

Hacia una transición energética justa: Fomentando el uso de calentadores solares de agua en México

Los calentadores solares de agua (CSA) se han convertido en una tecnología crucial para reducir el consumo de combustibles fósiles para acceder al servicio de agua caliente en los hogares que lo necesitan. Esta innovación no solo aborda problemas sociales, sino también la implementación de CSA puede generar ahorros económicos considerables para las familias y, a su vez, contribuir con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y de precursores de ozono.¹ México cuenta con una de las irradiaciones solares promedio más altas en el mundo; a pesar de ello, solo el 13.4% de sus viviendas² cuenta con esta tecnología.

La oportunidad y necesidad de calentadores solares de agua en México

México se encuentra en una de las regiones más favorecidas en irradiación solar, donde se reciben diariamente en promedio 5.7 kWh/m², muy por encima del promedio de irradiación recibida en China y en Turquía, con 4.1 y 4.6 kWh/m² respectivamente (SOLARGIS, 2023).³ Ambos países representan el primer y segundo lugar a nivel global de capacidad instalada por sistemas de calentamiento solar de agua (Weiss & Spörk-Dür, 2023).⁴ A pesar de la gran irradiación que recibe México, la penetración de los CSA ha sido limitada. En 2022, apenas se contó con una producción de energía primaria proveniente del sol de 2.78%⁵ a nivel nacional, y tan solo el 13.4% de las viviendas en el país cuenta con un CSA (INEGI, 2022).

Este dato es relevante, debido a que los sistemas convencionales de calentamiento de agua contribuyen en la emisión de GEI⁶ y, por lo tanto, al cambio climático. Por ejemplo, Triana (2012) afirma que en la Ciudad de México cada familia, al calentar el agua con calentadores tradicionales como los *boilers*, genera de seis a ocho kilos de dióxido de carbono (CO₂) (Agencia Quadratin, 2012).

El desaprovechamiento de esta tecnología para el calentamiento de agua se puede apreciar en la Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares (ENCEVI) de 2018. En ella, se constata que en el 86% de las viviendas de México el principal combustible de uso es el gas,⁷ a su vez, el 75% de las viviendas que cuentan con algún tipo de calentador de agua utiliza los de gas (SENER-CONUEE-INEGI, 2018).

Dichos datos subrayan la urgente necesidad de buscar alternativas más sostenibles para el calentamiento de agua en México.

Calentadores solares de agua: El impacto en la transición energética justa y atención a la desigualdad de género

La adopción de CSA a nivel comunitario tiene el potencial de aportar a una transición energética justa, al facilitar que las comunidades locales generen y gestionen su propia energía y eviten depender de la red principal. Proyectos análogos como *Iluméxico* han empoderado a comunidades rurales sin acceso a la red de distribución eléctrica, a través de la implementación de sistemas solares que atienden necesidades específicas, ya sean domésticas, productivas, educativas o sanitarias. Entre 2009 y 2020, el proyecto instaló 23 mil sistemas, generó 3.7 MW de capacidad en más de 2 mil comunidades y benefició a aproximadamente 100 mil usuarios (Vilchis, 2020).

El empoderamiento derivado de la independencia energética coadyuva en la reducción de la desigualdad de género, como lo demuestra el *Barefoot College* de la India. Gracias a este proyecto se han capacitado mujeres de comunidades rurales, incluyendo mujeres indígenas de Chiapas, para convertirse en ingenieras solares (Alerta Chiapas, 2019). Además, las mujeres se empoderan económicamente al recibir remuneración por la instalación y el mantenimiento de sistemas solares que incluyen calentadores de agua, en sus propias comunidades (OMPI, 2009).



¹ Principalmente compuestos orgánicos volátiles (COV) como el butano, metano y propano presentes en el Gas LP y Gas Natural. Para más detalles, consultar "Diagnóstico de equipos a Gas LP y actualización de factores de emisión de fugas y combustión de Gas LP en viviendas de la ZMVM" (SEDEMA, 2016, pp. 5-6).

² Vivienda se refiere al espacio donde pueden residir uno o más hogares. Para más detalles, consultar el apartado Glosario de INEGI (2023).

³ Se refiere a las Irradiación Horizontal Global (GHI), que es la cantidad total de energía solar recibida por una superficie horizontal. Incluye tanto la radiación directa del sol como la radiación difusa que ha sido dispersada por la atmósfera.

⁴ China con 381,538 GW_m y Turquía con 18,919 GW_m.

⁵ Cálculo propio a partir del Balance Nacional de Energía 2022 (SENER, 2023).

⁶ La contribución de CO₂e por calentamiento de agua tiene una variación por el tipo de combustible y su eficiencia. Para más detalles, consultar "Índices GEI para el uso de agua en la vivienda en México" (BIÉ, 2014, pp. 26-40).

⁷ El 86% corresponde a la suma de 79% de Gas LP y 7% de Gas Natural.



Avance y limitaciones de los programas de instalación de calentadores solares de agua en México

A pesar del enorme potencial que tienen las energías renovables y, en particular la de los CSA, el avance en la política y programas públicos en la materia ha sido limitado. Los avances en programas de instalación de CSA son inciertos: hay una implementación insuficiente, intermitente, asimétrica y una falta de seguimiento y evaluación para entender su alcance real. A la fecha, se pueden identificar cuatro tipos de programas generales:

1. Programas sociales del orden local y municipal.

Se han identificado al menos 7 mil 735 proyectos afines a CSA, dentro de los Informes al Congreso de la Unión de 18 entidades federativas, que favorecieron a poco más de 400 mil personas (El Poder del Consumidor, 2022); sin embargo, los mecanismos de apoyo, fondos o financiamientos no estaban homologados y los criterios para su entrega eran discrecionales.

2. Organismos privados de participación mixta.

Entre las instituciones que destacan en este ámbito se encuentra, desde 1990, el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE). Este organismo, de naturaleza privada con participación mixta, ha promovido medidas que han favorecido el uso eficiente de la energía eléctrica y su generación mediante fuentes renovables, con el fin de contribuir al desarrollo económico y social y a la conservación del medio ambiente (FIDE, 2023).

3. Hipoteca verde. Desde 2007, este esquema de financiamiento de vivienda, ideado por el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), ha buscado fomentar la aplicación de sistemas y tecnologías de eficiencia energética en hogares de bajos ingresos (CONAVI, 2010).

4. Iniciativa para la transformación y el fortalecimiento del mercado de calentamiento solar del agua en México. Esta iniciativa se lanzó en 2009 y realizó acciones en diversos ámbitos, como: apoyo al marco legal y regulatorio para un desarrollo sostenible del mercado de CSA, difusión y concientización sobre el uso de calentadores solares de agua, creación de esquemas de financiamiento para incentivar el crecimiento del mercado, asegurar la calidad de la cadena de valor y el monitoreo del mercado, junto con el intercambio de lecciones aprendidas y la creación de redes de información (De Buen, 2017).

Acceso a calentadores solares de agua como parte de una política en beneficio de los consumidores y del país

Una política pública que promueva el acceso a CSA en México, orientada a una transición energética justa puede ofrecer beneficios económicos, medioambientales y sociales para los consumidores y el país en su conjunto.

- **Ahorro económico:** La implementación de CSA tiene el potencial de reducir la dependencia de los hogares de los combustibles fósiles como el gas y la electricidad para calentar el agua. De esta manera se generarían ahorros sustanciales en las facturas de servicios públicos. Este beneficio puede ser particularmente significativo para hogares de bajos ingresos. De acuerdo con la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), al adquirir un CSA se recupera la inversión de “la instalación en aproximadamente tres años, por lo que después de ese tiempo, el agua caliente de que dispones es totalmente gratuita” (2014).



Instalación de calentadores solares en los municipios del estado de Puebla.
Imagen del Gobierno del estado de Puebla

- **Menor dependencia de combustibles fósiles y contribución a la lucha contra el cambio climático:** Al utilizar CSA, los hogares y viviendas pueden reducir su dependencia del gas, un combustible fósil que contribuye a la emisión de GEI y de esta manera, contribuir a la sostenibilidad ambiental y a la mitigación del cambio climático. Una instalación solar de uso doméstico tiene la capacidad de disminuir el consumo de combustibles fósiles entre un 60% y un 80% (De Buen, 2017). Resch (2020) sostiene que “dado que el calentamiento de agua representa una media del 30% de las emisiones de CO₂ de un hogar, un calentador de agua solar (sic) permitiría reducir sus emisiones totales en más de un 20%”.
- **Reducción de emisiones de contaminantes:** El uso de CSA, en lugar de equipos de calentamiento de agua a Gas LP (tales como *boilers* y estufas), contribuye significativamente a disminuir la emisión de contaminantes, ya que debido a las fugas que ocurren en sus sistemas de instalación estos dispositivos suelen ser fuentes de contaminantes precursores del ozono. Por ejemplo, en la Zona Metropolitana del Valle de México, las fugas en las instalaciones de Gas LP son la principal causa de emisión de COV, representando el 20% del total (SEDEMA, 2021).
- **Creación de empleo:** Con la demanda de instalación y mantenimiento de CSA se podrían generar nuevos empleos en el sector de las energías renovables, mismos que impactarían positivamente en la economía y proporcionarían formación profesional para la población. Según el informe anual 2022 de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), en el transcurso de un solo año (2020-2021) se observó un incremento de 700 mil nuevos empleos relacionados con energías renovables. Un ejemplo destacado ocurrió en 2021, cuando Brasil amplió su capacidad de calentamiento solar de agua en 1.8 millones de metros cuadrados. Se estima que este crecimiento, 28% superior al de 2020, generó alrededor de 42 mil empleos en actividades de fabricación e instalación (IRENA-ILO, 2022).

En adición a lo anterior, el diseño e implementación de un programa robusto de financiación para la instalación de CSA supone una oportunidad relevante para disminuir la falta de acceso al servicio energético para calentar agua con tecnologías más eficientes en aquellas viviendas que lo requieran.



Mujeres chiapanecas graduadas como Ingenieras en energía solar en la India, 2018. Imagen de Chiapas Paralelo

Objetivo de un programa público óptimo de calentadores solares de agua para México

México necesita fomentar la adopción generalizada de CSA en las viviendas del país, con el propósito de contribuir a la mitigación del cambio climático y apoyar una transición energética justa. Ambos objetivos en línea para reducir la desigualdad de género.

Recomendaciones para una política pública generalizada de calentadores solares de agua

Con la implementación de una política pública robusta y generalizada para el aprovechamiento de energías renovables, incluyendo la adopción de CSA, México se encontraría en camino hacia cumplir el objetivo de facilitar el acceso a una energía asequible, segura y sostenible, en congruencia con las metas y objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, a la que se adhirió en 2015 (NU, 2015). A continuación, se presentan recomendaciones para la construcción de una política pública efectiva y equitativa en torno a los CSA:



Vigilancia en los estándares de calidad y certificación: Establecer mecanismos de vigilancia de los estándares de calidad para los CSA. Aplicar los ya existentes, como la NOM-027-ENER/SCFI-2018, y con ello garantizar la calidad y eficiencia de los sistemas instalados.



Homologación en la definición de criterios para el acceso a programas de CSA: Asegurar estándares homogéneos que promuevan la accesibilidad del financiamiento a diversos solicitantes, incluyendo a aquellos en diferentes regiones, niveles de ingresos y contextos. Asimismo, que la homologación fomente la transparencia y la rendición de cuentas en la gestión de dichos programas.



Ampliación de programas de financiamiento: Expandir los programas de financiamiento existentes o crear nuevos, para facilitar la adquisición e instalación de CSA en hogares que actualmente carecen de sistemas de calentamiento de agua o requieren la sustitución de sus sistemas de calentamiento de agua basados en energía fósil.



Fortalecimiento y desarrollo de capacidades técnicas: Fortalecer la capacitación y formación para la instalación y mantenimiento de CSA, lo que no sólo facilitará su adopción, sino que también crearía empleos.



Desarrollo de infraestructura: Impulsar el desarrollo de infraestructura necesaria para la instalación de CSA, lo que además podría generar nuevos puestos de empleo.



Colaboración intersectorial e intergubernamental: Promover la cooperación entre los sectores público y privado, así como con actores académicos y organizaciones de la sociedad civil, con los objetivos de optimizar recursos y de compartir conocimientos y experiencias. Adicionalmente, se debe alentar las sinergias entre las diferentes dependencias gubernamentales.



Estudios de impacto con perspectiva de género: Realizar estudios de impacto diferenciado y con enfoques de derecho y equidad para entender cómo las políticas y programas en el sector de CSA afectan de manera diferente a mujeres y hombres. Este procedimiento puede facilitar la identificación de grupos vulnerables y el tratamiento de las brechas de desigualdad de género en este sector.



Inclusión de la perspectiva de género en los programas de capacitación: Asegurar que los programas de capacitación y educación en el área de energías renovables y CSA sean accesibles, también, para las mujeres y jóvenes. Esto puede significar proporcionar cuidado de niñas y niños durante las sesiones de capacitación, así como ofrecer horarios de capacitación flexibles u otras medidas para que las mujeres puedan asistir y se sientan seguras y bienvenidas en los espacios de capacitación.



Inclusión de programas en materia de CSA en planes de desarrollo: Incorporar estrategias de programas de CSA, explícitamente en el Plan Nacional de Desarrollo y en los Planes Estatales de Desarrollo de cada entidad federativa, permitirá reforzar su importancia en la agenda de desarrollo. Esto asegurará un compromiso político duradero para promover y financiar la adopción de CSA, facilitará la distribución de recursos para programas relacionados y promoverá la colaboración intersectorial e intergubernamental.



Seguimiento y evaluación: Implementar un sistema de seguimiento y evaluación para medir la eficacia de las políticas y programas de financiamiento e implementación de CSA, con el fin de realizar ajustes cuando sea necesario.



Calentador solar de agua en Tlachichuca, Puebla. Imagen del Gobierno del estado de Puebla



Bibliografía

- Agencia Quadratín. (2012). *Cada que nos bañamos generamos hasta 8 kilos de CO₂*. Obtenido de Quadratín México: <https://mexico.quadratin.com.mx/cada-que-nos-banamos-generamos-hasta-8-kilos-de-co2/>
- Alerta Chiapas. (2019). *Cuatro indígenas de Chiapas regresan de la India como ingenieras solares*. Obtenido de Alerta Chiapas: <https://alertachiapas.com/2019/09/18/cuatro-indigenas-de-chiapas-regresan-de-la-india-como-ingenieras-solares/>
- BID. (2014). Índices GEI para el uso de agua en la vivienda en México. Obtenido de https://www.greenfinancelac.org/wp-content/uploads/2016/10/Indices_GEI_para_uso_agua_vivienda_Mexico.pdf
- CONAVI. (2010). Soluciones verdes para el sector vivienda. Obtenido de <http://centro.paot.org.mx/documentos/conavi/cop16.pdf>
- CONUEE. (2014). *Calentamiento solar de agua - En mi casa*. Obtenido de CONUEE: <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/calentamiento-solar-de-agua-en-mi-casa?state=published>
- De Buen, O. (2017). *Iniciativa para la Transformación y el Fortalecimiento del Mercado de Calentadores Solares de Agua*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/394453/Iniciativa_para_la_Transformaci_n_y_el_Fortalecimiento_del_Mercado_de_Calentadores_Solares_de_Agua.pdf
- FIDE. (2023). ¿Qué es el FIDE? Obtenido de FIDE: https://www.fide.org.mx/?page_id=14731
- INEGI. (2022). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH). 2022 Nueva serie. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2022/#tabulados>
- INEGI. (2023). Glosario. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/app/glosario/default.html?p=cpv2020>
- IRENA-ILO. (2022). *Renewable energy and jobs: Annual review 2022*. Obtenido de https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Sep/IRENA_Renewable_energy_and_jobs_2022.pdf?rev=7c0be3e04bfa4cddaedb4277861b1b61
- Lebel, E., Finnegan, C., Ouyang, Z., & Jackson, R. (2022). Methane and NOx Emissions from Natural Gas Stoves, Cooktops, and Ovens in Residential Homes. *Environmental Science & Technology*, 2529-2539. Obtenido de <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.est.1c04707>
- NU. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Obtenido de https://agenda2030.mx/docs/doctos/A_RES_70_1_es.pdf
- OMPI. (2009). Barefoot College - *Las abuelas se especializan en energía solar*. Obtenido de Revista de la OMPI: https://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2009/03/article_0002.html
- Resch, R. (2020). *La promesa de la energía solar: Estrategia energética para reducir las emisiones de carbono en el siglo XXI*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/chronicle/article/la-promesa-de-la-energia-solar-estrategia-energetica-para-reducir-las-emisiones-de-carbono-en-el#:~:text=Dado%20que%20el%20calentamiento%20de.en%20m%C3%A1s%20de%20un%2020%25.>
- SEDEMA. (2016). Diagnóstico de equipos a Gas LP y actualización de factores de emisión de fugas y combustión de Gas LP. en viviendas de la ZMVM. Obtenido de <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/5a6/90c/ee5/5a690cee5778a676474901.pdf>
- SEDEMA. (2021). Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México. Obtenido de <http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/proaire2021-2030/pdf/CapitulosVersionCompleta-ProAireZMVM2021-2030/ProAireZMVM2021-2030-Capitulo5.pdf>
- SENER. (2023). *Balance Nacional de Energía 2022*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/841526/BNE_2022.pdf
- SENER-CONUEE-INEGI. (2018). Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares, 2018. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/encevi/2018/doc/encevi2018_presentacion_resultados.pdf
- Vilchis, C. (2020). *Las energías híbridas y/o renovables como modelo alternativo de suministro para localidades aisladas de la red eléctrica en México, 2020: Una propuesta de política pública*. Obtenido de <https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/636960/Tesis%20FINAL%20Carla%20Vilchis%20Munigua.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Weiss, W., & Spörk-Dür, M. (2023). *Solar Heat World Wide*. Obtenido de <https://www.iea-shc.org/Data/Sites/1/publications/Solar-Heat-Worldwide-2023.pdf>

