

Captación y Almacenamiento de Agua de Lluvia para la Solución de la Falta de Agua Potable en los Centros Educativos

Rainwater Harvesting and Storage for Solving the Lack of Potable Water in Educational Centers

Carlos Antonio Villarreal

Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales,
Exactas y Tecnología, Panamá.

carlosantonio.villarreal@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0001-5992-6121>

Recibido: 12/3/2025

Aceptado: 10/5/2025

DOI <https://doi.org/10.48204/3072-9629.7977>

Resumen

El agua es vida. Es la vida que fluye. El agua es fundamental para el planeta, y lo es aún más para 2,100 millones de personas en todo el mundo que no tienen acceso a ella, ni potable o que se haya tratado de forma segura.

Con el proyecto de Cosecha de Agua Lluvia, las Escuelas en áreas rurales, tiene acceso a agua apta para el consumo humano, ya que el sistema almacena más de 10, 000 litros de agua y cuenta con filtros y cloradores, que la purifican. Este proceso es certificado por el Ministerio de Salud, por lo que se ha minimizado de esta forma que se presenten enfermedades entre los beneficiados y beneficiadas. “El agua es importante para que nuestros niños se desarrollen sanamente y tengan una vida libre de enfermedades. Gracias a este proyecto nuestros niños tienen una vida sana y una vida alegre en nuestras escuelas”.

Más allá de la evidente planificación institucional y del enfoque integral que se le debe brindar al agua, es necesario desarrollar proyectos que ofrezcan solución y a la vez, generen cambios en el uso y percepción con respecto al agua. Es por ello que siguiendo la ruta propuesta por los organismos internacionales que han estudiado por años esta grave situación, se considera aprovechar los recursos que provee la naturaleza para crear un paliativo que reduzca los efectos negativos de la falta de agua.

Palabras clave: recurso hídrico, desarrollo sustentable, captación, almacenamiento, cosecha de agua.

Abstract

Water is life. It's life that flows. Water is critical to the planet, and it's even more so for the 2.1 billion people around the world who don't have access to it, it's safe to drink, or it's been safely treated.

With the Rainwater Harvesting project, schools in rural areas have access to water suitable for human consumption, since the system stores more than 10,000 liters of water and has filters and chlorinators, which purify it. This process is certified by the Ministry of Health, so it has been minimized that diseases occur among the beneficiaries. "Water is important for our children to develop healthily and have a disease-free life. Thanks to this project, our children have a healthy and joyful life in our schools."

Beyond the evident institutional planning and the comprehensive approach that must be given to water, it is necessary to develop projects that offer solutions and, at the same time, generate changes in the use and perception of water. That is why, following the route proposed by international organizations that have studied this serious situation for years, it is considered to take advantage of the resources provided by nature to create a palliative that reduces the negative effects of the lack of water.

Keywords: water resources, sustainable development, collection, storage, water harvesting.

Introducción

Uno de los principales retos a los que se enfrenta la sociedad actual, es la escasez de agua y Panamá se ha visto inmerso en este tema desde hace años. Según el Banco Mundial, en el artículo publicado en el periódico La Prensa en 2019 por el geógrafo, hidrólogo e hidrogeólogo Gustavo Cárdenas, “Panamá es el quinto país del mundo con el mayor recurso hidrológico, teniendo la precipitación media más alta de América Central. El problema del Istmo no es la falta de agua como elemento, sino su mala administración como recurso, esto acompañado de la falta de capacidades técnicas y una débil institucionalidad”.

Esta situación ha desencadenado una serie de eventos que preocupan a los organismos internacionales y a la población nacional sobre el número de jóvenes que, al asistir a las escuelas, no cuentan con el servicio del agua, se exponen a un riesgo sanitario porque no pueden lavar sus manos después de usar los baños o porque sus aulas no están limpias para el desarrollo adecuado de las actividades de aprendizaje. Mientras, otros deciden no asistir a las escuelas o, lo que a veces ocurre, las autoridades terminan suspendiendo las clases por no poder ofrecer el suministro de agua a los planteles.

La “cosecha de agua” es la recolección del agua precipitada (agua de lluvia) y de la escorrentía superficial, en un tanque de almacenamiento o embalse, para su posterior utilización como agua segura para consumo humano, en la producción agropecuaria o forestal.

La cosecha de agua de lluvia es una práctica de bajo costo que requiere un mínimo de conocimiento para su instalación, proporcionando múltiples beneficios. Este sistema puede ser usado como una fuente principal durante el periodo de lluvia o puede ser complementario a otras fuentes de agua. Para el diseño del sistema se debe definir la cantidad de agua de lluvia disponible, determinada por la intensidad de la lluvia (milímetros de precipitación) y la duración de la temporada de lluvia a lo largo del año (*Panamanian Health & Water Authorities*, 2023–2024). Seguidamente, se define la cantidad de agua que se requiere, ya sea a nivel familiar o comunitario, y se determina el lugar de almacenamiento. Existe una herramienta desarrollada por organizaciones de México que funge como soporte técnico y de cálculos básicos de estos sistemas (Agencia para el Desarrollo Sustentable, 2025).

Los Sistemas de Captación de Agua Lluvia (SCALL) constituyen una práctica adoptada para abastecer las necesidades de agua desde hace miles de años. Sin embargo, se dejaron de implementar debido a los grandes avances tecnológicos en los sistemas modernos y al crecimiento de las ciudades. Hoy en día, y debido a diversos factores, las técnicas y prácticas empleadas para la captación de agua lluvia han recobrado importancia como un medio para asegurar el acceso a este preciado recurso (Morales Rojas *et al.*, 2022).

Panamá ha decidido implementar Sistemas de Captación de Agua de Lluvia, ya que es un país bendecido por el agua, con precipitaciones que oscilan entre los 1000 y los 7000 milímetros anuales, y una precipitación media anual de 2924 litros por metro cuadrado. En términos generales, el 92.5 % de personas en Panamá cuenta con acceso a agua potable, es decir, 3 846 874 personas cuentan con este recurso. Sin embargo, a pesar

de que existen altas precipitaciones, ríos caudalosos y agua subterránea, las poblaciones indígenas de Panamá sólo tienen un 67 % de acceso a agua potable (UNESCO, 2024).

Con la ejecución del Programa SCALL en las comunidades rurales de Panamá se busca aumentar la disponibilidad de agua potable a partir de las lluvias y reducir incidencias de enfermedades gastrointestinales en niños, niñas y adultos producto del consumo de agua mala calidad. En ese sentido, se garantizará que niños y maestros de escasos recursos sean resilientes al cambio climático y mitiguen los efectos climáticos adversos como el fenómeno del niño.

Materiales y Métodos

En la presente investigación se compila información bibliográfica sobre los diferentes proyectos de Sistemas de Captación y Almacenamiento de agua lluvia que se desarrollan en el país, beneficiando a la población educativa de áreas rurales. En primer lugar, se revisaron los artículos y publicaciones de la web, de carácter científico referentes al tema en estudio; los artículos fueron leídos y luego elegidos aquellos de que hacen referencia al objeto de la investigación en Panamá. Una vez leídas las fuentes, se eligieron los artículos que apoyan la investigación.

Resultados y Discusión

Captación y almacenamiento de agua lluvia en Panamá: una estrategia sostenible para la gestión hídrica

Panamá, un país caracterizado por su exuberante biodiversidad y sus paisajes impresionantes, enfrenta desafíos en la gestión del agua, especialmente durante las estaciones secas. La captación y almacenamiento de agua lluvia emerge como una estrategia clave para abordar esta problemática, promoviendo la sostenibilidad y la seguridad hídrica en la región.

Contexto hídrico en Panamá

Aunque Panamá cuenta con una abundancia de recursos hídricos, la distribución irregular de las lluvias a lo largo del año y la variabilidad climática plantean desafíos para garantizar un suministro constante de agua potable. Durante la temporada de sequía, algunas comunidades experimentan escasez, afectando la agricultura, la industria y el abastecimiento doméstico.

La captación de agua lluvia como solución sostenible

La captación de agua lluvia se presenta como una solución sostenible y viable para mitigar los impactos de la escasez de agua en Panamá. Esta práctica implica la recolección de agua de lluvia directamente desde superficies captadoras, como techos, para su posterior almacenamiento y uso.

Ventajas de la captación de agua lluvia en Panamá

Sostenibilidad ambiental: La captación de agua lluvia reduce la dependencia de fuentes convencionales, como embalses y ríos, preservando así los ecosistemas acuáticos y minimizando la extracción de agua de fuentes naturales.

Reducción de costos: La implementación de sistemas de captación de agua lluvia puede reducir los costos asociados con la infraestructura de suministro de agua, ya que se aprovecha una fuente natural y renovable.

Independencia hídrica: Comunidades y hogares que adoptan sistemas de captación de agua lluvia se vuelven más independientes en términos de suministro de agua, especialmente en áreas propensas a la escasez estacional.

Mitigación de inundaciones: La captación de agua lluvia también contribuye a la mitigación de inundaciones al reducir la escorrentía superficial y almacenar el agua de manera controlada.

Desafíos y consideraciones

A pesar de sus beneficios, la implementación de sistemas de captación de agua lluvia en Panamá enfrenta desafíos específicos. Estos incluyen la necesidad de educación y concienciación pública sobre la importancia de esta práctica, la adaptación de regulaciones y normativas, y la inversión inicial requerida para la instalación de sistemas adecuados.

Proyectos exitosos en Panamá

Diversas iniciativas y proyectos han demostrado el éxito de la captación y almacenamiento de agua lluvia en Panamá. Ejemplos incluyen la instalación de sistemas de recolección en escuelas, hospitales y comunidades rurales, mejorando el acceso al agua en áreas previamente desatendidas.

Aprovechamiento sostenible del recurso hídrico: captación y almacenamiento de agua lluvia en centros educativos en Panamá

Panamá, con su exuberante vegetación y climas variados, es un país que experimenta abundantes lluvias durante gran parte del año. A pesar de esto, la gestión eficiente del agua sigue siendo un desafío en diversas regiones. En este contexto, la captación y almacenamiento de agua de lluvia emerge como una solución innovadora y sostenible, especialmente en centros educativos, donde la conciencia ambiental y la educación para la sostenibilidad son prioridades crecientes.

Importancia de la captación y almacenamiento de agua de lluvia

El agua es un recurso fundamental para la vida y el desarrollo, y su escasez puede tener un impacto significativo en la salud, la agricultura y la calidad de vida. La captación y almacenamiento de agua de lluvia no solo ayuda a conservar este recurso vital, sino que también reduce la dependencia de fuentes tradicionales, como ríos y acuíferos, que a menudo están sujetos a presiones ambientales y climáticas.

Ventajas en centros educativos

Educación ambiental: Implementar sistemas de captación de agua de lluvia en centros educativos brinda una oportunidad invaluable para educar a los estudiantes sobre la importancia de la conservación del agua y el manejo sostenible de los recursos naturales. Este enfoque práctico permite a los estudiantes comprender el ciclo del agua y fomenta actitudes responsables hacia el medio ambiente.

Sostenibilidad financiera

La instalación de sistemas de captación de agua puede generar ahorros a largo plazo para las instituciones educativas, ya que reduce la dependencia de suministros municipales de agua, cuyos costos pueden ser significativos. Los fondos ahorrados pueden destinarse a mejorar otros aspectos de la infraestructura educativa.

Resiliencia ante cambios climáticos

Con el aumento de la variabilidad climática, contar con sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia proporciona una fuente adicional y más resiliente de suministro de agua, especialmente en momentos de sequía o eventos climáticos extremos.

Desafíos y consideraciones técnicas

Aunque la captación y almacenamiento de agua de lluvia ofrece numerosos beneficios, su implementación requiere cuidadosa planificación y consideración de varios factores técnicos y logísticos. Esto incluye la selección adecuada de sistemas de recolección, la capacidad de almacenamiento necesaria, y el mantenimiento regular para garantizar la calidad del agua almacenada.

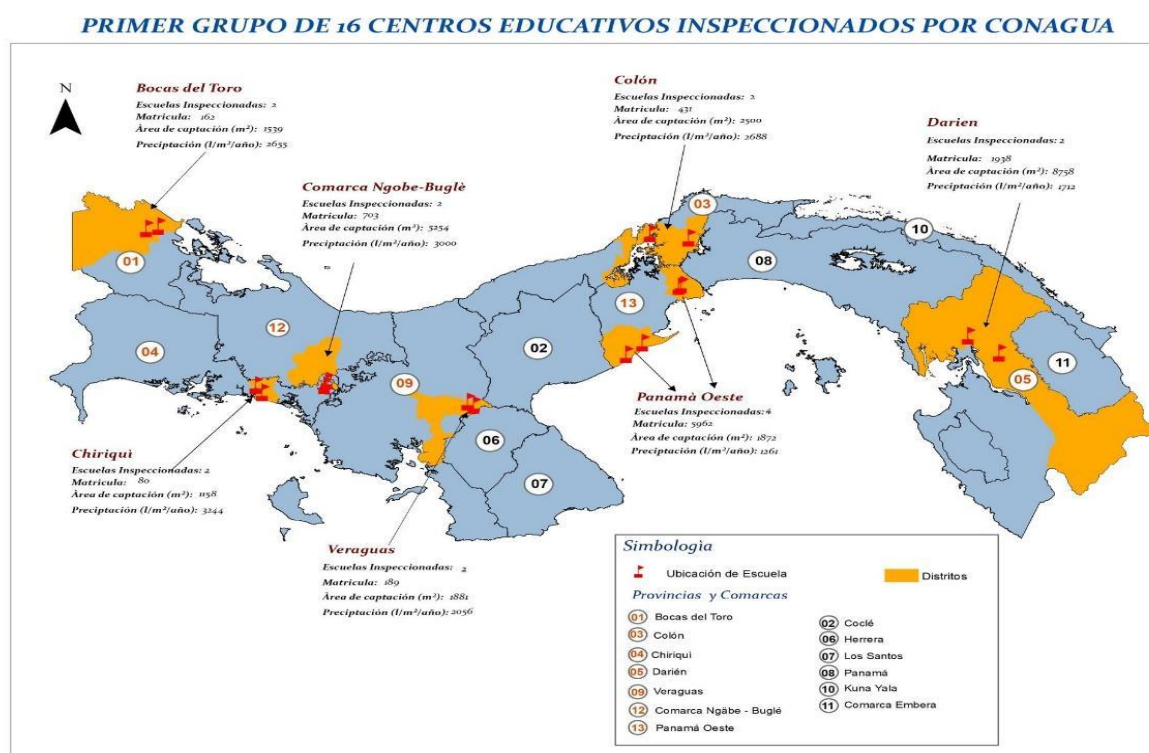
Ejemplos exitosos en Panamá

Algunas instituciones educativas en Panamá ya han abrazado la idea de la captación de agua de lluvia. Ejemplos incluyen la instalación de sistemas de recolección en techos de aulas, patios y otros espacios. Además, estas iniciativas suelen ir acompañadas de

programas educativos que involucran a estudiantes, personal y padres de familia en la gestión y conservación del agua.

Figura 1

Ubicación del primer grupo de centros educativos inspeccionados por CONAGUA



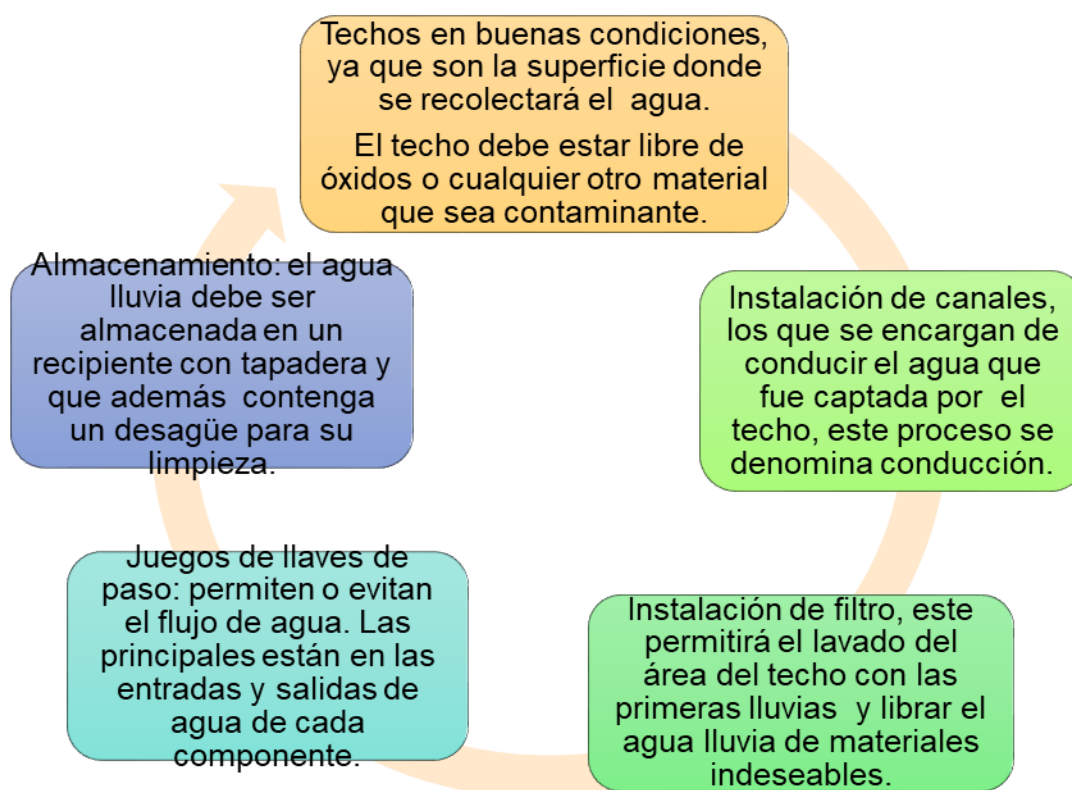
Aspectos técnicos del sistema de captación de agua lluvia

En general, el proyecto de captación y almacenamiento de agua consiste en la construcción de un sistema donde se instalan canaletas de PVC en el techo y se coloca un tanque con la capacidad de almacenar suficiente agua para que cuando llueve, el

agua se escurra por la canaleta y caiga en el sistema de almacenamiento para luego poder ser utilizada en las actividades de limpieza.

Figura 2.

Requerimientos para el estudio técnico de un sistema de captación de agua



Fuente: Diagrama elaborado por Yáñez, Yohalina y Herrera, Dolía.

Figura 3.

Sistema de captación de agua de lluvia para usar como agua potable



Fuente: (2020)

<https://ecoinventos.com/sistema-de-captacion-de-agua-de-lluvia-para-usar-como-agua-potable/>

Figura 4.

Tanques para cosecha de agua en escuelas de Darién



Fuente: TVN (2019)

https://www.tvn-2.com/nacionales/provincias/Cosecha-agua-arranca-escuelas-Darien_0_5358214194.htm

La captación y almacenamiento de agua de lluvia en centros educativos en Panamá implican varios aspectos técnicos que deben considerarse para asegurar un sistema eficiente y sostenible. Aquí hay algunos aspectos clave:

- *Superficie de captación:* Determinar la superficie del techo u otras áreas para la captación de agua de lluvia. El área de captación afecta directamente la cantidad de agua que se puede recolectar.
- *Sistema de canalización:* Instalación de canalones y bajantes para dirigir el agua desde las superficies de captación hacia el sistema de recolección.
- *Filtración:* Incorporar un sistema de filtración para eliminar impurezas y sedimentos antes de que el agua llegue al sistema de almacenamiento. Esto es crucial para mantener la calidad del agua.

- *Almacenamiento:* Elección del sistema de almacenamiento adecuado, como tanques de almacenamiento plásticos o de concreto. Debe tenerse en cuenta la capacidad de almacenamiento requerida en función del consumo de agua del centro educativo.
- *Tratamiento del agua:* En algunos casos, puede ser necesario implementar sistemas de tratamiento del agua, como la cloración o filtración adicional, para garantizar que el agua recolectada sea segura para su uso.
- *Sistema de distribución:* Diseñar un sistema de distribución eficiente que transporte el agua recolectada desde los tanques de almacenamiento a los puntos de uso en el centro educativo.
- *Mantenimiento:* Establecer un programa regular de mantenimiento para limpiar los sistemas de captación, canalización y almacenamiento. Esto ayuda a prevenir obstrucciones y asegura el buen funcionamiento del sistema a lo largo del tiempo.
- *Legislación y normativas locales:* Familiarizarse con las regulaciones locales y normativas relacionadas con la captación y almacenamiento de agua de lluvia. Esto asegura el cumplimiento con las leyes ambientales y de construcción.
- *Concientización y capacitación:* Brindar capacitación a los miembros de la comunidad educativa sobre el uso adecuado del sistema, la conservación del agua y la importancia de mantener el sistema en buen estado.
- *Monitoreo y evaluación:* Implementar sistemas de monitoreo para evaluar el rendimiento del sistema con el tiempo y realizar ajustes según sea necesario.

Es esencial colaborar con profesionales especializados en el diseño e implementación de sistemas de captación de agua de lluvia para garantizar que cumplan con los

estándares de calidad y sostenibilidad. Además, considerar la participación de la comunidad educativa en la planificación y mantenimiento del sistema puede contribuir al éxito a largo plazo del proyecto.

Beneficios de la captación de agua

De acuerdo con la Empresa Panamá Rainwater, especialistas en el diseño de estos sistemas en Panamá, además de promover el desarrollo sostenible del agua, ofrece diversos beneficios como los que se citan a continuación:

- El agua de lluvia es gratuita y Panamá es privilegiada por la cantidad de meses que posee con precipitaciones.
- Menos inundaciones, ya que al captar lluvia se reduce el flujo de agua a los drenajes.
- Menos gasto de energía, porque puede reducirse la cantidad de energía utilizada para bombear y transportar agua a las viviendas, por lo menos durante la temporada de lluvias.
- La disponibilidad de agua aumenta, pues ofrece seis meses de agua, ya que un sistema de captación generalmente le da entre 5 y 8 meses de independencia en agua a una familia. ¡Incluso a veces todo el año!
- Recuperación de acuíferos, porque al extraer menos agua durante la temporada de lluvias, podría reducirse la presión sobre los acuíferos y ríos, además de permitir su recarga.
- Fomenta la cultura de conservación de las reservas de agua potable y a la optimización de su uso.

- Invita a la comunidad y áreas cercanas al plantel a repetir la misma acción, para mejorar la calidad de vida de los residentes.
- Es un sistema barato y fácil de mantener, además de tener una vida útil.
- En este caso particular, permite la participación de los estudiantes al construir sus conocimientos, el logro de un aprendizaje significativo y demostrar sus competencias académicas.

Conclusión

La captación y almacenamiento de agua de lluvia en centros educativos en Panamá no solo es una estrategia práctica para abordar los desafíos de escasez de agua, sino también una poderosa herramienta para la educación ambiental y el fomento de prácticas sostenibles. Al implementar estos sistemas, no solo se contribuye al bienestar ambiental, sino que también se establece un modelo inspirador para las generaciones futuras, fomentando un enfoque holístico hacia la gestión de recursos naturales. En un país tan rico en diversidad natural como Panamá, la captación de agua de lluvia en centros educativos representa un paso significativo hacia la construcción de un futuro más sostenible.

La captación y almacenamiento de agua lluvia representan una estrategia prometedora para garantizar la sostenibilidad y la seguridad hídrica en Panamá. A través de la implementación de políticas adecuadas, educación pública y proyectos piloto, el país puede avanzar hacia un futuro más resiliente y equitativo en términos de gestión del agua. La inversión en esta tecnología no solo protegerá los recursos hídricos, sino que también promoverá un modelo de desarrollo más sostenible y consciente del medio ambiente.

Referencias bibliográficas

Agencia para el Desarrollo Sustentable. (2025). Isla Urbana y el programa de cosecha de lluvia en Ciudad de México [Artículo de Wikipedia]. Fecha de consulta: junio 2025.

City Climate Policy & Economy Group. (2023). Infraestructura descentralizada de agua y seguridad hídrica periurbana: Desafíos y oportunidades de política en iniciativas de cosecha de lluvia en Ciudad de México. Journal of City Climate Policy and Economy. utppublishing.com

CMPC Pulp. (2025, 5 de junio). Cosecha de lluvia: El sistema Chaac en Lumaco. CMPC Pulp.

Environmental Sciences Collective. (2021). Sistema de captación de agua de lluvia como estrategia de adaptación al cambio climático: Una revisión [Heidy G. Ruiz Martínez & José V. Cornejo Tueros, Tesis]. Repositorio Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe>

Expert Reports. (2022). Sistemas de captación y tratamiento de agua de lluvia en Sudamérica: Resumen del análisis bibliométrico. American Journal of Applied Sciences. <https://thescipub.com>

Global Market Insights. (2023). Análisis del mercado mundial de sistemas de captación de agua de lluvia 2021–2027. Market Intelligence Data. <https://marketintelligencedata.com>

Instituto Continental. (2022). Sistemas de captación de agua de lluvia: Revisión de estrategias de adaptación al cambio climático [Heidy G. Ruiz Martínez & José V. Cornejo Tueros]. <https://repositorio.continental.edu.pe>

Matta Ortiz, A. F., Güiza Valdes, I. A., Trujillo González, J. M., Rojas Peña, J. I., Torres Mora, M. A., García Navarro, F. J., & Jiménez Ballesta, R. (2024). Evaluación de la calidad del agua de lluvia y potencial de captación: Un análisis espacial en una ciudad mediana de Colombia. *Water*, 16(23), 3411. <https://doi.org/10.3390/w16233411>

Morales Rojas, E., Reátegui Inga, M. E., Reátegui Inga, R., Neyra Vargas, P. L., Bustos Chavez, M. D. P., Cueva, A. F. C., Huatangari, L. Q., Guadalupe, A. L. G., & Vargas Espinoza, J. L. (2022). Sistemas de captación y tratamiento de agua de lluvia en Sudamérica: Un análisis bibliométrico (2000–2021). *American Journal of Applied Sciences*, 19(1), 93–98. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2022.93.98>

Panamanian Health & Water Authorities. (2023–2024). Informes sobre interrupciones del servicio de agua potable vinculadas a escasez/herramientas de cosecha de lluvia. Meduca, IDAAN, Conades y medios locales panameños.

Quispe Barrios, M. K. (2023). Siembra y cosecha de lluvia: Una medida de seguridad hídrica basada en ecosistemas (Ayacucho). *South Sustainability*, 4(2). <https://doi.org/10.21142/SS-0402-2023-e085>

Research & Markets. (2023). Mercado de sistemas de captación de agua de lluvia – Perspectiva para América Latina. Análisis e informe global de la industria hasta 2031. <https://researchandmarkets.com>

Rovira, C., Sánchez Masferrer, M., & Rovira, M. D. (2020). ¿Es la captación de agua de lluvia una solución para el acceso al agua en América Latina y el Caribe?: Un análisis económico para hogares marginados en El Salvador. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0002689>

UNESCO. (2024). Sistema de captación de agua de lluvias [Artículo de Wikipedia]. Fecha de consulta: junio 2025. <https://es.wikipedia.org>

Wikipedia. (2024). Cosecha de agua de lluvia [Artículo]. Fecha de consulta: junio 2025. <https://es.wikipedia.org>