

Barreras para el Desarrollo de la Energía Solar Térmica en Argentina - Amortización de los equipos solares híbridos

5º Congreso Internacional Solar Cities

“ENERGÍA EN LAS CIUDADES: INNOVACION FRENTE AL CAMBIO CLIMATICO “

Noviembre 2014 Buenos Aires

S.Gil^{1,2}, R. Prieto¹ y L. Iannelli^{1,2}

¹Gerencia de Distribución del ENARGAS, Suipacha 636- (1008) CABA- Argentina.

²Escuela de Ciencia y Tecnología – Universidad Nacional de San Martín, Buenos Aires, Argentina.

sgil@unsam.edu.ar

RESUMEN: El consumo de energía para calentamiento de agua sanitaria en Argentina equivale a cerca del 55% de las importaciones de gas. Estas importaciones tienen un importante impacto en las cuentas públicas y la balanza comercial del país. Con las tecnologías actuales, usando equipos comerciales de calentamiento de agua solares híbridos (solar-gas o solar-eléctrico), sería posible ahorrar cerca del 60% de esta energía en Argentina. El objetivo de este trabajo es analizar las barreras que impiden el desarrollo de la energía solar térmica en el país y las acciones que serían necesarias para superarlas, estimulando su uso y aprovechando su potencialidad.

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 cerca del 3,3% anual. A esta tasa de crecimiento en los próximos 20 años el consumo se duplicará. (1) (2) Desde hace algo más de una década, la producción local de gas está disminuyendo, y dependemos en forma creciente de importaciones de gas, como se observa en la Figura 1. El costo de estas importaciones tiene un impacto muy significativo en las cuentas públicas y en la balanza comercial del país.

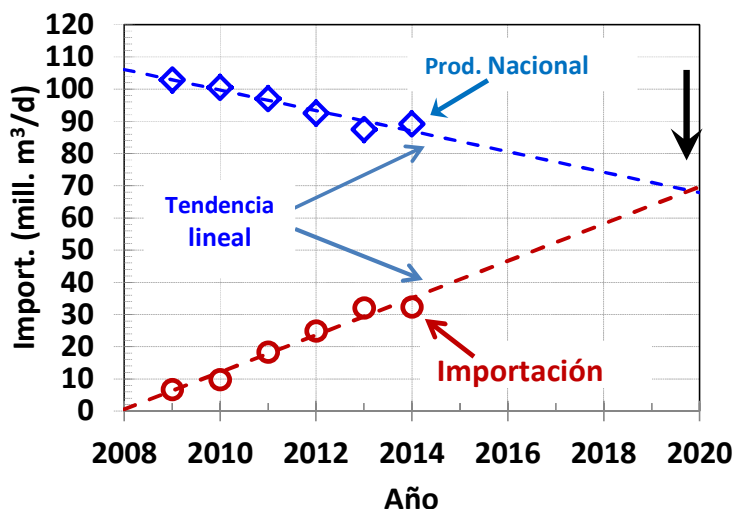


Figura 1. Evolución de la producción nacional de gas natural y la importación. Usando un modelo lineal de ajuste a los datos, la importación igualaría a la producción nacional en 2 años, de persistir las tendencias actuales.

Asimismo, hay evidencias cada vez más claras de que el calentamiento global que está experimentando la Tierra tiene causas antropogénicas. Se estima que el 60% de las emisiones de gases de efecto invernadero, GEI, son consecuencia del uso de combustibles fósiles. (3) Por lo tanto, es prudente e imperioso que disminuyamos nuestras emisiones de gases de efecto 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 del futuro. 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 disminuyen las emisiones de GEI y por otra se genera un desafío tecnológico, capaz de generar nuevos emprendimientos, empleo y desarrollo tecnológico.

En la Argentina, el gas natural constituye el 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.

En este trabajo nos proponemos analizar las barreras que inhiben el desarrollo de la energía solar térmica para el calentamiento de agua en Argentina. Para ello, primero analizamos las características del consumo de agua caliente sanitaria y su impacto en el consumo de gas. Seguidamente, discutimos alguna de las barreras, en particular analizamos los tiempos de amortización de los equipos solares, en distintos escenarios de costo de gas y de los equipos.

Consumo de gas en edificios y viviendas

Del análisis del consumo de gas natural en la Argentina, (2), (4) surge que el consumo específico de los usuarios residenciales, es decir, el consumo diario por usuario o vivienda, tiene un comportamiento muy regular en casi todo el país. El término usuario se refiere a la vivienda conectada a la red. Según el INDEC, (5) 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 2** 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 (R) 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.

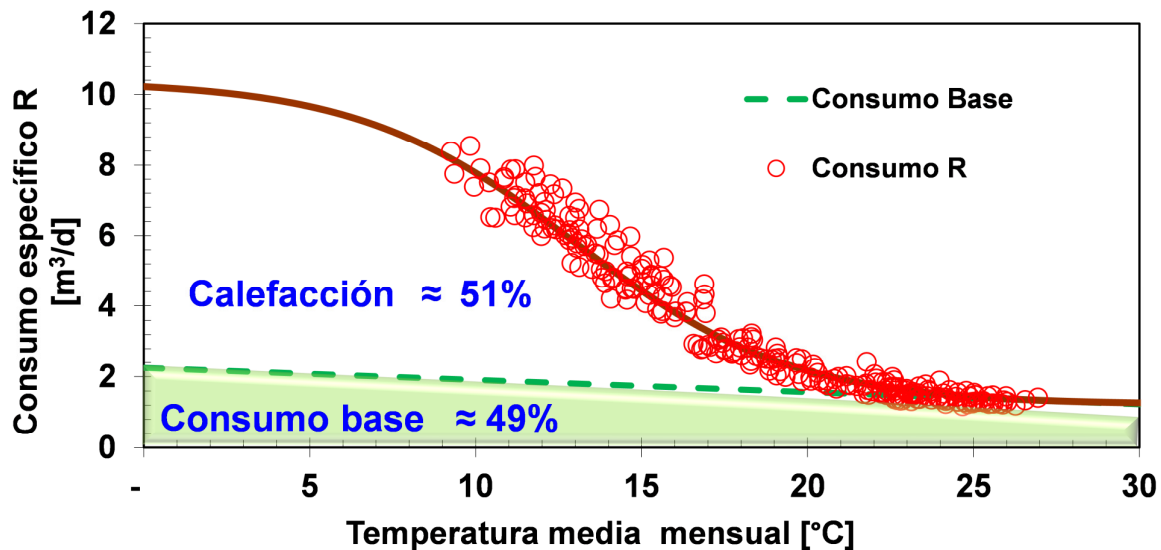


Figura 2. Variación de los consumos específicos R (residencial, círculos). La línea de trazos cortos es una extrapolación del consumo base y muestra su dependencia con la temperatura. Los consumos específicos que se grafican son los promedios diarios de cada mes, como función de la temperatura media mensual. La línea de trazos cortos indica cómo 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 m³/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 2 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 la 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 2, que se puede expresar como:

$$Q_{esp}^{Base}(T) = (2,25 - 0,034 \cdot T(^{\circ}C)) \quad [m^3 / día] \quad (1)$$

La pendiente de esta recta implica que si la temperatura ambiente descendiese 10°C, se incrementaría el consumo base en unos 0,34 m³/día, equivalentes a 3162 kcal/día. Esta energía, suponiendo una eficiencia del 65%, podría calentar una masa de agua de unos 206 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 186 l/día de agua caliente. Suponiendo 3,3 personas por vivienda, obtenemos un requerimiento de agua caliente de unos 60 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 60 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 l/día/persona. (6)

Un volumen de 200 l/día de ACS es consistente con un uso de 6 l/min durante unos 33 minutos. Este consumo se corresponde, en promedio, con unas 3 duchas por día de 7 min cada una y unos 12 minutos de lavado de platos, manos, etc.

Según la **Figura 2**, el consumo específico de gas por usuario es en promedio de 2 m³/día. De este consumo, 0,5 m³/día se emplea en los pilotos y otro 0,5 m³/día corresponde a cocción. Por lo tanto, el volumen medio usado por los usuarios residenciales en el calentamiento de agua es de 1,5 m³/día. El número de usuarios residenciales conectados a la red de gas natural es de unos 7,5 millones. (7) Si a este número agregamos los usuarios de gas licuado del petróleo (GLP), no conectado a red (3,5 millones), el número total de usuarios de gas o combustible equivalente es de unos 11 millones. De este modo el consumo asociado al calentamiento de agua en Argentina, es de aproximadamente **16,5 millones de m³/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 Figura 3, su consumo base es de aproximadamente 8 m³/día, y corresponde a unos 750 mil usuarios. (8) Si la mitad de este consumo base se usa en calentar agua, o sea 4 m³/día, resulta en un consumo diario de calentamiento de agua para este sector de unos 3 millones de m³/día.

De este modo, podemos estimar el consumo total del país destinado al calentamiento de agua en aproximadamente **19,5 millones de m³/día** equivalentes, y unos **14,25 millones de m³/día de gas natural**. Este volumen de gas equivale al **57% de las importaciones de gas en Argentina**. Nótese que esta es una estimación conservadora, no estamos incluyendo el GLP usado por los usuarios comerciales ni entes oficiales.

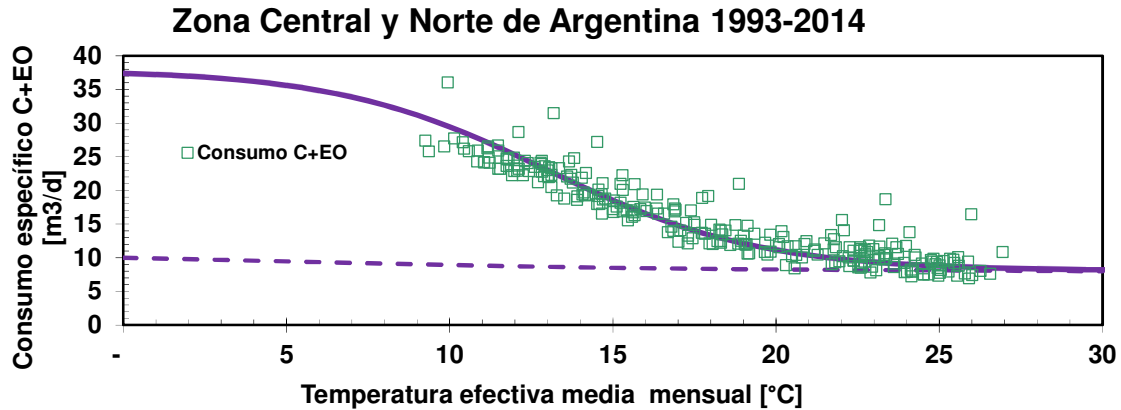


Figura 3. Variación de los consumos específicos comerciales (C) y de entes oficiales (EO) como función de la temperatura media mensual. La línea de trazos cortos indica el consumo base cuyo valor es de 8 m³/d. Suponemos que la mitad de este consumo está asociado al calentamiento de agua.

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. (9) En la Figura 4 se muestra la distribución espacial promedio, de la irradiación solar diaria sobre un plano horizontal, para dos meses del año.

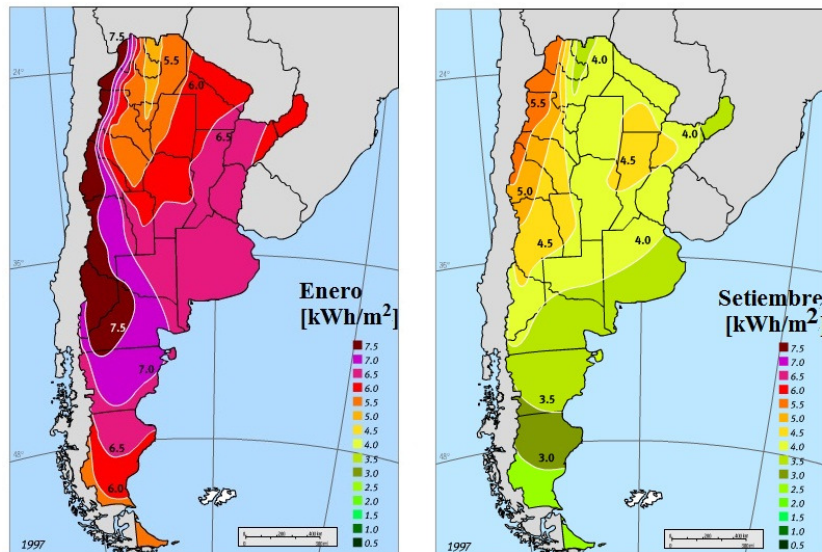


Figura 4. Distribución espacial promedio, de la irradiación solar diaria sobre un plano horizontal, para dos meses del año, enero y setiembre. (9) Enero es representativo de los valores máximos de irradiación y setiembre de los valores medios. En casi todo el territorio argentino, 4 kWh/m² es un valor representativo del promedio, aunque en el norte los valores de irradiación son considerablemente mayores.

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 el 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 una colaboración entre ENARGAS-UNSAM-UNLu, se optó por medir el ahorro comparando el consumo de sistemas convencionales e híbridos (sol-gas y sol-electricidad). (10) En promedio en un clima como el que predomina en Argentina, cálculos preliminares indican que con colectores solares de aproximadamente 3,5 m², se podría cubrir el 65% de la demanda de agua caliente sanitaria, de un usuario residencial promedio. Por lo tanto, si un 35% de los usuarios adoptaran esta tecnología para el calentamiento de agua, es decir unos 3,85 millones de usuarios, el ahorro de gas equivalente resultaría entre 3,5 a 4 millones de m³/día. A un costo marginal de 15 U\$\$/Millón BTU, un ahorro de esta magnitud equivale a unos 700 Millones de U\$\$/año.

Por otra parte, si suponemos un costo por equipo de unos 1400 U\$\$, 700 Millones de U\$\$ equivalen a 500 000 unidades al año, o sea que en 7,7 años, se reemplazaría el total de los 3,85 millones de unidades, y durante el resto de su vida útil (15 años aproximadamente) se obtendría un ahorro de gas importado. Además, se podría estimular un importante desarrollo de la industria nacional que produciría estos equipos con la consecuente generación de empleos.

El precio del GNL en Argentina, en los últimos años, rondó los 17 U\$\$/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\$\$/Millón de BTU. Esto equivale a un costo del GNL de aproximadamente 0,52 U\$\$/m³. En 10 años, el ahorro de gas natural por usuario, sería de 1m³x3650=3650 m³ para el calentamiento de agua sanitaria. El costo de este volumen de gas sería del orden de 1920 U\$\$ 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 2 000 U\$\$, 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 GEL. Por lo tanto, creemos que el esfuerzo de evaluar la posibilidad planteada en este proyecto, está bien justificado.

Barreras al desarrollo la energía solar térmica para calentamiento de agua.

Las ventajas de utilizar la energía solar térmica para el calentamiento de agua, parecerían ser muy adecuadas en un país como Argentina. Sin embargo, su desarrollo hasta el presente es muy modesto. Según la CAFAGAS (Cámara de Fabricantes de Artefactos de Gas de Argentina) en 2012 se produjeron en el país cerca de 700 mil equipos de calentamiento de agua (calefones y termotanques), mientras la producción de equipos solares es del orden de mil. (11)

Varios trabajos analizan el problema de las barreras al desarrollo de la energía solar térmica para el calentamiento de agua en América Latina. (12) (13) En este trabajo analizaremos algunas de ellas para el caso de Argentina:

- ✓ Carencia de un marco institucional y legal, carencia de un ente nacional de promoción y regulación de la energía solar.
- ✓ Carencia de normativas a nivel nacional que establezcan requerimientos de eficiencia, integridad física y calidad de los productos.
- ✓ El costo inicial de inversión de los sistemas solares térmicos es relativamente alto en comparación con los sistemas de calentamiento de agua convencionales. Poco desarrollo del mercado - en comparación con el gran potencial existente.
- ✓ Falta de incentivos económicos y financieros tales como deducción de impuestos, reducción de aranceles, subsidios y créditos, entre otros.
- ✓ Existencia de incentivos dirigidos hacia los combustibles fósiles, principalmente subsidios al gas.

Marco institucional y legal: En el caso del gas, existe un organismo oficial nacional de regulación del sector: ENARGAS. Recogiendo la experiencia anterior de Gas del Estado, tiene la capacidad de dictar normas de carácter obligatorio que todos los equipos a gas deben cumplir y que además fiscaliza su cumplimiento. Sin embargo, en el caso de la energía solar no existe ningún organismo público que promueva y regule esta actividad a nivel nacional. A nivel institucional, solo se cuenta con normas IRAM, que son de adopción optativa.

De este modo, un usuario de un equipo convencional a gas, en buena medida, como consecuencia de las normas de seguridad, integridad física, eficiencia, etc. que estos equipos deben cumplir obligatoriamente en Argentina, tiene cierta seguridad de que el artefacto que adquiere va a tener una prestación libre de dificultades, y garantía de los fabricantes, por varios años. Además, al ser el mercado de los convencionales maduro, los servicios de instalación y reparación, están disponibles en buena parte de todo el territorio nacional.

Estas condiciones no se pueden dar por sentadas en el caso de los equipos solares. Hay buenos fabricantes, pero también otros con menos experiencia y aún equipos de poca calidad. Esta vez el usuario es el que debe asumir todos los riesgos.

Asimismo se hace necesario invitar a las universidades, municipios, etc. a discutir un régimen de derecho al uso del Sol. Esto daría seguridad a los usuarios de las zonas urbanas que una nueva construcción o un árbol en las zonas linderas no impida en un futuro el uso de equipos solares en una vivienda.

Desarrollo del mercado: El mercado de los equipos solares está en un estado de poco desarrollo. Los usuarios no tienen marcas con tradición ni el nivel de referencias que se pueden encontrar en los equipos convencionales. Los servicios de instalación y reparación no siempre están cerca ni disponibles. Esto implica un nivel de incerteza muy alto a la hora de optar por esta tecnología. Un usuario común deberá tomar una decisión sobre una tecnología que no conoce y sobre la que hay muchas opciones. Por ejemplo, el usuario deberá optar por equipos de paneles planos o tubos de vacío, también deberá optar entre sistemas de calentamiento directo o indirecto, y así sucesivamente. Dada la poca experiencia que él y sus vecinos tienen en estas tecnologías, la tentación de elegir lo viejo conocido es muy alta.

Costo inicial de inversión: Los costos de los equipos solares híbridos en la actualidad son muy altos respecto de los convencionales. Si se toman equipos de mayor tradición en el mercado, para un consumo medio de unos 200 l/día, el costo de un buen equipo está en el orden de los 2000 U\$\$. En el ejercicio que proponemos en este trabajo suponemos que su costo es de 1500 U\$\$. En general existen pocos planes de financiación. Un equipo convencional a gas de buena marca incluyendo la instalación cuesta unos 400 U\$\$ en el mercado local y en general cuenta con al menos 12 cuotas de financiación. Otro elemento necesario para poder comparar los tiempos de amortización es el costo del gas. Para ello proponemos los siguientes escenarios, que se muestran en la Tabla 1.

Costo de gas	\$/m ³ (GN)	U\$\$/Millón BTU
Escenario 1	0,35	1,05
Escenario 2	1,75	5
Escenario 3	3,5	10
Escenario 4	5,25	15
Escenario 5	6,65	19
Escenario 6	8,5	25

Tabla 1. Costo del gas al usuario residencial. Suponiendo una conversión de 1 U\$\$= 9 \$, la tercera columna indica el costo del gas en U\$\$/millón de BTU. El costo marginal del gas importado es en 2014 del orden de los 15 U\$\$/millón de BTU. Por su parte, en el escenario 1, el costo del gas es similar al que paga un usuario promedio R23 en la zona central de Argentina. Suponemos que el consumo de gas por año es el de un usuario medio, es decir de unos 500 m³/año.

Con los costos de los equipos indicados anteriormente, 1500 U\$\$ para los solares híbridos con un nivel de ahorro del 65% y 400 U\$\$ para los convencionales, en los tres escenarios tenemos los resultados que se indican en las Figuras 5, 6, 7, y 8. En todos los casos suponemos una tasa de retorno del 5% para reducir los costos a valores del presente.

En el caso en que el costo del gas sea de 1 U\$\$/millón de BTU que es equivalente a 0,35\$/m³; éste es un costo de gas similar al que paga un usuario promedio R23 en la zona central de Argentina después de los ajustes ocurridos en 2014. En este caso, como se observa en la Figura 5, el costo de los equipos no se amortiza en 15 años. De la Figura 6, se observa que si el costo del gas se incrementara 5 veces respecto de su valor actual, todavía los equipos no se amortizan en 15 años. Para que un equipo híbrido de 1500 U\$\$ se amortice en menos de 15 años, se requiere que el costo del gas sea unas diez veces el valor actual, o sea del orden de los 10 U\$\$/millón de BTU, como se ilustra en la Figura 7.

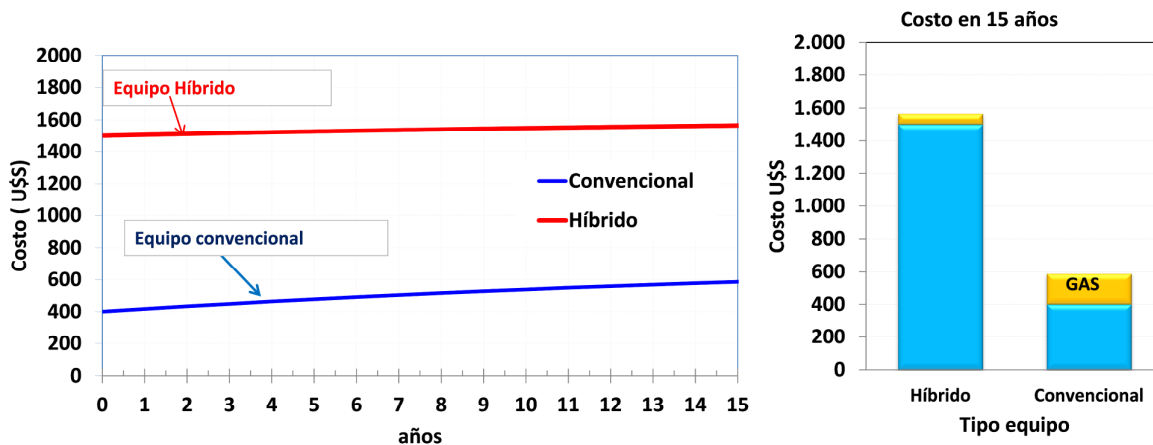


Figura 5. Escenario 1. Izquierda, variación de los costos totales, equipo y abastecimiento de gas para los dos equipos, convencional a gas y solar híbrido (solar-gas). Costo del gas 1 U\$S/millón de BTU. En este caso el costo del equipo híbrido no se amortiza en 15 años. A la derecha se indican los costos totales, reducidos a valores presentes, al cabo de 15 años, de los equipos híbridos y convencionales. La parte inferior de las barras (en celeste) indica el costo del equipo y la parte superior (en amarillo) indica el costo del combustible.

En las Figuras 7, 8 y 9 se indica la evolución del costo de los equipos híbridos, con una financiación de tres años, con un costo de financiación del 5% anual en dólares. Esta financiación pretende equiparar los costos de los equipos híbridos con los convencionales al momento de la compra. Desde luego, esta ingeniería financiera puede modificarse y mejorarse considerablemente. Los resultados indicados en estas figuras sirven para tener un modo comparativo de visualizar estas distintas alternativas y escenarios.

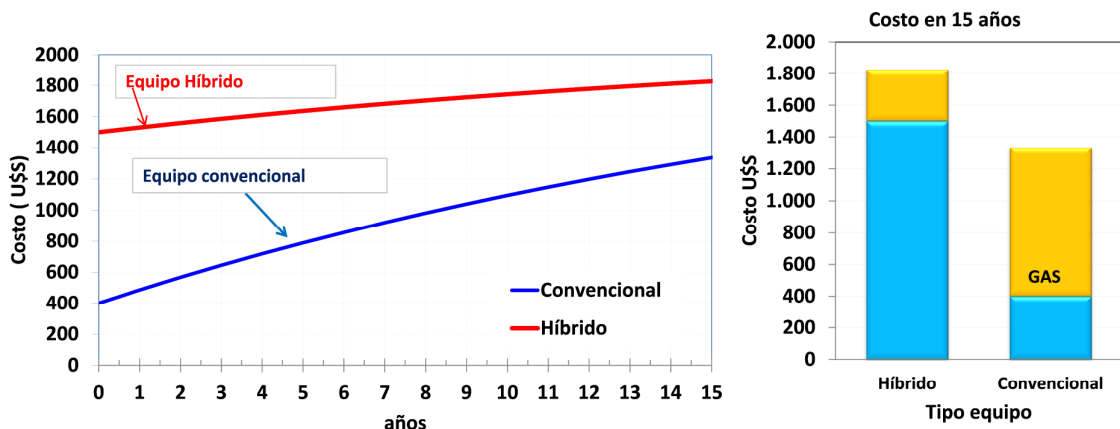


Figura 6. Escenario 2. Izquierda, variación de los costos totales, equipo y abastecimiento de gas para los dos equipos, convencional a gas y solar híbrido (solar-gas). Costo del gas 5 U\$S/millón de BTU. En este caso el costo del equipo híbrido no se amortiza en 15 años. A la derecha se indican los costos totales, reducidos a valores presentes, al cabo de 15 años, de los equipos híbridos y convencionales. La parte inferior de las barras (en celeste) indica el costo del equipo y la parte superior (en amarillo) indica el costo del combustible.

Del análisis de estos ejemplos surge de modo claro, que la introducción de los sistemas solares híbridos para el calentamiento de agua, tiene más ventajas para el país, o el sistema energético, que importa el gas a 15 U\$S/millón de BTU que para los usuarios que pagan una tarifa considerablemente menor. Por lo tanto, en lo que hace a los usuarios de gas natural, la introducción de esta tecnología sólo será atractiva si se dispone de un considerable apoyo estatal en forma de subsidio u otros estímulos impositivos para estimular su desarrollo. La razón es que los usuarios residenciales y comerciales no pagan el precio marginal del gas, 15 U\$S/millón de BTU, sino uno intermedio entre los costos de gas nacional y el importado. Este costo es difícil que en el mediano plazo supere los 8 U\$S/millón de BTU.

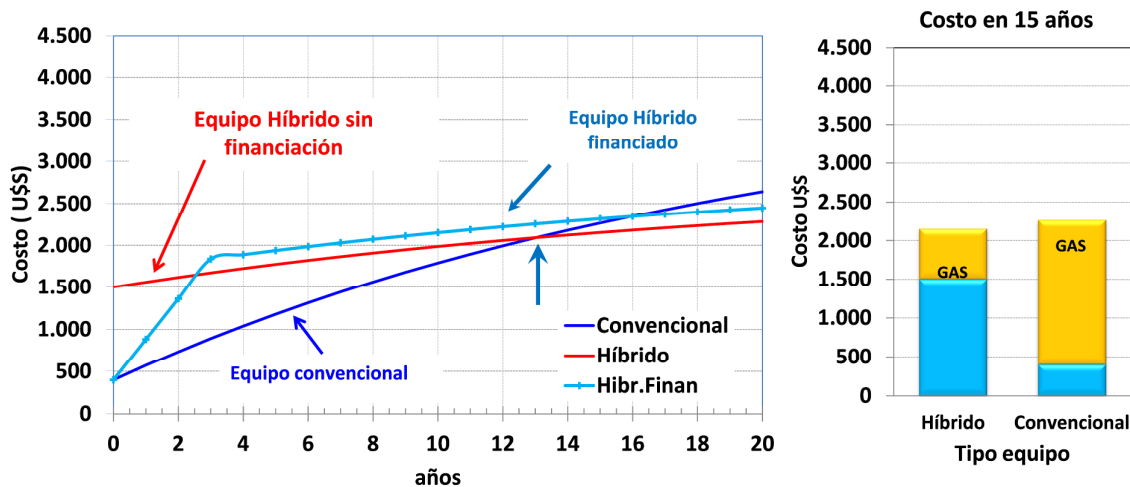


Figura 7. Escenario 3. Izquierda, variación de los costos totales, equipo y abastecimiento de gas para los dos equipos, convencional a gas y solar híbrido (solar-gas). Costo del gas 10 U\$\$/millón de BTU. En este caso el costo del equipo híbrido se amortiza en 13 años. También se muestra el costo de los equipos híbridos con una financiación de tres años a una tasa de 5% en dólares. A la derecha se indican los costos totales, reducidos a valores presentes, al cabo de 15 años, de los equipos híbridos y convencionales. La parte inferior de las barras (en celeste) indica el costo del equipo y la parte superior (en amarillo) indica el costo del combustible.

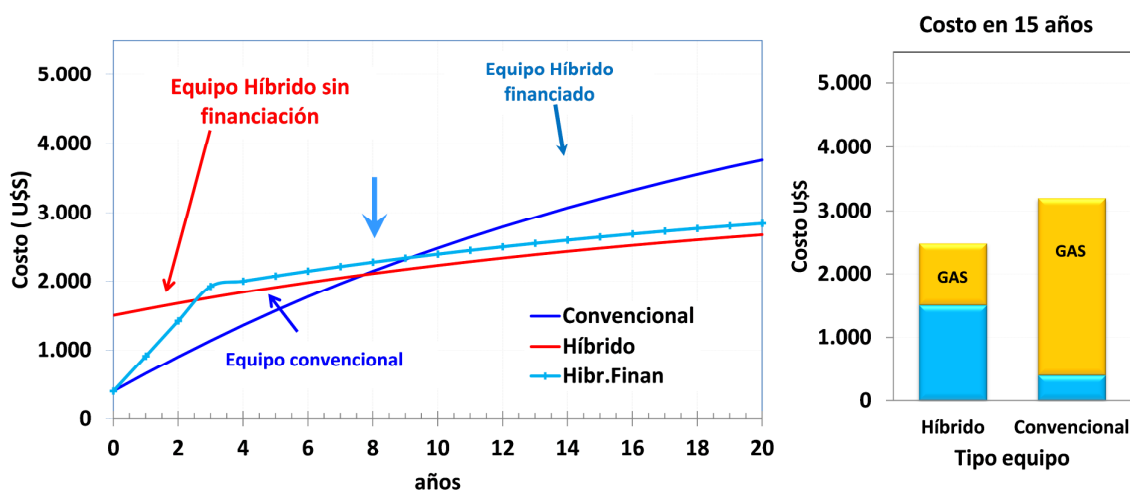


Figura 8 Escenario 4. Izquierda, variación de los costos totales, equipo y abastecimiento de gas para los dos equipos, convencional a gas y solar híbrido (solar-gas). Costo del gas 15 U\$\$/millón de BTU. En este caso el mayor costo del equipo híbrido se amortiza en 7,5 años. También se muestra el costo de los equipos híbridos con una financiación de tres años a una tasa de 5% en dólares. A la derecha se indican los costos totales, reducidos a valores presentes, al cabo de 15 años, de los equipos híbridos y convencionales. La parte inferior de las barras (en celeste) indica el costo del equipo y la parte superior (en amarillo) indica el costo del combustible.

En el caso de usuarios de gas licuado (GLP), la situación es totalmente diferente. El GLP sin subsidio, que es el que pagan una buena fracción de los usuarios de este insumo, unos \$450 por tubo de 45 kg, equivale a unos 25 U\$\$/millón de BTU. En este caso los equipos híbridos se amortizan en 4 años y se observa en el costo de equipo más combustible, al cabo de 15 años un ahorro muy significativo, 2 mil U\$\$.

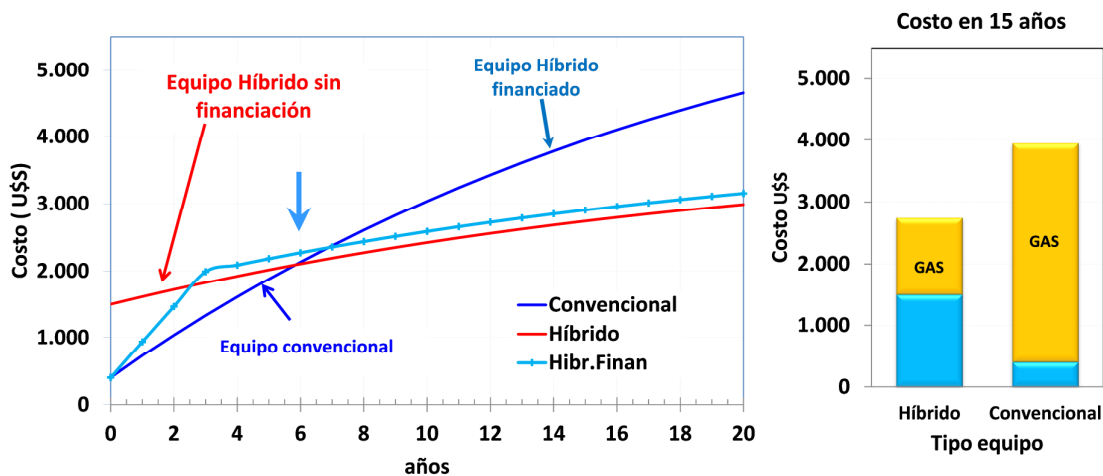


Figura 9. Escenario 5. Izquierda, variación de los costos totales, equipo y abastecimiento de gas para los dos equipos, convencional a gas y solar híbrido (solar-gas). Costo del gas 19 U\$S/millón de BTU y con un equipo híbrido de 1500 U\$S. En este caso el mayor costo del equipo híbrido se amortiza en 6 años. También se muestra el costo de los equipos híbridos con una financiación de tres años a una tasa de 5% en dólares. A la derecha se indican los costos totales, reducidos a valores presentes, al cabo de 15 años, de los equipos híbridos y convencionales. La parte inferior de las barras (en celeste) indica el costo del equipo y la parte superior (en amarillo) indica el costo del combustible.

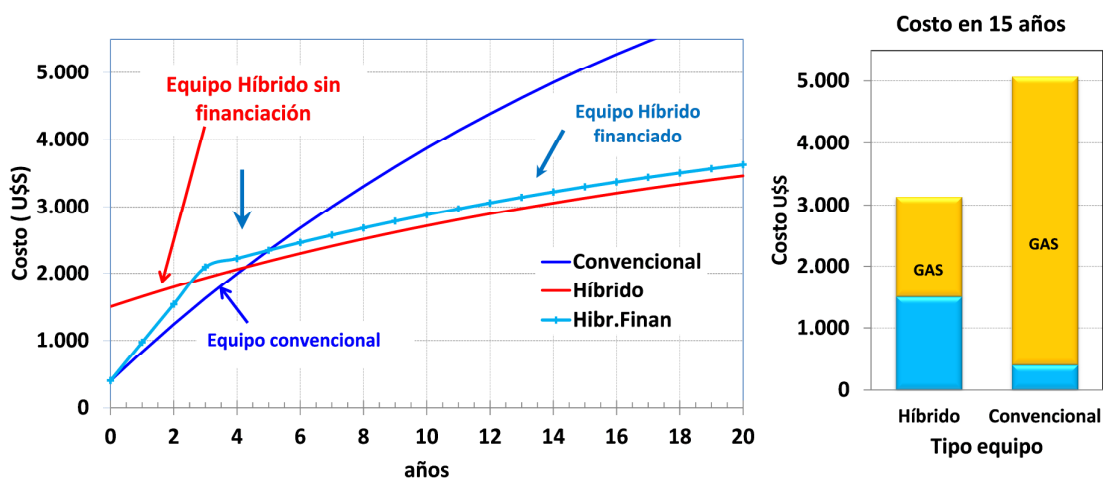


Figura 10. Escenario 6. Izquierda, variación de los costos totales, equipo y abastecimiento de gas para los dos equipos, convencional a gas y solar híbrido (solar-gas). Costo del gas 25 U\$S/millón de BTU y con un equipo híbrido de 1500 U\$S. En este caso el mayor costo del equipo híbrido se amortiza en 4 años. También se muestra el costo de los equipos híbridos con una financiación de tres años a una tasa de 5% en dólares. A la derecha se indican los costos totales, reducidos a valores presentes, al cabo de 15 años, de los equipos híbridos y convencionales. La parte inferior de las barras (en celeste) indica el costo del equipo y la parte superior (en amarillo) indica el costo del combustible.

Falta de incentivos económicos, financieros y subsidios: Por lo discutido más arriba, se observa que solo en el caso de los usuarios de GLP en Argentina, es posible que el mercado por sí solo impulse el desarrollo de la energía solar térmica para el calentamiento de agua sanitaria. En el caso de los usuarios de gas natural se requiere de incentivos económicos y financieros a la par de algunos subsidios a la adquisición de equipos solares híbridos. La razón de por qué el país o el gobierno debería impulsarlos, es que a nivel nacional al ahorrar gas importado, se beneficia el sistema, ya que a un costo superior a los 10 U\$S/millón de BTU, ver escenario 3, Figura 7, al cabo de 15 años hay un beneficio económico neto. Además, se tiende a equilibrar la balanza comercial a la par de estimular un importante desarrollo industrial nacional con creación de empleo.

Subsidios al gas: Por lo discutido más arriba, resulta claro que sería mucho más beneficioso para el país en general y para el sistema energético nacional, subsidiar la eficiencia y el desarrollo de la energía solar térmica en lugar de subsidiar al gas. El subsidio al gas, inhibe cualquier desarrollo de otras alternativas energéticas, no estimula la

producción local e incita a un uso no racional del gas, como el que se observa en el sur de Argentina. (14) (15) Por lo tanto, siguiendo la política desarrollada en muchos países de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), es preferible subsidiar la eficiencia y las energías renovables en lugar del consumo.

Conclusiones

Nuestras estimaciones preliminares sugieren que el ahorro de gas, utilizando equipos híbridos, sol-gas, podrían aportar ahorros del orden del 60 al 70% del consumo de gas utilizado en el calentamiento de agua sanitaria. De 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 importantes, habida cuenta que el consumo de gas destinado al calentamiento de agua en Argentina equivale al 57% del gas importado.

Tanto por razones económicas como medioambientales, creemos que es preferible subsidiar la eficiencia y las energías renovables en lugar del consumo. El subsidio al gas, inhibe cualquier desarrollo de otras alternativas energéticas, no estimula la producción local e incita a un uso no racional del gas como el que se observa en el sur de Argentina.

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. En el caso de los usuarios de GLP la inversión en equipos solares híbridos se amortiza en unos 4 años y al cabo de 15 años hay un beneficio económico neto para los usuarios. En este caso las condiciones de mercado ya permiten un desarrollo de esta tecnología. Sin embargo en el caso de los usuarios de gas natural, es necesaria la introducción de estímulos económicos y financieros para el desarrollo de esta tecnología.

Un aspecto clave para reducir las barreras al desarrollo de la energía solar térmica, es el desarrollo de normas técnicas de seguridad, integridad física, eficiencia, calidad, etc. que estos equipos deben cumplir obligatoriamente en todo el territorio nacional al igual que la implementación de un organismo con autoridad de aplicación, regulación y promoción de la energía solar en Argentina que sería conveniente que abarcara el aspecto de eficiencia energética como los creados en otros países de la región como Chile, México y Brasil. Asimismo es necesaria una reglamentación que avance en los temas de uso del sol en las zonas urbanas.

Referencias

1. Annual Energy Outlook 2009 with projections to 2030, Departamento de Energía de los EEUU . www.eia.doe.gov/oi/af/aeo/index.html del DOE. [En línea]
2. *Posibilidades de ahorro de gas en Argentina- Hacia un uso más eficiente de la energía.* Gil, Salvador. 2, Abril de 2009, Petrotecnia (Revista del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas), págs. 80-84. ISSN 0031-6598.
3. IPCC. International Panel on : Climate Change. Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. <http://www.ipcc.ch/>. [En línea] 2011.
4. *Proyección de demanda de gas para mediano y largo plazo.* Gil, Salvador. Octubre de 2007, Petrotecnia (Revista del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas), Vol. XLVIII, págs. 86-100.
5. INDEC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Vivienda, hogares y hábitat. <http://www.indec.gov.ar>. [En línea]
6. Consumo e agua en el mundo. <http://teleobjetivo.org/blog/consumo-mundial-de-agua.html>. [En línea]
7. ENARGAS. Ente Nacional Regulador del Gas. www.enargas.gov.ar. [En línea] 2014. www.enargas.gov.ar.
8. Consumo de agua en la Ciudad de Buenos Aires- Gobierno Ciudad Autónoma e Buenos Aires. http://www.buenosaires.edu.ar/areas/educacion/recursos/medio_ambiente/consumo.php?menu_id=31056. [En línea] 2013.
9. *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.
10. *Aprovechamiento de la energía solar en la Argentina.* Lanson, A. y Ét., Al. Feb. 2014, 2014, Petrotecnia (Revista del IAPG), Vol. LV, págs. 62-70.
11. *Colectores solares para agua.* Placco, C., Saravia, L. y Cadena, C. Salta : INENCO , 2008, Vols. http://www.inti.gob.ar/renova/pdf/colectores_solares_aguacaliente.pdf.
12. OLADE. *Barreras para el desarrollo del mercado de la energía solar para calentamiento de agua en América Latina y el Caribe.* 2010. http://biblioteca.olade.org/iah/fulltext/Bjnbr/v32_2/old0221.pdf.
13. *Fundación Bariloche, para la Secretaría de Energía de l Nación de Argetina. Energías renovables diagnóstico, barreras y propuestas.* Secretaría de Energía de l Nación de Argetina. Buenos Aires : s.n., 2009. http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/contenidos_didacticos/publicaciones/EnergiasRenovables.pdf.
14. *¿Cómo se distribuye el consumo residencial de gas? Modos de promover un uso más eficiente del gas.* Gil, S. y Prieto, R. 6, Bs.As. : s.n., Dic. de 2013, Petrotecnia, Vol. LIV, págs. 81-92.
15. *Eficiencia en el uso del gas natural en viviendas unifamiliares de la ciudad de Bariloche.* González , A. D. , Crivelli , E. y Gortari, S. 2006, Instituto Argentino del Petróleo y del Gas, Vol. 10.

Ref: [http://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/documents/\(13\)actas_-_trabajos_completos_0.pdf](http://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/documents/(13)actas_-_trabajos_completos_0.pdf)