno de los objetivos de los ensayos propuestos, consiste en validar estas estimaciones preliminares con equipos comerciales y en condiciones reales. Como simultáneamente se registrará la irradiación solar, los resultados permitirán generar un mapa de los potenciales ahorros de gas y electricidad en distintas regiones del país si se empleasen en ellos calentadores de agua híbridos.



Figura 5. Cuatro colectores solares que se utilizan en el presente ensayo. Como se aprecia se están ensayando dos tecnologías diferente de paneles solares: placa plana con cubierta y tubos de vacío (Placco, Saravia, & Cadena, 2007).

## RESULTADOS PRELIMINARES

A partir de abril del año 2012, se ha venido realizando un ensayo de determinación del ahorro de energía en el CAS usando dos sistemas de calentadores solares:

- 1) Colector Solar de parrilla Plano – ORBIS – Tanque de 290 l
- 2) Colector Solar de tubos de vacío – Rheem –Tanque de 160 l (Versión gas-sol y Eléctrico-Sol)

El arreglo experimental usado se muestra esquemáticamente en la Figura 6. Cada equipo híbrido, tiene asociado un termotanque convencional, eléctrico o a gas. A través de una llave mezcladora, de ambos equipos se demanda la misma cantidad de agua caliente sanitaria a aproximadamente la misma temperatura de confort,  $T_{comf}=42^{\circ}\text{C}$ , con un esquema de consumo, mañana, medio día y noche. En cada equipo se registran las temperaturas de entrada y salida del agua, como así también los consumos de gas y electricidad. Simultáneamente, se registra la irradiancia solar incidente sobre los paneles. De este modo es posible medir el ahorro de energía convencional, que con los equipos híbridos puede lograrse para distintas temperaturas ambientes y niveles de irradiancia solar.

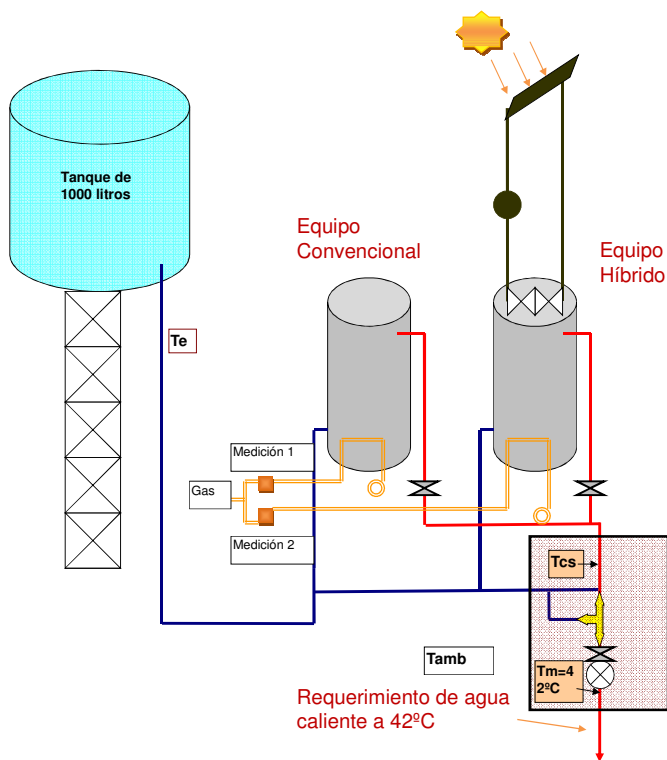


Figura 6. Esquema de ensayo. A cada equipo convencional (termotanque) y el correspondiente híbrido, se le requieren los mismos consumos de agua caliente diarios. Se registran los consumos de ambos y los datos de temperatura e irradiancia solar diaria

Con este esquema de ensayo, en el presente estudio, realizado en el predio de la Universidad Nacional de Lujan, es posible determinar los ahorros de energía convencional, gas o electricidad, como función de la temperatura ambiente y la irradiancia solar. Si se define la variable:

$$A_{1sol} (kWh) = \{0,84 \cdot I_1(sol) (kWh) + 0,074 \cdot T_m ({}^{\circ}\text{C}) - 1,8\} [kWh] \quad (2)$$

Que tiene en cuenta tanto la irradiancia solar ( $I_{sol}$ ) diaria y la temperatura media diaria ( $T_m$ ), es posible obtener un muy buen ajuste del aporte solar al calentamiento de agua como función de esta variable. En la Figura 7 se muestran los resultados obtenidos con el panel solar de la firma Orbis, para un requerimiento de agua diaria de 200 l/día.

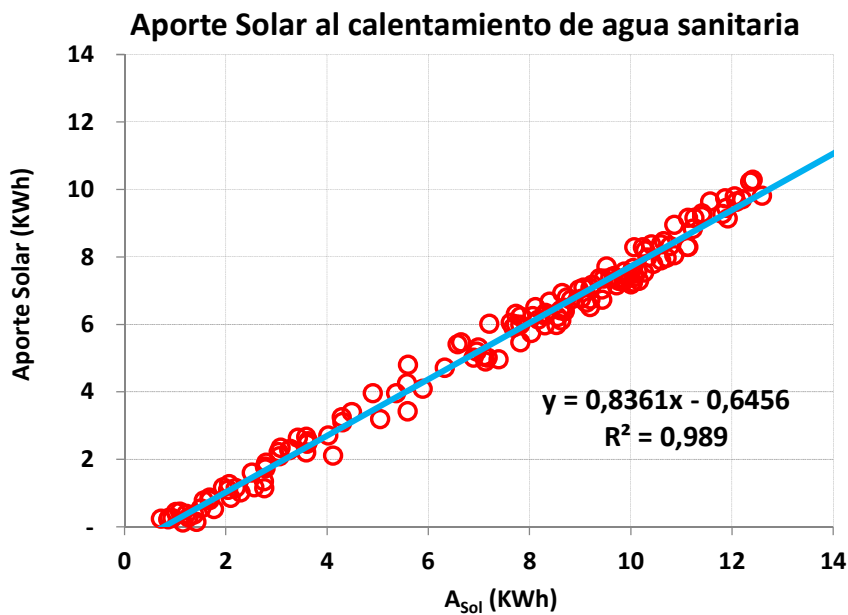


Figura 7. Aporte Solar al calentamiento de agua. Este aporte depende de la irradiación solar diaria y la temperatura media ambiente ( $T_m$ ). El parámetro  $A_{Sol}$ , combina estas dos variables, y permite predecir los ahorros de energía convencional en el calentamiento de agua en distintas regiones del país. Estos datos corresponden al colector solar de parrilla plano – ORBIS.

A partir de esta curva es posible estimar los ahorros de energía convencional en distintos puntos del país, conociendo el nivel de irradiación solar y temperaturas medias prevalentes. Desde luego, esta curva depende del tipo de colector solar utilizado, la tecnología empleada, el requerimiento de agua, etc. Pero esta curva sirve de referencia para estimar el tipo de ahorros que podrían lograrse con los equipos comerciales actuales.

#### CONCLUSIONES

Nuestras estimaciones preliminares, sugieren que el ahorro de gas, utilizando equipos híbridos, sol-gas, podrían aportar ahorros del orden del 70% del consumo de gas utilizado en el calentamiento de agua sanitaria. Esto resulta, que a un costo de 15 U\$/MMBTU de GNL, en 10 años se obtendría un ahorro por usuario de unos 1920 U\$ al precio de gas importado. Este monto cubriría el costo de los equipos híbridos. Las implicancias económicas de disminuir las importaciones de gas son considerables: equivalentes a 8,5 millones de m<sup>3</sup> de gas equivalente por día, si el 50% de los usuarios residenciales del país emplearan esta tecnología. Este volumen de gas es comparable al volumen que se importa de Bolivia. Por lo tanto resulta altamente atractivo estimular el desarrollo de esta tecnología en el país. La fabricación de estos equipos localmente generaría valor agregado y empleo. Así también, esta alternativa reduciría considerablemente nuestra dependencia de gas importado y disminuiría nuestras emisiones de GEI. Por lo tanto, creemos que el esfuerzo de evaluar los resultados preliminares, planteados en este proyecto, está bien justificado.

#### AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer a ENARGAS por el apoyo brindado para la realización de este proyecto. Asimismo agradecemos a las empresas: Rheem SA y Orbis SA por facilitarnos los equipos usados en el presente ensayo. Agradecemos la participación de la Empresa Eitar SA. En particular la colaboración brindada por los técnicos en ingenieros de Orbis y Rheem fue muy importante para la realización de este proyecto. En especial damos las gracias a los Ing. O. Maronna y Matías García de Rheem SA por su colaboración y paciencia en el montaje de los equipos.

#### REFERENCIAS

*Consumo de agua en la Ciudad de Buenos Aires- Gobierno Ciudad Autónoma de Buenos Aires.* (s.f.). Obtenido de [http://www.buenosaires.edu.ar/areas/educacion/recursos/medio\\_ambiente/consumo.php?menu\\_id=31056](http://www.buenosaires.edu.ar/areas/educacion/recursos/medio_ambiente/consumo.php?menu_id=31056).

Grossi Gallegos, H., & Righini, R. (Mayo de 2007). Atlas de energía solar de la República Argentina. *Publicado por la Universidad Nacional de Luján y la Secretaría de Ciencia y Tecnología*.

*Annual Energy Outlook 2009 with projections to 2030, Departamento de Energía de los EEUU* . (s.f.). Obtenido de [www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/index.html](http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/index.html) del DOE.

*Consumo e agua en el mundo.* (2013). Obtenido de <http://teleobjetivo.org/blog/consumo-mundial-de-agua.html>.

E. J. Bezzo, et al., *Impacto de los consumos pasivos en artefactos a gas en el consumo de energía*, ELAEE 2011-Buenos Aires, 19 y 20 de Abril de 2011

ENARGAS . (2013). Obtenido de [www.enargas.gov.ar](http://www.enargas.gov.ar).

Gil, S. (2009). Posibilidades de ahorro de gas en Argentina- Hacia un uso más eficiente de la energía. *Petrotecnia (Revista del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas)* (2), 80-84.

Gil, S. (2007). Proyección de demanda de gas para mediano y largo plazo. *Prerotecnia (Revista del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas)*, XLVIII, 86-100.

Gil, S., & Deferrari, J. (2004). Generalized model of prediction of natural gas consumption. *Journal of Energy Resources Technology Journals of The American Association of Mechanical Engineers*, 126, 90-98.

INDEC. *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Vivienda, hogares y hábitat.* (s.f.). Obtenido de <http://www.indec.gov.ar>.

IPCC. *International Panel on : Climate Change. Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation.* (2011). Obtenido de <http://www.ipcc.ch/>.

Placco, C., Saravia, L., & Cadena, C. (2007). Colectores Solares Para Agua Caliente. *INENCO, UNSa –CONICET* .

*Water supply and sanitation in Argentina* . (s.f.). Obtenido de de Wikipedia, From Wikipedia, the free encyclopedia [http://en.wikipedia.org/wiki/Water\\_supply\\_and\\_sanitation\\_in\\_Argentina](http://en.wikipedia.org/wiki/Water_supply_and_sanitation_in_Argentina).

**ABSTRACT:** The purpose of this project is to quantify the potential energy savings and overall saving of gas that could be obtained using hybrid solar water heating in Argentina. This work includes theoretical and experimental study using commercial hybrid water heaters, gas and electric, by simultaneously measuring energy consumption for the same water consumption of a hybrid and conventional equipment that operates with gas or electricity. Throughout the trials were recorded, ambient temperatures, hot water temperatures, and the irradiance of the place. In this way it was possible to evaluate the level of conventional energy savings as a function of solar irradiation and temperature. This information, combined with the "Solar Energy Atlas of Argentina", allows us to estimate the levels of gas and electricity savings that could be achieved in Argentina, using a solar hybrid system for heating sanitary water. A preliminary analysis indicates this technology could save an average of 75% in conventional energy. The national savings of natural gas is equal to about 17 million m<sup>3</sup> of gas equivalent per day. If 50% of users employ this technology, the gas savings would be about 8.5 million m<sup>3</sup> of gas per day. This volume of gas is approximately 50% of current gas imports. At the same time, this technology opens an excellent opportunity for a major national industrial development. Its economic impact on industry and employment could be significant in the near future. At the same time, this technology could lower our CO<sub>2</sub> emissions considerably.

**Keywords:** Efficient use of energy, solar thermal water heating, energy saving and reduction of emission of greenhouse gases.