



ARTÍCULO DE ENSAYO

EVALUACIÓN Y PROPUESTAS DE COMPONENTES BÁSICOS DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUAS PLUVIALES EN EDIFICACIONES DE TIPO COMERCIAL EN EL SECTOR DE PANAMÁ NORTE

Evaluation and proposals for basic components of a rainwater harvesting system for commercial buildings in the North Panama Sector

Irving Isaac Isaza Santos

Universidad de Panamá
Panamá

irving.isaza@up.ac.pa

<https://orcid.org/0000-0002-4029-0992>

Lenard Pérez

Universidad de Panamá
Panamá

lenard.perez@up.ac.pa

<https://orcid.org/0009-0008-1486-1713>

Yarelys Gómez

Asesora e Investigadora Independiente
Panamá

galvezyarelys@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0226-1100>

Recibido: 15 de septiembre 2025

Aceptado: 5 de noviembre 2025

DOI <https://doi.org/10.48204/j.centros.v15n1.a793>

Resumen

Este trabajo evalúa el potencial de captación y almacenamiento de aguas pluviales en edificaciones de la Ciudad de Panamá, con el objetivo de proponer soluciones sostenibles frente a la creciente demanda de agua potable. Utilizando como caso de estudio un edificio con techo de zinc de 1,245 m², se realizó un análisis técnico



para determinar la cantidad de agua que puede ser recolectada anualmente, considerando una precipitación media de 2,200 mm y un coeficiente de escorrentía de 0.85, adecuado para este tipo de superficie. Los resultados indicaron que es posible recolectar aproximadamente 2,328 m³ de agua al año, equivalentes a más de 2.3 millones de litros. Con base en estos datos, se propusieron tamaños óptimos de reservorios para distintos escenarios de autonomía hídrica: 15, 30 y 60 días, recomendando capacidades de 97,000, 194,000 y 388,000 litros respectivamente. Además, se incluyeron tablas y gráficos para visualizar la relación entre la frecuencia de uso y la capacidad requerida del tanque. Los hallazgos demuestran que la captación de aguas pluviales no solo es viable en términos técnicos, sino también estratégica desde el punto de vista ambiental y económico, ya que podría reducir la presión sobre los sistemas de agua potable y disminuir los efectos del escurrimiento superficial en zonas urbanas. Este estudio respalda la necesidad de fomentar políticas públicas y normativas que promuevan la incorporación de estos sistemas en el diseño de nuevas construcciones y en la adaptación de edificaciones existentes.

Palabras clave: Aguas pluviales, edificaciones, eficiencia.

Abstract

This research evaluates the potential for rainwater harvesting and storage in buildings in Panama City, with the aim of proposing sustainable solutions to the growing demand for drinking water. Using a 1,245 m² zinc-roofed building as a case study, a technical analysis was performed to determine the amount of water that can be collected annually, considering an average rainfall of 2,200 mm and a runoff coefficient of 0.85, adequate for this type of surface. The results indicated that approximately 2,328 m³ of water can be collected annually, equivalent to more than



2.3 million liters. Based on these data, optimal reservoir sizes were proposed for different water autonomy scenarios: 15, 30, and 60 days, recommending capacities of 97,000, 194,000, and 388,000 liters, respectively. In addition, tables and graphs were included to visualize the relationship between frequency of use and required tank capacity. The findings demonstrate that rainwater harvesting is not only technically feasible but also strategic from an environmental and economic perspective, as it could reduce pressure on drinking water systems and lessen the effects of surface runoff in urban areas. This study supports the need to promote public policies and regulations that encourage the incorporation of these systems in the design of new construction and in the retrofitting of existing buildings.

Keywords: Stormwater, buildings, efficiency.

Introducción

La captación de aguas pluviales es una estrategia ampliamente reconocida para promover la sostenibilidad hídrica en zonas urbanas, especialmente en contextos donde el suministro de agua potable enfrenta presión constante. En el área de Panamá Norte, se caracterizada por una alta tasa de precipitación promedio anual que supera los 2,500 mm (Empresa de Transmisión Eléctrica S.A., 2020), el aprovechamiento de las aguas lluvias representa una oportunidad significativa para reducir el consumo de agua potable, prevenir inundaciones y mejorar la sostenibilidad en cuanto al uso del agua en las edificaciones (Autoridad del Canal de Panamá, 2021). Sin embargo, a pesar del potencial, la adopción de sistemas de captación de aguas pluviales (SCAP) sigue siendo limitada tanto en construcciones nuevas como existentes.

En Panamá, las normativas que rigen los sistemas sanitarios y pluviales establecen ciertos lineamientos técnicos, pero no obligan ni incentivan de forma clara la instalación de SCAP en edificaciones urbanas. Esto ha provocado que muchas obras ignoren esta solución, lo que deriva en un uso ineficiente del recurso y en problemas recurrentes de escorrentía urbana e inundaciones en zonas vulnerables (Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial. 2021). Además, la falta de campañas educativas o capacitaciones técnicas limita el conocimiento de arquitectos, ingenieros y promotores sobre el diseño y los beneficios económicos y ambientales de estos sistemas (Organización Panamericana de la Salud, 2019).

Este artículo analiza el estado actual de la implementación de SCAP en edificaciones de la Ciudad de Panamá. A través de la revisión normativa, el análisis de casos reales y la evaluación técnica de los componentes necesarios, se busca identificar los factores que han limitado su aplicación, así como proponer acciones concretas que fomenten su adopción. La investigación destaca la importancia de integrar estos sistemas como parte de una estrategia urbana sostenible, alineada con los objetivos de desarrollo sostenible.

Desarrollo

Marco Normativo Sobre Aguas Pluviales En Panamá

En Panamá, la instalación de sistemas sanitarios, pluviales y de aguas residuales está regida por el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 2019-040, el cual establece parámetros generales sobre el manejo de aguas de lluvia, incluyendo la conducción adecuada desde techos, terrazas y superficies impermeables hacia el sistema público de drenaje (Pérez 2019). Sin embargo, este reglamento no exige ni promueve de manera directa el uso de sistemas de captación o almacenamiento para reutilización. Esto ha provocado un vacío normativo en relación con el



aprovechamiento sostenible de las aguas pluviales en edificaciones, a pesar del contexto climático favorable (DGNTI-COPANIT, 2019).

En contraste, otros países latinoamericanos como Colombia o México ya cuentan con programas de incentivos fiscales o exigencias municipales que obligan a integrar soluciones pluviales en nuevos desarrollos urbanos (OPS 2019). Esta diferencia normativa puede explicar en parte la baja implementación de estos sistemas en Panamá.

Componentes Básicos de un Sistema de Captación de Aguas Pluviales (SCAP)

Un SCAP está compuesto por varios elementos que permiten la recolección, filtrado, almacenamiento y posterior uso del agua de lluvia. Entre sus principales componentes destacan:

- Superficie colectora: generalmente los techos o cubiertas inclinadas que permiten el escurrimiento natural del agua.
- Canaletas y bajantes: estructuras que canalizan el agua hacia el sistema de filtración.
- Filtro de hojas y sedimentos: para eliminar residuos grandes e impurezas básicas.
- Sistema de distribución: tuberías y bombas que permiten utilizar el agua para usos no potables (riego, limpieza, inodoros, etc.).
- Reservorio o tanque de almacenamiento: encargado de contener el volumen de agua colectado desde superficies impermeables como techos o patios. La



eficiencia de estos sistemas depende, en gran medida, del diseño adecuado del reservorio, el cual debe considerar factores como la precipitación media, el área de captación, la demanda de agua y la frecuencia de uso.

El volumen del tanque debe calcularse en función de la disponibilidad de lluvia y del consumo proyectado, procurando un equilibrio entre el costo de instalación y la autonomía deseada (Gómez, 2020). Un diseño eficiente permite reducir la dependencia de fuentes de agua potable, minimizar el escurrimiento superficial y mitigar riesgos de inundación en zonas urbanas (Salas 2018).

En países tropicales como Panamá, donde la precipitación supera los 2,000 mm anuales en muchas regiones, el uso de reservorios para captar agua de lluvia se presenta como una alternativa sostenible y viable, tanto en viviendas como en edificaciones institucionales. (United Nations Environment Programme, 2020) La normativa local, si bien aún limitada, promueve prácticas de construcción más sostenibles en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 6: Agua limpia y saneamiento (Mi Ambiente, 2022).

En la figura 1 podemos observar un ejemplo de una fuente de captación de agua pluvial, compuesta por sistemas impermeables al aire libre

Figura 1

Sistema de Recolección pluvial



Fuente Salas, H. (2018).

En la figura 2 Componentes de un sistema pluvial, canaletas y bajantes se observa una residencia y la instalación de un sistema de recolección de agua de lluvia a base canales y bajantes y que se dirigen a un sistema de disposición final.

Figura 2

Componentes de un sistema pluvial, canaletas y bajantes.



Fuente Salas, H. (2018).



Estos sistemas pueden ser diseñados de forma modular y adaptarse a cualquier tipo de edificación, desde casas unifamiliares hasta complejos comerciales o residenciales. No obstante, su inclusión depende del diseño arquitectónico inicial o de reformas posteriores. En la tabla 1 se presentan los componentes de un sistema de recolección de agua pluvial y la recomendación técnica de la norma COPANIT como parte de un sistema sostenible.

Tabla 1

Componentes básicos de un sistema de captación de aguas pluviales

Componente del sistema	Función principal	Recomendación técnica (COPANIT)
Canaletas	Recolectar agua desde techos	Ancho mínimo de 5 cm y pendiente hacia bajantes
Filtro de hojas	Eliminar residuos grandes	Malla con apertura máxima de 1 mm
Tanque de almacenamiento	Almacenar agua recolectada	Material resistente, con tapa hermética y ventilación
Sistema de distribución	Transportar el agua al punto de uso	Tuberías en PVC o HDPE de calidad sanitaria

Beneficios de Implementar SCAP en Edificaciones Urbanas



El aprovechamiento de aguas lluvias ofrece múltiples ventajas, especialmente en una ciudad como Panamá:

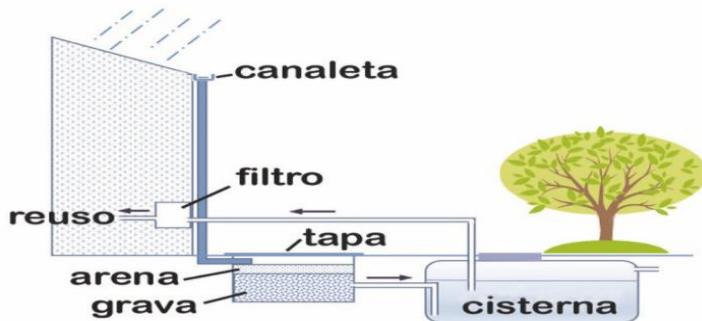
- Ahorro en el consumo de agua potable, particularmente útil en zonas con servicio intermitente del IDAAN.
- Reducción de escorrentías que causan erosión del suelo y saturación del sistema de alcantarillado, lo que disminuye el riesgo de inundaciones urbanas.
- Disminución de costos operativos en edificios, al sustituir el uso de agua potable en tareas que no la requieren (como limpieza de pisos o riego).
- Contribución al desarrollo sostenible, alineándose con políticas internacionales sobre gestión integrada del recurso hídrico (ONU Agua, 2015).

En la figura 3 se muestra los componentes de un Sistema de Captación de Aguas pluviales dentro de una edificación sin importar el uso de esta.

Figura 3



Diagrama de un Sistema SCAP



Fuente Villarreal Carlos (2025)

Barreras para su Implementación en Panamá

A pesar de sus beneficios, los SCAP presentan una baja tasa de adopción en edificaciones panameñas, debido a varias limitaciones:

- Ausencia de incentivos económicos o normativos que promuevan su uso por parte de desarrolladores inmobiliarios.
- Falta de formación técnica en el diseño, dimensionamiento y mantenimiento de estos sistemas entre ingenieros, arquitectos y constructores.
- Percepción de alto costo inicial, aunque se ha demostrado que el retorno de inversión puede ser positivo a mediano plazo (OPS 2019).
- Escasa visibilidad o exigencia en los códigos de construcción y permisos municipales, lo que hace que estos sistemas sean considerados como “opcional” y no prioritarios.

En Panamá logramos identificar tres edificaciones ubicadas en distintos puntos de la ciudad: un edificio residencial en Obarrio, un centro comercial en Costa del Este, y un complejo de oficinas en Condado del Rey. Solo uno de los proyectos incluía un SCAP funcional, destinado al riego de áreas verdes. En los otros dos casos, los administradores señalaron que no contaban con estos sistemas por falta de presupuesto o desconocimiento de su utilidad. En todos los casos, los techos y superficies disponibles ofrecían condiciones adecuadas para la captación, lo cual resalta una oportunidad desaprovechada. Como parte de esto presentamos en la tabla 2 la aplicación del sistema SCAP en edificaciones en Panamá de uso residencial y comercial.

Tabla 2

Aplicaciones del sistema SCAP en Edificaciones en Panamá de uso residencial y Comercial

Edificación	Zona	Tiene SCAP	Uso del agua lluviosa	Motivo de no implementación
Edificio Residencial A	Obarrio	No	N/A	Falta de presupuesto
Centro Comercial B	Costa del Este	Sí	Riego	—
Complejo de Oficinas C	Condado del Rey	No	N/A	Desconocimiento técnico

Cálculos

Para realizar el estudio se utilizó un techo de cubierta metálica, la misma está ubicada en el sector de la Cabima, Panamá Norte, sitio que se encuentra en



expansión y que tiene problemas de suministro de agua potable. También se usó las gráficas del Manual del Ministerio de Obras Públicas (MOP 21) específicamente en la cuenca del Rio Chagres (Figura 4) que es la más cercana al área de estudio, y de ahí se obtendrá la ecuación intensidad duración y frecuencia para un periodo de retorno de 10 años (figura 5) que es la solicitada para drenajes que no son de alta importancia.

Como cuarto punto el coeficiente de escorrentía que representa el valor de permeabilidad del material que en este caso es metal y nos permite estimar con seguridad la eficiencia de el volumen a recolectar, así como la capacidad del tanque para diferentes tiempos de recolección y de esta manera estimar el volumen de reserva.

La ecuación utilizada para cuantificar el del volumen anual para recolección de agua de lluvia

$$V=P \cdot A \cdot C \quad (1)$$

V: Volumen de agua recolectada al año (m^3)

P: Precipitación anual (m)

A: Área de captación (m^2)

C: Coeficiente de escorrentía

Los datos fueron recolectados de la imagen satelital (figura 6) la misma fue georreferenciada para obtener el área de estudio o sea el área de la cubierta metálica. Además, se obtuvo la precipitación anual máximo de los últimos 5 años registrados en la cuenca del rio Chagres.

Ubicación: La cabima, Panamá Norte.

Material: cubierta metálica



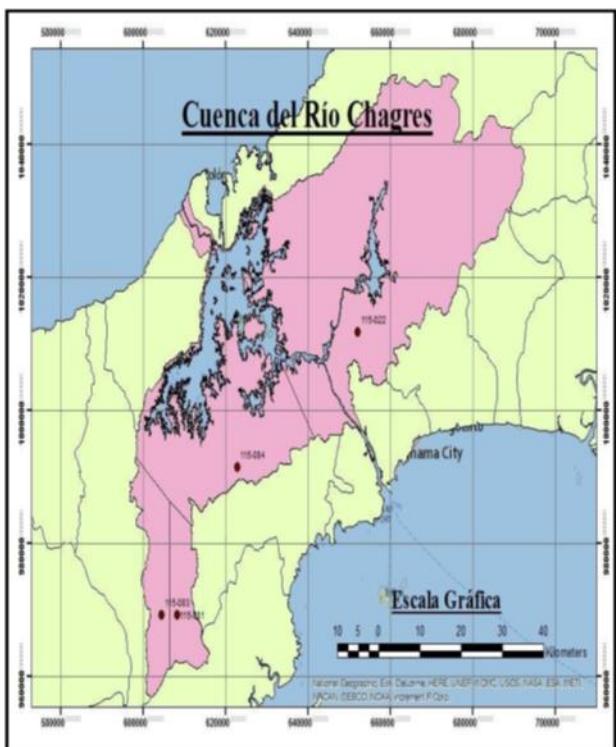
Coeficiente de escorrentía (C) =0.85

Área: 1245 m²

Precipitación media anual estimada: 2200 mm = 2.2 m (ETESA, 2020)

Figura 4

Cuenca donde se encuentra el lugar de estudio



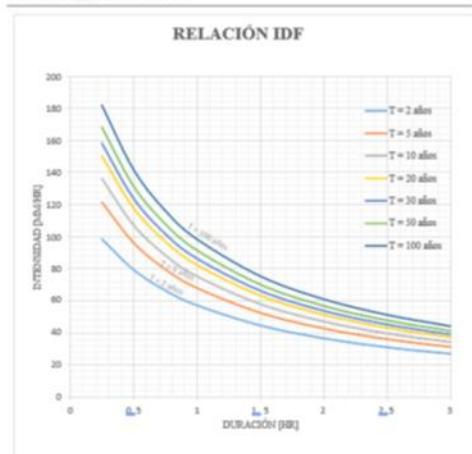
Fuente Manual del MOP 2021).



Figura 5

Curva Intensidad Duración y Frecuencia para el Área de Estudio.

Generación de Relaciones Intensidad Duración Frecuencia para Cuencas en La República de Panamá.
Elaborado por: [Adrián Los - Asociación Pleg](#)



Gráfica 4. 11-111 - Relación Intensidad Duración Frecuencia

Tabla 4. 45: Ecuación de Intensidad Relación Frecuencia para Eventos con Duración d en Horas de cuenca de río Chagres

$I = \frac{a}{d + b}$						
T [años]	2	5	10	20	30	50
a [mm]	102.821	116.305	126.787	137.202	143.280	150.934
b [hr]	0.793	0.707	0.681	0.663	0.656	0.647
R ²	99.49%	99.52%	99.51%	99.51%	99.50%	99.50%

Nota. La figura muestra la curva intensidad-duración-frecuencia de la cuenca del Rio Chagres.
Fuente Manual del MOP 2021).



Figura 6

Vista en planta del tejado de estudio.



Nota. En el grafico mostrado se realiza un esquema de la cubierta metálica con sistemas de recolección de agua pluvial. Fuente de Google Earth Pro.

Cálculo del volumen anual de precipitación según el área de estudio

$$V = 2.2 \text{ m} * 1245 \text{ m}^2 * 0.85$$

$$V = 2328.15 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$



Resumen de Resultados

Volumen anual recolectado: $2328.15 \text{ m}^3 \approx 2328150 \text{ litros}$

Volumen mensual promedio: 194012.5 litros

Consumo diario estimado: 6467.1 litros/día

En la tabla 3 se obtuvieron los tiempos de captación para el un volumen de reservorio requerido primero para los primero 15 días, luego para 30 días y por último 60 días

Tabla 3

Resultados del Dimensionamiento de los Tanques

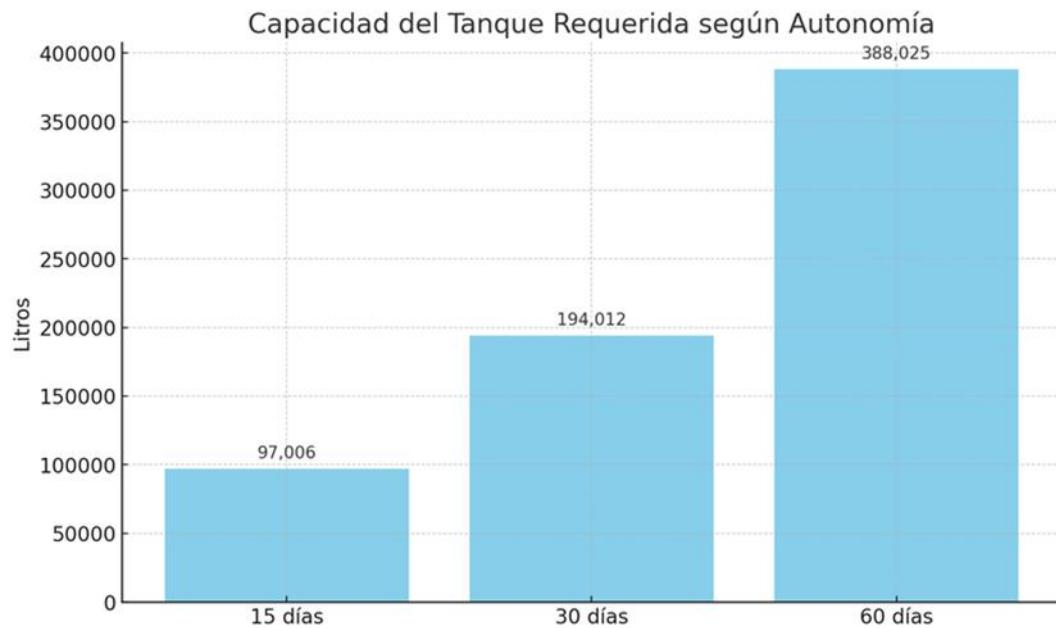
Tiempo de captación (días)	Capacidad de Almacenaje (litros)
15	97006
30	194012
60	388025

Nota: Se observan los resultados de volumen de agua a almacenar como propuesta para uso sostenible del comercio

En la figura 7 se observa los resultados en valores gráficos para evaluar el almacenaje por los periodos de tiempo

Figura 7

Graficas comparativas de reservas de agua de lluvia



Nota. La figura mostrada es el análisis comparativo de reservas de agua de lluvia para periodos de días

Conclusión

Como primer punto podemos mencionar que para la máxima lluvia anual utilizada en este caso de estudio 2200 mm y coeficiente de escorrentías iguales o mayores podemos lograr obtener volúmenes de almacenaje de 97006 litros (25,6529 galones), 194,012 litros (51,258 galones), 388,025 litros (102516 galones), pero se debe recordar que estas lluvias por día serían 6.02 mm/día, lo cual no ocurre por las estaciones que tenemos en Panamá, este resultado aporta un volumen en cierto periodo del año.

Como otro punto importante la cuenca de estudio desaloja sus aguas hacia el sector del Atlántico, aunque el área de estudio se encuentra en el pacífico, teniendo con esto cambios de la intensidad duración y frecuencia esperando rangos máximos de 300 mm/hr a 250 mm/hr.

Los resultados presentados en la gráfica de Autonomía contra volumen de agua de reserva en cualquier punto representan un almacenaje que no se tiene dentro de la edificación comercial, lo que en su momento representaría un ahorro en el consumo de agua potable y volumen adicional de 194012 litros que podría mantener en funcionamiento las instalaciones, si por algún momento disminuye el suministro de agua

El análisis realizado demuestra que, en edificaciones con techos de gran superficie, como el caso de estudio con 1,245 m², es técnica y prácticamente viable captar volúmenes significativos de agua pluvial. Se estimó una recolección anual superior a los 2.3 millones de litros, lo que refuerza la capacidad de estos sistemas para complementar el suministro de agua potable en contextos urbanos.

El estudio permitió establecer rangos adecuados para el diseño de reservorios, dependiendo del tiempo de autonomía deseado. Por ejemplo, para una autonomía mensual, se requiere un tanque de al menos 194,000 litros. Estos datos permiten orientar con mayor precisión las decisiones de diseño y dimensionamiento de SCAP (Sistemas de Captación de Aguas Pluviales).

La implementación de estos sistemas reduce el escurrimiento superficial y la carga sobre los sistemas de alcantarillado pluvial, mitigando riesgos de inundación y contaminación. Además, promueve el uso responsable del recurso hídrico,



alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente el ODS 6 (Agua limpia y saneamiento).

A pesar de la alta disponibilidad de lluvia en Panamá, la implementación de SCAP aún no está ampliamente adoptada ni normada en la mayoría de los proyectos de construcción. Se recomienda el fortalecimiento de políticas públicas, incentivos y regulaciones que integren estos sistemas en el diseño urbano y arquitectónico, tanto en nuevas edificaciones como en proyectos de rehabilitación.

Este tipo de investigación no solo tiene un impacto técnico, sino que también puede utilizarse como herramienta educativa en escuelas, universidades y comunidades, fomentando una cultura de sostenibilidad y autogestión del agua.

Referencias Bibliográficas

- Autoridad del Canal de Panamá. (2021). *Gestión del recurso hídrico en Panamá*.
<https://www.acp.gob.pa>
- DGNTI-COPANIT. (2019). *Reglamento técnico sobre instalaciones sanitarias y pluviales*. Panamá.
- Empresa de Transmisión Eléctrica S.A. (2020). *Informe Climatológico anual de Panamá*. Panamá.
- Gómez, M. (2020). *Diseño de sistemas de captación de agua de lluvia en zonas urbanas*. Editorial Ingeniería Verde.
- Instituto de Acueducto y Alcantarillados Nacionales. (2020). Manual de diseño de sistemas de agua potable y saneamiento. Panamá.
- [Mapa de la zona de estudio en Panama norte, Panama] (s.f) Recuperado el 31 de diciembre de 2023.
<https://www.google.com/maps/place/EI+Fuerte+%7C+Villa+Za%C3%ADta/@9.0755622,-79.5239541,15z/data=!4m6!3m5!1s0x8fab57af1e550f11:0xe3e3b61257731844!8m2!3d9.0755622!4d>



79.5239541!16s%2Fg%2F1yg577_bt?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MTEExMi4wIKXMDSoASAFAQw%3D%3D

Ministerio de Ambiente. (2022). Estrategia Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico 2020-2050. Panamá.

Ministerio de Obras Publicas (2021) Manual de Requisitos para la Revision de Planos. Panamá.

Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial. (2021). *Manual de diseño urbano y gestión del recurso hídrico. Panamá.*

Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial. (2021). Normativa técnica para edificaciones sostenibles. Obtenido de <https://www.miviot.gob.pa>

Organización Panamericana de la Salud. (2019). Recolección de aguas lluvias: Guía técnica para proyectos urbanos sostenibles.

Organización Panamericana de la Salud. (2020). *Guía para la captación y almacenamiento de agua de lluvia.* Washington, D.C.

Pérez, A. (2019). *Evaluación del aprovechamiento de agua de lluvia en zonas urbanas.* Ingeniería y Desarrollo. Revista Frontiers in Environmental Science DOI 10.3389/fenvs.2023.1025665 <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2023.1025665/full>

Salas, H. (2018). Diseño de sistemas de captación de agua lluvia para viviendas rurales. Ingeniería del Agua. Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenierías, Programa de Ingenieria Civil Villavicencio.

United Nations Environment Programme. (2020). *Rainwater harvesting: A climate-resilient water source.* URL

Villarreal Carlos (2025) Captación y Almacenamiento de Agua de Lluvia para la Solución de la Falta de Agua potable en los Centros Educativos. Revista Vinculación Universidad y Sociedad Vol. 2, No. 1 pp 122-140. <https://doi.org/10.48204/3072-9629.7977>