



**Propuesta de Sistema de Recolección de Aguas Lluvias para la Sede Uniminuto San Camilo
- Bogotá D.C**

**Presentado por: Angie Katerine Rodriguez Pulido
Johan Jair Rodriguez González**

Proyecto de opción de grado

Semillero CIEMO



Centro de Investigación Estratégica de Manufactura y Operaciones

Director del Proyecto: Juan David Forero Castro, Docente de Tiempo completo

Uniminuto 2025

Tabla de contenido:

1.Introducción	6
2. Descripción del proyecto	7
3.Alcance y Delimitaciones	8
3.1 Alcance del Proyecto.....	8
3.2 Ámbitos principales del alcance:.....	8
3.3 Limitaciones del alcance:	9
3.4 Delimitación del Proyecto.....	9
4.Planteamiento del Problema	10
5.Pregunta de Investigación.....	11
5.1 Árbol de problemas	12
6.Justificación	13
7. Estado actual de las lluvias y los embalses de Bogotá.....	14
7.1 Restricciones de Agua en Bogotá: Una medida adoptada para enfrentar la crisis del sistema Chingaza.....	14
7.2 Niveles del sistema Chingaza.....	15
7.3 Un llamado a la acción	15
7.4 Evidencias.	16
8.Objetivos	18
8.1 Objetivo General	18
8.2 Objetivos Específicos	18
9. Entregables.....	18
10. Beneficios:	19
10.1 Beneficios Ambientales:	19
10. 2 Beneficios Sociales	20
10.3 Beneficios Económicos.....	20

11. Marco Teórico.....	21
12. Antecedentes	27
13. Metodología	33
14. Desarrollo del proyecto.....	34
14.1 Primera fase: Informe Técnico Diagnóstico de Infraestructura Disponible:.....	34
14.2 Recolección de datos climáticos:	34
14.3 Datos Técnicos:	35
14.4 Análisis de áreas captadoras y rutas de distribución	36
14.5 Área de captación	37
14.6. Evaluación del estado de la infraestructura existente.....	38
14.7 Proyección de almacenamiento:.....	38
14.8 Características del sistema:	39
14.9 Datos del producto:	41
14.10 Conclusión del informe	42
14.11. Segunda Fase: Reporte de actividades de Sensibilización y Capacitación de la Comunidad Universitaria	42
14.12. Cronograma de la fase 2:.....	42
14.13. Podcast	43
14.14. Infografía: Transformando hábitos:	43
14.15. Juego Kahoot:.....	44
14.16. Presentación sobre la importancia del agua	45
14.17. Tercera fase: Propuesta Final - Implementación del Sistema de Recolección.....	45
14.18. Introducción a la propuesta final:.....	46
14.19 Objetivos del sistema:	46
14.20 Técnica de los Componentes:.....	46
14.21 Materiales y Equipos Necesarios:	47
14.22. Presupuesto estimado del proyecto	48
14.23 Especificaciones Técnicas:.....	50
14.24 Plan de Mantenimiento Preventivo y Correctivo:	50
14.25 Procedimiento de Instalación	51

14.26. Indicadores de Impacto Ambiental y Social:	51
14.27. Análisis y Mejoras Futuras.....	52
15. Resultados Esperados.....	52
16. Conclusiones	53
17. Bibliografía	55
18. Anexos	57

Tabla de imágenes

Imagen 1.....	17
Imagen 2.....	17
Imagen 3.....	23
Imagen 4.....	23
Imagen 5.....	24
Imagen 6.....	24
Imagen 7.....	25
Imagen 8.....	25
Imagen 9.....	26
Imagen 10.....	28
Imagen 11.....	29

Imagen 12.....	30
Imagen 13.....	31
Imagen 14.....	32
Imagen 16.....	37
Imagen 17.....	39
Imagen 18.....	40
Imagen 19.....	41
Imagen 20.....	43
Imagen 21.....	44
Imagen 21.....	45

1.Introducción

Debido a la creciente demanda de agua potable y la escasez de recursos hídricos en Bogotá, ha generado la necesidad de adoptar prácticas sostenibles en la gestión del agua. En este contexto, nosotros como estudiantes de último semestre de Ingeniería Industrial de la sede de Uniminuto San Camilo, ubicada en Bogotá, hemos decidido tomar medidas para reducir el consumo de agua potable en la sede y contribuir a la sostenibilidad ambiental. El presente proyecto tiene como finalidad crear una propuesta que permita dar un primer paso para diseñar e implementar un sistema de recolección de aguas lluvias que permita captar, almacenar y reutilizar este recurso para diversas actividades no potables, como el riego de jardines y la limpieza de áreas comunes.

El agua de lluvia es un recurso natural que es posible renovar y si se gestiona adecuadamente, puede ser una solución que permita aliviar la presión sobre las fuentes de agua potable y generar importantes ahorros económicos para la sede. Bogotá, con su promedio de precipitación anual de 797mm aproximado según el IDEAM (2024), posee un gran potencial para la captación de este recurso el cual no solo ayudará a reducir la huella hídrica de la sede, sino que también promoverá la conciencia ambiental entre los estudiantes, profesores y empleados, mostrando cómo las soluciones prácticas y sostenibles pueden integrarse en las operaciones diarias de la universidad.

2. Descripción del proyecto

La metodología empleada en este proyecto está diseñada para garantizar un análisis técnico riguroso y un enfoque práctico que permita proponer un sistema de recolección de aguas lluvias viable y sostenible en la sede San Camilo de Uniminuto. A través de tres fases, el proyecto aborda el diagnóstico de infraestructura, la sensibilización de la comunidad universitaria y la formulación de una propuesta técnica que priorice la eficiencia y el impacto ambiental.

Cada fase de la metodología está estructurada para cumplir objetivos específicos, asegurando un avance progresivo hacia la implementación del sistema. Desde la recopilación de datos técnicos y climáticos en la fase inicial, pasando por actividades de sensibilización educativa en la segunda etapa, hasta la elaboración de una propuesta final con componentes técnicos y recomendaciones de mantenimiento, la metodología integra herramientas prácticas y participativas que maximizan los recursos disponibles.

Esta estructura no solo permite identificar la viabilidad del sistema, sino también fortalecer el compromiso de la comunidad universitaria con el uso responsable del agua, promoviendo una cultura de sostenibilidad alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La metodología se fundamenta en principios de precisión técnica, participación comunitaria y aplicabilidad futura, estableciendo una hoja de ruta clara para la propuesta y su posible replicación en otras sedes e instituciones.

3. Alcance y Delimitaciones

3.1 Alcance del Proyecto

El proyecto tiene como propósito diseñar una propuesta técnica integral para la recolección y reutilización de aguas lluvias en la sede San Camilo de Uniminuto, Bogotá. Se enfoca en plantear un sistema que permita captar, almacenar, tratar y distribuir el agua recolectada para actividades no potables, como el riego de jardines, la limpieza de áreas comunes y el uso en sanitarios.

3.2 Ámbitos principales del alcance:

Diagnóstico de infraestructura y viabilidad técnica:

- Identificación de las áreas captadoras de agua más adecuadas.
- Evaluación de la infraestructura existente y proyección de necesidades técnicas.
- Generación de un informe técnico que sirva como base para la implementación futura.

Sensibilización y capacitación de la comunidad universitaria:

- Desarrollo de actividades educativas que promuevan el uso responsable del agua y refuercen la importancia de la sostenibilidad.
- Producción de material educativo y ejecución de talleres.

Diseño de un manual técnico para la implementación:

- Elaboración de una guía práctica que detalle cada etapa del sistema, desde la captación hasta el mantenimiento.
- Propuesta de estrategias para garantizar la sostenibilidad del sistema.

3.3 Limitaciones del alcance:

- El proyecto no contempla la implementación física del sistema, sino únicamente su diseño y planificación.
- La propuesta está diseñada específicamente para las condiciones y necesidades de la sede San Camilo.

3.4 Delimitación del Proyecto

- **Enfoque técnico:** El proyecto se limita a la propuesta técnica y metodológica de un sistema de recolección de aguas lluvias. No incluye la adquisición de materiales ni la construcción del sistema.
- **Uso del agua recolectada:** La propuesta está restringida al uso de aguas lluvias para actividades no potables, como riego, limpieza y sanitarios. No se considerará el tratamiento para consumo humano debido a las complejidades técnicas y los costos asociados.
- **Cobertura geográfica:** El análisis y diseño están enfocados exclusivamente en la sede San Camilo de Uniminuto. No se extenderá a otras sedes o instalaciones de la universidad.
- **Participación comunitaria:** La sensibilización y capacitación se centrarán en los miembros de la comunidad universitaria (estudiantes, docentes y personal administrativo) de esta sede.

- Limitaciones económicas y de tiempo: Al ser un proyecto académico, el diseño del sistema estará ajustado a un presupuesto limitado y se desarrollará dentro de los plazos establecidos para la entrega del proyecto de grado.
- Proyección de sostenibilidad: Aunque no se implementará físicamente, el proyecto incluye un plan de monitoreo y mantenimiento que puede ser aplicado por Uniminuto una vez se implemente la propuesta.

4.Planteamiento del Problema

La escasez de agua potable y la variabilidad climática en Bogotá plantean desafíos significativos para los embalses. El sistema hídrico del que depende Bogotá, especialmente el Sistema Chingaza el cual se enfrenta a una crisis prolongada. Desde mediados de 2024, los niveles de los embalses han mostrado una disminución constante, lo que ha llevado a la implementación de restricciones en el suministro de agua potable por parte de la Alcaldía Mayor de Bogotá. Estas medidas afectan directamente a la población y generan la necesidad de buscar soluciones alternativas que alivien la presión sobre las fuentes de agua tradicionales.

Paralelamente, la ciudad experimenta lluvias intensas que, aunque intermitentes, generan inundaciones en ciertas zonas y subutilizan un recurso natural que podría ser aprovechado de manera eficiente. Este panorama destaca la necesidad de implementar tecnologías que permitan la captación y reutilización del agua lluvia, especialmente en instituciones como Uniminuto, que tienen el potencial de liderar iniciativas sostenibles en sus comunidades.

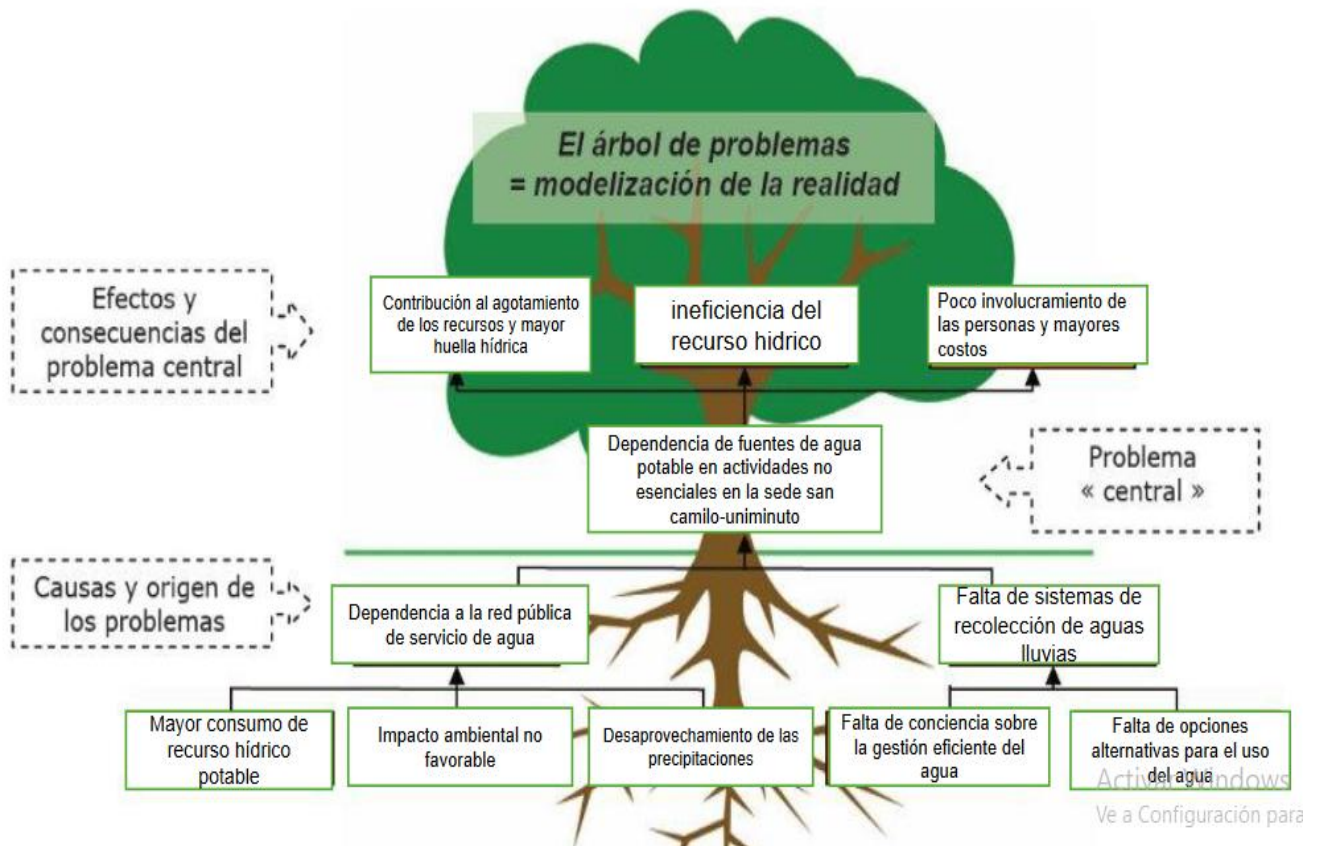
En la sede San Camilo de Uniminuto, la falta de infraestructura para aprovechar las aguas lluvias limita la posibilidad de reducir el consumo de agua potable, especialmente en actividades no esenciales como el riego de jardines y la limpieza de áreas comunes. Actualmente, toda el agua utilizada para estas actividades proviene del suministro municipal, lo que incrementa los costos operativos y genera un impacto ambiental evitable.

Además, la comunidad universitaria, aunque consciente de los problemas ambientales, carece de oportunidades concretas para participar en proyectos de gestión sostenible del agua. Esto refleja un vacío en la integración de prácticas sostenibles dentro de las operaciones diarias de la institución. Por lo tanto, la necesidad de diseñar e implementar un sistema de recolección de aguas lluvias en la sede San Camilo, que permita captar y almacenar este recurso para su reutilización en actividades no potables es de una importancia actual atractiva.

5.Pregunta de Investigación

¿Proponer la implementación de un sistema de recolección de aguas lluvias en la sede San Camilo de UNIMINUTO puede contribuir a concientizar y educar a la comunidad educativa para reducir el consumo de agua potable y optimizar el uso de recursos hídricos por medio de la participación comunitaria activa?

5.1 Árbol de problemas



6. Justificación

La relevancia de este proyecto radica en su contribución directa a la gestión sostenible del agua, un recurso cada vez más limitado en Bogotá teniendo en cuenta su alta precipitación anual promedio, posee un potencial muy grande para la captación de aguas lluvias, un recurso natural renovable que, cuando es adecuadamente gestionado, puede aliviar la presión sobre las fuentes tradicionales de agua potable. Aprovechar este recurso en la sede San Camilo de Uniminuto permitirá no solo reducir su consumo de agua potable, sino también optimizar costos operativos y minimizar su impacto ambiental, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Este proyecto destaca por integrar una perspectiva técnica y educativa. A través de la elaboración de un manual de implementación, se establece una hoja de ruta práctica que detalla las etapas del sistema: captación, almacenamiento, tratamiento y distribución del agua recolectada. Este enfoque técnico, combinado con estrategias de sensibilización y capacitación, promueve una transformación cultural dentro de la comunidad universitaria, fomentando el uso responsable de los recursos hídricos y reforzando el compromiso de la institución con la sostenibilidad.

La propuesta también responde a las políticas ambientales de Uniminuto, que priorizan la conservación de recursos naturales y la formación de una comunidad consciente y comprometida con el medio ambiente. Al diseñar un sistema replicable, este proyecto trasciende los límites de la sede San Camilo y ofrece una solución que puede ser adoptada en otras sedes de la universidad o en instituciones con necesidades similares.

Además de sus beneficios operativos y ambientales, este proyecto se convierte en una herramienta educativa para fortalecer la comprensión de los estudiantes, docentes y personal

administrativo sobre la importancia de adoptar soluciones sostenibles frente a los desafíos globales relacionados con el agua. En última instancia, la implementación de un sistema de recolección de aguas lluvias no solo contribuye al cumplimiento de los ODS 6 (Agua limpia y saneamiento) y 13 (Acción por el clima), sino que también posiciona a Uniminuto como un referente en innovación y compromiso ambiental en el ámbito educativo.

7. Estado actual de las lluvias y los embalses de Bogotá

Actualmente, Bogotá enfrenta una preocupante situación en sus embalses, los cuales se encuentran en niveles muy bajos debido a un déficit hídrico prolongado. Sin embargo, en los últimos meses, se ha observado que, cuando llueve, las precipitaciones son intensas y generan inundaciones en algunas zonas de la ciudad. Esta variabilidad climática subraya la necesidad de adoptar estrategias sostenibles para la gestión del agua, como la captación y reutilización de aguas lluvias.

7.1 Restricciones de Agua en Bogotá: Una medida adoptada para enfrentar la crisis del sistema Chingaza

La constante disminución en los niveles del Sistema Chingaza, que abastece más del 70 % del agua potable de Bogotá, Desde el 11 de abril de 2024, Bogotá y municipios aledaños iniciaron un plan de restricciones que divide la ciudad en diez zonas. Cada zona experimenta cortes en el servicio de 24 horas continuas, desde las 8:00 a. m. hasta las 8:00 a. m. del día siguiente, de

manera rotativa, esto con el fin de reducir el consumo de agua, La localidad de Usme es la única exenta de estas restricciones

7.2 Niveles del sistema Chingaza

La Administración Distrital monitorea diariamente el consumo y los niveles del Sistema Chingaza, con el objetivo de alcanzar un 75 % de ocupación para finales de 2024

Los niveles del Sistema Chingaza han mostrado una tendencia descendente desde mediados de agosto de 2024. Según el último informe de la CAR, entre el 26 y 27 de noviembre de 2024, la ocupación del embalse pasó de 53,71 % a 53,58 %. Este descenso es parte de un período prolongado de 104 días de disminución ininterrumpida, que comenzó el 16 de agosto.

7.3 Un llamado a la acción

En este sentido, creemos que la implementación de tecnologías sostenibles, como sistemas de recolección de aguas lluvias, podría ser una solución viable y eficaz para reducir la presión sobre el sistema hídrico urbano. Como parte de nuestra propuesta, hemos identificado la posibilidad de implementar un sistema de recolección de aguas lluvias en la sede de San Camilo en Uniminuto. Este proyecto no solo contribuiría a la conservación del agua, sino que también serviría como modelo para futuras iniciativas dentro de la institución y en otras comunidades.

7.4 Evidencias.

- En redes sociales se observa un bus escolar del Colegio San Carlos, ubicado en la calle 192, atrapado en medio de las fuertes lluvias que afectan el norte de Bogotá. Según el IDEAM, las precipitaciones más intensas se registraron en la localidad de Usaquén, uno de los sectores más impactados.



Imagen 1. Ruta escolar quedó atrapada en medio de inundaciones por fuertes lluvias en el norte de Bogotá. Imagen de facebook.(2024)

- El norte de la capital del país hace parte de las zonas que más dificultades genera en la movilidad, siendo la carrera Séptima con calle 120 uno de los puntos más afectados.



Imagen 2. Encharcamiento en Bogotá el 22 de noviembre de 2024 - crédito @BogotaTransito/X

8.Objetivos

8.1 Objetivo General

Realizar una propuesta técnica de implementación de un sistema de recolección y reutilización de aguas lluvias en la sede San Camilo de Uniminuto para reducir el consumo de agua potable en actividades no potables

8.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico del estado actual de infraestructura disponible en San Camilo en cuanto a recolección de aguas lluvias
- Sensibilizar y capacitar a la comunidad universitaria: Promover el uso de este tipo de sistemas
- Elaborar un manual técnico para la implementación del sistema de recolección de aguas lluvias

9. Entregables.

- Informe técnico de diagnostico
- Reporte de actividades educativas y sensibilización
- Propuesta final (Manual)

10. Beneficios:

A continuación, veremos los beneficios ambientales, sociales y económicos de la implementación de un sistema de recolección de aguas lluvias en la sede San Camilo de Uniminuto. Este proyecto reducirá la huella hídrica, promoverá el uso responsable del agua, generará ahorros en costos de abastecimiento y fortalecerá la educación ambiental en la comunidad universitaria, alineándose con los principios de sostenibilidad y eficiencia en el uso de los recursos.

10.1 Beneficios Ambientales:

- Reducción de la huella hídrica: Esta propuesta de implementación de un sistema de recolección de aguas lluvias, puede disminuir significativamente la dependencia de fuentes externas de agua potable para actividades no esenciales. Esto implica un menor consumo de agua potable y, en consecuencia, una reducción de la huella hídrica de la sede Uniminuto San Camilo. Utilizar agua de lluvia para el riego, la limpieza y otros fines no potables minimiza la presión sobre las fuentes hídricas locales, ayudando a preservar los recursos acuíferos y contribuir al equilibrio ecológico.
- Conservación de recursos naturales: El aprovechamiento de las aguas lluvias permite conservar los recursos naturales, Reducir el consumo de agua tratada significa que se ahorran recursos utilizados en la potabilización y distribución, como energía y productos

químicos. Este tipo de iniciativa también promueve un manejo más sostenible de los ecosistemas hídricos y su biodiversidad

10. 2 Beneficios Sociales

- Mejora en la calidad de vida de la comunidad: Al reducir los costos asociados al consumo de agua potable y mejorar la eficiencia en su uso, la sede San Camilo podría destinar más recursos a otras áreas de necesidad o desarrollo, beneficiando directamente a estudiantes y personal. Además, una universidad que apuesta por la sostenibilidad genera un entorno más saludable y comprometido con el medio ambiente, lo que repercute positivamente en la calidad de vida de todos los miembros de la comunidad universitaria.
- Educación y sensibilización sobre el uso sostenible del agua: Este proyecto tendrá un impacto educativo al concienciar a la comunidad universitaria sobre la importancia de gestionar adecuadamente los recursos hídricos. A través de charlas, talleres y la visibilización del proyecto, se fomentará un cambio cultural en torno al uso responsable del agua. Los estudiantes, profesores y trabajadores podrán llevar este conocimiento más allá de la universidad, multiplicando el efecto positivo en sus hogares y comunidades.

10.3 Beneficios Económicos

- Ahorro en costos relacionados con el abastecimiento de agua: Al reducir el consumo de agua potable mediante la utilización de agua de lluvia, la sede San Camilo disminuirá sus facturas de agua, lo que generará ahorros significativos a largo plazo. Este ahorro podrá ser utilizado en otros proyectos o actividades de la universidad. La propuesta de la

implementación de un sistema de recolección de aguas lluvias es una medida económica sostenible, especialmente en épocas de escasez (Como en la actualidad) o cuando el precio del agua aumenta.

- Potencial para generación de ingresos a través de venta de agua recolectada: Aunque no se plantea como un objetivo inicial del proyecto, en caso de que la captación de agua supere la demanda interna de la sede, existe la posibilidad de vender el excedente a terceros, generando ingresos adicionales.

11.Marco Teórico

“Una vez tratadas, las aguas residuales pueden utilizarse para reemplazar el agua dulce para riego, procesos industriales o fines recreativos, y los productos derivados de su tratamiento pueden generar energía y nutrientes”. Banco Mundial. (2020). El agua residual puede generar beneficios para la gente, el medioambiente y las economías según el banco mundial.

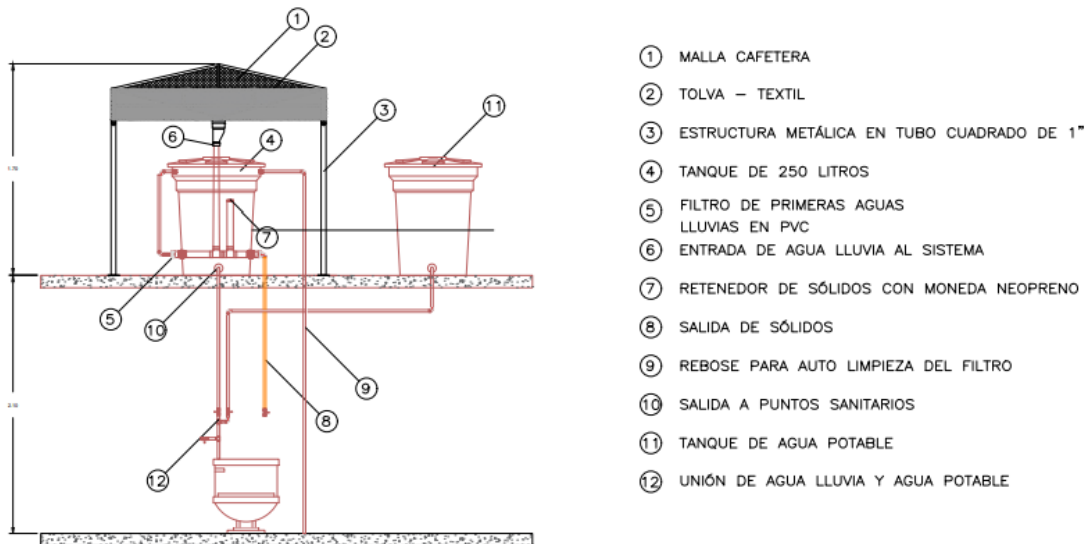
“Cambiando paradigmas para intervenciones más inteligentes en la gestión de aguas residuales en América Latina y el Caribe”. Diego J. Rodriguez, Daniel Nolasco, otros. (2020). De residuo a recurso.

“Reconocer la importancia de contar con un sistema de aguas residuales”. Universidad Francisco José de Caldas. (2018). Tratamiento de aguas residuales.

“Más de 30 años de experiencia en la comercialización y soporte técnico de equipos para el manejo, control, dosificación, preparación y agitación de fluidos”. JnDostra.com. (2018).

Proyectos realizados para el tratamiento de aguas residuales.

“Especialmente en el diseño de la red sanitaria, se suele omitir la reutilización del agua lluvia, a pesar de ser una solución efectiva en términos económicos y medioambientales”. Arquitecto José Alcides Ruiz. (2017). monografía sobre proyecto de grado sistema de captación y el aprovechamiento de agua lluvia impulsado por gravedad.



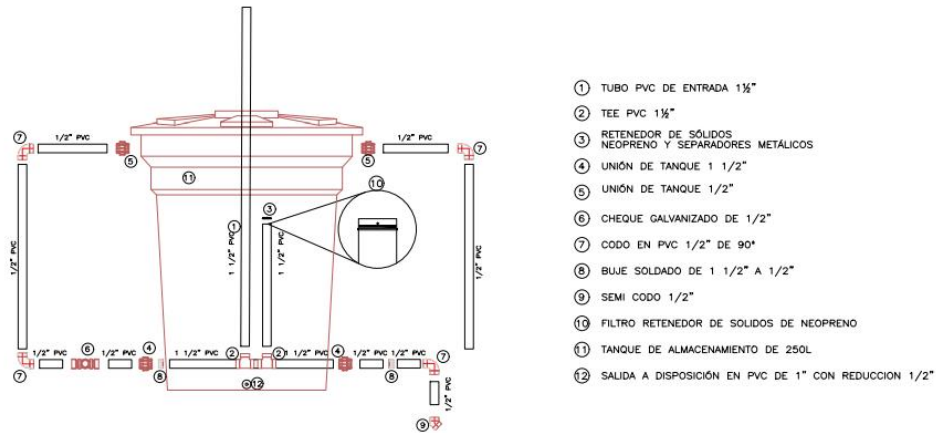


Imagen 3. Proyecto sistema de captación de agua lluvia. Universidad de Colombia. (2017)

“Se expone una idea de negocio basada en la necesidad a mediano o largo plazo de contar con un sistema de captación de agua lluvia para construcciones, que pueda ser utilizada en actividades secundarias como el lavado de áreas comunes, limpieza y riego de jardines”. Universidad Piloto de Colombia. (2020). sistema de recolección y aprovechamiento de aguas lluvias

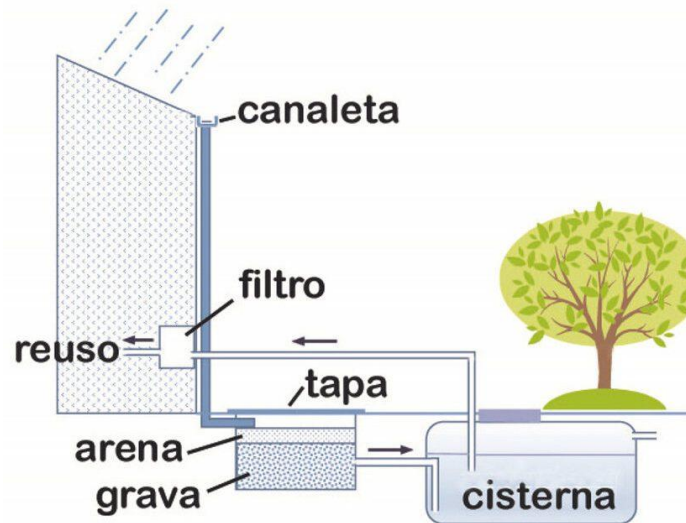


Imagen 4 Sistema de captación de lluvia.2022

“El proyecto se articula con la misión de la estrategia de Campus Sostenible y posibilita que las actividades académicas (docencia, investigación y extensión) que utilizan el laboratorio de hidráulica de la Facultad de Minas, se realicen bajo una idea sostenibilidad ambiental”.

Universidad Nacional de Colombia. (2021). proyecto piloto busca aprovechar las aguas lluvias en bloque M2 en bloque M2



Imagen 5. Minas Medellín UNAL.(2021). Aprovechamientos de aguas lluvias en el bloque M2



Imagen 6. Minas Medellín UNAL.(2021). Aprovechamientos de aguas lluvias en el bloque M2

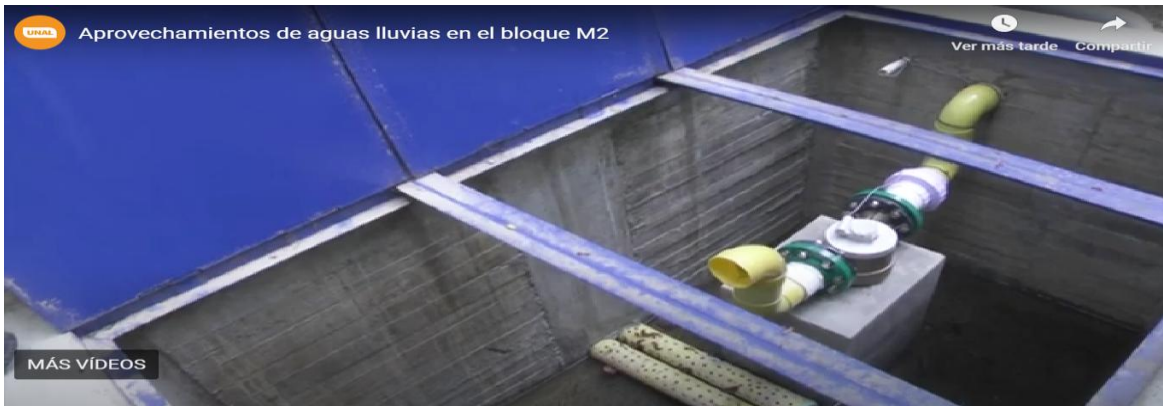


Imagen 7. Minas Medellín UNAL.(2021). Aprovechamientos de aguas lluvias en el bloque M2



Imagen 8. Minas Medellín UNAL.(2021). Aprovechamientos de aguas lluvias en el bloque M2



Imagen 9. Minas Medellín UNAL. (2021). Aprovechamientos de aguas lluvias en el bloque M2

“En búsqueda de alternativas de aprovechamiento de agua lluvias se ha realizado la siguiente monografía recopilando investigaciones que se han desarrollado en el tema de recolección de aguas lluvias en Colombia”. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2020). recolección y aprovechamiento de aguas pluviales mediante sistemas de agua

“El presente documento, es realizado con el fin de mostrar la investigación sobre problemas medioambientales”. Universidad Católica de Colombia, Ríos Luis. (2015). sistema recolector de aguas lluvias para ser convertida en agua potable

“El presente proyecto tiene como objetivo principal buscar una solución a la problemática ambiental respecto al desperdicio de agua potable en actividades donde no es vital su utilización, por medio de la ingeniería”. Universidad Libre de Colombia, Correa Angie. (2014). Diseño de un

sistema de captación y aprovechamiento de aguas lluvias como alternativa de ahorro de agua potable en la universidad libre

“Es importante definir una alternativa que cumpla con un conjunto de características técnicas, que permitan utilizar otras fuentes de generación de agua”. Ureña Silvana (2018). sistema para el aprovechamiento de agua lluvia en edificios de mínimo de 6 pisos.

12. Antecedentes

Algunas universidades alrededor del mundo han implementado sistemas de recolección de aguas lluvias como parte de sus esfuerzos hacia la sostenibilidad y la reducción del consumo de agua potable:

- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM): Ubicada en la Ciudad de México, México, ha implementado un sistema de captación de aguas lluvias en varias de sus facultades y centros de investigación. Esta agua de lluvia es usada en el riego de jardines y áreas verdes, así como para el uso en sanitarios. La UNAM ha sido pionera en promover la sustentabilidad en México, y este tipo de proyectos son parte de su Plan de Manejo Ambiental.

- Universidad de Costa Rica (UCR) Ubicada en San José, Costa Rica. ha desarrollado varios proyectos enfocados en la recolección de aguas lluvias y el tratamiento de aguas residuales. En su campus de la Sede de Occidente, se instaló un sistema de captación de aguas pluviales que sirve para el riego de zonas verdes y la limpieza de espacios comunes. Además, la UCR integra la educación ambiental dentro de sus programas, sensibilizando a la comunidad sobre el uso eficiente del agua. Ha implementado una variedad de soluciones para el tratamiento de aguas residuales en sus diferentes sedes. Mientras que en la sede central se utilizan filtros anaerobios de flujo ascendente (FAFA), en Guanacaste se optó por lagunas facultativas. En la sede de Occidente, se prefirió la construcción de biojardineras, un tipo de humedal artificial horizontal que, si bien es efectivo, demanda una mayor superficie de terreno.



Imagen 10. En la Sede de Guanacaste se emplea tecnología de lagunas facultativas y se aplica cloración para reutilizar el agua en el riego de zonas verdes. (2024).

- Universidad de British Columbia (UBC) ubicada en Vancouver, Canadá. cuenta con un sistema de recolección de aguas lluvias en su campus que es utilizado para fines no potables, como el riego de jardines y el abastecimiento de sanitarios. Además, la universidad ha diseñado varios edificios sostenibles que incluyen tecnologías de gestión eficiente de agua, como techos verdes y sistemas de captación de agua. La UBC es reconocida internacionalmente por sus iniciativas de sostenibilidad.

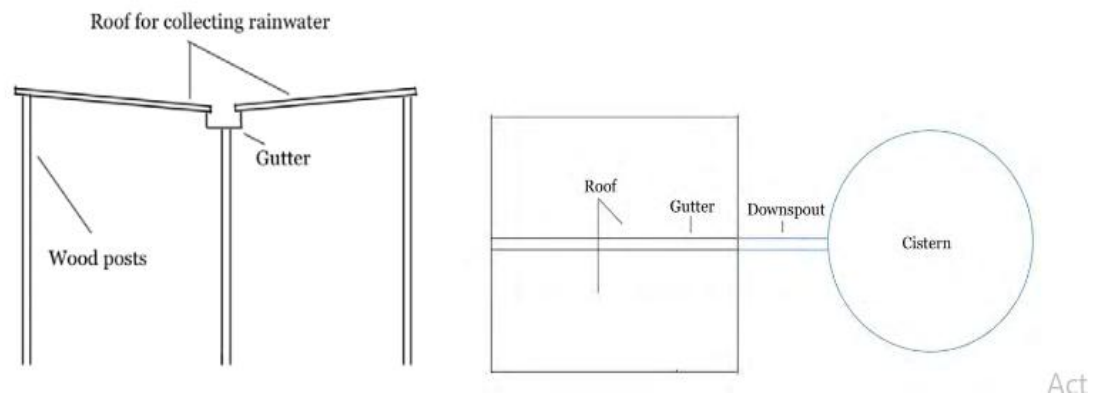


Imagen 11. Sistema de captación tipo techo utilizado por la UBC (2022)

- Universidad de São Paulo la cual esta ubicada en São Paulo Brasil, ha desarrollado proyectos piloto en sus campus para la captación de aguas pluviales. El agua recolectada se utiliza para la irrigación de jardines y la limpieza de áreas exteriores. Estos sistemas se han implementado como parte de su programa de sostenibilidad, que busca reducir el impacto ambiental y promover prácticas más ecológicas en la universidad.

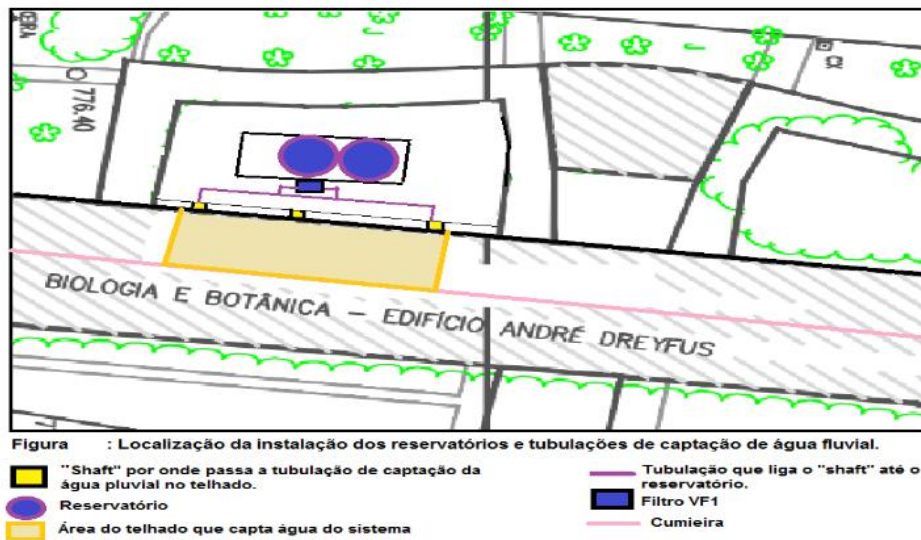


Figura 2: Croquis esquemático da distribuição das edificações e localização da área destinada à captação da chuva e instalação dos reservatórios.

Imagen 12. Croquis esquemático de la distribución de agua para las edificaciones, área destinada para la captación de lluvias e Instalación de tanques (2013)

- Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) Ubicada en Barcelona, España. Ha instalado un sistema de recolección de aguas lluvias en su campus, que permite reutilizar el agua para riego y para el abastecimiento de sanitarios. La universidad tiene un fuerte compromiso con la sostenibilidad y la eficiencia energética, siendo un referente en la implementación de prácticas ambientales responsables en Europa.

VOLUMEN [m ³].	DIMENSIONES [vaciado en m.]	A [m.]	PESO
1	2,45 X 1,48	0,70	9
2	1,80 X 2,96	0,70	14
3	2,50 x 2,96	0,70	20
5	3,35 x 2,96	0,80	30
8	4,80 x 2,96	0,90	40
10	5,50 x 2,96	0,90	45
15	4,80 x 4,44	0,90	60
20	6,10 x 4,44	1,10	75
30	6,25 x 5,92	1,20	100
40	7,60 x 5,92	1,20	115
50	9,25 x 5,92	1,30	140
60	10,25 x 5,92	1,30	150
70	9,00 x 7,40	1,40	170
80	10,25 x 7,40	1,40	195
100	10,40 x 8,88	1,40	230
150	14,80 x 8,88	1,50	320
200	16,40 x 10,36	1,50	405
250	19,95 x 10,36	1,50	435
300	20,80 x 11,84	1,50	575
350	21,20 x 13,32	1,50	680
400	22,15 X 14,80	1,50	770

Imagen 13. Tabla de volúmenes, dimensiones y pesos (en vacío) de depósitos flexibles de poliéster y PVC. (Fuente: Solumed)

- Universidad de California, Berkeley ubicada en Berkeley, Estados Unidos. Cuenta con sistemas de recolección de aguas pluviales en algunas de sus instalaciones. Esta agua se utiliza principalmente para el riego de jardines y áreas verdes, reduciendo el consumo de agua potable y apoyando los esfuerzos de la universidad en torno a la sostenibilidad.

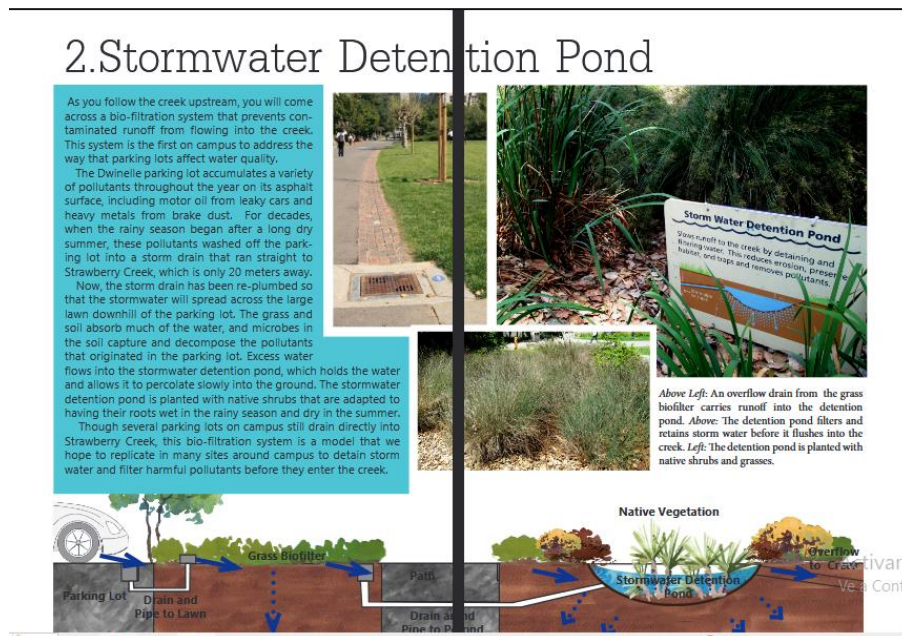


Imagen 14. Estanque de detención de aguas pluviales Universidad de California Berkeley

EE.UU. (2013)

13. Metodología

La metodología empleada en este proyecto está diseñada para garantizar un análisis técnico riguroso y un enfoque práctico que permita proponer un sistema de recolección de aguas lluvias viable y sostenible en la sede San Camilo de Uniminuto. A través de tres fases, el proyecto aborda el diagnóstico de infraestructura, la sensibilización de la comunidad universitaria y la formulación de una propuesta técnica que priorice la eficiencia y el impacto ambiental.

Cada fase de la metodología está estructurada para cumplir objetivos específicos, asegurando un avance progresivo hacia la implementación del sistema. Desde la recopilación de datos técnicos y climáticos en la fase inicial, pasando por actividades de sensibilización educativa en la segunda etapa, hasta la elaboración de una propuesta final con componentes técnicos y recomendaciones de mantenimiento, la metodología integra herramientas prácticas y participativas que maximizan los recursos disponibles.

Esta estructura no solo permite identificar la viabilidad del sistema, sino también fortalecer el compromiso de la comunidad universitaria con el uso responsable del agua, promoviendo una cultura de sostenibilidad alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La metodología se fundamenta en principios de precisión técnica, participación comunitaria y aplicabilidad futura, estableciendo una hoja de ruta clara para la propuesta y su posible replicación en otras sedes e instituciones

14. Desarrollo del proyecto

14.1 Primera fase: Informe Técnico Diagnóstico de Infraestructura Disponible:

En esta fase se llevará a cabo un análisis técnico de las condiciones actuales de la sede San Camilo, evaluando su viabilidad para implementar un sistema de recolección de aguas lluvias.

Esto incluye:

- Recolección de datos técnicos
- Identificar áreas potenciales para la captación del recurso.
- Analizar rutas adecuadas para la conducción del agua.
- Evaluar posibles puntos de almacenamiento según las necesidades de la sede.

14.2 Recolección de datos climáticos:

- Promedio de lluvia total anual en Bogotá: 797 mm
- Altitud aproximada: 2547 msnm
- Temperatura promedio: 13°C
- Promedio de días con lluvia meses lluviosos (Segunda mitad del año): 18 días/mes
- Promedio de días con lluvia meses secos (Primera mitad del año): 8 días/mes
- Brillo solar promedio: 5h/día
- Promedio de precipitación mensual: 100mm
- Humedad relativa promedio: 79%
- Fuente: IDEAM (2024)

14.3 Datos Técnicos:

- Área de captación aproximada (Techos): 1288 m²
- Material del área de captación: Arcilla
- Promedio de días con autonomía del sistema meses lluviosos (Segunda mitad del año): 12 días/mes
- Promedio de días con lluvia meses secos (Primera mitad del año): 22 días/mes
- Volumen de agua deseado por recolectar: 500 L
- Eficiencia del material (tejas de arcilla): 0.80
- Pérdidas por evaporación promedio: 0.03
- Pérdidas por primer flush (2 primeros mm de lluvia): 0.05
- Pérdidas estimadas = 0.03 + 0.05 = 0.08
- Eficiencia del sistema: 73% **$E = 0.80 \times (1 - 0.08) = 0.75 \times 0.92 = 0.73$**

14.4 Análisis de áreas captadoras y rutas de distribución


Diagrama de propuesta de distribución de sistema de recolección aguas lluvias Sede san camilo:





Imagen 15. Diagrama de propuesta de distribución de sistema de recolección aguas lluvias Sede san camilo. Imagen de Google Earth. (2024)


Área captadora: Techo

Área de almacenamiento: 

Filtro de malla: 

Canaletas: 

Bajantes: 

Tubería conectora: 

14.5 Área de captación

Durante la inspección realizada en la sede San Camilo, evaluamos las superficies impermeables que funcionan como áreas captadoras de agua lluvia. Los techos del edificio, fabricados con tejas de arcilla o un material similar, presentan una inclinación óptima para el deslizamiento del agua hacia las canaletas. Calculamos que estas superficies tienen un área total de 1288m², aunque, considerando la eficiencia del sistema (73%), el área efectiva aproximada de captación es de 940m².

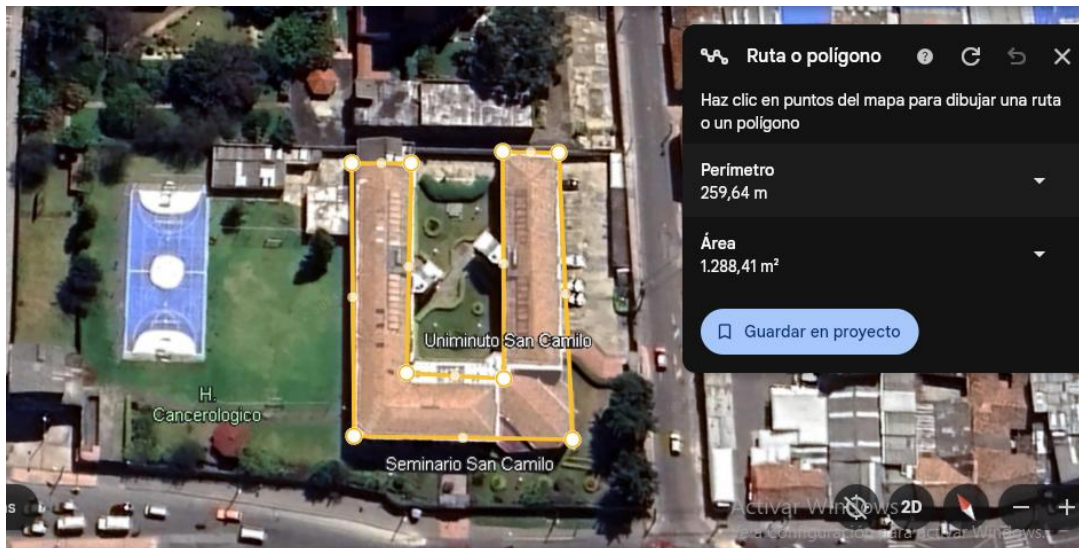


Imagen 16. Diagrama de área de captación. Imagen de Google Earth. (2025).

- Volumen potencial aproximado de agua captada al año= $0.79\text{m} \times 914\text{m}^2 \times 0.75= 541\text{m}^3$

14.6. Evaluación del estado de la infraestructura existente

Estado general: La infraestructura de canaletas, bajantes y tuberías conectoras se encuentra en buen estado, sin obstrucciones aparentes. Sin embargo, recomendamos:

- Realizar una limpieza preventiva para remover acumulación de hojas o residuos.
- Verificar uniones en las bajantes para evitar fugas.

Capacidad de flujo: Las canaletas actuales son de aproximadamente 4 pulgadas de ancho, adecuadas para manejar el flujo estimado. Las bajantes, de un diámetro similar, cumplen con los requisitos para el volumen proyectado, aunque sugerimos reforzar las conexiones para evitar puntos débiles durante lluvias intensas.

14.7 Proyección de almacenamiento:

Identificamos un área de 30 m², que conecta la cancha de fútbol con el patio central del edificio, como la mejor opción para la instalación del sistema de almacenamiento. Este espacio es techado, lo que protege el tanque y el filtro de malla de los elementos climáticos y facilita el mantenimiento.

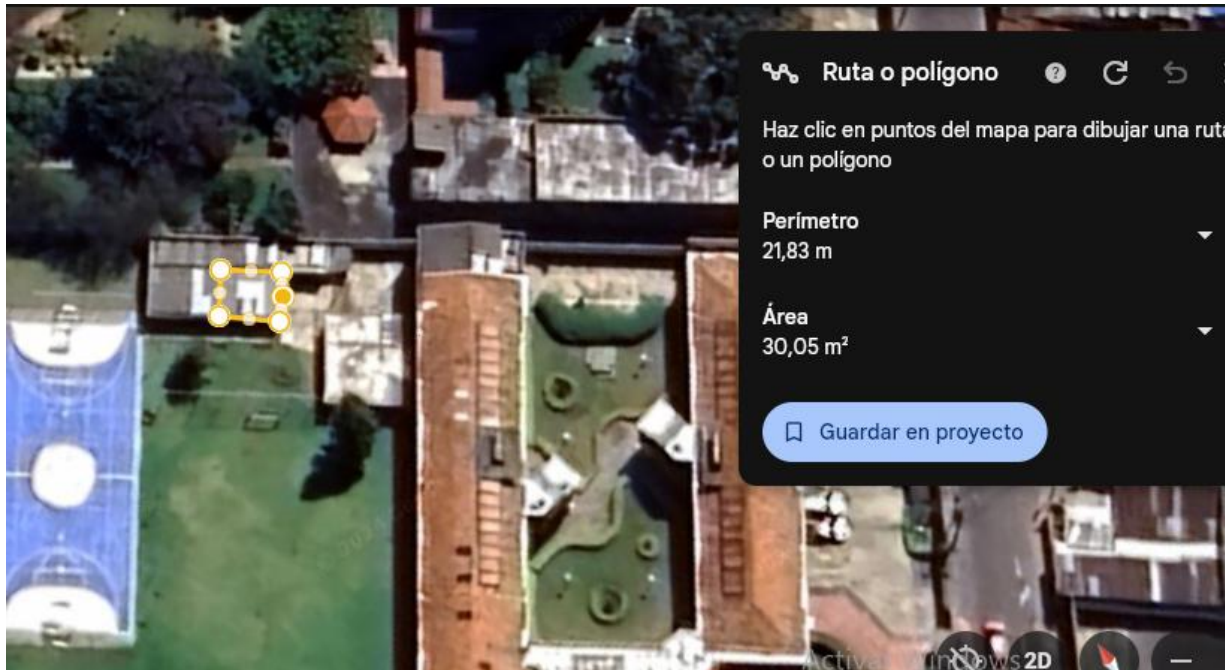


Imagen 17. Diagrama de Proyección de almacenamiento. Imagen de Google Earth. (2025).

14.8 Características del sistema:

Se usará un tanque de 500 litros que puede ser de la marca col empaques, conocido por su resistencia y durabilidad.

Imágenes de referencia



Imagen 18. Tanque de 500L. Imagen de Alkosto. (2025).

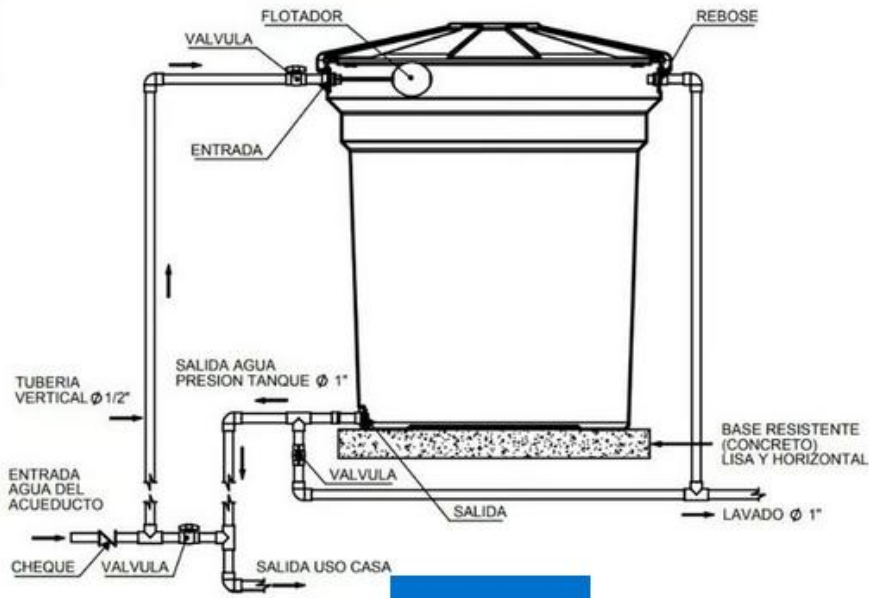


Imagen 19. Diagrama de funcionamiento tanque de 500L. Imagen de Alkosto. (2025).

14.9 Datos del producto:

- Alto: 103 cm
- Ancho: 105 cm
- Diámetro: 105 cm
- Material: polietileno
- Ubicación: El tanque estará conectado a un filtro de malla de acero inoxidable, que se colocará en una posición estratégica para filtrar el agua antes de ingresar al tanque.
- Acceso: El espacio cuenta con suficiente área para maniobras de limpieza y mantenimiento periódico.

En el futuro, si el plan piloto tiene éxito, se podría considerar la ampliación del sistema con tanques adicionales de mayor capacidad para cubrir necesidades más amplias en la sede.

14.10 Conclusión del informe

El sistema propuesto es técnicamente viable y eficiente, considerando los recursos actuales. Con los ajustes sugeridos y el mantenimiento preventivo, se espera que el proyecto cumpla con su objetivo de reducir el consumo de agua potable mediante la captación y reutilización del agua de lluvia.

14.11. Segunda Fase: Reporte de actividades de Sensibilización y Capacitación de la Comunidad Universitaria

Esta fase tiene como propósito promover un cambio cultural en torno al uso responsable del agua y generar interés en el sistema de recolección de aguas lluvias. Se busca integrar a los estudiantes, docentes y personal administrativo, tanto en la apropiación del proyecto como en la implementación de prácticas sostenibles.

14.12. Cronograma de la fase 2:

semana	actividad	tiempo de desarrollo	Observación
1	Podcast sobre el sistemas de recolección de aguas lluvia	2 horas	N/A
2	Infografía Digital	2 horas	N/A

3	Juego Kahoot	2 horas	N/A
4	Presentación cuidado del agua	2 horas	N/A

14.13. Podcast

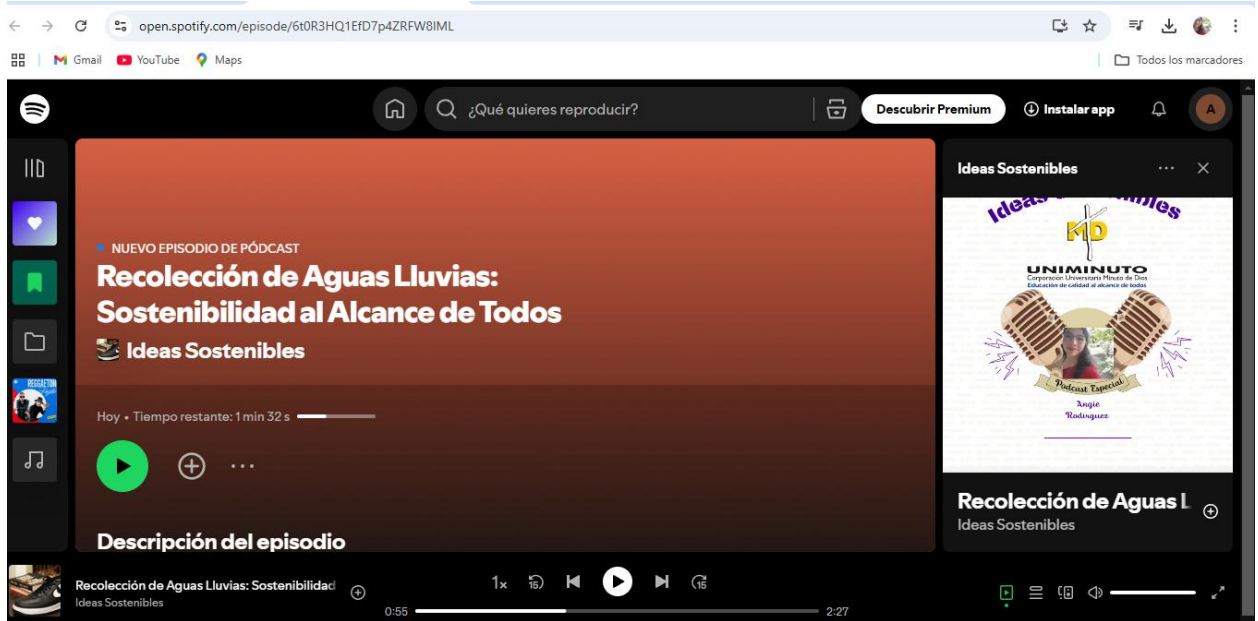


Imagen 20. Imagen Podcast. Imagen de autoría propia. (2025).

- Enlace del podcast: <https://open.spotify.com/episode/6t0R3HQ1EfD7p4ZRFW8IML>

14.14. Infografía: Transformando hábitos:



Imagen 21. Imagen Infografía. Imagen de autoría propia. (2025).

- Enlace de la infografía:

https://www.canva.com/design/DAGYMigeya4/df2NCIYFlelojIE5b4mqNQ/edit?utm_content=DAGYMigeya4&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

14.15. Juego Kahoot:

- Pin:0231915
- QR:



14.16. Presentación sobre la importancia del agua



Imagen 21. Imagen Presentación. Imagen de autoría propia. (2025).

- Enlace de la presentación: https://www.canva.com/design/DAGYM8vvkfk/DVczCclv6Dr2V9Gx5FDCA/edit?utm_content=DAGYM8vvkfk&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

14.17. Tercera fase: Propuesta Final - Implementación del Sistema de Recolección

En esta fase se desarrollará un documento técnico que sirva como guía para la instalación, operación y mantenimiento del sistema de recolección de aguas lluvias. Este manual garantizará la sostenibilidad del proyecto y evaluará su impacto en la reducción del consumo de agua potable, incorporando estrategias de monitoreo y ajustes futuros.

14.18. Introducción a la propuesta final:

Esta propuesta final detalla un sistema de recolección de aguas lluvias diseñado para reducir el consumo de agua potable en actividades no esenciales en la sede San Camilo de Uniminuto. El sistema está basado en un enfoque técnico accesible y sostenible, alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el ODS 6 (Agua limpia y saneamiento) y el ODS 13 (Acción por el clima).

14.19 Objetivos del sistema:

- Captar y almacenar agua lluvia para su reutilización en riego de jardines y limpieza de áreas comunes.
- Promover una gestión sostenible del agua en la institución.
- Reducir los costos operativos asociados al consumo de agua potable.

14.20 Técnica de los Componentes:

- Captación: Superficie captadora: Techos de arcilla con área total de 1,288 m² y eficiencia del 73%. Canaletas y bajantes conducen el agua desde los techos al sistema de almacenamiento.
- Almacenamiento: Tanque de polietileno de 500 litros ubicado en un área techada para protegerlo de contaminantes.

- Tratamiento: Filtro de malla en la entrada del tanque para remover partículas grandes.

Opción futura: Sistema de primer flush para desviar los primeros milímetros de lluvia.

- Distribución: El agua almacenada será conducida por tuberías hacia puntos de uso, como zonas de riego o limpieza.

14.21 Materiales y Equipos Necesarios:

- Canaletas y Bajantes: PVC, 4 pulgadas de diámetro.
- Tanque de almacenamiento: Polietileno de alta densidad, capacidad de 500 litros, resistente a rayos UV.
- Filtro: Malla de acero inoxidable con aperturas de 1-2 mm.
- Tuberías de distribución: PVC de 1 a 2 pulgadas, dependiendo del caudal.

14.22. Presupuesto estimado del proyecto



INGENIERÍA HIDRÁULICA Y OBRA CIVIL SAS
NIT 901.204.048-8

COTIZACIÓN

A-711

FECHA	CLIENTE	CONTACTO
Enero 21 de 2025	Universidad minuto de dios	Angie Rodriguez - Johan Rodriguez
TELEFONO	DIRECCIÓN	CIUDAD
13789950	Cl. 1 #9 - 50 Bogotá	Bogotá

COTIZACIÓN A TODO COSTO: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS EN LA SEDE UNIMINUTO SAN CAMILO

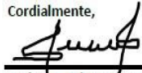
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
1.	CAPTACIÓN				
1.1	Instalación de canaletas y bajantes en PVC (4 pulgadas de diámetro)	ML	50	\$ 30.000	\$ 1.500.000
1.2	Filtro de malla de acero inoxidable (apertura de 1-2 mm)	UN	1	\$ 700.000	\$ 700.000
1.3	Sistema de primer flush para desviar los primeros milímetros de lluvia	UN	1	\$ 800.000	\$ 800.000
TOTAL CAPITULO					\$ 3.000.000
2.	ALMACENAMIENTO				
2.1	Tanque de polietileno de alta densidad (500 litros, resistente a rayos UV)	UN	1	\$ 950.000	\$ 950.000
2.2	Accesorios para conexión del tanque (válvulas, acoples y mangueras)	SET	1	\$ 300.000	\$ 300.000
TOTAL CAPITULO					\$ 1.250.000
3.	TRATAMIENTO				
3.1	Filtro de malla para entrada del tanque	UN	1	\$ 950.000	\$ 950.000
TOTAL CAPITULO					\$ 950.000
4.	DISTRIBUCIÓN				
4.1	Tubería de distribución en PVC (1 a 2 pulgadas, según caudal)	ML	30	\$ 25.000	\$ 750.000
4.2	Instalación de puntos de salida (riego y limpieza)	UN	2	\$ 250.000	\$ 500.000
TOTAL CAPITULO					\$ 1.250.000
5.	MANO DE OBRA				
5.1	Instalación de componentes del sistema	JORNADA	5	\$ 300.000	\$ 1.500.000

TOTAL CAPITULO					\$	1.500.000
6.	CAPACITACIÓN Y DOCUMENTACIÓN					
6.1	Elaboración de manual de operación	UN	1	\$	500.000	\$ 500.000
6.2	Capacitación al personal	JORNADA	1	\$	800.000	\$ 800.000
TOTAL CAPITULO						\$ 1.300.000
					COSTO DIRECTO	\$ 9.250.000
					ADMINISTRACIÓN 5%	\$ 462.500,00
					IMPREVISTOS 15%	\$ 1.387.500,00
					UTILIDAD 5%	\$ 462.500,00
					IVA SOBRE UTILIDAD 19%	\$ 87.875,00
					TOTAL	\$ 11.650.375

OBSERVACIONES:
1. Validez de cotización 30 días.
2. Tiempo estimado de Instalación del sistema en 10 días hábiles.
3. El desarrollo de la ejecución de obra esta sujeto a programación.

FORMA DE PAGO	ANTICIPO	50%
	AVANCE DE OBRA 40% Y ENTREGA A SATISFACCIÓN 10%	50%

Cordialmente,



Carlos A. Arias Fonseca

ING. CIVIL

CEL 3176403126

ingenieriahoc@yahoo.com

14.23 Especificaciones Técnicas:

- Capacidad de almacenamiento: 500 litros, suficiente para cubrir necesidades diarias de riego y limpieza en meses lluviosos.
- Método de filtración: Filtro de malla en la entrada del tanque para evitar el ingreso de residuos sólidos.
- Distribución: Sistema por gravedad o con bomba manual, según la ubicación de los puntos de uso.

14.24 Plan de Mantenimiento Preventivo y Correctivo:

- Inspección mensual:
 - Revisar el estado de las canaletas, bajantes y filtro de malla.
- Limpieza trimestral:
 - Retirar acumulaciones de hojas y residuos en canaletas y filtro.
 - Vaciar y limpiar el tanque de almacenamiento.
- Monitoreo:
 - Instalar medidores simples para registrar el volumen de agua recolectada y utilizada.
 - Realizar reportes semestrales sobre el ahorro en consumo de agua potable.

14.25 Procedimiento de Instalación

- Preparación del sitio: Inspeccionar y limpiar las superficies captadoras.
- Asegurar que el espacio para el tanque esté nivelado y protegido.
- Instalación de componentes: Colocar las canaletas y conectarlas con las bajantes.
- Instalar el filtro de malla en la entrada del tanque.
- Conectar las tuberías desde el tanque hasta los puntos de uso.
- Pruebas iniciales: Verificar que no existan fugas y que el sistema funcione correctamente

Fase	Actividad	Duración	Responsable
Diagnóstico técnico	Evaluación final del sitio	2 semanas	Equipo técnico del proyecto
Instalación del sistema	Colocación de canaletas, filtro y tanque	3 semanas	Contratista especializado
Capacitación	Talleres sobre uso y mantenimiento	1 semana	Equipo de sensibilización
Monitoreo inicial	Validación del sistema	2 semanas	Equipo técnico y estudiantes

14.26. Indicadores de Impacto Ambiental y Social:

Ambientales:

- Volumen anual de agua lluvia recolectada (estimado: 541 m³).
- Reducción del consumo de agua potable en actividades no esenciales.

Sociales:

- Número de personas capacitadas en talleres y campañas educativas.
- Nivel de aceptación del proyecto por parte de la comunidad universitaria.

14.27. Análisis y Mejoras Futuras

Posibles Mejoras:

- Ampliación del sistema: Incorporar tanques adicionales para aumentar la capacidad de almacenamiento.
- Tratamiento avanzado: Añadir un sistema de primer flush o un filtro de arena para mejorar la calidad del agua.
- Automatización: Implementar sistemas automáticos de monitoreo para optimizar el mantenimiento y el uso del agua recolectada.

15. Resultados Esperados

Fase 1:

- Base sólida para el diseño técnico en las fases posteriores
- Identificación precisa de las condiciones iniciales para la implementación del sistema.

Fase 2:

- Comunidad universitaria informada y comprometida con el proyecto.

- Mayor conciencia sobre el uso responsable del agua y la importancia de la sostenibilidad.
- Participación en las fases posteriores del proyecto.

Fase 3:

- Documento técnico que sirva como guía práctica y sustentable para la implementación del sistema.
- Incremento en la conciencia ambiental de la comunidad universitaria a través de la visibilización y promoción del proyecto

16. Conclusiones

- El proyecto permitirá aprovechar eficientemente las precipitaciones pluviales, reduciendo el consumo de agua potable en actividades como el riego, la limpieza de áreas comunes, y el uso en sanitarios.
- Se espera que el sistema de recolección no solo ayude a reducir los costos operativos relacionados con el agua, sino que también sensibilice a la comunidad universitaria sobre la importancia de la gestión responsable del recurso hídrico.

- A pesar de la limitación de recursos, el proyecto es ejecutable y escalable a mediano plazo, con posibilidades de ampliación o mejoras según las necesidades futuras.
- El proyecto contribuye directamente a los esfuerzos de sostenibilidad de la universidad, creando un entorno más ecológico y eficiente en el uso de recursos naturales, fomentando la participación de estudiantes y personal en iniciativas medioambientales.
- Con base en los datos recopilados, se determinó que la sede San Camilo cuenta con una superficie captadora de 1,288 m², lo que permite un área efectiva de 940 m² con una eficiencia del 73%. Este sistema tiene el potencial de recolectar aproximadamente 541 m³ de agua lluvia al año, volumen suficiente para cubrir las necesidades de riego y limpieza en el campus, disminuyendo significativamente el consumo de agua potable y sus costos asociados.
- El análisis técnico del sistema destacó que la infraestructura existente, como las canaletas y bajantes, se encuentra en condiciones adecuadas para soportar el flujo de agua proyectado, mientras que la ubicación del tanque de 500 litros en un área techada facilita su mantenimiento. Estos hallazgos confirman la viabilidad del sistema propuesto y su capacidad para reducir la presión sobre los recursos hídricos, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental de la sede

17. Bibliografía

Banco Mundial. (2020). El agua residual puede generar beneficio para la gente, el medioambiente y las economías según el banco mundial.

<https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/03/19/wastewater-a-resource-that-can-pay-dividends-for-people-the-environment-and-economies-says-world-bank>

Diego J. Rodriguez, Daniel Nolasco, otros. (2020). De residuo a recurso.

<https://www.studocu.com/co/document/universidad-francisco-de-paula-santander/metodologia-de-la-investigacion/proyecto-aguas-residuales/4326036>

JnDostra.com. (2018). Proyectos realizados para el tratamiento de aguas residuales.

<http://indostra.com/docs/Referencias-aguas-INDOSTRA>

Arquitecto Ruiz J. (2017). monografía sobre proyecto de grado sistema de captación y el aprovechamiento de agua lluvia impulsado por gravedad.

https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3274/Sistema_captaci%C3%B3n_aprovechamiento_agua.pdf?sequence=

Grandas S. (2024). Racionamiento de agua en Bogotá: jueves 11 de abril inicia primer turno. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/habitat/racionamiento-de-agua-en-bogota-jueves-11-de-abril-inician-medidas#:~:text=Mayor%20de%20Bogot%C3%A1-,Desde%20este%20jueves%2011>

Angie R. (2024). Gerente del Acueducto de Bogotá explicó panorama actual del Sistema Chingaza. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/habitat/racionamiento-de-agua-en-bogota-acueducto-explico-panorama-chingaza>

Julián S. (2024). Nivel de los embalses que suministran agua a Bogotá hoy: Chingaza volvió a bajar levemente. <https://www.noticiascaracol.com/colombia/bogota/nivel-de-los-embalses-que-suministran-agua-a-bogota-hoy-chingaza-volvio-a-bajar-levemente-rg10>

Laura Q. (2024). Ruta escolar se quedó atrapada en medio de inundaciones por fuertes lluvias en el norte de Bogotá. <https://www.eltiempo.com/bogota/ruta-escolar-se-queda-atrapada-en-medio-de-inundaciones-por-fuertes-lluvias-en-el-norte-de-bogota-3397373>

GSCP Servicios Sostenibles. (2022). Sistema de captación de lluvia. <https://gscp.com.mx/sistema-de-captacion-de-agua-de-lluvia/>

Periódico digital de divulgación de la Red del Agua UNAM. (2014). Sistemas de Captación de Agua de Lluvia. <https://www.agua.unam.mx/assets/pdfs/impluvium/numero01.pdf>

Homelhan L. (2013). Captación de agua de lluvia para riego de áreas verdes con destinado a la restauración del paisajismo en el IB - USP. <http://www.hu.usp.br/wp-content/uploads/sites/103/2017/06/33-Capta%C3%A7%C3%A3o-de-%C3%A1gua-pluvial-para->

[irriga% C3% A7% C3% A3o-de-% C3% A1rea-verde-com-vistas-% C3% A0-recupera% C3% A7% C3% A3o-do-paisagismo-no-IB-USP.pdf](#)

Chenling Lu. (2022). Recolección de agua de lluvia para usos no potables. <https://ifs-mlws-2020.sites.olt.ubc.ca/files/2023/06/Lu-Chenling-RainwaterHarvesting-2022-ReducedSize.pdf>

University of california berkeley. (2022). Recorrido de infraestructura hídrica sostenible https://sustainability.berkeley.edu/sites/default/files/UCBerkeley_SustainableWaterTourbooklet_0614.pdf

18. Anexos

Material adicional

Water, Industrial Safety and Food.(2021).Sistema general de captación de agua lluvia y sus componentes básicos. 2021.<https://www.youtube.com/watch?v=CusJatEze2w>

IslaUrbana.(2016).#CaptaLaLluvia. <https://www.youtube.com/watch?v=vpGZpvXM9z8>

El Rincón Verde. (2023).Captación de Agua de Lluvia <https://www.youtube.com/watch?v=PMlyb4Kr-ok>