

Recibido 7 de julio de 2025. Aceptado 26 de noviembre de 2025. Publicado 22 de diciembre de 2025.

ISSN: 2448-7775

Panorama para la Reutilización de Agua Gris en Viviendas del Estado de Guanajuato

D. D. VÁZQUEZ RAMÍREZ¹, P. S. BASURTO CAMARILLO¹, E. S. PIZANO OROZCO², I. W. REYES BUENFIL¹, X. GONZÁLEZ RAMÍREZ¹, J. M. LOZANO GARCÍA¹, O. PIZANO MARTÍNEZ³, A. PIZANO MARTÍNEZ^{1*}.

¹Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Guanajuato.

²Departamento de Arte y Empresa, Universidad de Guanajuato.

³Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara.

*Autor de correspondencia: apizano@ugto.mx

RESUMEN El aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos es un problema que debe abordarse para garantizar el abastecimiento de agua a la sociedad y mitigar el agotamiento de los acuíferos. Este artículo presenta un panorama para la reutilización de agua gris en viviendas en Guanajuato, con el objetivo de promover el desarrollo de alternativas tecnológicas que contribuyan a enfrentar el desabasto de este líquido vital. Para este fin, ofrece una visión general del problema de la escasez de agua en un contexto internacional, nacional y estatal. Además, incluye una estimación del volumen de agua gris generada en una vivienda y en la entidad. También analiza la reducción potencial en la explotación de los acuíferos y demanda hídrica de una vivienda derivada de su reutilización. Finalmente, aborda políticas públicas y normativa oficial mexicana con el fin de evaluar la factibilidad sanitaria y ambiental de la reutilización de agua gris en viviendas.

PALABRAS CLAVE — Agua gris, reutilización, vivienda, estrés hídrico, Guanajuato.

I. INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de energía y agua es fundamental para el desarrollo del sector productivo y social. Debido a su importancia, estos recursos están considerados en la agenda para el desarrollo sostenible de la Organización de las Naciones Unidas [1]. En este sentido, la demanda actual de estos recursos debe satisfacerse de manera responsable con el fin de no comprometer su disponibilidad para las generaciones futuras.

En materia de energía, en las últimas dos décadas se han logrado avances importantes para el aprovechamiento de fuentes renovables. Por ejemplo, actualmente la tecnología de sistemas fotovoltaicos y eólicos se encuentra en un nivel de madurez importante [2], contribuyendo de esta manera a la sustentabilidad energética y ambiental. Para fortalecer el avance en este sentido, a nivel de las viviendas se ha promovido intensamente el uso de sistemas fotovoltaicos y calentadores solares [3], [4]. Un ejemplo del impulso que ha recibido esta última tecnología en la entidad es el programa de calentadores solares promovido por el gobierno de Guanajuato [4]. Debido a que ambos sistemas permiten aprovechar en casas habitación la energía solar a un costo accesible y con una elevada simpleza para el usuario, su utilización se está extendiendo rápidamente.

En materia de agua, la instalación de plantas de tratamiento es una opción que permite reutilizar grandes volúmenes de aguas residuales municipales para su aplicación en el riego agrícola y riego de áreas verdes [5].

Similarmente, a nivel industrial, se promueve fuertemente el tratamiento de aguas residuales para su reutilización y mitigar el impacto ecológico [4]. La ejecución de actividades domésticas en las viviendas produce agua gris. Esta se define como el agua residual resultante de actividades domésticas con excepción de la producida de la descarga de inodoros [6]. El tratamiento de esta agua es posible y representa un área de oportunidad que podría explotarse para reducir el consumo total de agua potable de la vivienda [7]. Esta medida engloba diversos beneficios, de entre los cuales destacan los siguientes: ayudar significativamente a la conservación del agua potable y los acuíferos, reducir la demanda de agua potable a la red hidráulica, e incrementar la disponibilidad de agua para beber [6, 7]. A pesar de estos beneficios, y a diferencia de los sistemas fotovoltaicos y calentadores solares, no es común encontrar sistemas instalados en las viviendas para reutilizar el agua gris generada.

En la literatura se encuentran propuestos diferentes sistemas para la reutilización del agua gris en viviendas [8], los cuales se pueden clasificar como sistemas sencillos y sistemas compuestos. Los sistemas sencillos se implementan a partir de elementos básicos y utilizando conocimientos empíricos [8, 9]. La principal ventaja de este tipo de sistema es su bajo costo de instalación y mantenimiento. No obstante, el proceso de reutilización se realiza predominantemente de manera manual y, por lo tanto, demanda un grado elevado de intervención, dedicación y esfuerzo por parte del usuario. En adición, el tiempo de almacenamiento del agua gris se acota

al orden de pocas horas para evitar el crecimiento de organismos patógenos que ponen en riesgo la salud de los usuarios. Estas desventajas reducen o anulan al corto plazo el interés del usuario por reutilizar el agua gris.

Por otro lado, los sistemas compuestos consideran un alto grado de automatización y control, así como tratamiento del agua gris [8, 9, 10, 11]. Este tipo de sistemas minimiza la intervención manual, facilita el proceso de reutilización, y promueve el interés por parte del usuario. Además, permiten reutilizar el agua gris sin poner en riesgo la salud del usuario y en una amplia gama de actividades domésticas, exceptuando el consumo humano. Sin embargo, su complejidad y elevado costo de implementación y mantenimiento, pueden ser factores que han limitado su adopción masiva.

No obstante, el planeta, el territorio nacional y el estado de Guanajuato se encuentran bajo condiciones de estrés hídrico preocupantes, las cuales imponen la necesidad de implementar estrategias y tecnologías para el uso eficiente del agua. Estas condiciones se describen en este artículo como base para brindar un panorama de la aplicación de sistemas para la reutilización del agua gris en viviendas de la entidad. Como parte de este panorama, se brinda una estimación del volumen potencial de agua gris que podría reutilizarse. Además, se presentan algunas políticas públicas que promueven el aprovechamiento racional del recurso hídrico, así como una descripción de normativa oficial mexicana que permite establecer un marco regulatorio para la reutilización del agua gris.

El artículo se estructura de la siguiente manera. La Sección II describe el problema de escasez de agua a nivel global. El problema de estrés hídrico nacional y estatal se presentan de manera general en la Sección III. La Sección IV proporciona la distribución del consumo de agua en el estado, con el fin estimar el volumen potencial de agua gris reutilizable. Las Secciones V y VI describen las políticas públicas y las normas mexicanas que dan sustento a la reutilización del agua gris. Finalmente, las conclusiones de este trabajo se presentan en la Sección VII.

II. ESCASEZ DE AGUA A NIVEL GLOBAL

El problema prominente asociado con la escasez del agua para uso y consumo humanos se visualizó al menos desde el año de 1993, cuando la Organización de las Naciones Unidas proclamó el 22 de marzo como el día mundial del agua. El objetivo de esta proclamación fue promover la reflexión, la acción política y el compromiso ciudadano en relación con la importancia y cuidado del agua, para no comprometer su disponibilidad en el futuro.

A poco más de tres décadas de la promulgación del día del agua, las acciones políticas, así como los esfuerzos por parte de la sociedad y del sector productivo, no han sido suficientes. El problema de la escasez del agua se ha agravado debido a factores como: el crecimiento poblacional,

la urbanización, el cambio climático y la sequía, la contaminación y, muy importantemente, por la falta de prácticas rigurosas y extensivas para la gestión y uso eficiente del agua. A manera de evidencia de este escenario drástico se puede hacer referencia al caso de la Ciudad del Cabo (Cape Town) de Sudáfrica, cuando en abril del 2018 se pronosticó que la mayoría de la ciudadanía se quedaría sin suministro de agua potable. Afortunadamente, el pronóstico no se concretó gracias a la reducción de emergencia del consumo de agua de la ciudad. Sin embargo, la gran tensión que provocó el caso dio paso al concepto del “día cero” [12]. Este concepto ha sido adoptado a nivel mundial y se refiere al momento proyectado en que una ciudad o región alcanzará un nivel crítico en el abastecimiento de agua, cuando la demanda básica exceda la disponibilidad, obligando al cierre del suministro habitual y activando un sistema de distribución de emergencia con raciones diarias limitadas [13].

Actualmente el nivel de escasez de agua en una región o país tiende a cuantificarse en términos del nivel de estrés hídrico [14]. El estrés hídrico se define como la relación porcentual entre la extracción total de agua dulce y los recursos totales de agua dulce renovable disponible, lo cual brinda un indicador de la proporción utilizada del total de recursos hídricos aprovechables. Se considera que un país o región se encuentra en nivel de estrés hídrico nulo, bajo, medio, alto o extremo cuando el valor del indicador se encuentra en los siguientes rangos: 0% a 25%, 25% a 50%, 50% a 75%, 75% a 100%, y superior al 100%, respectivamente. En base a esta escala, el Instituto de los Recursos Mundiales (WRI, por sus siglas en inglés) identifica que 25 países, que albergan un cuarto de la población mundial, experimentan anualmente un nivel extremo de estrés hídrico [15]. Es decir, requieren un volumen que supera el total de los recursos hídricos que disponen. La Fig. 1 muestra el mapa de estrés hídrico global. Se puede observar que una gran parte de nuestro planeta presenta niveles de estrés hídrico medio, alto y extremo. Se prevé que esta condición empeore hacia el 2050 [14].

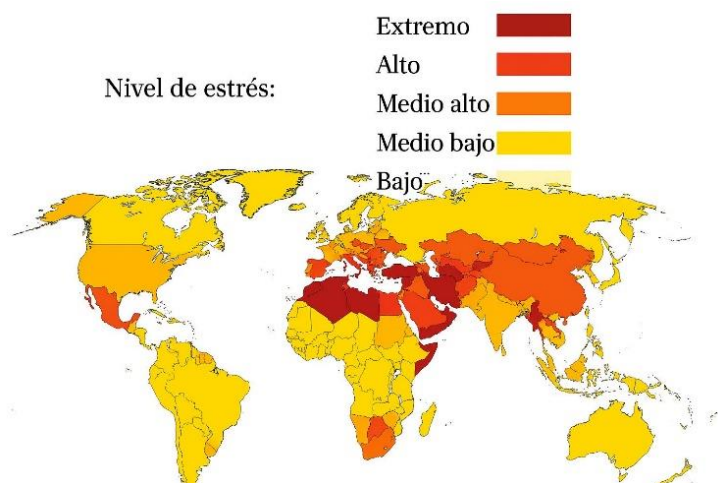


Fig. 1. Estrés hídrico global (Adaptada de [15]).

En este contexto preocupante, la Organización de las Naciones Unidas (ONU), a través de su Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) No. 6: Agua Limpia y Saneamiento, promueve el abordaje del problema de estrés hídrico global [1]. Este objetivo enuncia que “El acceso al agua potable, el saneamiento y la higiene representan la necesidad humana más básica para el cuidado de la salud y el bienestar”. Sin embargo, “Miles de millones de personas no tendrán acceso a estos servicios básicos en 2030 a menos que se cuadrupliquen los avances”. Este Objetivo No. 6 advierte que el uso eficiente de los recursos hídricos es una de las claves para reducir el estrés hídrico y sus efectos.

III. ESTRÉS HÍDRICO EN MÉXICO Y GUANAJUATO

El Programa Nacional Hídrico 2020-2024 señala que México presenta un nivel importante de estrés hídrico [16]. La Fig. 1 confirma esta situación, donde se observa que México es el único país de Norteamérica clasificado con un nivel de estrés hídrico alto. Esta condición se caracteriza por la existencia de al menos 18 estados del país que anualmente presentan problemas de suficiencia hídrica [16, 17].

La insuficiencia hídrica se agudiza por la sequía que año con año se experimenta en distintas zonas del país, como se describe a continuación. La sequía se define como un período prolongado con niveles de precipitación por debajo del promedio, lo que provoca una escasez temporal de agua disponible en el suelo, acuíferos y cuerpos superficiales. La Fig. 2 muestra el mapa de sequía nacional correspondiente al 15 de marzo de 2024 [18]. En este mapa la sequía se clasifica de acuerdo con una escala definida por los niveles D0, D1, D2, D3, y D4, los cuales indican anormalmente seco, sequía moderada, sequía severa, sequía extrema y sequía excepcional, respectivamente. Las áreas sin sequía se muestran en color gris. De este mapa se observa que una cantidad importante del territorio nacional, aproximadamente el 58%, presenta sequía de moderada (D1) a excepcional (D4). Esta condición representa un escenario de alto riesgo para el abasto y gestión del agua.

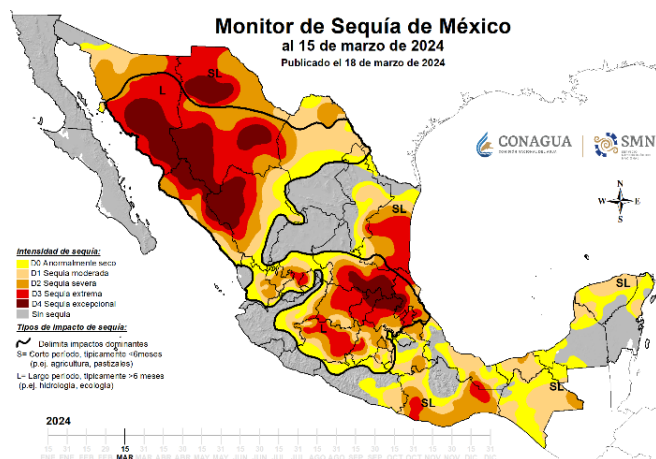


Fig. 2. Mapa de sequía nacional (obtenida de [18]).

La Tabla I muestra las únicas entidades federativas de México que, al 15 de marzo de 2024, presentaban algún nivel de sequía en la totalidad de su territorio. El estado de Guanajuato figura en esta tabla, donde se observa que el 16.4 %, 34.7 %, 44.9 % y 4 % de su superficie presentaba sequía moderada (D1), sequía severa (D2), sequía extrema (D3) y sequía excepcional (D4), respectivamente. Además, con base en la precipitación pluvial registrada durante los últimos 5 años por la Comisión Nacional del Agua [19], se obtuvo que el promedio de precipitación en la entidad es de aproximadamente 550 mm. Este valor representa el 65% del promedio nacional, lo cual indica que la entidad presenta, de forma recurrente, niveles bajos de precipitación. Esta situación afecta de manera significativa la recarga de los acuíferos en el estado.

Es importante mencionar que el estado de Guanajuato cuenta con 20 acuíferos, de los cuales 19 se encuentran en condición de sobreexplotación, lo que refleja el alto nivel de estrés hídrico en la entidad [20]. Anualmente, la extracción de agua de los 20 acuíferos del estado es de alrededor de 3,800 millones de metros cúbicos, mientras que la recarga natural se estima en aproximadamente 2,700 millones de metros cúbicos. Esta diferencia representa un déficit superior a los 1,000 millones de metros cúbicos [21]. El único acuífero que anualmente tiene una recarga superior a su explotación es Xichú-Atarjea, con un superávit anual de apenas de 0.2 millones de metros cúbicos. En consecuencia, los 19 acuíferos sobreexplotados presentan tasas de abatimiento que oscilan entre 0.5 y 3 metros por año [20]. En este sentido, es indispensable intensificar las medidas para evitar el eventual agotamiento de los acuíferos de la entidad.

El Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato (PEDGTO) 2040 reconoce esta situación de estrés hídrico [22], la cual provoca que año con año la población quede más expuesta a interrupciones en el suministro de agua potable, poniendo en riesgo el acceso continuo a este líquido vital para el desarrollo de su vida cotidiana. El sistema de tandeo implementado en 2024 en la ciudad de León constituye un ejemplo de las medidas adoptadas recientemente para enfrentar la escasez de agua potable, derivada del estrés hídrico que afecta al estado [23].

TABLA I. ENTIDADES AFECTADAS POR SEQUÍA EN 100% DE SU TERRITORIO

Entidades	D0	D1	D2	D3	D4
Chihuahua	0.0	1.3	28.1	40.0	30.6
Ciudad de México	0.0	0.3	99.7	0.0	0.0
Guanajuato	0.0	16.4	34.7	44.9	4.0
Hidalgo	0.4	10.7	24.1	34.3	30.5
Estado de México	15.7	34.9	36.0	13.4	0.0
Morelos	32.2	59.0	8.8	0.0	0.0
Querétaro	0.0	0.0	3.9	59.2	36.9

Para enfrentar esta problemática de manera más integral, el PEDGTO 2040 establece diversos retos en materia de uso y tratamiento del agua, entre los cuales destacan los siguientes: fomentar una verdadera conciencia social sobre el cuidado del agua y del medio ambiente; incrementar el tratamiento y reúso de las aguas residuales; y reducir la sobreexplotación de los acuíferos en la entidad [22].

El contexto previamente descrito pone de manifiesto dos aspectos fundamentales: a) el nivel de estrés hídrico en la entidad es preocupante; y b) es necesario intensificar las acciones para evitar comprometer la disponibilidad del recurso hídrico para las generaciones futuras. En este sentido, resulta viable plantear la implementación extensiva de la reutilización del agua gris generada en las viviendas, como una medida que contribuya a mitigar el estrés y a promover la sustentabilidad hídrica del estado de Guanajuato. A continuación, se presenta la distribución del consumo de agua en la entidad, lo que permite realizar una estimación el volumen potencial de agua gris reutilizable.

IV. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA

En Guanajuato, el recurso hídrico proviene de dos fuentes principales: aguas superficiales (lagos, presas, etc.) y aguas subterráneas (acuíferos). Prácticamente el 100 % del recurso hídrico extraído de las aguas superficiales se destina a cubrir parte de la demanda del sector agrícola. Debido a que este trabajo se enfoca en el sector público-urbano, el análisis de esta fuente queda fuera del alcance del presente estudio. El volumen extraído de los acuíferos se distribuye en cuatro sectores principales, de la siguiente manera: 71.1% en el sector agrícola, 14.1 % en el sector público-urbano, 13.2 % en servicios y otros, y 1.6 % en el sector industrial, como se ilustra en la Fig. 3 [21]. Es claro que el sector agrícola consume el mayor porcentaje del agua extraída de los acuíferos. Sin embargo, el consumo de agua en el sector urbano no es despreciable. Note que, si consideramos que la extracción anual de los acuíferos es de 3,800 millones de metros cúbicos, el sector urbano consume alrededor de 532 millones de metros cúbicos. Lo cual representa aproximadamente el 50% del déficit de recuperación de los acuíferos de la entidad.

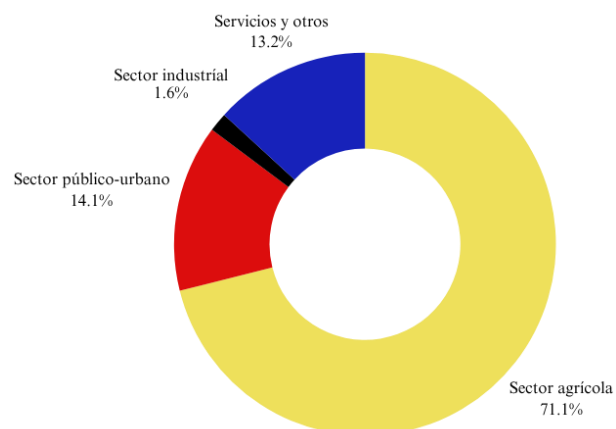


Fig. 3. Consumo distribuido de agua subterránea (adaptada de [21]).

Por simplicidad, en este trabajo se considerará que el 90 % del consumo hídrico del sector público-urbano corresponde a la demanda de las viviendas en la entidad. Con base en esta consideración, el consumo anual total de las viviendas se estima en aproximadamente 478 millones de metros cúbicos.

De acuerdo con [24], el consumo hídrico de una familia de cuatro integrantes se distribuye de la siguiente manera: 40 % en el sanitario, 32 % en la ducha, 14 % en la lavadora, 5 % en la cocina y 3 % en el lavabo; el 6% restante corresponde a otras aplicaciones. Debido a la falta de estadísticas a nivel estatal, se adopta esta distribución como referencia para las viviendas de la entidad. En este contexto, el volumen total de agua consumido anualmente en viviendas (478 millones de metros cúbicos) se distribuye como se indica en la Tabla II y se ilustra en la Fig. 4.

TABLA II. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN VIVIENDAS.

Actividad	Porcentaje (%)	Millones (m ³)
Sanitario	40	191.2
Ducha	32	152.96
Lavadora	14	66.92
Cocina	5	23.9
Lavabo	3	14.34
Otras aplicaciones	6	28.68
TOTAL	100	478

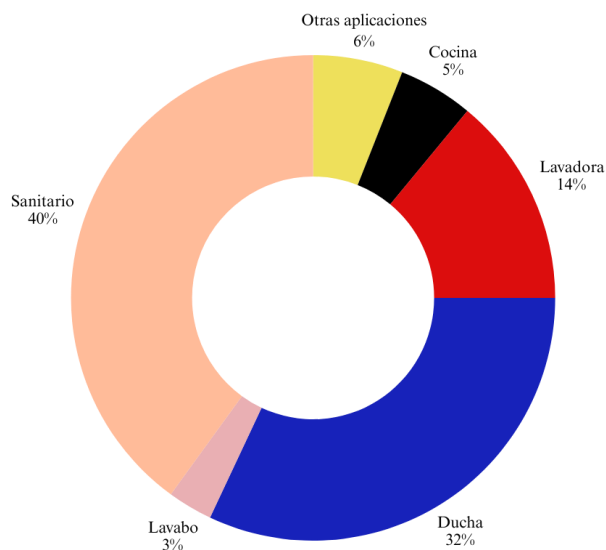


Fig. 4. Distribución de consumo en viviendas.

A. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POTENCIAL DE AGUA GRIS REUTILIZABLE

Las actividades reportadas en la [Tabla II](#) que generan agua gris son: ducha, lavadora, cocina y lavabo. El agua residual proveniente de la clasificación "otras aplicaciones" se excluye de la categoría de agua gris. Debido a su modo de uso, el agua gris generada en la ducha, la lavadora y el lavabo presenta características fisicoquímicas similares. En este sentido, se estima que un 49 % (equivalente a 234 millones de metros cúbicos) del agua consumida en las viviendas de la entidad podría recibir tratamiento en el sitio donde se genera, para su reutilización inmediata en actividades domésticas, exceptuando el consumo humano directo.

Es importante destacar que, de lograrse el tratamiento adecuado para la reutilización de estos 234 millones de metros cúbicos, se obtendría una reducción de aproximadamente un 23.4 % en la sobreexplotación actual de los mantos acuíferos de la entidad (1,000 millones de metros cúbicos). Si se considera el caso particular de una vivienda, su consumo hídrico podría reducirse en aproximadamente un 49 % mediante el tratamiento y reutilización del agua gris proveniente de la ducha, la lavadora y el lavabo.

V. IMPULSO DERIVADO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

En cuanto a las políticas públicas que impulsan la reutilización del agua gris, se identifican tres instrumentos clave: a) el PEDGTO 2040 [22], b) los Programas Nacionales Estratégicos (ProNacEs) de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación [25], y c) los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de la ONU [1].

La reutilización del agua gris generada por actividades domésticas en viviendas se alinea directamente con las

preocupaciones y retos establecidos en la dimensión Medio Ambiente y Territorio del PEDGTO 2040. En relación con los ProNacEs, este problema se vincula con el ProNacEs Agua. Finalmente, incide directamente en los ODS 6, 9, 11, 12 y 13, e indirectamente en los ODS 15 y 17.

VI. NORMATIVA OFICIAL MEXICANA

En México, actualmente no existe una norma oficial que regule de manera específica la reutilización de agua gris en entornos habitacionales. No obstante, es posible adoptar un marco de referencia basado en la norma NOM-003-ECOL-1997 [26], así como en las normas NOM-002-ECOL-1996 [27], NOM-001-ECOL-1996 [28] y NOM-001-SEMARNAT-2021 [29], como se describe a continuación.

La norma NOM-003-ECOL-1997 establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reutilicen en servicios al público, con el objetivo de proteger el medio ambiente y la salud de la población. En particular, define dichos límites considerando escenarios de contacto directo e indirecto u ocasional por parte de los usuarios. La reutilización de aguas grises en viviendas puede considerarse dentro de la categoría de uso con contacto indirecto u ocasional. En este sentido, una vez que el agua gris sea tratada para cumplir con los lineamientos establecidos en la norma, podrá reutilizarse de manera segura. Los lectores interesados en conocer el detalle de los lineamientos a cumplir pueden consultar directamente la NOM-003-ECOL-1997.

De acuerdo con la norma NOM-127-SSA1-2021 [30], el agua gris tratada no debe utilizarse para consumo humano directo. No obstante, la norma NOM-003-ECOL-1997 implica que podría utilizarse en distintas actividades domésticas que no requieren agua potable. Por lo anterior, habrá casos que, una vez reutilizada el agua gris, el agua resultante podría requerir su descarga al drenaje municipal o a un cuerpo receptor nacional. En tal situación, deberán cumplirse los lineamientos establecidos en las normas NOM-002-ECOL-1996, NOM-001-ECOL-1996 y NOM-001-SEMARNAT-2021, según corresponda al tipo de descarga.

En este contexto, el cumplimiento de las normas mencionadas permite la reutilización del agua gris generada en viviendas, así como la disposición final (descarga) del agua resultante de su reuso, dentro de un marco regulatorio ambiental y sanitario aplicable.

VII. CONCLUSIONES

A partir de un análisis integral, este artículo presenta un panorama alentador para la reutilización del agua gris en viviendas del estado de Guanajuato. Este se sustenta en la creciente escasez hídrica, tanto a nivel global como nacional y estatal, así como en la estimación del volumen potencial de agua gris que podría ser tratada y reutilizada para reducir el

consumo doméstico y mitigar la sobreexplotación de los acuíferos en la entidad. Asimismo, se identifican las políticas públicas y la normativa mexicana que respaldan la implementación de esta práctica a nivel doméstico. En conjunto, estos elementos refuerzan la viabilidad y pertinencia de reutilizar el agua gris directamente en la misma vivienda donde se genera, como una estrategia para enfrentar el desabasto de agua potable actual y preservar este recurso vital para las generaciones futuras.

RECONOCIMIENTOS

El presente estudio se ha desarrollado en el marco del proyecto CIIC 059/2025 financiado a través de la Convocatoria Institucional de Investigación Científica 2025 de la Universidad de Guanajuato. Los autores también agradecen las facilidades proporcionadas por la Universidad de Guadalajara para la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Naciones Unidas. *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- [2] International Renewable Energy Agency (IRENA). (2020). *Power generation costs 2019*. Recuperado de https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2019.pdf
- [3] International Energy Agency (IEA). (2021). *Special report on solar PV global supply chains*. Recuperado de <https://iea.blob.core.windows.net/assets/d2ee601d-6b1a-4cd2-a0e8-db02dc64332c/SpecialReportonSolarPVGlobalSupplyChains.pdf>
- [4] Gobierno del Estado de Guanajuato. (2023). *Calentadores solares*. Recuperado de <https://boletines.guanajuato.gob.mx/tag/calentadores-solares/>
- [5] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023, febrero 6). *INFORME DE LA ECONOMÍA NACIONAL*. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/saladeprensa/noticia/8053>
- [6] Virginia Tech, Biological Systems Engineering. (2014). *Greywater reuse: A guide for homeowners*. Recuperado de <https://www.wellwater.bse.vt.edu/files/Greywater-reuse.pdf>
- [7] Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Morelia (SAPAM). (2024). *Aguas grises como mecanismos de reducción del consumo personal del agua*. Recuperado de <https://sapam.gob.mx/site/aguas-grises-como-mecanismos-de-reduccion-del-consumo-personal-del-agua/>
- [8] Gross, A., Maimon, A., Alfiya, Y., Friedler, E. (2015). *Greywater Reuse*. Estados Unidos: CRC Press.
- [9] Zhou, Y., Li, B., & Yang, Z. (2020). *Modeling and optimization of hybrid renewable energy systems: A review*. *Energy Systems*, 11(2), 395-414. <https://doi.org/10.1007/s42108-020-00096-z>
- [10] Tarazona, C. Y. C. (2020). *Sistema de recolección, filtrado y reutilización de aguas de lavadoras en la Urb. Casuarinas - San Juan de Lurigancho* (Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo). Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. Recuperado de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/56562/Tarazona_CYC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [11] Management of Greywater in Developing Countries: Alternative Practices, Treatment and Potential for Reuse and Recycling. (2018). Alemania: Springer International Publishing.
- [12] UNICEF. (2021). *Urban water scarcity guidance note: Preventing Day Zero*. United Nations Children's Fund. Recuperado de https://www.unicef.org/wash/files/Urban_Water_Scarcity_Guidance_Note.pdf
- [13] Dugard, J. (2021). *Water rights in a time of fragility: An exploration of contestation and discourse around Cape Town's "Day Zero" water crisis*. *Water*, 13(22), 3247. <https://doi.org/10.3390/w13223247>
- [14] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) & UN-Water. (2021). *Progress on level of water stress: Global status and acceleration needs for SDG indicator 6.4.2 - 2021 update*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb6241en>
- [15] Kuzma, S., Saccoccia, L., & Chertock, M. (2023, August 16). 25 countries face extremely high water stress. World Resources Institute. <https://www.wri.org/insights/highest-water-stressed-countries>
- [16] Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2020). *Programa Nacional Hídrico 2020–2024: Resumen*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado de <https://www.gob.mx/conagua/documentos/programa-nacional-hidrico-pnh-2020-2024>
- [17] Esparza, M. (2014). La sequía y la escasez de agua en México: Situación actual y perspectivas futuras. *Secuencia. Revista de Historia y Ciencias Sociales*, (89), 193–219. Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-03482014000200008
- [18] Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2025). *Monitor de Sequía en México*. Comisión Nacional del Agua. Disponible en <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>
- [19] Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2025). Portada. Comisión Nacional del Agua. Disponible en <https://smn.cna.gob.mx/es/10-smn-general/portada>
- [20] Comisión Nacional del Agua. (2024, mayo 31). *Monitor de Sequía de México*. Servicio Meteorológico Nacional. Disponible en <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Climatologia/Sequia/Monitor%20de%20sequia%20en%20México/Seguimiento%20de%20Sequia/MSM20240531.pdf>
- [21] Gobierno del Estado de Guanajuato, Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), & COLMERN, A.C. (2014). *Programa Estatal Hidráulico de Guanajuato: Resumen ejecutivo*. Comisión Estatal del Agua de Guanajuato. Recuperado de <https://agua.guanajuato.gob.mx/pdf/programa%20estatal%20hidraulico%20gto%20CD.pdf>
- [22] Instituto de Planeación del Estado de Guanajuato (IPLANEG). (2018, mayo 4). *Síntesis del Plan Estatal de Desarrollo de Guanajuato 2040*. Recuperado de https://iplaneg.guanajuato.gob.mx/ped2040/wp-content/uploads/2019/01/PED2040_Sintesis_2018-05-04.pdf
- [23] Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León (SAPAL). (2024). *Tandeo 2024: Sistema de distribución de agua potable en León, Guanajuato*. Recuperado de <https://www.sapal.gob.mx/tandeo2024>
- [24] Seguros GMX, (2018), ¿Qué actividades consumen más agua en casa?. Recuperado de <https://www.gmx.com.mx/blog-gmx/%C2%BFqu%C3%A9-actividades-consumen-m%C3%A1s-agua-en-casa.html#:~:text=En%20promedio%2C%20una%20familia%20capita%20vez%20que%20abrimos%20una%20llave.>
- [25] SECIHTI. (s.f.). *Programas Nacionales Estratégicos (Pronaces)*. Secretaría Ejecutiva del Consejo de Humanidades, Ciencias y Tecnologías e Innovación. Disponible en <https://seciht.mx/pronaces/>
- [26] NOM-003-ECOL-1997, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Ciudad de México, 1997. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/311362/NOM_003_ECOL.pdf
- [27] NOM-002-ECOL-1996, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Ciudad de México, 1996. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110538/NOM_002_SEMARNAT_1996.pdf
- [28] NOM-001-ECOL-1996, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Ciudad de México, 1996. Recuperado de: <http://legismex.mty.itesm.mx/normas/ecol/semarnat001.pdf>
- [29] NOM-001-SEMARNAT-2021, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ciudad de México, 2022. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5645374
- [30] NOM-127-SSA1-2021, Secretaría de Salud, Ciudad de México, 2022. Recuperado de: <https://sidof.segob.gob.mx/notas/docFuente/5650705>