

¿Cuáles son los modos más
eficientes y económicos de producir
agua caliente en las viviendas?



*Informe elaborado bajo Convenio CEARE-ENARGAS
Mayo 2020*

¿Cuáles son los modos más eficientes y económicos de producir agua caliente en las viviendas?

*Leila Mora Iannelli^{a,b}
Salvador Gil^b*

a. Gerencia de Distribución del Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS), Buenos Aires, Argentina.

b. Escuela de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), Buenos Aires, Argentina.

¿CUÁLES SON LOS MODOS MÁS EFICIENTES Y ECONÓMICOS DE PRODUCIR AGUA CALIENTE EN LAS VIVIENDAS?

El calentamiento de agua sanitaria es el segundo consumo energético en las viviendas argentinas, después de la calefacción. Representa aproximadamente el 33% del consumo de la energía residencial [1], [2].

La búsqueda de formas más eficientes y sustentables de lograr *Agua Caliente Sanitaria* (ACS), es de gran relevancia social, económica y ambiental. En este trabajo se discuten las distintas tecnologías disponibles en el país, sus consumos energéticos, costos, y emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Se analizan los casos de equipos que usan como combustible *gas natural por redes* (GN), *gas licuado en garrafas o tubos* (GLP), *electricidad* (EE) y *solares térmicos* (ST). Esta diferenciación es muy importante, ya que la misma unidad de energía en Argentina, tiene precios bien distintos según qué insumo energético utilicemos, como se ilustra en la **Figura 1**. Además, dado que el suministro solar es intermitente, los sistemas solares requieren de equipos complementarios que usan energía convencional para calentar el agua, a estos sistemas combinados se los denominan *sistemas híbridos*¹. Se consideran equipos con tecnologías convencionales a gas y electricidad (incluso bomba de calor).

1. Sistema solar térmico complementado con un sistema de energía convencional [6].

Figura 1. COSTO Y EMISIONES DE CO₂

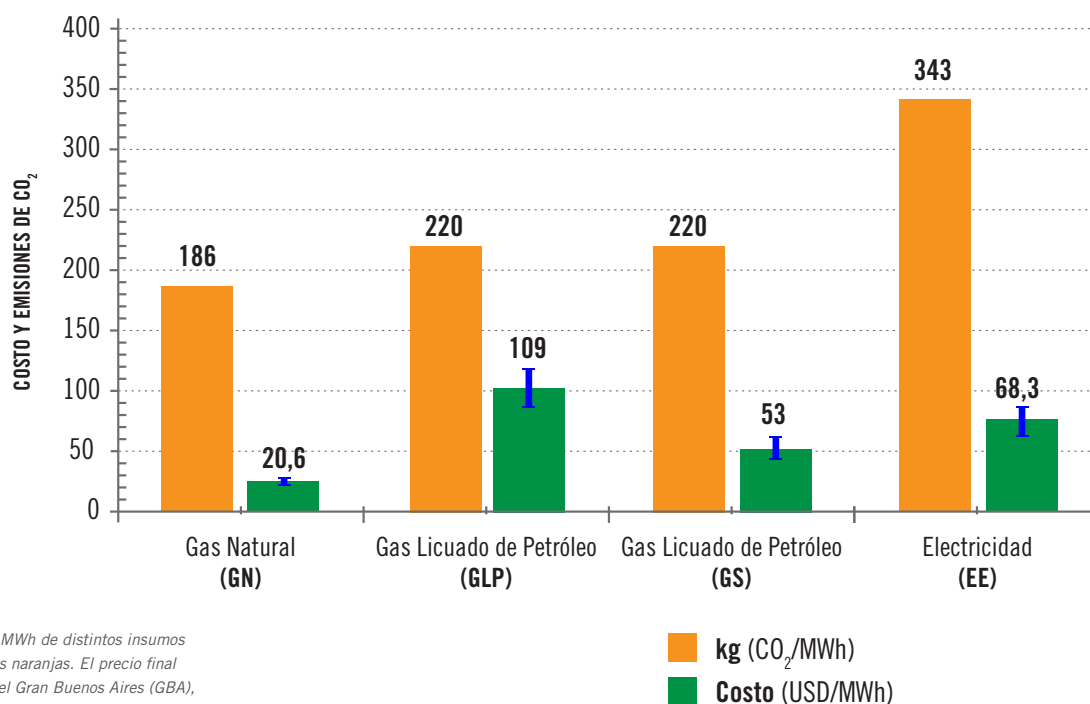


Figura 1. Emisiones de CO₂ por MWh de distintos insumos energéticos en Argentina, barras naranjas. El precio final promedio de estos insumos en el Gran Buenos Aires (GBA), incluyendo impuestos, está representado por barras verdes en USD/MWh. Tomando los valores vigentes al 20 de enero de 2020 con un USD=\$62. Los segmentos azules indican la dispersión de precios en distintas regiones de Argentina. GLP(GS) se refiere al gas envasado de usuarios que reciben el beneficio de garrafas sociales.

En Argentina, el consumo medio de ACS para una familia típica de 3,3 personas es de unos 180 litros de agua por día [3]. La energía necesaria para llevar este volumen de agua de 17°C a 42°C (temperatura de confort para ACS), requiere de 5,2 kWh/día (equivalente a 0,5 m³(GN)/día). Paradójicamente los equipos convencionales de ACS en Argentina tienen consumos pasivos (pilotos y/o consumos de mantenimiento del agua caliente) que varían entre 5 a 8 kWh/día. Es decir, estos consumos pasivos son comparables o mayores a la energía intrínseca para calentar el agua. Por ejemplo, los termotanques tienen consumos de mantenimiento que varían entre 1,5 a 9 kWh/día. Así vemos que el consumo total para ACS varía entre unos 6,7 a 15 kWh/día. Dado que el consumo residencial medio de electricidad en Argentina es de unos 8,2 kWh/día, advertimos que, si el calentamiento de agua se realiza con electricidad, este consumo duplica fácilmente el consumo eléctrico de una vivienda.

De la discusión anterior, surge que un requisito básico para que los equipos de ACS minimicen su consumo de energía y emisiones de GEI, tanto en su versión convencional como solares térmicos u otra tecnología, es crucial que disminuyan o eliminen los consumos pasivos [4]. Por ejemplo, un equipo solar térmico híbrido², en la zona central de Argentina, típicamente puede proveer el 65% o 70% de la energía usada para ACS. O sea que deberíamos suplir el resto (1,6 kWh/día) de la energía con alguna fuente convencional. Pero si nuestro equipo de apoyo es un termotanque convencional, su consumo de mantenimiento será del orden de los 5 ± 2 kWh/día, con lo que el ahorro total de energía convencional será del orden de 30% o 35%. Si por el contrario, el equipo de apoyo no tiene consumos pasivos, como por ejemplo un calefón a gas modulante clase A en eficiencia energética, el ahorro en energía convencional puede ser del orden del 86%, como se ilustra en la **Figura 2**.

2. Sistema solar térmico complementado con un sistema de energía convencional [2].

Figura 2. SISTEMAS DE AGUA CALIENTE SANITARIA

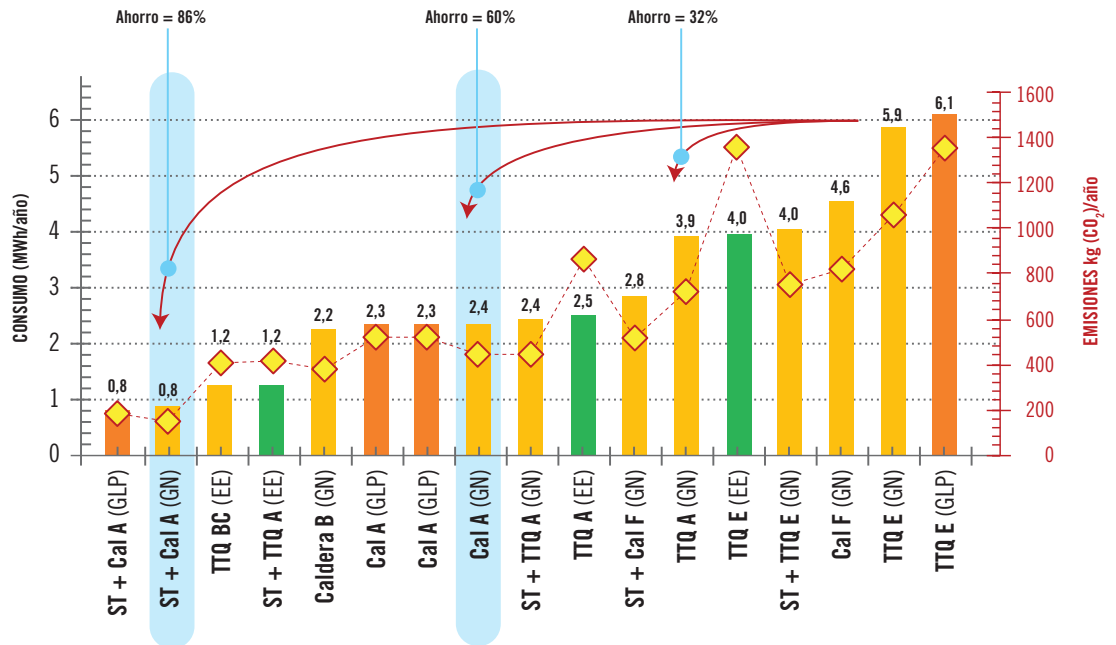


Figura 2. Consumos de energía en el calentamiento de 180 litros/día de agua sanitaria usando distintas tecnologías. La variación del consumo de las diferentes tecnologías es muy notable. Aquí ST significa equipo solar térmico. TTQ indica termotanque y Cal es Calefón. TTQ BC es un termotanque con bomba de calor. Los ahorros que un sistema solar híbrido puede aportar son muy significativos si se utiliza como respaldo un calefón modulante sin piloto, clase A. Asimismo, un calefón clase A (GN), consume menos que un sistema híbrido con termotanque de respaldo a gas. Los rombos rojos, referidos al eje vertical derecho, indican las emisiones en kg(CO₂)/año para los distintos equipos. Los números arriba de las barras son los consumos anuales en MWh, tanto de gas como electricidad³.

Las letras en esta figura indican la clase de eficiencia energética del equipo de apoyo, ya sea a gas o electricidad. Esta figura ilustra la importancia de diseñar los sistemas solares térmicos híbridos teniendo en cuenta las pautas de eficiencia, para lograr los mejores resultados.

Sin embargo, el consumo de energía constituye solo un aspecto de los costos que están involucrados en la instalación de un equipo de ACS. El usuario además del costo de la energía debe tener en cuenta el *costo de los equipos*, su *mantenimiento* y el asociado a la *instalación interna*, sobre todo en el caso

3. Un m³ (GN) equivale a 10,8 kWh.

del GN. En la **Figura 3**, se muestran los costos de distintas tecnologías de ACS disponible en el mercado para la región del GBA o CABA para enero de 2020. Los costos indicados aquí son los valores promedio de equipos de marcas reconocidas en su tipo. Para tener en cuenta que los combustibles se pagan a lo largo del tiempo de la vida útil de los equipos, su costo total se reduce a valor presente usando una tasa de descuento del 7% anual, esto se hace para tener en cuenta que el valor de dinero hoy es mayor que la misma cantidad de dinero “x” años después. Además, al computar los valores en USD se minimizan los efectos de inflación. Lo mismo se hace con el costo de mantenimiento de los equipos; que se supone proporcional al costo del equipo (50%) a realizarse a mitad de su vida útil. Con estos criterios, en la **Figura 3** se muestran los costos totales a lo largo de 15 años en USD. En esta figura se incluyen equipos que funcionan a GN, GLP, EE e ST híbridos.

Figura 3. COSTO TOTAL A 15 AÑOS

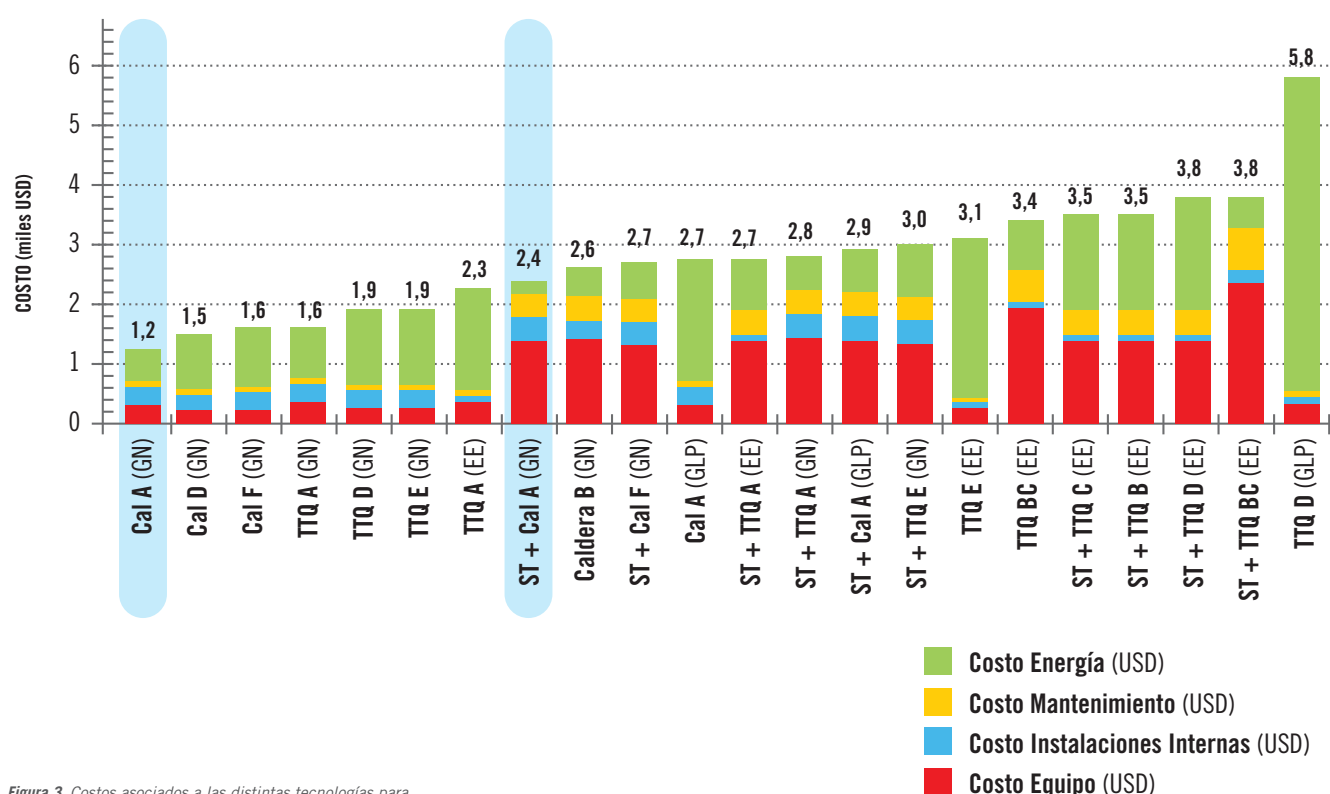


Figura 3. Costos asociados a las distintas tecnologías para equipos de ACS a lo largo de 15 años, en GBA o CABA. Las barras rojas indican los costos de los equipos, los de la energía en verde, los de mantenimiento en amarillo y los de instalación en celeste. Las siglas son las mismas que en la Figura 2, excepto que aquí se incluye también caldera.

Como se ve, el modo más económico de producir ACS en la zona central de Argentina, es utilizando calefones A a gas natural con encendido electrónico. Si los usuarios tienen acceso a GN, los equipos solares térmicos (ST) no logran amortizarse en este tiempo (15 años). Asimismo, se observa, que instalar un sistema ST a un termotanque a gas antiguo o etiqueta E (ST + TTQ E (GN)) no es una buena elección, un simple calefón clase A, es más económico.

Para aquellos usuarios que no disponen de gas natural por redes y dependen de la electricidad o el GLP, los sistemas ST no son la mejor opción económica, como lo ilustra la **Figura 3**. Dependiendo del costo de la electricidad, un termotanque eléctrico clase “A” o calefón clase “A” a GLP, pueden ser opciones más convenientes. Aunque si se tienen en cuenta las emisiones de CO₂, los sistemas solares térmicos híbridos tienen claras ventajas, ya que sus emisiones son un tercio de las de un calefón clase “A”, como se ve en la **Figura 2**.

Las tecnologías ST y las bombas de calor, tienen mucha potencialidad, por su bajo consumo de energía, **Figura 2**; sin embargo, su alto costo, los convierte en opciones menos atractivas, **Figura 3**.

Una barrera importante que se observa para el desarrollo de los sistemas ST y las bombas de calor en Argentina, son sus altos costos iniciales, comparado con los convencionales. La actual regulación vigente en Argentina exige a los artefactos de calentamiento de agua convencionales, tanto a gas como eléctricos, el cumplimiento de *normas de seguridad, buen funcionamiento y eficiencia* [5]. El etiquetado de eficiencia energética es además un indicador útil y simple para que los usuarios puedan realizar una elección racional de sus equipos. La regulación nacional referente a equipos solares térmicos no exige niveles de funcionamiento y eficiencia similares. Tampoco existe una regulación de eficiencia y calidad de los sistemas solares, comparable a los convencionales. Esta carencia de regulaciones actúa como una barrera adicional para el desarrollo del mercado solar térmico. Además, abre un abanico de posibilidades para que proliferen equipos de baja calidad con promesas de prestaciones de ahorro y vida útil, que en muchos casos no se

cumplen. Asimismo, sería útil contar con garantías de los equipos solares, que incluyan su mantenimiento, por al menos 5 años, así se aseguraría la buena prestación y reducirían los riesgos de optar por una tecnología que no es estándar. El desarrollo de la tecnología solar térmica depende de costos asequibles y una amplia aceptación social. Esto último requiere de un buen funcionamiento y correcto mantenimiento, de modo tal que sus beneficios se extiendan en el tiempo. También sería deseable promover la capacitación de los vecinos y una red de técnicos que faciliten el funcionamiento y buen mantenimiento de los equipos, para así aumentar la aceptación social de estas tecnologías.

Otra barrera importante de las nuevas tecnologías proviene de la actual coyuntura nacional. Los equipos en general se cotizan en dólares, mientras que las tarifas de energía están en pesos. Así, un equipo ST o bomba de calor implica invertir un valor en dólares al presente para ahorrar pesos a futuro, lo que no resulta una inversión muy atractiva en estos tiempos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Gastiarena y Otros, «Gas versus Electricidad: Uso de la energía en el sector residencial» *Revista Petrotecnia*, vol. LVI, pp. 50-60, Abril 2017.
- [2] D. Ürge-Vorsatz y Otros, «Energy End-Use: Buildings», *Global Energy Assessment: Toward a Sustainable Future*, Cambridge, Cambridge University Press, 2012, p. 649-760.
- [3] L. M. Iannelli, «Eficiencia en el Calentamiento de Agua Sanitaria para Uso Residencial en Argentina-Tesis», CEARE-UBA, Buenos Aires, 2019.
- [4] L. Iannelli y a. et, «Eficiencia en el calentamiento de agua. Consumos pasivos en sistemas convencionales y solares híbridos», *Revista Petrotecnia*, vol. LV, N° 3, pp. 586-595, 2016.
- [5] ENARGAS, «Ente Nacional Regulador del Gas - Normativa - Normas Técnicas - Aterfactos», Ente Nacional Regulador del Gas - Argentina, [En línea]. <https://www.enargas.gob.ar/secciones/normativa/normas-tecnicas.php>
- [6] L. Iannelli y Otros, «Eficiencia en el calentamiento de agua caliente sanitaria en Argentina», *Energías Renovables y Medio Ambiente*, ASADES, vol. 39, pp. 21-29, 2017.
- [7] S. Carrizo y Otros, *Vivienda Social Sostenible*, <http://biblioteca.camarco.org.ar/> ed., Buenos Aires: Cámara Argentina de la Construcción, 2019.