



Estrategias sostenibles para la gestión eficiente de aguas lluvias en un conjunto residencial del
barrio Bosa, Bogotá D.C.

Liliana Prieto Cruz

Luis Alexi Nieto Barrera

Monografía

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Septiembre de 2025

ESTRATEGIAS SOSTENIBLES PARA LA GESTIÓN EFICIENTE DE AGUAS LLUVIAS

Estrategias sostenibles para la gestión eficiente de aguas lluvias en un conjunto residencial del
barrio Bosa, Bogotá D.C.

Liliana Prieto Cruz

Luis Alexi Nieto Barrera

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de
Proyectos

Asesora

Doris Amanda Rosero García

Microbióloga, M.Sc., PhD.

Posdoctorado en Microbiología Ambiental

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Septiembre de 2025

Dedicatoria

Esta investigación se la dedicamos a cada miembro de nuestras familias que aguantaron la sensibilidad que nos acompañó en el desarrollo de la carrera.

Primero agradecer a mi familia por su gran apoyo en este logro; a mis compañeros de trabajo que estuvieron atentos a cada interrogante que tenía.

A mis hijas Nataly y Jessica por tener presente en cada una de sus oraciones; por la paciencia de los últimos meses y las palabras de aliento.

A mi mamá que me acompañaron en cada experiencia y en cada logro incondicionalmente, por cada oración que elevaban al cielo. Gracias por su apoyo animo se culmina este logro en total gloria. **Liliana Prieto Cruz**

A Dios primero que todo por darnos la fortaleza de seguir adelante con firmeza en este nuevo proyecto, la familia y todas las personas que contribuyeron a este logro. **Luis Alexi Nieto Barrera.**

Agradecimientos

A los profesores de la Corporación Universitaria Minuto de Dios en la Especialización de Gerencia de Proyectos, en especial a la docente Doris Amanda Rosero García que con su profesionalismo y su dedicación en este proceso con su tiempo para instruirnos y guiarnos como profesionales en todo el proceso de proyecto de Grado.

Contenido

Lista de figuras.....	6
Lista de anexos.....	7
Resumen.....	8
Introducción	10
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1 Descripción del problema.....	12
1.2 La pregunta de investigación	14
1.3 Los objetivos de investigación.....	14
1.3.1 Objetivo general.....	14
1.3.2 Objetivos específicos	14
1.4 Justificación de la investigación	15
2 MARCO DE REFERENCIA.....	16
2.1 Marco de Antecedentes	16
2.2. Marco Teórico	17
2.2.1 Captación de aguas lluvias	17
2.2.2 Sistemas de reúso de aguas lluvias.....	18
2.2.3 Consumo de agua.....	19
2.3. Marco normativo.....	19

ESTRATEGIAS SOSTENIBLES PARA LA GESTIÓN EFICIENTE DE AGUAS LLUVIAS

3 METODOLOGÍA	21
3.1 Enfoque y alcance de la investigación	21
3.2 Población y muestra	21
3.2.1 Definición de la población.....	21
3.3 Instrumento	23
3.4 Descripción de procedimientos.....	24
3.5 Análisis de información	25
3.6 Consideraciones éticas	25
3.6.1 Análisis de consideraciones éticas	25
3.6.2 Instrumentos de aceptación y autorización	26
4 RESULTADOS.....	26
5 DISCUSIÓN	39
6 CONCLUSIONES	41
7 RECOMENDACIONES.....	42
Referencias.....	45
Anexos	50

Lista de figuras

Figura 1. Ubicación de Bosa.....	22
Figura 2. Fotografía aérea y fachada de viviendas.	22
Figura 3. Personas que habitan la vivienda.....	27
Figura 4. Consumo de M3 en la vivienda.....	28
Figura 5. Con qué frecuencia se riegan las plantas de la vivienda.	29
Figura 6. Frecuencia de lavado de automóvil.	30
Figura 7. Personas dispuestas a utilizar aguas lluvias en la vivienda.	30
Figura 8. Porque razón usaría agua lluvia en su vivienda.....	31
Figura 9. Razón por la cual no usaría agua lluvia en su vivienda.....	33
Figura 10. Lugares en que se utilizaría el agua lluvia.....	35
Figura 11. El valor que pagarían las personas por un sistema de recolección de aguas lluvias. ..	36
Figura 12. Frecuencia de mantenimiento preventivo del sistema.....	38

Lista de anexos

Anexo 1. Encuesta.....50

Resumen

El presente estudio se enfoca en el análisis del consumo doméstico de agua y la viabilidad de implementar Sistemas de Aprovechamiento de Aguas Lluvias (SAAL) en el conjunto residencial Bosa San Diego Etapa 7, como una estrategia sostenible frente a la creciente presión sobre los recursos hídricos. Utilizando técnicas de estadística descriptiva, se identificaron patrones de consumo, hábitos de uso y percepciones comunitarias sobre la reutilización del agua lluvia. Los datos recopilados evidencian una discrepancia entre los espacios de mayor consumo de agua como lavadoras y duchas y las preferencias ciudadanas para reutilizar el recurso, centradas principalmente en inodoros y jardines. Esta diferencia revela una desconexión entre el consumo real y la percepción de viabilidad técnica o sanitaria, lo que representa tanto un desafío como una oportunidad educativa. El análisis de las encuestas mostró una alta disposición de los residentes (94,4%) a usar agua lluvia, motivados principalmente por razones ambientales (64%), por encima del beneficio económico (33%). Persisten barreras relacionadas con la calidad percibida del agua, limitaciones estructurales y falta de información. Estos factores coinciden con hallazgos en otros estudios a nivel nacional, como el caso de la vereda Garbanzal en Santander, lo que permite establecer paralelos para el desarrollo de soluciones adaptadas a contextos locales. En términos económicos, la mayoría de los encuestados manifestó estar dispuesta a invertir menos de tres millones de pesos en un sistema de captación, y mostró preferencia por esquemas de mantenimiento anual. A pesar de esta disposición, un porcentaje significativo aún se muestra reticente a realizar inversiones o mantener los sistemas, lo que plantea la necesidad de estrategias flexibles e inclusivas.

Palabras clave: Sistema de aprovechamiento de aguas lluvias (SAAL), vivienda, medio ambiente, captación, estrategia.

Abstract

This study focuses on analyzing domestic water consumption and the feasibility of implementing Rainwater Harvesting Systems (SAAL) in the Bosa San Diego Etapa 7 residential complex as a sustainable strategy to address the growing pressure on water resources. Using descriptive statistical techniques, consumption patterns, usage habits, and community perceptions regarding rainwater reuse were identified. The data collected shows a discrepancy between the areas of highest water consumption, such as washing machines and showers, and citizens' preferences for reusing the resource, which are mainly focused on toilets and gardens. This difference reveals a disconnect between actual consumption and perceptions of technical or sanitary feasibility, which represent both a challenge and an educational opportunity. Analysis of the surveys indicated a high willingness among residents (94.4%) to utilize rainwater, primarily driven by environmental concerns (64%), rather than economic benefits (33%). Barriers related to perceived water quality, structural limitations, and lack of information persist. These factors align with findings in other national studies, such as the case of Garbanzal village in Santander, allowing for parallels to be drawn in the development of solutions adapted to local contexts. In economic terms, most respondents said they were willing to invest less than three million pesos in a collection system and showed a preference for annual maintenance schemes. Despite this willingness, a significant percentage are still reluctant to invest in or maintain the systems, highlighting the need for flexible and inclusive strategies.

Keywords: Rainwater harvesting system (SAAL), housing, environment, collection, strategy.

Introducción

El agua es un recurso esencial para la vida y el desarrollo humano, pero enfrenta crecientes presiones debido al cambio climático, el crecimiento urbano acelerado y la ineficiente gestión de los recursos hídricos (Guterres, 2024). En las ciudades, la situación es crítica: la demanda supera la capacidad de los sistemas de abastecimiento, muchas veces limitados en infraestructura y sostenibilidad. Bogotá refleja esta realidad, pues los embalses mantienen bajos niveles a pesar de las lluvias recientes, lo que obliga a mantener medidas de ahorro y uso responsable del recurso (Ruiz, 2024).

En este escenario, la captación y aprovechamiento de aguas lluvias constituye una alternativa sostenible para reducir la dependencia del agua potable en actividades que no requieren altos estándares de calidad, como el riego de jardines, el lavado de vehículos, la limpieza de áreas comunes o el uso en sanitarios. No obstante, en el contexto urbano el recurso sigue siendo subutilizado y percibido como un problema, debido a la falta de sistemas adecuados de captación. Ello deriva en inundaciones, sobrecarga de redes de alcantarillado, deterioro de la infraestructura urbana y pérdida de un recurso que, bien gestionado, fortalecería la seguridad hídrica (Guterres, 2024).

El conjunto residencial Bosa San Diego Etapa 7, en la localidad de Bosa, constituye un ejemplo concreto de esta problemática. Allí, la ausencia de sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias genera dos consecuencias principales: desperdicio de un recurso que podría complementar el abastecimiento doméstico, e intensificación de impactos negativos como encharcamientos y sobrecarga de drenajes pluviales. Esta situación resalta la necesidad de

analizar e implementar estrategias sostenibles que mitiguen dichos efectos y, a su vez, promuevan un uso racional del recurso hídrico.

En Colombia, estudios demuestran que la mayor parte del consumo doméstico está concentrada en actividades básicas como el aseo personal, la cocina y los sanitarios (Grandas, 2024). Investigaciones como la de Rivera y Zaraza (2020) evidencian que hasta un 77 % de estas necesidades podría cubrirse con aguas lluvias o grises, lo que supondría ahorros de hasta el 44,3 % en agua potable. Sin embargo, su implementación enfrenta barreras culturales, económicas y de percepción de calidad que requieren estrategias de educación ambiental, acceso a financiamiento y sistemas adaptados a las necesidades comunitarias (Albarracín, 2023)

En el caso de Bosa San Diego Etapa 7, la comunidad manifiesta disposición favorable hacia la implementación de soluciones hídricas alternativas. Identificar patrones de consumo, motivaciones y barreras culturales resulta clave para formular estrategias sostenibles que se ajusten a las condiciones del conjunto residencial.

La investigación se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo, caracterizado por el análisis estadístico de datos y la posibilidad de expresar los resultados en forma numérica. Este enfoque es descriptivo, orientado a resultados y aplicable a situaciones generalistas. El estudio sigue una secuencia lógica: planteamiento de la pregunta, diseño metodológico, revisión de literatura, construcción del marco teórico, recolección y análisis de datos, y finalmente la elaboración de conclusiones objetivas (Hernández, 2019).

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

El aprovechamiento del agua lluvia constituye una estrategia esencial para el uso eficiente y el ahorro del recurso hídrico, especialmente frente al aumento de la demanda y la situación crítica de los embalses con niveles bajos (Tucci, 2007). Aunque han ocurrido lluvias en Bogotá y municipios cercanos, ello no implica una recuperación inmediata de los embalses, ya que la recarga hídrica es un proceso lento que depende de variables climáticas, geológicas y de gestión. Por ello, un uso irresponsable del agua puede seguir reduciendo sus niveles y prolongar el tiempo de recuperación, que en algunos casos puede tardar meses (Jiménez, Torregrosa y Aboites, 2010).

Dentro de este panorama, resulta indispensable mantener acciones de ahorro y aplicar medidas de gestión integral del agua, pues una adecuada planificación del uso de aguas lluvias puede generar importantes beneficios tanto ambientales como económicos (Mays, 2011). Sin embargo, en muchos contextos urbanos las precipitaciones, que podrían representar una fuente complementaria de abastecimiento doméstico, suelen percibirse como un problema más que como una oportunidad. Esto se debe a la ausencia de sistemas de captación y aprovechamiento, lo cual provoca efectos adversos como inundaciones, sobrecarga de las redes de alcantarillado, contaminación ambiental y desperdicio de un recurso que, con una gestión eficiente, podría emplearse en actividades de bajo requerimiento sanitario como el riego de jardines, la limpieza de áreas comunes o el lavado de vehículos (Howard, Bartram y Williams, 2003).

En el ámbito de las viviendas tipo casa, la falta de estrategias para aprovechar las aguas lluvias no solo lleva a un desperdicio significativo del recurso, sino también a un incremento de los costos derivados del consumo de agua potable. Este aspecto es especialmente crítico en

sectores donde el acceso al recurso es limitado o costoso, afectando directamente la economía de los hogares (García, 2017). A pesar de la existencia de tecnologías viables para la captación, almacenamiento y uso de aguas lluvias, su implementación enfrenta barreras relacionadas con la escasa adaptación a contextos locales, la falta de conciencia ambiental de las comunidades y la limitada disposición de los usuarios para adoptar estos sistemas (Ragab y Prudhomme, 2002).

En el caso particular del conjunto residencial Bosa San Diego Etapa 7, ubicado en la localidad de Bosa, la problemática descrita se refleja en la carencia de estrategias sostenibles que reduzcan la presión sobre el recurso hídrico potable mediante el aprovechamiento de las precipitaciones. La ausencia de sistemas de captación genera tanto desaprovechamiento del recurso como vulnerabilidad frente a problemas de manejo, tales como encharcamientos o impactos en la infraestructura urbana (Tucci, 2007). Esta situación evidencia la necesidad de analizar e implementar estrategias integrales, que incluyan dimensiones técnicas, económicas y sociales, con el propósito de identificar soluciones viables que optimicen el uso del recurso y respondan a las particularidades del contexto y la disposición de los habitantes para gestionar y mantener los sistemas (Jiménez, Torregrosa y Aboites, 2010).

La presente investigación se orienta hacia la determinación de estrategias sostenibles para la captación y gestión eficiente de aguas lluvias en viviendas tipo casa dentro del conjunto residencial Bosa San Diego Etapa 7. Este análisis integral busca identificar patrones de consumo, evaluar la disposición de la comunidad para adoptar tecnologías de aprovechamiento y formular recomendaciones que fomenten la sostenibilidad hídrica, reduzcan los costos asociados al consumo de agua potable y mitiguen los impactos derivados de la gestión ineficiente de las escorrentías urbanas (Mays, 2011).

1.2 La pregunta de investigación

¿Qué estrategias sostenibles pueden implementarse para la gestión de aguas lluvias en las viviendas tipo casa en el Barrio Bosa San Diego Etapa 7?

1.3 Los objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar las estrategias de captación de aguas lluvias como alternativa sostenible en las viviendas tipo casa, ubicadas en el conjunto residencial de Bosa San Diego Etapa 7, localidad de Bosa.

1.3.2 Objetivos específicos

Analizar el volumen promedio de consumo de agua en metros cúbicos por vivienda, junto con la frecuencia de uso del agua doméstica para actividades como riego de plantas y lavado de automóviles, con el fin de identificar patrones de consumo y potenciales áreas de ahorro mediante la reutilización de agua lluvia.

Evaluar la disposición de los habitantes para implementar sistemas de captación de agua lluvia en sus viviendas, analizando sus motivaciones y los usos propuestos del agua recolectada

Proponer recomendaciones para la implementación de estrategias sostenibles que optimicen la gestión eficiente del agua lluvia, la capacidad de pago por dichos sistemas y la disposición para realizar el mantenimiento preventivo requerido en el conjunto residencial Bosa San Diego Etapa 7 localidad de Bosa.

1.4 Justificación de la investigación

Para el manejo sustentable de las aguas lluvias se debe tener en cuenta la importancia de planificar y gestionar los recursos, lo cual produciría grandes beneficios para el medio ambiente y para la economía.

Las aguas grises constituyen el 50 % en el hogar, esto se traduce en un recurso inexplorado para mitigar los efectos de la escasez y la alta contaminación debido a ellas. En razón a los bajos niveles de contaminantes patógenos y por nitrógeno, la reutilización y el reciclado de aguas lluvias cada vez mayor, el efluente recuperado puede utilizarse para descargas de inodoros, lavandería y lavados de automóviles, y para el riego de césped y jardines contribuyendo a la preservación de humedales (Aqua España, 2018).

De acuerdo con las Naciones Unidas, para el año 2030 dos terceras partes de la población mundial padecerán escasez de agua; sin embargo, a partir de la búsqueda de un saneamiento sustentable, se desea ahorrar uno de los recursos naturales más importantes, integrando nutrientes al suelo, evitando además la contaminación de ríos, lagos y mares. El diseño de viviendas basadas en el reúso y el ahorro de agua es una idea en crecimiento, donde ya se están evidenciando los efectos de la explotación descomunal de los recursos hídricos y la contaminación de fuentes no renovables. Sin embargo, sabiendo que los países tropicales poseen riqueza en fuentes hídricas, los costos por conceptos de producción, tratamiento y distribución de agua potable no deben ser desconocidos (Guterres, 2024).

La implementación de estrategias de captación de aguas lluvias una alternativa viable, dado que se propone una metodología que se integre fácilmente con lo que ya se tiene en la vivienda, mejorando y permitiendo un mayor aprovechamiento de los recursos, el enfoque del proyecto busca estimular el uso eficiente del agua, mediante un manejo racional del recurso,

incrementando así los beneficios económicos, ambientales, culturales y sociales, lo que repercute en una mejor calidad de vida de los ciudadanos y de la sociedad en general.

2 MARCO DE REFERENCIA

2.1 Marco de Antecedentes

En Bucaramanga, Colombia, Rivera y Zaraza (2020) desarrollaron una investigación que evaluó la factibilidad de un sistema descentralizado de reúso de aguas pluviales en viviendas de alto consumo. El estudio consideró una vivienda aún no construida, lo que permitió diseñar un sistema con mínima intervención estructural y máxima eficiencia. Entre los resultados más destacados, se concluyó que el 77 % del consumo de agua potable en actividades como duchas, lavado de ropa y uso de sanitarios podría ser reemplazado por aguas reutilizadas, alcanzando un ahorro total del 44,3 % en el consumo anual de agua potable, equivalente a 138 m³.

Este ahorro es aún más significativo si se tiene en cuenta el patrón de consumo de una vivienda promedio en Bogotá, donde el 58 % del agua se destina al aseo personal, el 23 % al uso en la cocina, el 10 % al funcionamiento de inodoros, el 7 % al lavado de ropa y el 2 % al aseo del hogar (Grandas, 2024). Estas cifras demuestran que gran parte del agua empleada en el hogar no requiere calidad potable, lo que refuerza la necesidad de implementar estrategias de separación y tratamiento de aguas grises y lluvias para reducir el uso de agua tratada en actividades que no lo demandan.

En contextos rurales, donde el acceso al agua potable es aún más limitado, la captación de aguas lluvias representa una alternativa eficaz. Albarracín (2023), en un estudio de caso realizado en la vereda Garbanzal del municipio de Los Santos (Santander), evaluó la viabilidad económica de sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias (SAAL). Utilizando un análisis costo-beneficio,

se concluyó que estos sistemas no solo son financieramente viables, sino que también pueden ser optimizados mediante el desarrollo de herramientas que consideren variables técnicas, sociales y económicas. Este enfoque permite fortalecer las capacidades de adaptación de las comunidades rurales ante los efectos del cambio climático.

Además del ahorro económico, el aprovechamiento del agua de lluvia también ofrece beneficios ambientales relevantes. Albarracín (2023) resalta que esta práctica ha cobrado mayor relevancia frente al cambio climático y el crecimiento poblacional, al disminuir la presión sobre fuentes de agua tradicionales y reducir la huella hídrica. Además, contribuye a la prevención de inundaciones al absorber el exceso de agua en el suelo y reducir la escorrentía. Desde una perspectiva social, almacenar agua de lluvia se traduce en un alivio financiero para las familias, especialmente en zonas donde el costo del agua es elevado o el acceso es limitado.

2.2. Marco Teórico

2.2.1 Captación de aguas lluvias

Rivera y Zaraza (2020) plantean que, mediante la captación adecuada de las precipitaciones naturales, se pueden reducir significativamente los costos del agua tratada y promover una gestión más sostenible de este recurso. Sin embargo, este proceso debe llevarse a cabo de forma responsable, asegurando que las superficies de captación, como techos y canaletas, estén limpias para evitar contaminaciones, especialmente si el agua recolectada se destina al consumo humano, caso en el cual se requiere un tratamiento adicional.

En la ciudad de Bogotá, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado (EAAB) ha evaluado recientemente el comportamiento de consumo y ahorro de agua por parte de los usuarios antes y después del racionamiento implementado a causa de la escasez hídrica. Según Ruiz (2024), se

registró un ahorro promedio del 5,3 % en las zonas atendidas por la EAAB en Cundinamarca. Tocancipá y Bogotá lideran los resultados positivos con un 8,3 % y 8,1 % de ahorro, respectivamente, mientras que Zipaquirá y Gachancipá presentaron los porcentajes más bajos. A nivel de localidades dentro de Bogotá, La Candelaria, Engativá y Puente Aranda destacaron por su ahorro promedio superior al 10 %, mientras que Fontibón, Usme y Bosa mostraron reducciones por debajo del 6 %. Incluso, algunas UPZ como Ciudad Usme y Aeropuerto reportaron un incremento en el consumo del 8,5 %, lo que evidencia la necesidad de reforzar las estrategias de concientización y monitoreo.

2.2.2 Sistemas de reúso de aguas lluvias

Para diseñar sistemas eficaces de reúso de agua en el hogar, es fundamental conocer las características del agua a reutilizar. Según Mourad, Berndtsson y Berndtsson (2011), dentro de una vivienda, la ducha presenta las mejores características fisicoquímicas para el reúso, mientras que la lavadora y los lavamanos sobresalen en calidad microbiológica. Por su parte, Young, Bak y Han (2012) destacan que la calidad del agua de lluvia está influenciada por factores como el número de días secos previos a la precipitación, el tipo de material del techo y el grado de contaminación ambiental, pudiendo contener altas concentraciones de amonio, nitrato y sulfato, especialmente en áreas urbanas densamente pobladas.

En este sentido, la planificación y el diseño de sistemas de captación deben considerar las condiciones climáticas y geográficas locales. Bogotá, ubicada en la cordillera Oriental de Colombia, presenta un clima frío con dos temporadas definidas: una lluviosa que abarca ocho meses (marzo a junio y septiembre a diciembre) y otra seca de cuatro meses (enero, febrero, julio y agosto) (Ramírez, 2021).

En los sistemas de recolección es la superficie de captación, Grafman (2025) señala que la efectividad de estos sistemas depende tanto del tamaño como del material de la superficie.

2.2.3 Consumo de agua

Conocer el consumo de agua en cada vivienda es clave para identificar oportunidades de ahorro y establecer metas de reducción. Ruiz (2024) señala que este análisis puede hacerse fácilmente a partir de las facturas de servicios públicos, lo que proporciona una línea base confiable para implementar estrategias de reúso. En Bogotá, las localidades como Fontibón, Usme y Bosa presentan los niveles más bajos de ahorro, lo que evidencia una oportunidad para fomentar campañas de sensibilización y facilitar la adopción de tecnologías domésticas de captación de aguas lluvias y reutilización de aguas grises.

La implementación de sistemas de recolección y reúso de agua en el ámbito doméstico no solo permite disminuir el consumo de agua potable, sino que también constituye una herramienta esencial para la adaptación al cambio climático. Sin embargo, su éxito depende de un diseño técnico adecuado, del conocimiento del comportamiento de consumo, de las condiciones climáticas locales, y, sobre todo, del compromiso ciudadano con el uso responsable del recurso. El avance hacia una cultura del agua sostenible requiere tanto de políticas públicas como de acciones individuales, informadas y responsables.

2.3. Marco normativo

“La Ley 373 de 1997 dispone que los planes ambientales, regionales y municipales deben incorporar programas de uso eficiente y ahorro del agua basados en diagnósticos de la oferta hídrica y la demanda” (Congreso de la República de Colombia, 1997, art. 1).

“El Decreto Ley 2811 de 1974 dispone la clasificación de las aguas, la fijación de su destinación y el perfeccionamiento de métodos para el tratamiento, recolección y disposición final de residuos líquidos” (Congreso de la República de Colombia, 1974, art. 134).

“El artículo 211 del Decreto 1541 de 1978 prohíbe verter, sin tratamiento, residuos sólidos, líquidos o gaseosos que puedan contaminar o eutroficar las aguas, causar daño a la salud humana o afectar la flora y fauna” (Congreso de la República de Colombia, 1978, art. 211).

“El artículo 63 del Decreto 3930 de 2010 establece que la solicitud de reúso del agua debe incluir aspectos como la descripción del proyecto, objetivos, caracterización de las aguas y estimación de la reducción contaminante” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010, art. 63).

La Norma Técnica Colombiana NTC 2886 establece requisitos de higiene y seguridad aplicables a los tanques de agua utilizados en sistemas privados (ICONTEC, 2007).

3 METODOLOGÍA

3.1 Enfoque y alcance de la investigación

Se empleó un enfoque cuantitativo, basado en el análisis de procedimientos estadísticos que permiten estudiar las variables del fenómeno de manera objetiva (Hernández, 2019). La investigación se clasifica como cuasiexperimental, dado que existe cierto grado de manipulación de las variables, aunque no se controla en su totalidad el espectro de factores implicados.

El estudio presenta un alcance explicativo, ya que busca identificar las causas y consecuencias de la aplicabilidad de los sistemas analizados. En cuanto al diseño temporal, la investigación es de tipo transversal, puesto que los datos se recolectaron en un único momento, sin realizar seguimiento en el tiempo (Hernández, 2019).

El alcance de la investigación se focalizó directamente a los usuarios del conjunto residencial Bosa San Diego, etapa 7 para medir la adaptabilidad, la disposición para generar conciencia ciudadana sobre el aprovechamiento y uso responsable del recurso de las aguas lluvias.

3.2 Población y muestra

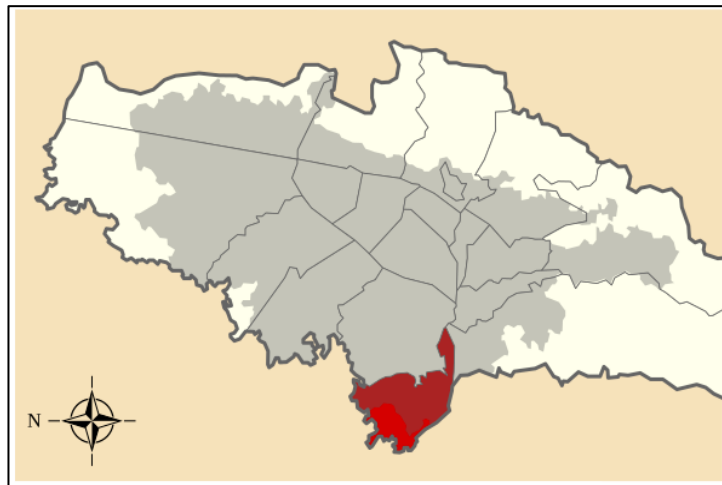
3.2.1 Definición de la población

Bosa es la séptima localidad del Distrito Capital de Bogotá, con 729 781 habitantes, según proyección del DANE (Moyano, 2021)

La figura 1 muestra el plano de Bogotá con la ubicación de Bosa. Para la realización del estudio se tomaron datos del Conjunto residencial San Diego etapa 7 (Figura 1), clasificado como viviendas de estrato 2, ubicado en la séptima localidad de Bogotá. El conjunto cuenta con 100

viviendas, cada una de las cuales consta de tres plantas, cubierta (19,2 m²), patio cubierto (5,44 m²), dos baños y un área construida de 72 m². El material de la cubierta en asbesto-cemento y para el patio: tejas plásticas.

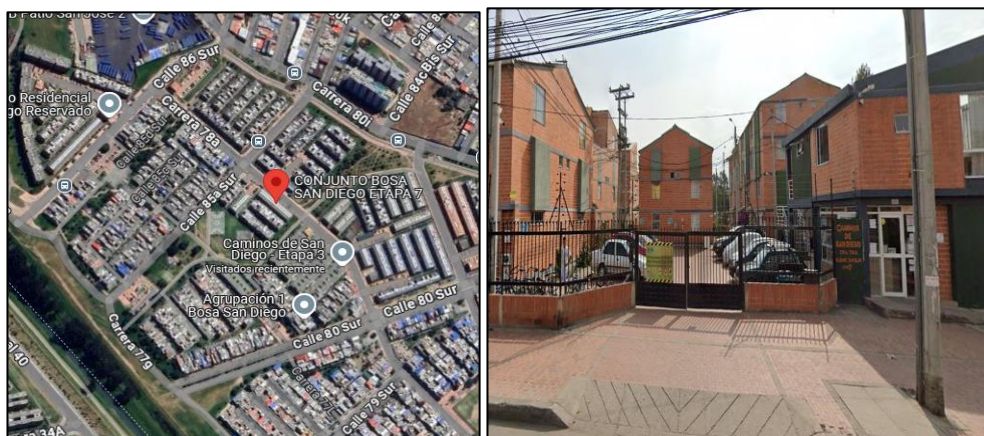
Figura 1. Ubicación de Bosa



Fuente: Google Maps

La figura 2 muestra la localización del sector y el acceso al conjunto residencial Bosa San Diego Etapa 7.

Figura 2. Fotografía aérea y fachada de viviendas.



Fuente: Google Maps

3.2.2 Cálculo y selección de la muestra

Si se dispone de una lista de los elementos de la población finita, la selección de una muestra aleatoria simple es muy sencilla y simple calculadora; el tamaño de la encuesta seleccionado será de 36 encuestas, teniendo en cuenta una población total de 100 viviendas, con un nivel de confianza de 95%, un error del 5% y una proporción del 50%, lo que además concuerda con Morillas (s.f.), quien recomienda encuestas a una muestra mayor al 30% del total de la población.

3.3 Instrumento

El día 14 de julio de 2025 se realizó la encuesta virtual aleatoria simple por medio de la aplicación “Microsoft form”, <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSf-MGhrxx5kjYJf1S2jELeA0M4sdgCSZBbv7u-bjvvddxtLGA/viewform?usp=header>. Los entrevistados al azar en el barrio Bosa San Diego, etapa 7. Se caracteriza porque cada elemento de la población tiene la misma probabilidad de ser elegido. El instrumento se dividió en 12 secciones, las cuales podrán ser consultadas en el Anexo 1.

Sección 1: Se realizó el tratamiento de datos con respecto a la protección de datos personales (Artículo 12 de la ley 1581 de 2012)

Sección 2: nombre de la persona encuestada.

Sección 3: ¿cuántas personas habitan en la vivienda?

Sección 4: cantidad de consumo en m³ de agua por vivienda

Sección 5: frecuencia de riego de plantas

sección 6: frecuencia de lavado de automóvil

Sección 7: disponibilidad de los habitantes para utilizar aguas lluvias

Sección 8: razón del porqué usar agua lluvia en la vivienda

Sección 9: razón del porqué no usar agua lluvia en la vivienda

Sección 10: lugares en que utilizaría el agua lluvia

Sección 11: ¿cuánto pagaría por un sistema de recolección de aguas?

Sección 12: frecuencia de mantenimiento preventivo del sistema.

3.4 Descripción de procedimientos

Con el propósito de recolectar información relacionada con los hábitos de consumo de agua y la disposición de los hogares frente al uso de aguas lluvias, se aplicará una encuesta virtual estructurada, considerada un instrumento útil para estudios sociales por su eficiencia, accesibilidad y bajo costo (Hernández, 2019).

La encuesta fue diseñada con base en los objetivos específicos del proyecto, incorporando preguntas abiertas, cerradas y de opción múltiple.

El cuestionario se elaborará mediante la herramienta digital Google Forms, que permite una aplicación remota, rápida y sin costos asociados. La encuesta estará dirigida a personas mayores de edad responsables de la gestión del agua en sus hogares, ubicadas en San Diego Etapa 7, localidad Bosa. La muestra se definirá mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, utilizando contactos accesibles y redes sociales (Tamayo y Tamayo, 2007). Medio: La encuesta se difundirá mediante redes sociales, correo electrónico y grupos comunitarios. Duración estimada: 5 a 8 minutos por participante.

Periodo de recolección: Desde el 14 de julio de 2025 hasta el 21 de julio de 2025

El mensaje de difusión incluirá una breve introducción explicativa, el consentimiento informado y el enlace al formulario.

3.5 Análisis de información

Se aplicarán técnicas de estadística descriptiva para identificar patrones de consumo y frecuencia de uso del agua doméstica. Entre ellas se incluyen:

Cálculo de frecuencias absolutas y relativas, medias, medianas y desviaciones estándar.

Visualización de datos mediante gráficos de barras, histogramas y diagramas de pastel.

Los resultados obtenidos serán interpretados en función de los objetivos del estudio, permitiendo: Determinar el volumen promedio de consumo de agua por vivienda.

Evaluar los hábitos de uso del agua y el potencial de ahorro mediante reutilización.

Identificar factores que influyen en la aceptación o rechazo de sistemas de captación de agua lluvia. Proponer recomendaciones viables y contextualizadas para su implementación en el conjunto residencial Bosa San Diego Etapa 7.

3.6 Consideraciones éticas

3.6.1 Análisis de consideraciones éticas

La aplicación de encuestas en investigaciones sociales o científicas debe regirse por principios éticos que aseguren el respeto a los derechos y la dignidad de los participantes. Es fundamental obtener un consentimiento informado, donde se explique el propósito del estudio, el uso de los datos y se garantice la participación voluntaria. Se debe asegurar la confidencialidad y el anonimato, evitando cualquier tipo de identificación, salvo autorización expresa. Los datos recolectados deben ser utilizados de forma responsable, exclusivamente para fines académicos o investigativos, y protegidos ante accesos no autorizados. Además, es esencial que las preguntas no generen daño o incomodidad. La transparencia en el proceso también es clave, asegurando que los encuestados comprendan claramente los objetivos del estudio.

3.6.2 Instrumentos de aceptación y autorización

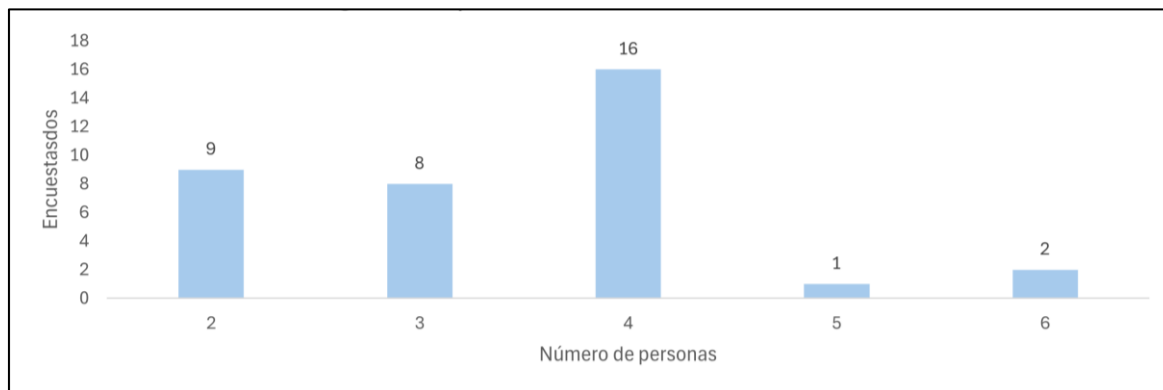
Al inicio de la encuesta virtual se mencionó lo siguiente:

La presente encuesta tiene como objetivo establecer el potencial de la utilización de aguas lluvias en una vivienda, como parte de la metodología planteada para el trabajo de grado realizado por estudiantes de la Universidad UNIMINUTO. El formulario enviado con cada persona encuestada encontró un formulario con 12 preguntas, las cuales aplican a la cotidianidad en el uso de las aguas de las lluvias de las viviendas.

4 RESULTADOS

Una vez codificada la base de datos, se utilizó el programa IBM SPSS Statistics en su versión 25 para llevar a cabo el procesamiento de la información. Este proceso incluyó la creación de sintaxis orientadas tanto a la asignación de etiquetas para las variables y sus valores, como a la generación automatizada de tablas de frecuencia, cruces de variables y demás salidas estadísticas pertinentes (González, 2009).

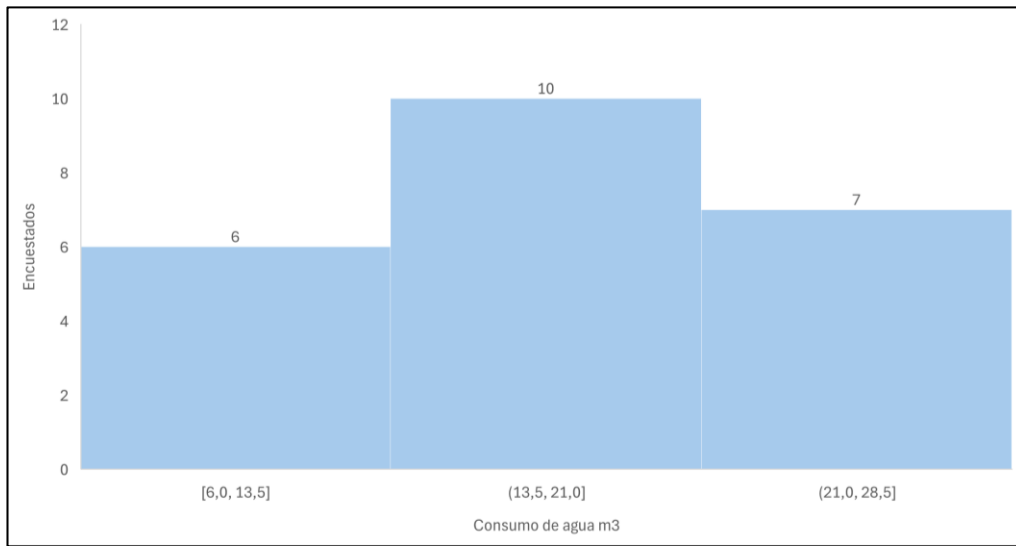
La figura 3 presenta cuántas personas viven en cada una de las viviendas. Lo que más se repite son los hogares con 4 personas, con un total de 16 casos, lo que indica que ese es el tamaño de hogar más común dentro de la muestra. También se ve una presencia significativa de viviendas con 2 y 3 personas, con 9 y 8 casos respectivamente, lo que refleja una alta proporción de hogares pequeños. En cambio, los hogares con 5 o más personas son muy pocos: solo 1 vivienda con 5 personas y 2 con 6, lo que sugiere que los hogares numerosos no son tan frecuentes en este grupo.

Figura 3. Personas que habitan la vivienda

Fuente: Los autores

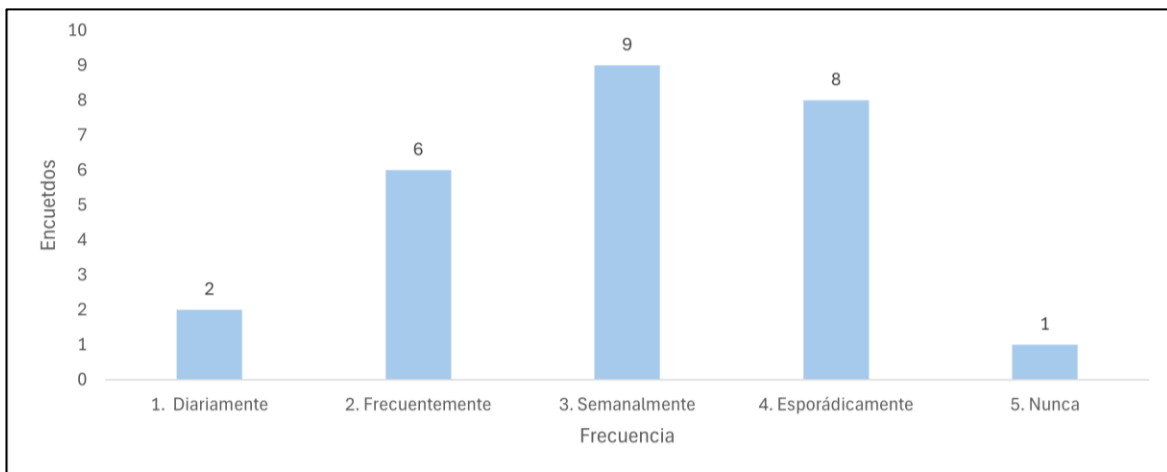
La figura 4 muestra cómo se distribuye el consumo promedio de agua (en m^3) por vivienda. La mayoría de los hogares se ubican en el rango de 13,5 a 21 m^3 , lo que indica que ese es el nivel de consumo más común. La media del consumo fue de 16,11 m^3 , mientras que la mediana alcanzó los 22 m^3 y la moda se ubicó en 17 m^3 . Esto muestra que, aunque el promedio es 16, la mitad de las viviendas consumen más de esa cantidad. También puede indicar que hay algunos hogares con consumos bajos que bajan el promedio general. En cuanto a la dispersión, la desviación estándar fue de 6,09 m^3 , lo que quiere decir que los consumos no varían demasiado entre viviendas. El rango total fue de 19 m^3 , lo que muestra una diferencia moderada entre el consumo mínimo y el máximo registrado. Como resultado, el consumo de agua en las viviendas encuestadas tiende a concentrarse en valores intermedios, sin mucha variación extrema.

Figura 4. Consumo de M3 en la vivienda



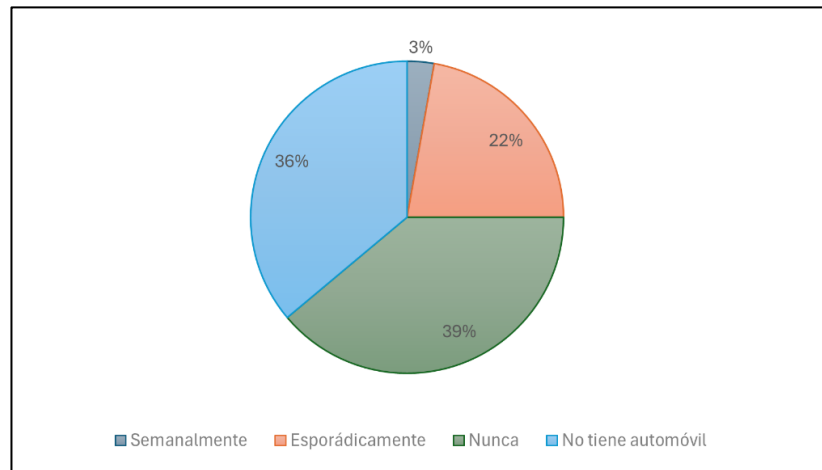
Fuente: Los autores

La figura 5 muestra la frecuencia de riego de plantas. La mayoría de las viviendas encuestadas no tienen plantas (28%), lo que ya marca una diferencia importante frente al resto de respuestas. De las que sí tienen, la opción más común fue que se riegan semanalmente (25%), seguida de esporádicamente (22%) y frecuentemente (17%). Solo 2 viviendas dijeron que riegan a diario (6%), mientras que 1 afirmó que nunca lo hace (3%). Esto sugiere que, aunque hay hogares que tienen plantas, no todos tienen una rutina de riego constante.

Figura 5. Con qué frecuencia se riegan las plantas de la vivienda.

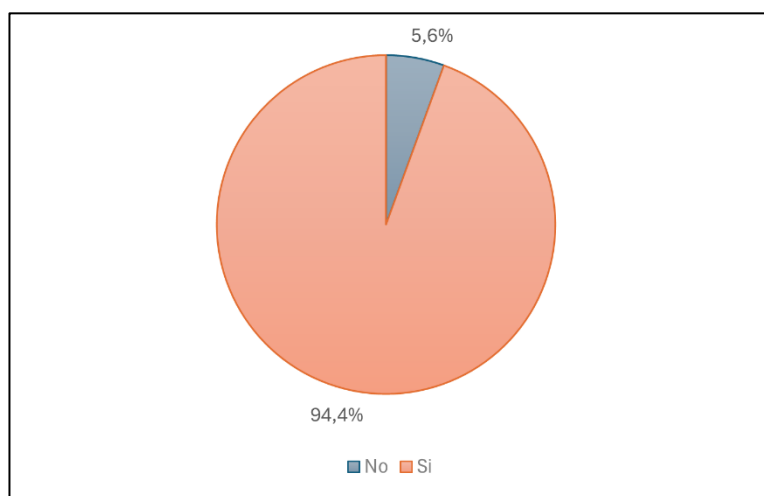
Fuente: Los autores.

La figura 6 muestra con qué frecuencia se lava el automóvil usando agua de la vivienda. De las personas encuestadas, el 39% dijo que nunca lo hace, y otro 36% señaló que no tiene automóvil, lo cual es importante porque reduce bastante la cantidad de hogares que realmente realizan esta práctica. Solo el 22% lo hace de forma esporádica y apenas un 3% lo hace semanalmente, lo que indica que muy pocas personas lavan el carro con agua de su casa de manera frecuente.

Figura 6. Frecuencia de lavado de automóvil.

Fuente: Los autores.

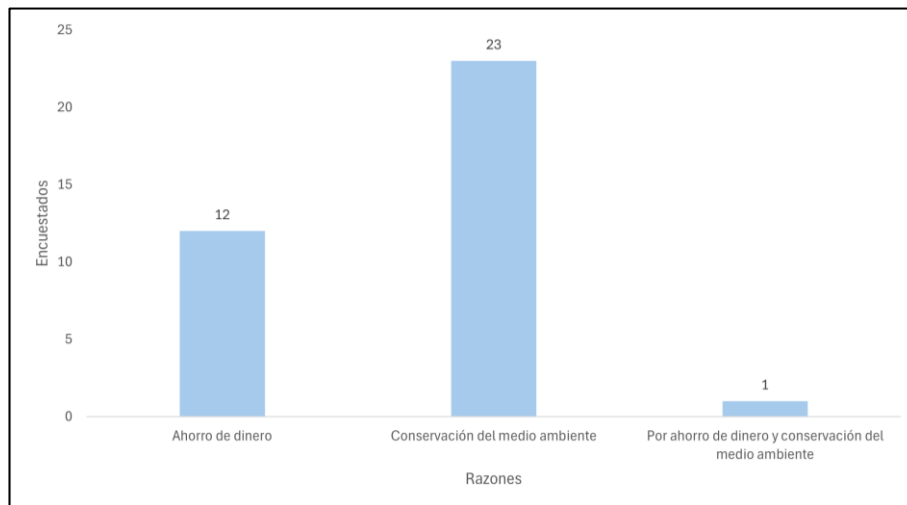
La figura 7 muestra la disposición de las personas encuestadas a usar agua lluvia en su vivienda. La gran mayoría, el 94,4%, respondió que sí estaría dispuesta a hacerlo, mientras que solo un 5,6% dijo que no.

Figura 7. Personas dispuestas a utilizar aguas lluvias en la vivienda.

Fuente: Los autores

La figura 8 muestra las razones por las cuales las personas estarían dispuestas a usar agua lluvia en su vivienda. La razón más mencionada fue la conservación del medio ambiente, con un 64% de las respuestas, lo que refleja una conciencia ambiental bastante alta en la muestra. En segundo lugar, está el ahorro de dinero, con un 33%, lo que indica que el factor económico también es importante, aunque no tanto como el ambiental. Solo una persona (3%) mencionó ambas razones al mismo tiempo.

Figura 8. Porque razón usaría agua lluvia en su vivienda.



Fuente: Los autores

La figura 9 muestra por qué algunas personas no usarían agua lluvia en su vivienda. La razón más frecuente fue la calidad del agua, mencionada por el 47% de los encuestados. Esto muestra que hay cierta desconfianza o preocupación sobre si el agua lluvia es segura para usar en casa. Por otro lado, un 17% dijo que no la usa, pero le gustaría hacerlo, lo que indica que hay interés, pero probablemente no tienen los medios o condiciones para implementarlo. También

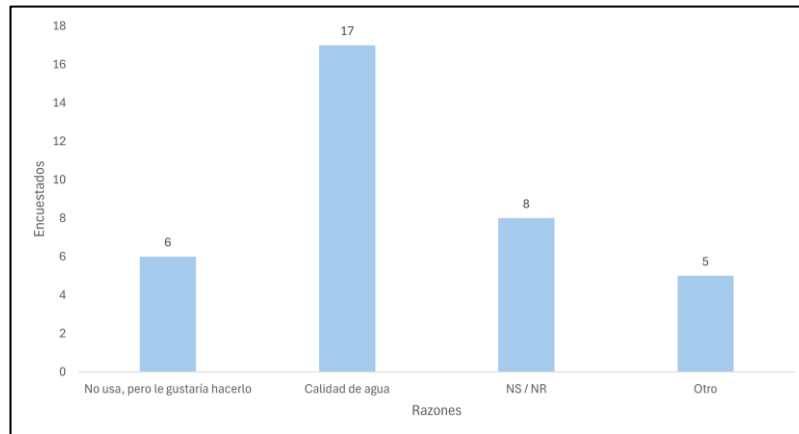
hubo un 14% que respondió “otro”, y un 22% que no sabe o no respondió, lo cual puede estar relacionado con falta de información o desinterés.

En el conjunto San Diego, se aplicó esta lógica para evaluar la viabilidad económica de implementar SAAL. Se utilizó una encuesta como herramienta de recolección de información clave, con el fin de conocer la disposición de los habitantes a usar agua lluvia en sus viviendas. Los resultados fueron contundentes: el 94,4% de los encuestados manifestaron estar dispuestos a usar este recurso, mientras que solo un 5,6% se mostró reacio. Este dato no solo supera ampliamente las cifras registradas en estudios similares, sino que evidencia una alta conciencia colectiva sobre el valor del recurso hídrico.

En cuanto a las motivaciones para implementar estos sistemas, el 64% de los encuestados señaló la conservación del medio ambiente como su principal razón, lo que marca una diferencia notable frente a otros contextos, donde el argumento económico suele predominar. Aunque el ahorro de dinero también fue mencionado (33%), queda claro que el componente ambiental posee un peso mayor en esta comunidad, lo que representa una fortaleza para el desarrollo de políticas de gestión hídrica localmente sostenibles. Se evidencian barreras similares a las encontradas en otros estudios. La preocupación por la calidad del agua fue señalada por el 47% de los encuestados, lo que refleja una necesidad urgente de educación ambiental y acompañamiento técnico. Esta inquietud es coherente con lo observado en investigaciones previas, donde la falta de confianza en la salubridad del agua lluvia suele limitar su uso, especialmente para fines de consumo humano. Otro hallazgo relevante es que un 17% de las personas afirmó que no utiliza agua lluvia, pero le gustaría hacerlo, lo cual apunta a limitaciones estructurales o económicas que impiden la adopción de estos sistemas. Adicionalmente, un 14%

marcó “otro” como respuesta, mientras que un 22% no sabe o no respondió, lo que podría estar vinculado a una falta de información, desinterés o baja alfabetización hídrica.

Figura 9. Razón por la cual no usaría agua lluvia en su vivienda.



Fuente: Los autores

La figura 10 muestra en qué lugares las personas estarían dispuestas a usar agua lluvia dentro de su vivienda. La opción más mencionada fueron los inodoros, con un 64% de respuestas, lo cual tiene sentido, ya que es un espacio donde no se requiere agua potable para el uso diario. Le siguen el jardín con un 19% y en menor medida la lavadora (6%) y la cocina (3%). También hubo un 8% que eligió la opción “otro”, que puede incluir usos como el lavado de pisos, carros, o similares.

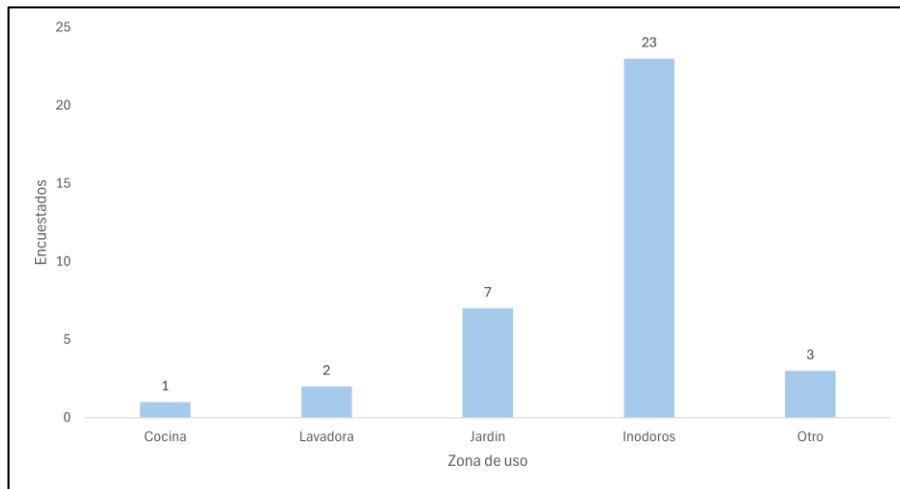
Los resultados de la encuesta aplicada a los residentes indican una percepción distinta que muestra dónde debería reutilizarse el agua lluvia. La opción más mencionada fue el uso en inodoros (64%), seguido por jardines (19%), lavadora (6%), cocina (3%), y un 8% en usos diversos, como el lavado de pisos o carros. Esta información refleja que, si bien el consumo en sanitarios representa una porción considerable del total, los encuestados perciben este espacio

como el más apropiado para reutilizar agua lluvia, probablemente debido a que no requiere agua potable para su funcionamiento.

Sin embargo, llama la atención que el lavado de ropa, que constituye el porcentaje más alto de consumo (20.9%), solo fue considerado por un 6% de los encuestados como viable para el uso de agua lluvia. Esto sugiere una desconexión entre el consumo real y la percepción de viabilidad técnica o cultural de ciertos usos. De igual manera, el riego de jardines, que representa apenas un 1.5% del consumo según antecedentes, fue elegido por un 19% de los encuestados como un uso ideal para agua lluvia, tal vez por la visibilidad y facilidad de esa actividad en espacios comunes.

Este contraste refleja una percepción generalizada de que la reutilización debe dirigirse a actividades "no sensibles" al contacto humano directo, como el inodoro o el riego, mientras se evita aplicarla en procesos como la ducha o el lavado de ropa, que implican mayor cercanía con el cuerpo o la ropa, aunque estos sean los principales responsables del consumo total.

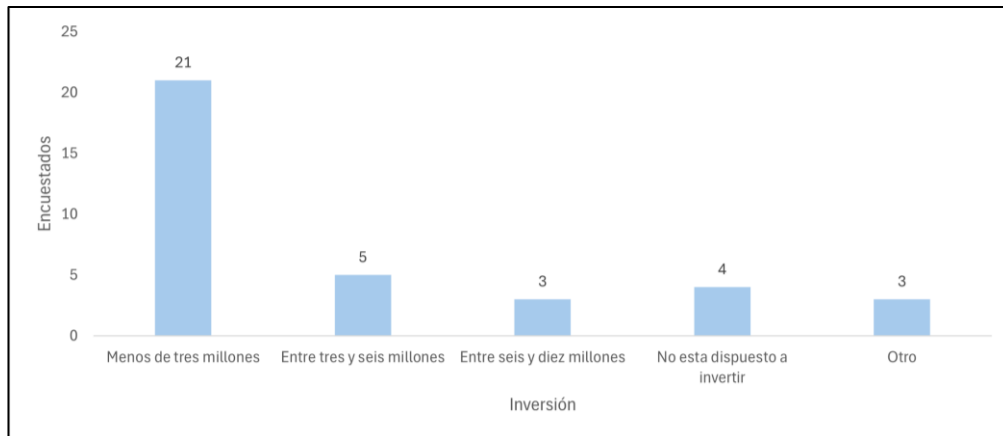
De acuerdo con el alcance de esta investigación, que busca determinar el volumen promedio de consumo de agua por vivienda y las frecuencias de uso del agua en actividades como el riego de plantas o el lavado de autos, esta comparación evidencia que hay un potencial de ahorro poco explorado en los espacios de mayor consumo, como lavadoras y duchas. Mientras tanto, la ciudadanía muestra una mayor disposición a intervenir espacios de menor impacto en el volumen total, como jardines y patios.

Figura 10. Lugares en que se utilizaría el agua lluvia.

Fuente: Los autores

La figura 11 muestra cuánto estarían dispuestas a pagar las personas por un sistema de recolección de aguas. La mayoría, un 58,3%, dijo que pagaría menos de tres millones, lo que indica una alta disposición, pero con un límite económico claro. Un 13,9% invertiría entre tres y seis millones, y un 8,3% entre seis y diez millones, mostrando que hay un grupo más reducido con mayor capacidad (o voluntad) de inversión. Por otro lado, un 11,1% dijo que no está dispuesto a invertir, y otro 8,3% eligió la opción “otro”, posiblemente porque no tiene claridad sobre cuánto costaría, o lo condiciona a ciertos factores.

Figura 11. El valor que pagarían las personas por un sistema de recolección de aguas lluvias.



Fuente: Los autores

La figura 12 muestra cada cuánto estarían dispuestas las personas a realizar el mantenimiento preventivo del sistema. La mayoría, un 39%, respondió que lo haría una vez al año, lo que indica que prefieren un mantenimiento poco frecuente, probablemente por temas de tiempo o practicidad. Un 22% lo haría mensualmente, y un 14% cada quince días, lo que muestra que hay un grupo más comprometido con el cuidado del sistema. Solo una persona dijo que lo haría semanalmente. Además, un 14% señaló que no estaría dispuesto a hacerlo, y un 8% eligió la opción “otro”, posiblemente condicionando su respuesta a factores específicos.

La encuesta aplicada en este conjunto residencial Bosa San Diego Etapa 7 aporta información valiosa sobre la percepción y disposición de sus habitantes frente a la implementación de sistemas de recolección de agua lluvia.

Los resultados indican que existe una alta disposición económica para invertir en sistemas de captación, aunque con límites claros. Un 58,3% de los encuestados manifestaron estar dispuestos a pagar menos de tres millones de pesos, lo que refleja una tendencia hacia opciones

accesibles y asequibles. Sin embargo, también existe un grupo menor, pero significativo: un 13,9% y un 8,3% dispuesto a invertir entre tres y diez millones, lo que sugiere que algunos residentes valoran la tecnología y calidad del sistema hasta niveles superiores de inversión. A pesar de ello, un 11,1% expresaron su rechazo a realizar la inversión, y otro 8,3% mostraron indecisión o condiciones específicas para hacerlo, aspectos que deben considerarse al diseñar estrategias inclusivas.

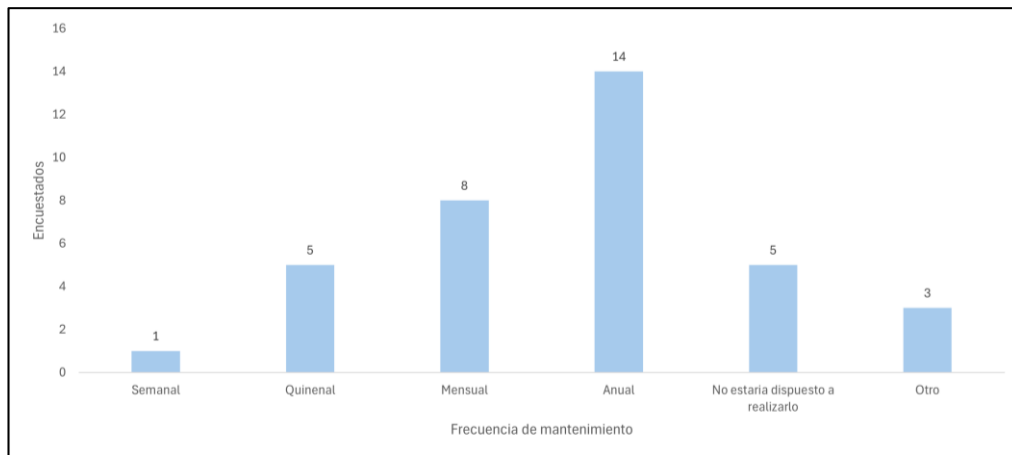
La disposición para el mantenimiento preventivo del sistema apunta a preferencias claras por el equilibrio entre efectividad y practicidad. La mayoría, con un 39%, prefiere realizar el mantenimiento anualmente, posiblemente motivado por limitaciones de tiempo o comodidad. Un 22% y un 14% están dispuestos a hacerlo mensualmente y quincenalmente, respectivamente, evidenciando un compromiso con el cuidado del recurso. No obstante, un 14% no tiene ninguna intención de mantenimiento, y un 8% condicionan su respuesta, lo cual es un reto para garantizar la sostenibilidad y buen funcionamiento de los sistemas propuestos.

Estos resultados reflejan un panorama mixto donde conviven la voluntad de adoptar tecnologías sostenibles y ciertas restricciones económicas y prácticas. Por ello, al proponer recomendaciones para la implementación de estrategias de aprovechamiento de agua lluvia en el conjunto residencial Bosa San Diego Etapa 7, es fundamental diseñar programas que optimicen la eficiencia técnica del sistema, se ajusten a las posibilidades económicas de la mayoría y contemplen modalidades de mantenimiento que sean factibles para los usuarios.

Los antecedentes que resaltan la urgencia y beneficios de la recolección de agua lluvia se reflejan en la disposición y limitaciones manifestadas por los habitantes de Bosa San Diego. Esto exige un enfoque integrador y pragmático para fomentar la gestión eficiente del recurso hídrico a

nivel local, garantizando que las estrategias sostenibles propuestas sean aceptadas, económicamente viables y ambientalmente responsables.

Figura 12. Frecuencia de mantenimiento preventivo del sistema



Fuente: Los autores

5 DISCUSIÓN

El estudio realizado en San Diego evidenció que la mayoría de los hogares son pequeños o medianos, con un promedio de cuatro personas y un consumo mensual de 16,11 m³, concentrado entre 13,5 y 21 m³. Aunque la media fue de 16, la mediana alcanzó 22 m³, lo que refleja consumos elevados en algunos casos. Actividades complementarias como el riego de plantas o el lavado de automóviles no tienen un peso relevante en la demanda. Estos resultados coinciden con Grandas (2024), quien señala que en Bogotá el mayor consumo de agua corresponde al aseo personal, la cocina y los inodoros. Rivera y Zaraza (2020) destacan que hasta el 77 % de estas actividades puede suplirse con aguas lluvias y grises, lo que representa ahorros de hasta el 44,3 %.

En este sentido, el potencial de ahorro hídrico no está en las prácticas marginales, sino en reemplazar parcialmente el agua potable utilizada en actividades básicas por fuentes alternativas, como los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia (SAAL). La encuesta reveló una alta aceptación de estos sistemas (94,4 %), cifra superior a estudios similares. En Bogotá, el 58 % del agua se usa en el aseo personal y el 17 % en sanitarios y lavado de ropa, actividades que no requieren agua potable (Grandas, 2024).

Las principales motivaciones de la comunidad se relacionan con la conservación ambiental (64 %), más que con el ahorro económico (33 %), lo que muestra una conciencia ecológica destacada. Sin embargo, persisten barreras: un 47 % manifestó preocupación por la calidad del agua y, aunque las duchas y el lavado de ropa concentran el mayor consumo, la preferencia de uso se dirige hacia sanitarios (64 %) y jardines (19 %), considerados culturalmente más seguros (Grandas, 2024).

Algunos estudios confirman que los SAAL son técnica y financieramente viables, además de ofrecer beneficios ambientales como la reducción de presión sobre las fuentes hídricas y la prevención de inundaciones (Albarracín, 2023). No obstante, su implementación requiere superar barreras culturales, económicas y de mantenimiento mediante educación ambiental, financiamiento accesible y sistemas modulares y asequibles. De esta manera, se podrá ampliar su uso y garantizar un impacto significativo en el ahorro de agua potable en los hogares urbanos.

6 CONCLUSIONES

El análisis evidenció que la mayoría de los hogares están conformados por cuatro personas, lo que se refleja en un consumo moderado y relativamente uniforme de agua, con un promedio de 16,11 m³ mensuales, concentrado entre 13,5 y 21 m³. Las actividades complementarias, como el riego de plantas y el lavado de automóviles, resultan poco frecuentes, lo cual abre oportunidades para fomentar prácticas sostenibles como el aprovechamiento de aguas lluvias, especialmente para riego.

La encuesta aplicada mostró una alta disposición de los residentes hacia la implementación de sistemas de captación de agua lluvia, motivada principalmente por la conservación ambiental y el ahorro económico. No obstante, persisten limitaciones vinculadas a la calidad percibida del agua, la infraestructura y los costos de inversión. La mayoría de los encuestados estaría dispuesta a destinar menos de tres millones de pesos, lo que indica la necesidad de diseñar soluciones accesibles y adaptadas a distintos niveles de ingreso.

Se identificó una preferencia por esquemas de mantenimiento anual, lo que señala que las propuestas deben priorizar sistemas prácticos, de bajo compromiso operativo y económicamente viables. En conjunto, los resultados confirman que la captación y aprovechamiento de aguas lluvias constituye una alternativa viable y aceptada socialmente, siempre que se acompañe de estrategias de sensibilización, financiamiento accesible y modelos de gestión adaptados al contexto urbano de los hogares.

7 RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para la implementación de un sistema de recolección de aguas lluvias en Bosa San Diego deben basarse en un enfoque flexible y adaptado a las capacidades económicas y operativas de los residentes. Propuestas que integren soluciones accesibles, con sistemas eficientes de captación y mantenimiento, contribuirán a una mayor aceptación y sostenibilidad a largo plazo. Además, el diseño de estos sistemas debe involucrar educación comunitaria y mecanismos de seguimiento que aseguren la eficiencia del recurso sin imponer cargas excesivas sobre los usuarios. De esta forma, se podrá avanzar hacia una gestión eficiente del agua lluvia que beneficie tanto a la comunidad como al medio ambiente, promoviendo una cultura de sostenibilidad y responsabilidad hídrica.

Dado que la mayoría de los residentes está dispuesta a invertir menos de tres millones de pesos, el sistema debe diseñarse para ajustarse a este presupuesto. Esto implica buscar soluciones que sean eficientes en términos de costo, como sistemas de captación más sencillos, pero funcionales, con materiales accesibles y que garanticen una calidad mínima para su uso. Además, sería útil ofrecer distintas opciones que varían según la capacidad de inversión de cada residente, asegurando que los que puedan invertir más, puedan optar por sistemas de mayor capacidad o eficiencia sin excluir a quienes tienen un presupuesto limitado.

La preferencia por un mantenimiento anual sugiere que el sistema debe ser diseñado para requerir poca intervención frecuente. Se deben ofrecer paquetes de mantenimiento a precios razonables, que incluyan la revisión y limpieza periódica de los sistemas de captación. Además, el sistema debe ser lo suficientemente sencillo para que los residentes puedan realizar algunas tareas de mantenimiento básico por sí mismos, con guías claras para ello.

La integración de la comunidad en el proceso de recolección de aguas lluvias es esencial para garantizar la sostenibilidad a largo plazo del sistema. La implementación de programas educativos sobre la importancia de la gestión del agua lluvia, las técnicas de mantenimiento, y los beneficios ambientales de estos sistemas puede aumentar la aceptación y el uso responsable de los recursos. Además, se debe proporcionar información clara sobre cómo los residentes pueden colaborar activamente para el buen funcionamiento del sistema.

Establecer mecanismos de seguimiento que permitan verificar la efectividad del sistema, tanto en términos de recolección de agua como de mantenimiento, es fundamental. Se pueden crear comités de gestión local o grupos responsables dentro de la comunidad que se encarguen del monitoreo del sistema. De esta forma, se puede garantizar que las necesidades de los residentes sean atendidas de manera oportuna y que el sistema se mantenga operando de manera óptima.

A través de la implementación de un sistema de recolección de aguas lluvias, se podrían establecer incentivos para aquellos que muestren un uso más responsable o eficiente del agua recolectada. Esto podría incluir descuentos en tarifas de servicios públicos o reconocimientos a la comunidad por su esfuerzo colectivo en la gestión eficiente del recurso hídrico.

Es posible que se puedan buscar alianzas con empresas que ofrezcan soluciones tecnológicas para el tratamiento de aguas lluvias. Estas alianzas pueden permitir el acceso a subsidios o financiación para quienes no pueden cubrir el costo total del sistema, así como la provisión de equipos o materiales a precios más bajos.

Aunque la preferencia actual es por soluciones sencillas y económicas, es importante que el sistema esté diseñado con la posibilidad de ser ampliado o mejorado con el tiempo, a medida

que la comunidad pueda afrontar mayores inversiones o que se presenten oportunidades de financiamiento. Esta planificación a largo plazo puede permitir una transición gradual hacia sistemas más eficientes y de mayor capacidad.

La clave para una implementación exitosa en Bosa San Diego radica en la flexibilidad del diseño, la accesibilidad económica, el mantenimiento sencillo y la participación de la comunidad. Si se logran equilibrar estas necesidades, el sistema de recolección de aguas lluvias podría ser una solución sostenible y beneficiosa para todos los residentes.

Referencias

- Albarracín Ortiz, C. A. (2023). Evaluación económica de sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias en zonas rurales [Tesis de maestría, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio Institucional UIS. <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/c079eb04-1de2-47e5-bb6e-270e82b81c01/content>
- Aqua España. (2018). Aprovechar las aguas pluviales y reciclar las aguas grises [Entrada de blog]. Aguas Residuales. <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/aprovechar-las-aguas-pluviales-y-reciclar-las-aguas-grises>
- Congreso de la República de Colombia. (1974, diciembre 18). Decreto Ley 2811 de 1974: Código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente [Decreto]. Diario Oficial, 34.243. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1622>
- Congreso de la República de Colombia. (1978, julio 21). Decreto 1541 de 1978: Por el cual se reglamenta la utilización de las aguas en el territorio nacional [Decreto]. Diario Oficial, 35.364. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1936>
- Congreso de la República de Colombia. (1997, junio 13). Ley 373 de 1997: Programa para el uso eficiente y ahorro del agua [Ley]. Diario Oficial, 43.091. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=339>
- García Pacheco, M, O (2017). Los principios de la gestión integrada de los recursos hídricos [Libro]. Fondo Editorial Universitario. <https://medioambiente.uexternado.edu.co/los-principios-de-la-gestion-integrada-de-los-recursos-hidricos/>

Grafman, L. (2025). Ingeniería ambiental: Sustentabilidad y conservación [Recurso educativo en línea]. Libre texts español.

[https://espanol.libretexts.org/Ingenieria/Ingenier%C3%ADa_Ambiental_\(Sustentabilidad_y_Conservaci%C3%B3n\)/Libro%3A_Para_atrapar_la_lluvia_\(Grafman\)/02%3A_Componeentes/2.01%3A_Superficie_de_Captaci%C3%B3n](https://espanol.libretexts.org/Ingenieria/Ingenier%C3%ADa_Ambiental_(Sustentabilidad_y_Conservaci%C3%B3n)/Libro%3A_Para_atrapar_la_lluvia_(Grafman)/02%3A_Componeentes/2.01%3A_Superficie_de_Captaci%C3%B3n)

Grandas Medina, S. (2024,). Cambiemos hábitos: En hogares de Bogotá el 58 % del agua se usa en aseo personal [Artículo web]. Alcaldía Mayor de Bogotá. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/habitat/el-58-del-agua-en-los-hogares-de-bogota-se-usa-en-aseo-personal>

González González, J. A. (2009). Tratamiento de datos SPSS 25 para análisis de encuestas [Manual técnico]. IBM España.

https://www.fibao.es/media/uploads/manual_basico_spss_universidad_de_talca.pdf

Guterres, A. (2024). Objetivos de desarrollo sostenible: Agua limpia y saneamiento [Informe web]. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish.pdf?_gl=1*1nrzsa4*_ga*MTE5NzgxNTQyMy4xNzU3NDcwMjA0*_ga_TK9BQL5X7Z*czE3NTc0NzAyMDQkbzEkZzAkdDE3NTc0NzAyMDQkajYwJGwwJGgw

Hernández Sampieri, R. H. y Mendoza Torres, C. P. (2019). Elaboración del reporte de resultados del proceso cuantitativo y del proceso cualitativo [Capítulo de libro académico]. En Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (pp. 570–608). McGraw-Hill.

<https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>

Howard, G., Bartram, J. y Williams A. (2003). Domestic water quantity, service level and health [Informe técnico]. World Health Organization.

<https://www.who.int/publications/i/item/9789240015241>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2007). Norma Técnica colombiana ntc 2886: higiene y seguridad. tanques de agua para sistemas privados [norma técnica]. ICONTEC. <https://www.coursehero.com/es/file/49187890/ntc-2886-higiene-y-seguridad-tanques-de-agua-para-sistemas-privados-contraincendio-1991pdf/>

Mays, L. W. (2011). Water resources engineering (2nd ed.) [Libro académico]. John Wiley & Sons. https://dl.watereng.ir/doc/Larry%20W.%20Mays%20-%20Water%20Resources%20Engineering%20_2010,%20Wiley_.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Decreto 3930 de 2010: Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III del Decreto Ley 2811 de 1974, en cuanto a usos del agua y residuos líquidos, y se dictan otras disposiciones [Norma jurídica]. Diario Oficial No. 47.957 del 25 de octubre de 2010.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=40529>

Morillas, A. (s. f.). Muestreo en poblaciones finitas [Material docente universitario]. U-cursos.

<https://www.u->

[cursos.cl/ingenieria/2010/1/IN3401/1/material_docente/bajar?id_material=280296](https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2010/1/IN3401/1/material_docente/bajar?id_material=280296)

Mourad, K. A., Berndtsson, J. C., y Berndtsson, R. (2011). Potential fresh water saving using greywater in toilet flushing in Syria [Artículo científico]. Journal of Environmental Management.

https://www.researchgate.net/publication/51174078_Potential_Fresh_Water_Saving_Using_Greywater_in_Toilet_Flushing_in_Syria

Moyano, K. P. (2021). Población total en Bosa [Informe institucional]. Secretaría Distrital de Planeación. https://www.bosa.gov.co/sites/bosa.gov.co/files/planeacion/dts_1750_-_2024.pdf

Jiménez Cisneros, B., Torregrosa Armenta, M. L. y Aboites Aguilar, L. (2010). Retos para la administración y gestión del agua de riego [Capítulo de libro académico]. En El agua en México. https://www.academia.edu/13663202/Retos_para_la_administraci%C3%B3n_y_gesti%C3%B3n_del_agua_de_riego

Ragab, R y Prudhomme, C. (2002). Climate change and water resources management in arid and semi-arid regions [Artículo científico]. Soil and Water Journal. <https://www.semanticscholar.org/paper/SW%E2%80%94Soil-and-Water%3A-Climate-Change-and-Water-in-Arid-Ragab-Prudhomme/022122cf4f04d2b78bd1fd72080aba487bb5bfa4>

Ramírez, L. J. (2021). ¿Cómo es el clima durante el año en Bogotá y cuáles son los meses de verano? [Artículo web]. Alcaldía de Bogotá. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/como-es-el-clima-en-bogota-cuando-es-invierno-y-verano-fotos>

Rivera Sánchez M.L, y Zaraza Peña, J. M. (2020). Factibilidad técnica y económica de un sistema hidrosanitario para la reutilización de aguas grises y pluviales: Caso de estudio en vivienda de alto consumo de A. M. de Bucaramanga, Colombia [Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander]. Bucaramanga, Colombia.

<https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/c6f46862-04af-412d-b054-5bc10b6082c/content>

Ruiz, R. A. (2024). Balance consumo de agua tras más de seis meses de implementado el racionamiento [Artículo web]. Alcaldía de Bogotá. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/habitat/racionamiento-de-agua-en-bogota-balance-tras-mas-de-6-meses-de-medida#:~:text=Analizando%20m%C3%A1s%20el%20detalle%20del,consumo%20del%201%2C8%20%25>

Tamayo Tamayo, M. (2007). El proceso de la investigación científica (4.^a ed.) [Libro académico]. Limusa.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227860/El_proceso_de_la_investigaci_n_cient_fica_Mario_Tamayo.pdf

Tucci, C. E. M. (2007). Gestión de inundaciones urbanas [Informe técnico]. Organización Meteorológica Mundial – Programa Hidrológico Internacional.
https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/gestion-de-inundaciones/gestion-de-inundaciones-urbanas-esp.pdf

Young, J. G., Bak, G., & Han, M. (2012). Quality of roof-harvested rainwater: Comparison of different roofing materials [Artículo científico]. Environmental Pollution.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749111006622>

Anexos

Anexo 1. Encuesta

REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIAS

La presente encuesta tiene como objetivo establecer el potencial de la utilización de aguas lluvias en una vivienda, como parte de la metodología planteada para el trabajo de grado realizado por estudiantes de la Universidad UNIMINUTO

Por favor lee la siguiente información antes de suministrar tus datos personales y de autorización de tu tratamiento en cumplimiento del artículo 12 de la ley 1581 de 2012: UNIMINUTO está comprometida con el tratamiento lícito y seguro de los datos personales de sus colaboradores y terceros, garantizando su confidencialidad. Consulta nuestra política de Tratamiento de Información en:

<http://www.uniminuto.edu/documents/10194/0/PTI+UNIMINUTO+2017.pdf/0edf6709-af13-4fb9-8284-e66cd8df2cac> REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIAS

Los titulares en cualquier momento pueden ejercer sus derechos legalmente consagrados de conocimiento, actualización, rectificación y supresión de datos personales a través del portal web <http://www.uniminuto.edu/contacto> o la siguiente dirección: calle 81B No 72B-70 en la ciudad de Bogotá, y el teléfono 5933004 en la ciudad de Bogotá o a nivel nacional 018000936670.

He leído y he sido informado (a) y autorizo a UNIMINUTO el tratamiento de mis datos personales para los fines previamente comunicados y acepto la política de datos personales *

Si

1. Nombres y apellidos *

Texto de respuesta breve

.....

2. ¿Cuántas personas habitan en la vivienda? *

Texto de respuesta breve

.....

3. ¿Cuánto es el consumo m³ promedio en la vivienda (información que se encuentra en el recibo de EAAB de la vivienda)? *

Texto de respuesta breve

.....

4. ¿Con que frecuencia se riegan las plantas de la vivienda? *

Texto de respuesta breve
.....

5. ¿ Con que frecuencia se lava el automóvil con agua de su vivienda? *

Texto de respuesta breve
.....

6. ¿ Estaría dispuesto a utilizar agua lluvias en su vivienda ? *

Si

No

7. ¿ Porque razón no usaría agua lluvia en su vivienda ? *

Ahorro de dinero

Conservación del medio ambiente

Otra...

8. ¿Porque razon no utilizaría agua lluvia en su vivienda? *

Calidad de agua

Otra...

9. ¿En que lugares utilizaría el agua lluvia? *

- Duchas
- Lavamanos
- Inodoros
- Lavadora
- Cocina
- Lavado de patios
- Jardin
- Otra...

10. Cuanto pagaria por un sistema de recolección de aguas? *

El costo incluirá diseño, costo de materiales y mano de obra .

- Menos de tres millones
- Entre tres y seis millones
- Entre seis y diez millones
- Mas de diez millones
- No esta dispuesto a invertir
- Otra...

11. Con que frecuencia estaría dispuesto a realizar el mantenimiento preventivo del sistema *

- Semanal
- Quincenal
- Mensual
- Anual
- No estaria dispuesto a realizarlo
- Otra...