



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA

**Diseño y evaluación técnica del sistema de recolección de
agua lluvia con filtro de arena para edificios residenciales**

TUTOR

Mgtr, Kevin Ángel Mendoza Villacís

AUTOR

Julio Andrés Roldán Panta

GUAYAQUIL

2024

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Diseño y evaluación técnica del sistema de recolección de agua lluvia con filtro de arena para edificios residenciales	
AUTOR/ES: Roldán Panta Julio Andrés	TUTOR: Mgtr, Kevin Ángel Mendoza Villacís
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Ingeniero Civil
FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCION	CARRERA: INGENIERÍA CIVIL
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2024	N. DE PÁGS: 110
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Agua, Luvia, Almacenamiento, Tratamiento, Edificios Residenciales.	
RESUMEN: Este estudio tiene como objetivo el desarrollo, implementación y evaluación de un sistema innovador de recolección de aguas pluviales con filtro de arena adaptado a edificios residenciales de tres pisos en la ciudad de Babahoyo, Ecuador. La finalidad es abordar la escasez de agua y promover prácticas sostenibles en entornos urbanos específicos. La población de interés abarca todos los edificios residenciales de tres pisos en Babahoyo, y la muestra se seleccionará mediante un método de muestreo aleatorio estratificado. La investigación no solo busca diseñar un sistema eficiente, sino también evaluar su eficacia, viabilidad económica y la disposición de la comunidad para adoptar esta tecnología. Se anticipa que los resultados no solo serán aplicables en Babahoyo, sino que también servirán como referencia para ciudades que enfrentan desafíos similares en la gestión sostenible del agua.	
N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:

DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Roldan Panta Julio Andrés	Teléfono: 0993440358	E-mail: jroldanp@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Ph.D Marcial Calero Amores Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec Mgtr. Eliana Contreras Teléfono: (04) 25 96 500 Ext. 242 E-mail: econtrerasj@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Tesis Julio Roldan

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

2

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

www.wipo.int

Fuente de Internet

1%

4

idoc.pub

Fuente de Internet

1%

KEVIN ANGEL
MENDOZA
VILLACIS

Firmado digitalmente
por KEVIN ANGEL
MENDOZA VILLACIS
Fecha: 2024.02.12
00:57:14 -05'00'

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 1%

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El estudiante egresado **JULIO ANDRÉS ROLDÁN PANTA**, declara bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, **Diseño y evaluación técnica del sistema de recolección de agua lluvia con filtro de arena para edificios residenciales**, corresponde totalmente a el suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Julio Andrés Roldán Panta', with a large, stylized flourish underneath.

JULIO ANDRÉS ROLDÁN PANTA

C.I. 1206564104

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación **Diseño y evaluación técnica del sistema de recolección de agua lluvia con filtro de arena para edificios residenciales**, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de **INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN** de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: **Diseño y evaluación técnica del sistema de recolección de agua lluvia con filtro de arena para edificios residenciales**, presentado por el estudiante **JULIO ANDRÉS ROLDÁN PANTA** como requisito previo, para optar al Título de **INGENIERO CIVIL** encontrándose apto para su sustentación.

Firma:

KEVIN ANGEL
MENDOZA
VILLACIS



Firmado digitalmente por
KEVIN ANGEL
MENDOZA VILLACIS
Fecha: 2024.02.23
15:34:46 -05'00'

ING. MENDOZA VILLACIS KEVIN ÁNGEL MSC.

C.C. 0922290010

AGRADECIMIENTO

En las páginas de mi gratitud, deseo dedicar líneas a quienes han sido la savia que nutre el árbol de mi crecimiento. A mi amada familia, faro inquebrantable de amor y paciencia, les agradezco por ser el viento que empujó mis velas en los momentos más desafiantes. A mi querida pareja, cuya comprensión, paciencia y constante motivación han sido el refugio en las tormentas y la fuente inagotable de inspiración, mi corazón rebosa gratitud por tener a alguien tan excepcional a mi lado.

A mis compañeros de clase, compañeros de travesía en este viaje académico, les agradezco por compartir las páginas de este capítulo de aprendizaje. A mis respetados profesores, maestros sabios que han dejado una huella imborrable en el lienzo de mi formación académica. Finalmente, a mi tutor de tesis, experto navegante en las aguas del conocimiento, mi gratitud desborda por su orientación experta, valiosos consejos y apoyo continuo. Este logro no habría sido posible sin el respaldo de cada uno de ustedes. Estoy sumido en una gratitud sin límites por formar parte de esta comunidad que ha dejado una marca indeleble en las páginas de mi vida.

JULIO ANDRÉS ROLDÁN PANTA

DEDICATORIA

En primer lugar, agradezco a Dios por su inquebrantable bendición que ha guiado mis pasos en cada etapa de este camino. Su luz ha iluminado mi sendero y me ha dado fortaleza para superar los desafíos que se presentaron. A mi amada familia, mi gratitud eterna. A mi madre, Lourdes Panta, y a mi padre, Julio Roldán, les debo todo. Su confianza inquebrantable y su apoyo incondicional fueron el motor que me impulsó a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles. Su amor y sacrificio han sido la inspiración detrás de cada logro.

A mi querida Georjina Paredes, mi compañera de vida y confidente, dedico estas palabras con amor y gratitud. Desde nuestros días en el colegio hasta el presente, has sido mi roca, brindándome tu apoyo incondicional y alentándome en cada paso del camino. Tu amor y comprensión han sido mi mayor fortaleza.

A mi querido hermano, quien siempre creyó en mí y en mis sueños, gracias por tu constante aliento y confianza en que podría alcanzar la meta. Tu apoyo incondicional ha sido un faro de esperanza en los momentos de duda y tribulación.

A todos ustedes, mi familia y mi amor, les dedico este logro con profunda gratitud y amor. Sin su presencia y respaldo, este camino habría sido mucho más difícil. Que este logro sea también un tributo a su amor, confianza y sacrificio.

JULIO ANDRÉS ROLDÁN PANTA

RESUMEN

Este estudio se propone desarrollar, implementar y evaluar un sistema novedoso de recolección de aguas pluviales, con un filtro de arena adaptado específicamente para edificaciones residenciales de tres pisos ubicadas en la ciudad de Babahoyo, Ecuador. El objetivo primordial es hacer frente a la escasez de agua y fomentar prácticas sostenibles en entornos urbanos particulares. La población de interés abarca todos los edificios residenciales de tres pisos en Babahoyo, y la muestra se seleccionará mediante un método de muestreo aleatorio estratificado.

Esta investigación no solo se centra en el diseño eficiente del sistema, sino que también busca evaluar su efectividad, viabilidad económica y la disposición de la comunidad para adoptar esta tecnología. Se prevé que los resultados obtenidos no solo tendrán aplicabilidad en Babahoyo, sino que también ofrecerán orientación para otras ciudades enfrentando desafíos similares en la gestión sostenible del agua.

Palabras claves: Agua, Luvia, Almacenamiento, Tratamiento, Edificios Residenciales.

ABSTRACT

This study aims to develop, implement, and evaluate an innovative system for collecting rainwater, incorporating a sand filter specifically designed for three-story residential buildings in the city of Babahoyo, Ecuador. The primary objective is to address water scarcity and promote sustainable practices in specific urban environments. The target population includes all three-story residential buildings in Babahoyo, and the sample will be selected using a stratified random sampling method.

This research not only focuses on the efficient design of the system but also aims to assess its effectiveness, economic viability, and the community's willingness to adopt this technology. It is anticipated that the results obtained will not only be applicable in Babahoyo but will also provide guidance for other cities facing similar challenges in sustainable water management.

Keywords: Water, Rain, Storage, Treatment, Residential Buildings.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE IMAGEN.....	xiii
INDICE DE ANEXOS.....	xiv
INDICE DE GRAFICOS.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
ENFOQUE DE LA PROPUESTA	2
1.1.Tema:.....	2
1.2.Planteamiento del Problema:.....	2
1.3.Formulación del Problema:.....	4
1.4.Objetivo General	4
1.5.Objetivos Específicos.....	4
1.6.Hipótesis.....	4
1.7.Línea de Investigación Institucional / Facultad.	4
CAPÍTULO II	5
MARCO REFERENCIAL	5
2.1.Marco Teórico:	5
2.1.1.Aprovechamiento de Agua de Lluvia.	24
2.1.2.Beneficios de la Recolección de Agua Lluvia.....	24
2.1.3.Aplicaciones y Usos del Agua de Lluvia Recolectada:	25
2.1.4.Sistemas de Recolección y Almacenamiento de Agua de Lluvia	26
2.2.Marco Legal:	35
2.2.1.Normativa General.	35
CAPÍTULO III	45
MARCO METODOLÓGICO.....	45
3.1.Enfoque de la Investigación.....	45
3.1.1.Investigación Cuantitativa	45

3.2. Alcance De la Investigación.....	45
3.2.1. <i>Investigación Exploratoria</i>	45
3.3. Técnica e Instrumentos para Obtener los Datos.....	45
3.3.1. <i>Técnicas</i>	46
3.3.2. <i>Instrumentos</i>	46
3.4. Población y Muestra	58
CAPÍTULO IV.....	59
PROPUESTA O INFORME	59
4.1. Presentación y Análisis de Resultados	60
4.1.1. <i>Resultado de las Encuestas</i>	60
4.1.2. <i>Análisis de Demanda de Agua</i>	67
4.1.3. <i>Cálculo de para determinar el abastecimiento del sistema de aguas lluvias</i>	69
4.1.4. <i>Esquema, para la distribución del sistema de aguas lluvias</i>	71
4.1.5. <i>Análisis de la Muestra de Agua Lluvia Sin Tratar</i>	72
4.1.6. <i>Análisis de la Muestra de Agua Lluvia Tratada</i>	74
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES.....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
BIBLIOGRAFIA	78
ANEXOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Dotaciones para edificaciones de uso específico	28
Tabla 2 Características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas	29
Tabla 3 Sustancias orgánicas	30
Tabla 4 Plaguicidas.....	31
Tabla 5 Residuos de desinfectantes	32
Tabla 6 Subproductos de desinfección	32
Tabla 7 Cianotoxinas	32
Tabla 8 Requisitos Microbiológicos	33
Tabla 9 criterios de calidad de aguas que para consumo humano y doméstico	34
Tabla 10 unidades de gasto para el consumo de agua	56
Tabla 11 Gastos probables para aplicación del método hunter	57
Tabla 12 Tiempo vivido en el edificio	60
Tabla 13 número de personas por departamento	61
Tabla 14 Rango de edad	62
Tabla 15 Conocimiento acerca del SCALL.....	63
Tabla 16 Importancia de la tecnología sostenible	64
Tabla 17 Consideración sobre instalas un SCALL	65
Tabla 18 Disposición y participación	66
Tabla 19 Unidades de gasto por aparatos	67
Tabla 20 Multiplicación entre unidades de gasto por número de aparatos	68
Tabla 21 Determinación de gatos probables	68
Tabla 22 Precipitación anual en Babahoyo	70
Tabla 23 informe del ensayo del agua lluvia sin tratar.....	72
Tabla 24 Análisis de la muestra de agua lluvia tratada	74

ÍNDICE DE IMAGEN

Imagen 1 Diagrama captación – almacenamiento.	13
Imagen 2 Juicios para la selección de los criterios de evaluación.....	15
Imagen 3 Área de una superficie	16
Imagen 4 Resultados de la pregunta #10.....	19
Imagen 5 viviendas urbanas que han obtenido agua de una fuente específica.	21
Imagen 6 Aprovechamiento de agua lluvia	24
Imagen 7 Beneficios de la recolección de agua de lluvia.....	25
Imagen 8 El agua de lluvia no sirve para beber	26
Imagen 9 SCAPT	26
Imagen 10 Filtro de arena lento	49
Imagen 11 Análisis microbiológico del agua	52
Imagen 12 Análisis físico-químico del agua	53
Imagen 13 propuesta para captar y tratar agua de lluvia	59
Imagen 14 Medidas de la cubierta edificio residencial	69
Imagen 15 Área de la cubierta edificio residencial	69
Imagen 16 Esquema para la distribución del SCALL	71

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Distribución de la SCALL	88
Anexo 2 Presupuesto del prototipo/maqueta	89
Anexo 3 Presupuesto del diseño.....	90
Anexo 4 Análisis de agua lluvia	91
Anexo 5 Agua filtrada por filtro de arena lento	92
Anexo 6 Material para el filtro	93
Anexo 7 Material para el filtro	94
Anexo 8 Muestra de agua filtrada	95
Anexo 9 Material para el filtro	96

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1 Información acerca de tiempo que ha vivido en el edificio	60
Gráfico 2 Número de Personas que Habitan por Departamento	61
Gráfico 3 Rango de edad	62
Gráfico 4 Conocimiento del Sistema de Recolección de Aguas	63
Gráfico 5 Importancia de la Tecnología Sostenible	64
Gráfico 6 Considerar Instalar un Sistema Similar en el Futuro	65
Gráfico 7 Disposición y Participación	66
Gráfico 8 Análisis de agua lluvia sin tratar	73
Gráfico 9 Análisis de la muestra de agua lluvia tratada	74

INTRODUCCIÓN

La gestión sostenible de las fuentes de agua se presenta como un desafío crucial en la contemporaneidad, en un mundo que lidia con crecientes inquietudes acerca de la deficiencia hídrica y el cambio climático. La preservación y la utilización eficiente del agua se convierten en imperativos que impactan diversos sectores, desde la vida cotidiana hasta las labores agrícolas, las operaciones industriales y la conservación del entorno natural. En este contexto de suma importancia, la investigación y la implementación de sistemas orientados a la captación y el uso recurrente de las precipitaciones se configuran como una estrategia prometedora, con la finalidad de mitigar la demanda de agua potable y aliviar la presión sobre las fuentes de agua dulce que están en déficit.

Este tema de investigación ostenta una importancia fundamental por varias razones. En primer lugar, el crecimiento urbano y la densificación de las áreas metropolitanas han aumentado la demanda de agua potable en los edificios residenciales. Conforme a lo señalado por ROMERO (2019) “La reutilización del agua de lluvia ofrece un potencial significativo para reducir esta demanda y aliviar la presión sobre las fuentes de agua”. En segundo lugar, los edificios residenciales de 3 pisos representan una parte sustancial de la infraestructura urbana en muchas regiones, lo que los convierte en candidatos ideales para la introducción de sistemas que permitan capturar y reusar el agua de lluvia. Este enfoque, además, permite una aplicación a nivel comunitario que puede maximizar los beneficios ambientales y económicos.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

1.1. Tema:

Diseño y evaluación técnica del sistema de recolección de agua lluvia con filtro de arena para edificios residenciales.

1.2. Planteamiento del Problema:

Desde la antigüedad y los albores de la civilización humana, La captación de agua a través de la lluvia para satisfacer necesidades esenciales fue una práctica común en la civilización humana. Sin embargo, en la actualidad, esta práctica ha sido en su mayoría reemplazada por los sistemas de abastecimiento de agua proporcionados por las empresas de servicios públicos.

Según Sánchez (2022) se aprovechan los manantiales del país, capturando sus preciosas aguas para transportarlas mediante tuberías hacia las urbes. Desde allí, se extienden redes de distribución hasta cada hogar y entidad que necesita este vital recurso, garantizando su acceso para todos

El recurso del agua potable se ha visto desafiada con una gran problemática que es el límite de su capacidad para llegar a satisfacer las necesidades de la población de una manera más eficiente y de manera sostenible. Este desafío abarca el envejecimiento de las infraestructuras del sistema de suministro de agua potable, esto se debe al fuerte crecimiento de demanda de agua, a causa del crecimiento poblacional, los cambios climáticos, Las alteraciones en los regímenes pluviométricos y la insuficiencia hídrica a escala global.

En muchas zonas geográficas existe la escasez sobre este fluido vital que es, el agua, lo que logra intensificar la búsqueda de alternativas eficientes y sostenibles para lograr satisfacer las necesidades de agua en los edificios residenciales. La dependencia acerca de la extracción de agua en fuentes naturales como lo son los ríos y acuíferos, esta explotación al recurso natural también provoca la degradación del medio ambiente y de la misma forma disminuye con la cantidad y disponibilidad de este recurso vital.

Según PAILLACHO (2020) En Ecuador, el riego se ve desafiado por la escasez y falta de organización y voluntad política. La gestión hídrica enfrenta una baja eficiencia debido a dificultades en proyectos nuevos, limitado acceso a tecnología, y diseños insuficientes y no aprobados.

Según Ostios (2022) El agua, vital para la existencia, cubre vastas extensiones del planeta. Sin embargo, solo un diminuto 2.5% es dulce, y solo un insignificante 0.4% es apto para mantener la vida. Dada su escasez, es crucial adoptar medidas responsables en su uso.

El recurso hídrico ostenta una importancia primordial en sustentar la vida y propiciar el progreso socioeconómico de la nación. El gobierno enfrentará desafíos en la gestión del recurso hídrico. Aunque hay abundante agua dulce por habitante, La disponibilidad suficiente de agua potable para consumo humano es restringida en un 40% de la población rural. Además, el 90% de las aguas residuales no reciben tratamiento. Como resultado, más del 50% de las fuentes hídricas exhibe condiciones inadecuadas para el consumo humano. Estos desafíos se suman a la escasez de agua dulce que se agravará debido al cambio climático en las próximas décadas.

En tiempos actuales, la utilización de agua en los edificios residenciales de la urbe de Babahoyo es considerablemente alto, específicamente para los usos no destinados para el consumo, tales como: el riego de áreas verdes, descarga de inodoros y limpieza de vehículos. La elevada demanda acerca del agua potable no solo simboliza un gran costo significativo que tiene este servicio para los residentes del edificio, sino que también hace una gran tensión sobre los recursos hídricos de los cuales captan el agua para el servicio y las infraestructuras que son usadas para el suministro de agua.

La concepción y ejecución de este sistema destinado a la captura y aprovechamiento de las precipitaciones pluviales. plantea una solución sostenible para la reducción de la dependencia de agua potable provenientes de la explotación de recursos hídricos y reducir el impacto ambiental. Aparte, trata de promover el uso de manera responsable y el cuidado de los recursos hídricos al aprovechar una fuente alternativa y renovable, De este modo, se evita la excesiva explotación de los recursos naturales.

Con el propósito de una implementación adecuada de un sistema que reutilice el agua pluvial, Es imperativo afrontar una serie de desafíos, entre los cuales se incluye la determinación del tamaño óptimo para la captura y retención del agua proveniente de la lluvia, la selección del filtro adecuado de arenas eficientes y de bajo mantenimiento para un edificio residencial. También es importante considerar los aspectos Técnicos y financieros y las normativas de la urbe de Babahoyo para asegurar la viabilidad y el funcionamiento eficaz a largo plazo de este sistema.

1.3. Formulación del Problema:

¿Cómo contribuye la concepción de un sistema para la captación de aguas pluviales mediante un filtro de arena en los edificios residenciales?

1.4. Objetivo General

Implementar el sistema de recolección de agua lluvia con filtro de arena para edificios residenciales

1.5. Objetivos Específicos

- Analizar la demanda de agua en el edificio para reconocer las áreas de mayor consumo.
- Evaluar un sistema integral con recolección, almacenamiento y filtro de arena para agua lluvia, en edificios residenciales
- Demostrar la viabilidad, técnica y economía del sistema de aprovechamiento de agua de lluvia a través de un filtro de arenas

1.6. Hipótesis

Existe una correlación significativa entre la capacidad de almacenamiento del sistema para captar agua de lluvia y reducir el consumo de agua potable en edificios residenciales, es decir, a mayor capacidad de almacenamiento, mayor ahorro de agua potable.

1.7. Línea de Investigación Institucional / Facultad.

La presente tesis de grado se inscribe dentro del ámbito de investigación institucional de la facultad de ingeniería, industria y construcción, abordando la temática de territorio, medio ambiente y materiales innovadores aplicados a la construcción.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco Teórico:

A lo largo de los registros de la historia, las aguas superficiales han ejercido una influencia ineludible, erigiéndose como el eje vital en torno a aquellos en lo que las sociedades antiguas y la humanidad, a lo largo de tiempos inmemoriales, han labrado y moldeado su comunidad. Como un hilo conductor que teje la trama de la vida, estas aguas han sido el recurso preciado que ha nutrido el avance y el desarrollo de la humanidad. Espinosa (2021)

Hace siglos, Roma se erigió como una espléndida civilización, destacada por su destreza en el arte de captar y distribuir agua, una habilidad sin igual en aquellos tiempos y sin parangón en la actualidad. Su grandeza se materializaba en una prodigiosa red de acueductos, una proeza ingenieril sin igual que ha dejado asombrados a los siglos venideros. calero (2021)

Su utilización ha sido la clave maestra que ha desbloqueado innumerables puertas al desarrollo humano. Desde tiempos remotos, las aguas superficiales se han erigido como aliadas indispensables, favoreciendo el florecimiento del transporte y el comercio, tejiendo redes de comunicación que han conectado a pueblos y naciones, y haciendo posibles intercambios fructíferos que enriquecieron la variedad y la herencia cultural de las comunidades. Espinosa (2021)

Los medios filtrantes, semejantes a guardianes silenciosos y benevolentes, despliegan sus mágicas propiedades para embellecer y purificar el preciado recurso hídrico. Entre ellos, La arena y la antracita emergen como aliados fundamentales en la noble misión de mejorar la calidad del agua que circula por los hilos de la existencia. villanueva (2019)

La arena, serena y humilde, se abraza al agua que encuentra a su paso, tejiendo una conexión única con ella. En esta comunión, una alquimia sorprendente se desencadena, dando lugar a una danza sutil y profunda. Con el transcurrir de unos quince días, la arena forja una capa orgánica con su propio misterio, cual velo protector que se alza ante los microorganismos intrusos. Es así como la arena, con

su carácter desinfectante, purifica el agua de las lluvias, dejándola tersa y limpia como un lienzo en blanco. villanueva (2019)

Según nos indica Rodríguez & Acosta (2022) En Colombia, tierra generosa en aguas, la paradoja se insinúa: el 89% de sus municipios luchan por saciar la sed. A pesar de las lluvias que superan los 3000 milímetros anuales, la escasez ronda. El agua pluvial es capturada en lo alto y dirigida a ciudades, donde se somete al ritual de purificación, encomendado a manos de empresas públicas. Mas en rincón rural, la sed persiste; allá, el agua se extrae de manantiales o en vasijas y canales, al modo de antaño, evocando días sin tecnología industrial.

El propósito primordial que yace en el corazón de esta labor es entablar un diálogo profundo y fecundo, urdir una sinfonía de ideas que ilumine el camino de cómo procesar con destreza los excesos que la naturaleza prodiga. En el escenario enmarañado de la urbe, se busca moldear una danza de captura y cesión, donde estos excedentes acuáticos se sometan a una metamorfosis elegante y beneficiosa Tjeerdsma (2022).

Este acto de magia moderna, encaminado a la captura y la infiltración, persigue una noble misión: mitigar la amenaza de las inundaciones que aguardan acechantes y suavizar el embate de los impactos adversos que nacen del fluir descontrolado. Una danza sutil y armónica, donde los excesos se conviertan en recursos hídricos sustentables, tejidos en la trama misma de la vida urbana Tjeerdsma (2022).

A lo largo de la historia, la humanidad ha almacenado y distribuido agua. En la era paleolítica, la gente se establecía cerca de fuentes de agua para su uso. Hace unos 7000 años, en Jericó, se comenzó a desarrollar una forma rudimentaria de distribución de agua potable utilizando canales en la arena o la roca, luego evolucionó hacia el uso de tubos huecos. En China y Japón, se empleaban en un principio troncos de bambú y posteriormente se recurrió a cerámica, madera y metal. (Burgos & villamar, 2023)

PARRA & BELTRÁN, (2018) dijeron en su trabajo que en la localidad San Bartolomé del municipio de Gachancipá, se presentaron dificultades relacionadas con el manejo adecuado de las aguas pluviales. Esto trajo consigo inundaciones durante los períodos de lluvias intensas, causadas por el desbordamiento de un canal natural existente. Las inundaciones han sido causadas por el pobre estado de los canales, los cuales se encuentran obstruidos por sedimentos y vegetación. Por otra parte, se

proyectó llevar a cabo un plan parcial en esta zona, lo cual acentuaría los inconvenientes relacionados con la administración de las aguas pluviales.

Para resolver este problema, se requirió encontrar una solución que posibilite una administración más eficaz de los recursos hídricos en la superficie. No obstante, en la actualidad, las decisiones se toman principalmente teniendo en cuenta criterios económicos, sin tener en cuenta otros factores relevantes como el impacto en el medio ambiente, la proliferación de vectores, el uso más eficiente de los recursos y el espacio, el mantenimiento y la estabilidad de las infraestructuras, entre otros aspectos.

En consecuencia, surge la necesidad de implementar una metodología completa que tenga en cuenta las consideraciones técnicas, ambientales y consideraciones financieras de las diferentes alternativas disponibles para asegurar la elección de la opción más eficiente en la gestión de aguas pluviales en esta zona.

El enfoque del estudio de los autores se centró en recopilar información fundamental sobre una zona de interés, con especial atención en la cuenca hidrográfica de San Bartolomé. Se recolectó información cartográfica utilizando datos de líneas isopiezas con una exactitud de 10 metros y divisiones administrativas municipales disponibles en el sitio web del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Los datos hidrológicos empleados son originarios de la estación pluviométrica Lourdes (21201050), gestionada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Esta estación está ubicada en la parte alta de la zona de investigación, concretamente en la vereda San Bartolomé.

Además de recopilar datos, se llevó a cabo una inspección de la vereda San Bartolomé para evaluar su condición, verificar la existencia de vegetación, analizar las actividades económicas y determinar la ubicación exacta donde se llevará a cabo el Plan Parcial. El análisis morfométrico es esencial para entender cómo se comporta la cuenca ante episodios de lluvia y para determinar los caudales de diseño.

Se realizaron cálculos de diferentes parámetros morfométricos, entre ellos el factor de forma (K_f) y la densidad de drenaje (D_d), los cuales son esenciales para comprender el flujo del agua en la cuenca y su respuesta ante precipitaciones intensas. Adicionalmente, se utilizaron diversos métodos para calcular el tiempo de concentración de la cuenca, los cuales fueron ponderados para obtener una

estimación más precisa. Estos métodos se basan en las directrices recomendadas por el Instituto Nacional de Vías (Invías) según su Manual de Drenajes.

Pérez (2020) explicó que en el contexto colombiano, las condiciones climáticas varían debido a su ubicación geográfica y topografía, lo que resulta en una distribución desigual de agua en todo el país. El país cuenta con uno de los índices de precipitación más elevados a nivel mundial, ya que tiene una precipitación promedio de 3240 mm por año. En Medellín, la precipitación media anual es de 1682 mm. Esto implica que hay diferencias en la distribución de las lluvias en distintas áreas del país en comparación con el promedio nacional. En cuanto a Pacho, la estación La Cabrera tiene un promedio de precipitación anual de 1609 mm.

La situación del suministro de agua potable en Colombia es preocupante, principalmente en áreas rurales y en la región del Pacífico. La calidad y la cantidad de agua son insuficientes, lo cual afecta adversamente la calidad de vida de los residentes. En el siglo XXI, se le ha dado el sobrenombre de "el siglo del agua" a causa de la preocupante carencia de acceso al agua potable y la utilización negligente de este recurso por parte de alrededor de 2.000 millones de personas a nivel global. Tanto el gobierno como las instituciones académicas se encuentran ante el desafío de buscar soluciones a este problema.

En este artículo, el enfoque metodológico utilizado fue de naturaleza cuantitativa y se fundamentó dentro del enfoque de enseñanza centrado en problemas. El proyecto de investigación propuesto se enfocó en el semillero de "Gestión del Recurso Hídrico" y tuvo como objetivo desarrollar diversas alternativas para construir sistemas de captación de agua de lluvia utilizando materiales reciclados de PET. Las alternativas deben satisfacer los requisitos de funcionalidad e impermeabilidad para su implementación en la localidad en el municipio de Pacho, Cundinamarca, Colombia.

El objetivo principal del proyecto fue conservar el recurso hídrico al hacer uso del agua de lluvia capturada en las viviendas para procesos no potables. De esta manera, se pretende reducir la cantidad de agua potable utilizada. En dicho sentido, el reciclaje de material PET se basó en la reutilización del plástico PET, el cual tiene una vida útil corta en el hogar, pero puede tardar hasta 100 años en degradarse en el planeta. Se comenzó con el proceso de la aislación en la fuente, seguido de la limpieza de las botellas de PET y la utilización de los materiales comerciales o económicos.

La iniciativa se dividió en dos fases principales. En la etapa inicial del proyecto, se realizó la identificación de las variables climáticas en la zona de estudio, así como la definición de secciones hidráulicas y las geometrías correspondientes. En el cálculo de la intensidad de la lluvia para el diseño se utilizó el método racional. Además, se estableció el área de trabajo, que incluyó las superficies de las viviendas del proyecto.

En la segunda fase, se abordó la elaboración de diferentes opciones para recolectar agua de lluvia utilizando material PET reciclado. Durante esta etapa, se contrastaron las secciones circulares de las botellas de plástico con otras secciones similares que facilitarían el correcto flujo del agua de lluvia. Se evaluaron las propiedades del plástico que son beneficiosas para su utilización en el sistema, así como su resistencia y durabilidad en condiciones climáticas adversas. Los estudiantes del programa de ingeniería civil que se encontraban involucrados en el semillero llevaron a cabo este proceso mediante la subdivisión de los grupos de trabajo para evaluar las diferentes alternativas de fabricación del sistema.

El análisis demostró que en las botellas PET existen secciones con diámetros diferentes, los cuales van desde los 12 cm hasta los 19 cm. Teniendo en cuenta la lluvia de diseño y la superficie de captación, estas secciones resultan apropiadas para ser implementadas en viviendas.

En la segunda fase del proyecto, se implementó la etapa experimental. En esta instancia fue indispensable la contribución de los estudiantes del programa de ingeniería civil, dado que presentaron alternativas para la construcción y fabricación de los canales encargados de recolectar el agua de lluvia.

Según Melo (2018) actualmente, la sociedad se encuentra en medio de una crisis ambiental significativa que surge a causa de los cambios climáticos, la contaminación a nivel mundial y el problema de la sobrepoblación. Estos problemas amenazan de manera directa los recursos esenciales, siendo el agua uno de los más afectados. Para abordar este problema, se han implementado estrategias sostenibles en la infraestructura, como la construcción de edificios inteligentes que utilizan la energía solar, recolectan agua de lluvia y fomentan el uso de fachadas ecológicas. Con el objetivo de optimizar la utilización de los recursos naturales y aportar al medio ambiente, Colombia, un país con alta pluviosidad, busca ahorrar costos económicos.

En la ciudad de Bogotá, Diversas instituciones, como Alkosto, el Centro Comercial Parque La Colina y la Pontificia Universidad Javeriana, han implementado acciones medioambientales. A pesar de ello, Es relevante destacar la notable

iniciativa del Aeropuerto Internacional El Dorado en lo que respecta a la recolección y reutilización de agua de lluvia. Gracias a su extensa área de cobertura y una eficiente planta de tratamiento, se logra captar y purificar este valioso recurso, el cual se destina posteriormente al abastecimiento de los baños y urinarios del aeropuerto.

Después de realizar cálculos para determinar la capacidad del depósito de almacenamiento de aguas pluviales en el Aeropuerto Internacional El Dorado mediante diversos métodos, el aturo procedió a evaluar el porcentaje de agua que se logró ahorrar. La investigación indicó que la aplicación del método de bloque alterno propuesto por ambas metodologías generó el mayor porcentaje de ahorro en contraste con el método racional, que tiene en cuenta el tiempo de concentración.

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM) empleó el método de bloque alterno con el fin de mejorar la eficiencia en el aprovechamiento del agua de lluvia. De acuerdo con este análisis, el aeropuerto tuvo la posibilidad de ahorrar una gran suma de dinero al recolectar 1893 metros cúbicos de agua de lluvia cada mes. Esto se traduciría en un ahorro de \$6,530,850 pesos mensuales y \$78,370,200 pesos al año.

No obstante, hay que considerar que esa cantidad de agua se acumula durante una tormenta común en Bogotá y no siempre alcanzaría esa cantidad de recolección. Se llevó a cabo un análisis de la curva de duración y se determinó que solo en un 5% de los días se alcanzan volúmenes de almacenamiento que serían suficientes para justificar el uso de un tanque de 1893 m³. Esta situación plantea desafíos en relación con la cantidad de dinero a invertir al principio comparado con la frecuencia real de captación de agua de lluvia.

El enfoque de Bazán y otros (2018) se encontró en el uso eficiente del agua de lluvia en aquellas áreas donde El agua subterránea no es adecuada para el consumo humano. En dicho sentido, a lo largo de la historia, en Argentina, se ha recurrido al procedimiento de recolectar agua de lluvia. Sin embargo, con frecuencia se han presentado obstáculos debido a sistemas de recolección inapropiados, ausencia de planificación y uso de materiales de pobre calidad. Existen algunos problemas comunes relacionados con las áreas de captación insuficientes, los sistemas de conducción inadecuados y la falta de filtrado para remover sedimentos, material vegetal y otros contaminantes. Asimismo, no se incorporan en los depósitos de almacenamiento los mecanismos necesarios para asegurar la protección del agua almacenada.

Además, se resaltó en el texto la relevancia de situar los depósitos a una distancia considerable de posibles fuentes de contaminación y ajustar su tamaño en función de la demanda necesaria. Asimismo, es necesario mencionar que al diseñar los sistemas se debe considerar las precipitaciones locales y su distribución a lo largo del año con el objetivo de asegurar el llenado completo del depósito durante todo el año.

El propósito de este trabajo consistió en ofrecer una solución a la necesidad de agua potable utilizando el recurso de la lluvia, con el fin de garantizar su seguridad y pureza frente a cualquier tipo de contaminantes. Además, se intentó implementar sistemas que se adecuen a las necesidades y características particulares de cada ubicación en particular.

Se enfatizó la importancia de un sistema de tratamiento de agua de lluvia completo que abarca el pre-filtrado, decantación, filtración y desinfección, a fin de asegurar que el agua almacenada en los depósitos esté libre de impurezas. Fue importante resaltar la importancia de guardar agua limpia como un paso clave para garantizar su seguridad y evitar que sea rechazada por su aspecto turbio. Además, esto facilitaría su desinfección de manera eficiente.

Se dice que los tratamientos microbiológicos que utilizan agua filtrada han demostrado ser eficaces y efectivos en la garantía de agua potable segura para los seres humanos. La desinfección con hipoclorito de sodio, el hervido del agua y el tratamiento con radiación solar son métodos eficaces para combatir los agentes patógenos.

Los autores destacaron la importancia de contar con recipientes cerrados, sin importar el material utilizado para construirlos, y la necesidad de contar con mecanismos de bombeo herméticos. Es crucial capacitar a las personas responsables de operar estos sistemas a fin de garantizar su correcto funcionamiento.

Resaltaron la necesidad de operar y mantener los sistemas de recolección de agua de lluvia para garantizar la calidad del agua destinada al consumo humano en todas las estaciones del año. Esta solución aborda la escasez de agua en áreas rurales y urbanas, evitando así la migración rural causada por la carencia de acceso a agua potable segura.

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) llevó a cabo investigaciones sobre métodos tecnológicos adecuados para que cualquier individuo pueda emplearlos en su hogar, asegurando así que en las zonas con una gran

presencia de agricultura no se introduzcan sustancias indeseables en los depósitos de agua.

El tema para tratar en el texto de Solórzano & Núñez (2019) fue el aumento en la demanda de agua en la Ciudad de México, que ha superado la cantidad disponible y ha generado la necesidad de importar agua de otras áreas, ocasionando un aumento en los costos. La principal fuente de suministro de agua en la Ciudad de México se deriva de tres fuentes principales. La primera es el río Magdalena, seguida por el sistema Lerma y Cutzamala. Además, se extrae agua subterránea de acuíferos que están siendo sobreexplotados. Aun así, se presentan problemas de desabasto en ciertas áreas de la ciudad, como la Delegación Azcapotzalco, especialmente durante los meses de marzo y abril.

En esta investigación se argumentó que los sistemas de recolección de agua de lluvia son una opción prometedora para complementar el suministro de agua, especialmente para usos no potables como el agua utilizada para inodoros, riego y lavado. Se hace mención de que un estudio previo ha concluido que el agua recolectada de los techos de la UAM Azc cumple con los estándares de calidad requeridos para uso doméstico, aunque no para consumo humano.

En la UAM Azcapotzalco, se ha desarrollado un estudio que planteó una metodología para calcular la cantidad de agua de lluvia que se puede recopilar, almacenar y emplear en los servicios sanitarios del edificio conocido como "W". En el presente análisis, se estudiará el comportamiento dinámico del sistema a lo largo del tiempo. Para ello, se emplearán tanques de almacenamiento con distintas capacidades. Además, se mostrará el comportamiento promedio del sistema a lo largo de dos años, considerando los datos de lluvia correspondientes al año 2015.

En resumen, el trabajo detalló un estudio sobre la demanda de agua en un edificio universitario en la Ciudad de México durante un periodo de dos semanas. Se llevaron a cabo muestreos para registrar la cantidad de personas que utilizan los servicios sanitarios y la limpieza realizada por los trabajadores. Estos datos posibilitaron calcular la cantidad de agua necesaria para el edificio y elaborar curvas de variación de la demanda a lo largo del día.

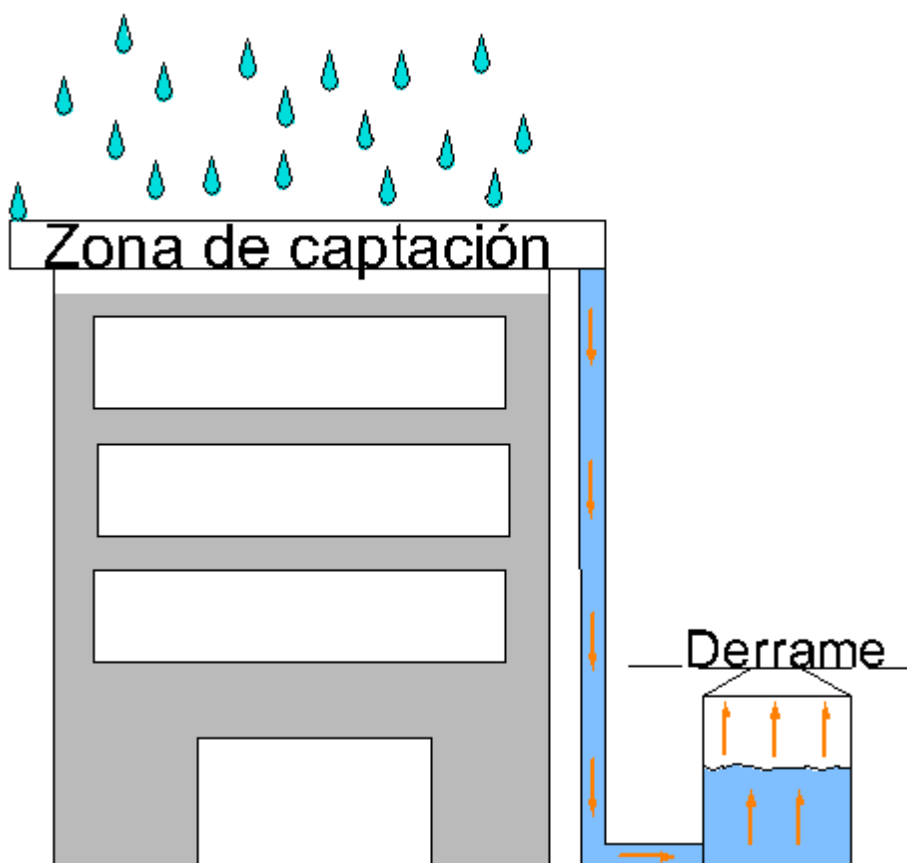
La demanda de agua se diferenció por género y se asignaron factores para los diferentes muebles sanitarios utilizados. El estudio analizó tres grupos de días con diferentes niveles de afluencia, relacionados con las actividades académicas y de

investigación. Además, se consideró el consumo de agua para las labores de limpieza.

El estudio identificó los momentos de mayor demanda de agua en el edificio y los momentos en que se podría almacenar agua de lluvia para su uso posterior. Se consideró la variabilidad estacional de las lluvias en la Ciudad de México. Los resultados revelan disparidades en la demanda de agua a lo largo del día y de la semana, dependiendo de las actividades que tienen lugar en el edificio.

Imagen 1

Diagrama captación – almacenamiento.



Fuente: Solórzano & Núñez (2019).

Molina y otros (2018) realizaron un trabajo centrado en la disponibilidad de agua en la Tierra, en el cual se resaltó que la mayor parte es agua salada y que el acceso al agua potable representa un desafío a nivel global. Según se ha mencionado, el cambio climático resultará en una futura escasez de agua. Se subraya el enfoque del derecho humano al agua, junto con la importancia de consumir agua de manera sostenible. Además, el texto hace referencia a enfoques de certificación

para viviendas sostenibles que abarquen tácticas como la identificación de fugas, uso de dispositivos ahorradores, captación de agua de lluvia, tratamiento de aguas residuales y medidas de control de consumo.

Los autores identificaron un problema de falta de control en el consumo de agua en ciertas regiones, lo cual podría llevar a la pérdida de recursos hídricos y demandar inversiones de alto costo en infraestructura. También realizaron una comparación entre Cuenca y otras ciudades latinoamericanas en cuanto a la disponibilidad de agua. Además, se resalta la importancia de gestionar de manera sostenible este recurso en la ciudad.

Plantearon la propuesta de disminuir el consumo de agua en las residencias de Cuenca a través de prácticas sostenibles, como la recopilación de agua de lluvia y la implementación de dispositivos ahorradores. Estas acciones buscarán preservar la calidad de vida de los habitantes sin comprometerla.

En la metodología utilizada, se observa una investigación que se desarrolló en dos fases diferentes. En la primera etapa del proceso, se realizará la determinación de los criterios de evaluación para disminuir el consumo de agua potable. Durante esta etapa, se lleva a cabo una comparación de cuatro métodos internacionales de evaluación que están vinculados con la gestión sostenible del suministro de agua potable en hogares. El propósito consiste en encontrar pautas apropiadas y compartidas para utilizar en el ámbito específico de Cuenca. Existen varios métodos para evaluar la sostenibilidad de edificaciones, entre ellos se encuentran GEA VERDE NE, el sistema de calificación LEED para viviendas, CASBEE para nuevas construcciones, y el MANUAL BREEAM ES VIVIENDA. Los criterios se definen considerando la compatibilidad con las características de las viviendas y la ciudad, además de la contribución a la resolución de problemas actuales. También se evalúa la viabilidad de aplicación y la mejora del confort en las viviendas.

En la segunda etapa, nos enfocaremos en la determinación de los niveles de valoración. Durante esta fase, se buscaron valores mínimos o estándares que deben ser cumplidos en cada criterio evaluado, particularmente dentro del contexto local de Cuenca. Se realizan tres pasos:

Se llevaron a cabo encuestas en 280 viviendas de la ciudad de Cuenca con el fin de evaluar las prácticas de ahorro de agua existentes y la disposición de la población para implementar estrategias sostenibles en sus hogares. Se lleva a cabo una encuesta en 280 viviendas en la zona urbana de Cuenca, utilizando un método

de muestreo estadístico probabilístico. También se realizó un análisis del consumo de agua en diez hogares, los cuales fueron seleccionados debido a su ubicación geográfica diversa, variedad en el tipo de construcción y la disposición de los propietarios para colaborar. En diferentes puntos de uso como, por ejemplo, grifos, duchas y calefones; y que se hayan instalado contadores de agua para poder medir el consumo diario durante una semana laboral y no laboral.

Se solicitó a la empresa de servicios públicos los datos de consumo de agua para cálculos del promedio mensual de consumo de agua por instalación residencial en Cuenca y por habitante en litros por día. A partir de los datos recopilados en estas etapas, se establecieron normas y tácticas para fomentar un consumo de agua sostenible en los hogares de Cuenca. Esto ayudó a determinar los porcentajes de ahorro posibles en el consumo y los costos.

Imagen 2

Juicios para la selección de los criterios de evaluación.

Criterios de evaluación	Juicios de selección					
	1	2	3	4	5	6
1. Consumo						
BREEAM						
Contadores de agua	x	x	x	x		x
LEED						
Consumo de agua al interior de la vivienda	x	x	x			x
VERDE						
Consumo de agua en aparatos sanitarios	x	x	x	x	x	x
2. Ahorro						
BREEAM						
Consumo de agua	x	x	x	x	x	x
Sistema de riego	x	x	x	x		x
CASBEE						
Ahorro de agua	x	x	x	x	x	x
LEED						
Landscaping	x	x	x	x	x	x
Ahorro de agua al interior del edificio	x	x	x	x	x	x
Sistema de irrigación	x	x	x	x	x	x
VERDE						
Consumo de agua para riego de jardines	x	x	x	x	x	x
3. Reciclaje						
BREAM						
Reciclaje de agua	x	x	x	x	x	x
Tratamiento sostenible de agua en el emplazamiento					x	x
Recolección de agua lluvia en suelo artificializado	x	x	x	x	x	x
LEED						
Reciclar agua	x	x	x	x	x	x
VERDE						
Retención de aguas lluvias para su reutilización	x	x	x	x	x	x
Recuperación y reutilización de aguas grises	x	x				x
CASBEE						
Reciclaje de agua lluvia	x	x	x	x	x	x

Fuente: Molina y otros (2018).

Belelli & Vázquez (2018) ofrecieron en su libro un marco empírico de procedimientos para la captación de agua lluvia. Entre los aspectos más relevantes se encontró el concepto de “milímetro de agua”. Este concepto surge de la observación básica experimental de que cuando se vierte 1 litro de agua sobre una superficie de 1 m^2 , la altura del agua es de 1 mm. Tomando esta observación como referencia se pueden realizar cálculos sobre la recolección de agua Pluvial que puede realizarse en una cubierta de cierta área conocida.

Imagen 3

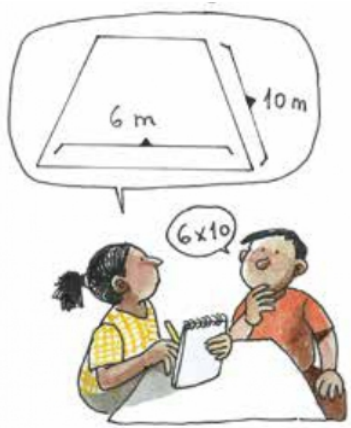
Área de una superficie

Ejercicios:

Si en una superficie de 60 m^2 (el techo de una casa de 10 metros de largo x 6 metros de ancho), cae un chaparrón de 20 milímetros. ¿Cuánta agua habremos captado en ese techo?

Respuesta: litros

Si por cada metro cuadrado se captaron 20 litros, entonces lo multiplico x 60 m^2 y obtengo 1200 litros (¡solo en ese chaparrón!). Este dato no considera pérdidas por salpicaduras, evaporación, velocidad del viento, rugosidad del material, etcétera.



El diagrama muestra un trapezoides que representa un techo, con una línea horizontal inferior etiquetada como '6 m' y una línea horizontal superior etiquetada como '10 m'. Una línea vertical a la derecha indica la altura o longitud. Debajo del diagrama, un niño y una niña están sentados. El niño está hablando y tiene un globo de diálogo que dice '6x10'. La niña está tomando notas en un cuaderno.

Fuente: Belelli, E. & Vázquez, L. (2018)

En la investigación de Avelar y otros (2019) se discutió el desafío de proporcionar agua potable en comunidades rurales, donde las redes de agua convencionales no son viables debido a la dispersión de los asentamientos y la falta de inversión y mantenimiento adecuado. Se informa que los problemas abarcan una recolección de fondos insuficiente para el mantenimiento de infraestructuras, una falta de capacitación en la operación y mantenimiento de bombas, así como una ubicación inapropiada de los tanques de distribución.

Frente a esta situación problemática, surgió una opción. La recolección de agua de lluvia, también conocida como captación de agua de lluvia, se percibe como una opción ambientalmente favorable, económica y ecológica en la gestión del agua. Sin embargo, su adopción no se ha extendido ampliamente debido a los largos plazos de recuperación financiera.

De acuerdo con los autores, aunque el agua de lluvia suele tener una calidad fisicoquímica aceptable, no cumple con los estándares de calidad microbiológica requeridos para ser apta para el consumo humano. Es recomendable tratarlo antes de consumirlo. En la investigación se hizo mención a las iniciativas que se llevan a cabo tanto en México como en otros lugares, con el objetivo de proveer agua obtenida de la lluvia a las comunidades rurales.

El propósito del estudio, tal como se menciona en el texto, es Desarrollar un proyecto que posibilite la recolección y utilización del agua de lluvia con el propósito de abastecer a una comunidad rural específica en términos de consumo humano y uso doméstico. En el texto se enfatiza la relevancia de cumplir con las normas de higiene durante todo el proceso, desde la recolección hasta la eliminación del agua de lluvia.

La evaluación se realizó en la zona de Los Achotes, situada en San Luis Acatlán, Guerrero, en México. La característica principal de esta comunidad es su elevado nivel de marginación, pues menos de la mitad de sus viviendas tienen acceso intermitente a agua por tubería. Para este proyecto, se eligieron 11 familias que se consideraron las más vulnerables.

El enfoque principal del estudio se centró en la captación de agua de lluvia como una opción viable para proveer de agua a estas familias. La cantidad de agua de lluvia aprovechable, conocida como precipitación neta (PN), fue calculada considerando factores como la velocidad del viento, la evaporación y la fricción. Asimismo, se consideró la eficiencia de la captación de agua de lluvia, la cual puede variar entre 0.1 y 0.9 dependiendo de los materiales utilizados en los techos.

En las viviendas, se emplearon los techos como superficie para recolectar agua de lluvia. Para elegir las viviendas, se tuvieron en cuenta criterios de marginación, disponibilidad y disposición de las familias para colaborar en la construcción del sistema. Además, se consideró no elegir viviendas con techos de asbesto debido a las preocupaciones de salud relacionadas con este material.

El proyecto constó de varias etapas, comenzando por la socialización de la iniciativa en la comunidad para obtener su apoyo. Luego, se procedió a la selección de viviendas que serían beneficiadas por el sistema. También se realizó la cuantificación del área de captación, es decir, se determinó la superficie que sería utilizada para recolectar la energía.

Además, se llevó a cabo la medición de la altura de los techos, lo cual era necesario para determinar la posición y ángulo adecuados de los paneles solares. Por último, se eligieron ubicaciones adecuadas para cada componente del sistema, considerando factores como la exposición al sol y la proximidad a otros elementos de la vivienda.

En sus resultados se pudo evidenciar que la cantidad de lluvia que se pudo recolectar en esta área fue de 939.8 mm de precipitación neta al año. Esto significa que, en promedio, Cada familia puede beneficiarse de 46.99 m³ de agua de lluvia al año a través de los techos de sus viviendas, los cuales tienen un tamaño promedio de 50 m².

En mayo y junio, el sistema de captación de agua de lluvia funcionó eficientemente y logró alcanzar su capacidad máxima de almacenamiento, ya que se registraron precipitaciones mensuales superiores a los 40 mm. Aunque se realizaron algunas reparaciones menores en las canaletas debido a las lluvias inusualmente intensas, todos los elementos del sistema operaron de manera correcta.

El estudio reveló que las cisternas de ferrocemento son robustas y duraderas, disipando cualquier incertidumbre inicial de los usuarios. Las cisternas presentan mayor flexibilidad y resistencia ante movimientos sísmicos en comparación a las cisternas convencionales hechas de concreto. La mayoría de las familias beneficiadas aceptaron el sistema de filtración para potabilizar el agua, lo que les permitió dejar de adquirir agua embotellada y purificada, logrando así ahorrar mensualmente de forma significativa.

La mejora en la calidad de vida de las familias se reflejó en el ahorro de dinero, la disminución del tiempo dedicado a tareas como el lavado de ropa y un mayor nivel de comodidad en las responsabilidades domésticas que implican el uso de agua. Adicionalmente, se notaron ventajas con respecto al medio ambiente. Por ejemplo, se pudo apreciar una disminución en la contaminación de cuerpos de agua gracias a la utilización de detergentes menos tóxicos. También se logró ahorrar energía eléctrica debido a la implementación de bombas hidráulicas manuales. Adicionalmente, se observó una disminución en la contaminación de aguas superficiales y subterráneas gracias al filtrado de aguas grises. Por último, se pudo observar una reducción en la compra de envases de plástico, como garrafones y botellas de agua.

El proyecto de NEIRA (2022) Se centró en el diseño de viviendas sostenibles con un sistema de reciclaje de aguas pluviales como respuesta a la creciente

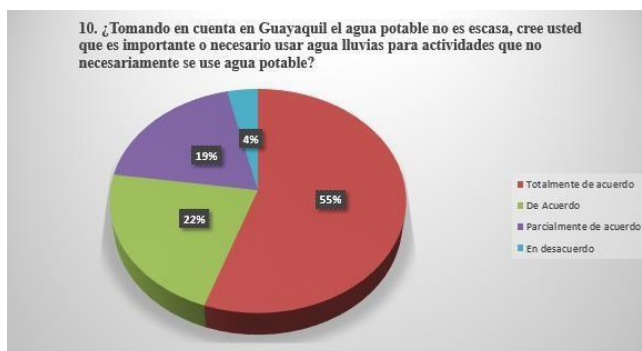
preocupación por la conservación del planeta. El enfoque sostenible se aplicó tanto al uso del agua como a la reducción de materiales industrializados. La ubicación del proyecto se caracterizó por una buena vegetación que atrajo las lluvias en invierno, lo que brindó la oportunidad de aprovechar este recurso. El área para intervenir previamente era tierra de grandes áreas verdes que resultaron afectadas por invasiones.

En esta investigación, Se adoptó un enfoque mixto que integró métodos tanto cualitativos como cuantitativos. Se llevaron a cabo entrevistas, encuestas y pruebas de laboratorio para adquirir información relevante. La investigación tuvo un alcance descriptivo, ya que buscó explorar diversos proyectos relacionados con la problemática abordada. Básicamente, la obtención de criterios de aplicación beneficiaría a los habitantes, al ambiente y a la materialización del concepto de economía circular. Por ello, la investigación giró en torno a dos temas clave: las energías renovables y el reciclaje de aguas pluviales. Estos temas han sido exitosamente implementados en proyectos anteriores y se consideran factibles para lograr el objetivo general de la investigación.

La técnica principal que se empleó fue la realización de encuestas con el fin de evaluar la viabilidad de la propuesta y comprender los sistemas que conducirán a resolver el problema planteado. Se llevaron a cabo encuestas para recabar información sobre variadas variables. De entre las preguntas aquella más significativa para los fines de la recolección de aguas lluvia fue la número 10 que enunció lo siguiente: “¿Tomando en cuenta en Guayaquil el agua potable no es escasa, cree usted que es importante o necesario usar agua lluvias para actividades que no necesariamente se use agua potable?” (Neira, A., 2022, p. 25).

Imagen 4

Resultados de la pregunta #10



Fuente: NEIRA (2022).

Hugues (2019) elaboró un artículo de revisión en el que explicó contextualmente que, a lo largo del transcurrir de la historia, la humanidad ha emprendido la búsqueda constante de ingeniosas alternativas para captar agua, como la recolección de agua de lluvia, la captura de niebla, la condensación del vapor, el almacenamiento de aguas superficiales y subterráneas, así como la captación de agua de ríos. La recolección de agua de lluvia es de gran importancia debido a que la lluvia es una fuente natural de agua que puede aprovecharse en diferentes actividades cotidianas que no necesitan agua potable. Esto conlleva a una reducción significativa en el consumo de agua potable en los hogares, llegando incluso a ahorrar más del 40%. La importancia de esta práctica radica en su impacto en las comunidades que no tienen acceso adecuado a agua potable.

Se ha observado una creciente preocupación por el entorno en todo el mundo, lo cual ha resultado en la implementación de protocolos y declaraciones para fomentar el uso responsable del agua de lluvia. Ejemplos notables incluyen el protocolo de Kioto a partir de 1997 y la declaración en conjunto sobre el aprovechamiento de agua de lluvia en 2011. Diversos países y organizaciones han promovido la instalación de sistemas de captación de agua de lluvia para satisfacer tanto las necesidades públicas como privadas, así como para su utilización en sectores agrícolas, empresariales y comunitarios.

En esta situación, El propósito del autor es realizar una revisión de los casos bibliográficos a nivel mundial que emplean El agua de lluvia como fuente de abastecimiento de agua será abordada, incluyendo diversos momentos históricos y ubicaciones geográficas con el fin de fomentar su implementación generalizada, particularmente en Cuba.

En este texto se trata el tema de la historia y Se mencionan los sistemas de captación de agua de lluvia, conocidos como SCALL (Sistemas de Captación de Agua de Lluvia) y SCAPT (Sistemas de Captación de Agua Pluvial en Techos). Los sistemas mencionados tienen diversas aplicaciones, tales como la recolección de agua para su uso en inodoros, ruidar áreas verdes, la limpieza, el lavado de vehículos, la prevención de incendios y la lavandería.

La capacidad de los sistemas de captación de agua lluvia incluyen la independencia de la red de abastecimiento, la disminución del escurrimiento y la erosión, y la disponibilidad de agua pura y suave de manera gratuita. Por otro lado, se destacan algunas desventajas, tales como la falta de control en el suministro

durante los periodos de sequía y la posibilidad de contaminación a causa de animales y sustancias presentes en el aire.

Dentro del texto también se incluyen antecedentes históricos acerca de cómo se ha recolectado agua de lluvia en distintas regiones del mundo. Se presentan ejemplos que abarcan desde la antigua Europa hasta la época romana y bizantina, incluyendo también a China, Irán y América Latina y el Caribe. A lo largo de los tiempos y en distintas regiones del globo, se ha llevado a cabo una práctica común: la captación de agua de lluvia. Esto queda demostrado por diversos ejemplos históricos.

Imagen 5

viviendas urbanas que han obtenido agua de una fuente específica.

Ciudad	Acueducto	Aljibe	Río	Pozo	No especificada
Santiago de Cuba	94	-	3	1	2
La Habana	83	4	-	1	12
Sancti Spíritus	73	8	17	-	2
Matanzas	55	39	-	1	5
Sagua la Grande	53	1	8	36	2
Cienfuegos	42	7	-	47	4
Cárdenas	25	68	-	3	4
Guanabacoa	1	86	-	3	10
Regla	1	46	-	45	8
Manzanillo	-	31	30	38	1
Pinar del Río	-	90	6	1	3
Puerto Príncipe	-	54	-	41	5
Santa Clara	-	89	-	10	1
Trinidad	-	-	11	87	2

Fuente: Hugues (2019).

La investigación de Faicán & Matovelle (2022) se encontró en la relevancia de solucionar el tema de la purificación del agua en áreas rurales, Especialmente en localidades donde no existe un suministro suficiente de agua potable segura. Destacó la eficacia de la tecnología de Filtración Lenta de Arena (FLA) debido a su habilidad para eliminar sólidos suspendidos, materia orgánica y microorganismos patógenos que puedan estar presentes en el agua. Esto la convierte en una opción técnica, social, económica y sanitaria sostenible y factible para el tratamiento del agua en áreas rurales.

El enfoque del proyecto de investigación fue la creación, construcción, implementación y análisis de un sistema de filtración de agua distribuido en la población Nativa de Chunchiwi en San Roque de Cumbaza, Provincia de Lamas. El

objetivo de este sistema fue solucionar el problema de la entrada de agua de calidad en esta comunidad.

La investigación fue desarrollada gracias a una microplanta de purificación de agua que provee beneficios directos a 30 personas y, de forma indirecta, a aproximadamente 400 individuos. Se realizaron análisis de agua cruda y potable para evaluar la calidad del agua antes y después de su filtración. Fueron llevados a cabo análisis físico químicos y microbiológicos en muestras recolectadas en diversas fechas con el fin de asegurar la calidad del agua.

El texto describió la comunidad nativa de Chunchiwi, que está compuesta por una población dispersa y se dedica principalmente al cultivo de café y cacao en pequeñas parcelas. Las familias en esta área tienen propiedades de 2 a 3 hectáreas y a menudo tienen pequeños lotes de cultivos. El suministro de agua cruda se obtiene de piletas ubicadas estratégicamente en la comunidad, y la captación se realiza en la quebrada "Huairuro yacu," que se encuentra en la parte alta de la comunidad con una pendiente pronunciada.

Se ha optado por implementar un sistema de tratamiento del tipo de Planta modular por filtración lenta debido a su fácil operación y mantenimiento, además de su bajo costo. Este sistema es considerado adecuado para poblaciones rurales dispersas. El proyecto benefició a las comunidades rurales al ofrecer agua potable de alta calidad y al educar a los beneficiarios sobre el uso y cuidado adecuado del agua. Este resultado conlleva a una reducción en la frecuencia de enfermedades gastrointestinales, particularmente en los niños.

El escritor también resaltó la relevancia de las mujeres en la sociedad, ya que son quienes notan con mayor claridad los problemas y beneficios que aporta el agua para el bienestar de las familias. La comunidad consta de aproximadamente 80 familias, con un total de 400 habitantes, de los cuales 30 son consumidores directos pertenecientes a la Escuela del pueblo.

El proyecto de investigación se abordó desde una perspectiva aplicada y cuantitativa, ya que se basó en conocimientos teóricos y prácticos previos de otros autores, pero se ajustó a las necesidades particulares de la población. El enfoque de la investigación fue explicativo, ya que busca establecer una conexión de causa y efecto entre las variables y comprender las razones de la contaminación del agua y la eficiencia del filtro lento de arena. El diseño de la investigación fue de tipo preexperimental, con un enfoque experimental, ya que se manipulan deliberadamente

variables independientes para observar su impacto en una o más variables dependientes. Se realizó una comparación de la calidad del agua antes y después de la implementación del método de filtración.

En los resultados del proyecto se demostró que se ha logrado solucionar en gran medida la problemática acerca de abastecimiento de agua. La población cuenta actualmente con un sistema de tratamiento de agua que cumple con sus necesidades esenciales de consumo humano. Antes de que se implementara el sistema, los datos mostraban que la calidad del agua que consumía la comunidad era precaria. Los niveles de sólidos disueltos y suspendidos eran altos, lo que ocasionaba una gran turbidez en el agua, sobrepasando el límite establecido por la norma (5 UNT).

Respecto al pH, los valores obtenidos estaban dentro del rango aceptable según la norma. El filtro lento de arena demostró una eficiencia del 83.53% en el proceso de reducción de los Coliformes totales, los cuales son indicativos de la calidad microbiológica del agua.

Los resultados obtenidos en términos de los niveles de Coliformes termotolerantes y E. coli presentes en el agua son los siguientes: La presencia de Coli también es un indicador de eficiencia en la eliminación de microorganismos patógenos. Después del tratamiento, se puede notar una disminución en los niveles de estos indicadores, lo cual sugiere una mejora significativa en cuanto a la calidad microbiológica del agua gracias al sistema de filtración lenta de arena.

Al comparar Chunchiwi con otros lugares como Zenu de Cartagena (Colombia) y Kuychiro (Cuzco), se observa que los valores obtenidos para el pH, la turbidez y las concentraciones de Coliformes totales y termotolerantes son similares o incluso mejores. Esto demuestra la efectividad del sistema implementado en la comunidad de Chunchiwi

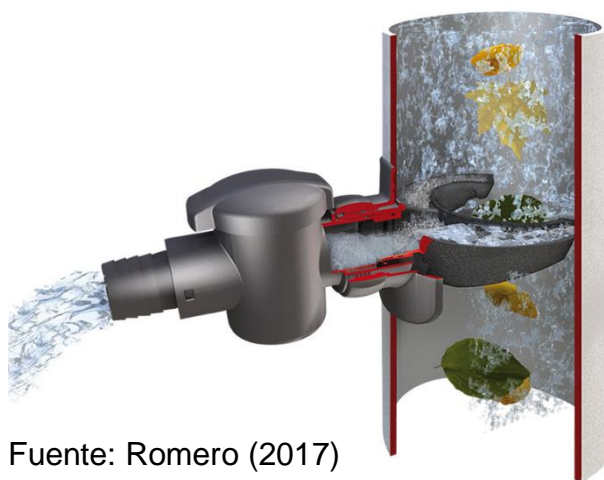
2.1.1. Aprovechamiento de Agua de Lluvia.

Según López (2022) Nos informa que La reutilización del agua pluvial, corresponde al arte de capturar y almacenar lagrimas del cielo, aquellas gotas cristalinas y puras, que caen desde las alturas con el noble fin de ser aprovechadas para preservar y respetar las fuentes freáticas.

Este rito de consagración a la naturaleza trasciende más allá de lo meramente ambiental, revelando su tesoro económico. Cada gota recolectada es un tesoro en sí misma, un resguardo para el futuro y un ahorro presente. La ecología y la economía se funden en un abrazo íntimo, donde el agua de lluvia se erige como moneda de intercambio, una inversión en la prosperidad venidera.

Imagen 6

Aprovechamiento de agua lluvia



Fuente: Romero (2017)

2.1.2. Beneficios de la Recolección de Agua Lluvia.

2.1.2.1. Es Sustentable. Reutilizar el agua lluvia es una opción tanto sustentable como económica, Abrazar la lluvia, no solo como un momento efímero de refrescante humedad, sino como un tesoro de posibilidades renovables, esto presenta dar un paso a la preservación del mundo AdminRotoplas (2021).

Los beneficios que presenta la recolección de agua lluvias empieza desde la sustentabilidad a la reducción de inundaciones y erosiones. Las primordiales ventajas derivada de una apropiada captura de aguas lluvias, se despliegan como una serie de hallazgos:

- Es factible desde la perspectiva ambiental
- La pureza del agua es excepcional
- Te permite irrigar plantas incluso en periodos de escasez de agua

- Cuenta con un sistema autónomo e independiente
- Requiere una inversión inicial modesta con beneficios a largo plazo
- Contribuye a disminuir el riesgo de inundaciones y la erosión del suelo.

Imagen 7

Beneficios de la recolección de agua de lluvia



Fuente: Cleanipedia (2021)

2.1.3. Aplicaciones y Usos del Agua de Lluvia Recolectada:

Según la UNESCO (2021) en su informe acerca de “el valor del agua”, nos explica que “El recurso hídrico puede ser empleado en diversas aplicaciones de carácter doméstico, como el consumo humano y la higiene. Además, este recurso también aporta otras actividades como el riego de plantas.”

Sin embargo, el agua captada a través de lluvia no es apta para un consumo humano, sin embargo, puede utilizarse de otras maneras:

- Descarga de inodoros.
- Limpieza de vehículos.
- Riego de jardines o áreas verdes.
- Procesos de lavandería.
- Procedimientos de limpiezas en diferentes contexto y superficies.

Imagen 8

El agua de lluvia no sirve para beber



Fuente: Frías (2018)

2.1.3.1. Comparativo. Entre el Agua Lluvia y el Agua Potable. La comparación del agua pluvial y el agua potable abarca varios aspectos como la calidad, la disponibilidad, la utilización y la sostenibilidad. Aunque el agua lluvia es un fenómeno natural y se produce en grandes cantidades, muchas veces requiere tratamiento para hacerla potable. Se utiliza principalmente para fines no potables como riego o depuración, reduciendo la necesidad de agua potable y promoviendo el desarrollo sostenible. Por otro lado, el agua potable, aunque de alta calidad, suele ser escasa y costosa de producir y distribuir, esto convierte al aprovechamiento del agua de lluvia en una alternativa valiosa en la gestión hídrica.

2.1.4. Sistemas de Recolección y Almacenamiento de Agua de Lluvia

2.1.4.1. SCALL y SCAPT. Según Torres R. (2019) Los sistemas de captación de agua lluvia son denominados SCALL, mientras que cuando se trata de capturar este recurso desde los techos, se les conoce como SCAPT.

Imagen 9

SCAPT



Fuente Kim (2011)

2.1.4.2. Componentes del Sistema para Recolectar Agua Lluvia. Los sistemas de captación de agua lluvia que se basan en la recogida a partir de superficies planas, como techos o cubiertas. Cuervo (2020)

Esto explica que estas superficies actúan como un área de recolección, donde el agua pluvial inicialmente se acumula, y a medida que la lluvia continua, el agua es dirigida hacia un sistema de recolección, donde es almacenada y preparada para su futuro uso.

2.1.4.2.1. Captación. Este componente inicial conlleva la recolección primordial del agua lluvia desde un área plana, tal como un techo. El agua desciende sobre esta extensión y se acumula en un punto concreto y determinado. Quintana (2023)

2.1.4.2.2. Conducción. Una vez recogida, el agua se conduce a través de canales o tuberías desde su origen en la superficie hacia un punto central de recolección, asegurando su eficiente transporte y evitando pérdidas. Ramirez E. (2021)

2.1.3.2.3. Filtro de Primeras Aguas o Interceptor. El interceptor, esencial en el sistema, purifica el agua de lluvia al eliminar impurezas y contaminantes antes de su almacenamiento, empleando filtros y dispositivos para mejorar su calidad. Benites & Lozada (2022)

2.1.3.2.4. Almacenamiento. Una vez que el agua ha sido filtrada con esmero, se resguarda en un depósito o tanque especialmente destinado para su utilización en el futuro. Este tanque es diseñado con precisión, ajustándose a las exigencias de consumo. Ramirez J. (2020)

Tabla 1*Dotaciones para edificaciones de uso específico*

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
Bloques de viviendas	L/habitante /día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m2 área útil /día	40 a 60
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios mausoleos	L/visitante /día	3 a 5
Centro comercial	L/m2 área útil /día	15 a 25
Cines, templos y auditorios	L/concurrente/día	5 a 10
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante /día	500 a 1000
Cuarteles	L/ persona/día	150 a 350
Escuelas colegios	L/ estudiante /día	20 a 50 800 a
Hospitales	L/cama /día	1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante /día	150 a 400
Hoteles de 4 estrellas en adelante	L/ocupante /día	350 a 800
Internados, hogar de ancianos y niños	L/ocupante /día	200 a 300
Jardines ornamentación con recirculación	L/m2 /día	2 a 8
Lavanderías y tintorerías	L/kg de ropa	30 a 50
Mercados	L/ puesto /día	100 a 500
Oficinas	L/persona/día	50 a 90
Piscinas	L/m2 área útil /día	15 a 30
Prisiones	L/persona /día	350 a 600
Sala de fiestas casinos	L/m2 área útil /día	20 a 40
Servicios sanitarios públicos	L/mueble sanitario /día	300
Talleres, industrias agencias	L/ trabajador /jornada	80 a 120
Terminales de autobuses	L/ pasajero /día	10 a 15
Universidades	L/estudiante /día	40 a 60
Zonas Industriales, agropecuarias y fábricas	L/s/Ha	1 a 2

Fuente: NEC (2011)

Tabla 2*Características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas*

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMITIDO
Características físicas		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	No objetable
Sabor	---	No objetable
Inorgánicos		
Antimonio, Sb	Mg/l	0,02
Arsénico, As	Mg/l	0,01
Bario, Ba	Mg/l	0,7
Boro, B	Mg/l	2,4
Cadmio, Cd	Mg/l	0,003
Cianuro, CN ⁻	Mg/l	0,7
Cloro libre residual*	Mg/l	0,3 a 1,5 ¹⁾
Cobre, Cu	Mg/l	2,0
Como, Cr (como total)	Mg/l	0,05
Fluoruros	Mg/l	1,5
Mercurio, Hg	Mg/l	0,006
Níquel, Ni	Mg/l	0,07
Nitratos, NO ₃	Mg/l	50
Nitritos, NO ₂	Mg/l	3,0
Plomo, Pb	Mg/l	0,01
Radiación total α *	Bq/l	0,5
Radiación total β **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	Mg/l	0,04

Fuente: NEC (2011)

Tabla 3*Sustancias orgánicas*

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Hidrocarburos policíclicos aromáticos HAP		
	mg/l	0,0007
Benzo [a] pireno		
Hidrocarburos:		
Benceno	Mg/l	0,01
Tolueno	Mg/l	0,7
Xileno	Mg/l	0,5
Estireno	Mg/l	0,02
1,2dicloroetano	Mg/l	0,03
Cloruro de vinilo	Mg/l	0,0003
Tricloroetano	Mg/l	0,02
Tetracloroetano	Mg/l	0,04
Di(2-etilhexil) ftalato	Mg/l	0,008
Acrylamida	Mg/l	0,0005
Epiclorohidrina	Mg/l	0,0004
Hexaclorobutadieno	Mg/l	0,0006
1,2Dibromoetano	Mg/l	0,0004
1,4- Dioxano	Mg/l	0,05
Ácido Nitrilotriacético	Mg/l	0,2

Fuente: INEN (2014)

Tabla 4*Plaguicidas*

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Atrazina y sus metabolitos cloro-		
s- triazína	mg/l	0.1
Isoproturón	mg/l	0,009
Lindano	mg/l	0,002
Pendimetalina	mg/l	0,02
Pentaclorofenol	mg/l	0,009
Dicloroprop	mg/l	0,1
Alacloro	Mg/l	0,02
Adicarb	m ll	0,01
Aldrín y Dieldrín	m ll	0,00003
Carbofuran	mg/l	0,007
Clorpirifós	mg/l	0,03
DDT y metabolitos	mg/l	0,001
1,2-Dibromo-3-cloropropano	mg/l	0,001
1,3-Dicloropropeno	m ll	0,02
Dimetoato	m ll	0,006
Endrin	mg/l	0,0006
Terbutilazina	mg/l	0,007
Clordano	mg/l	0,0002
Hidroxiatrazina	mg/l	0.2

Fuente: INEN (2014)

Tabla 5*Residuos de desinfectantes*

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Monocloramina,	mg/l	3
Si pasa de 1,5 mg/l investigar:		
N-Nitrosodimethylamine	mg/l	0,000 1

Fuente: INEN (2014)

Tabla 6*Subproductos de desinfección*

	UNIDAD	Límite máximo permitido
2,4,6-triclorofenol	mg/l	0,2
Trihalometanos totales	mg/l	0,5
Si pasa de 0,5 mg/l investigar:	mg/l	0,06
• Bromodiclorometano	mg/l	0,3
• Cloroformo		
Tricloroacetato	mg/l	0,2

Fuente: INEN (2014)

Tabla 7*Cianotoxinas*

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Microcistina-LR	mg/l	0,001

Fuente: INEN (2014)

Tabla 8*Requisitos Microbiológicos*

	Máximo
Coliformes fecales (1):	
Tubos múltiples NMP/100 ml ó	< 1,1 *
Filtración por membrana ufc/ 100 ml	<1 **
Cryptosporidium, número de ooquistes/ litro	Ausencia
Giardia, número de quistes/ litro	Ausencia

* < 1,1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm³ ó 10 tubos de 10 cm³ ninguno es positivo

** < 1 significa que no se observan colonias

Fuente: INEN (2014)

Tabla 9*critérios de calidad de aguas que para consumo humano y doméstico*

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y Grasas	AI		Ausencia
Aluminio total	N MP	mg/l	0,2
Amoniaco	N	mg/l	0,5
Arsénico	As	mg/l	0,1
Coliformes Fecales	N MP	NMP/100 ml	2000
Cólifórmes Totales	N MP	NMP/100 ml	20000
Bario	Ba	mg/l	1
Cadmio	Cd	mg/l	0
Cianuro	CN	mg/l	0,2
Cinc	Zn	mg/l	5
Cobre	cu	mg/l	1
Color	Color real	Unidades de Platino-Cobalto	75
Compuesto Fenólicos	Fenol	mg/l	0
Cromo Demanda	Cr +6	mg/l	0,1
Bioquímica de oxígeno 5 días	DBOs	mg/l	<2mg/l
Hierro total Difeniles	Fe	mg/l	1
Policlorinados	Concentración de agente activo		NO detectable
Materia Flotante	Visible		Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0
Nitratos	N	mg/l	10
Nitritos	N	mg/l	1
Olor y sabor			Es permitido removible por tratamiento convencional >60% del OD Sat.
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	45175
pH	pH		
Plata	Ag	mg/l	0,05
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfato	S04-2	mg/l	250
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	100

Fuente: TULSMA (2015)

2.2. Marco Legal:

2.2.1. Normativa General.

Capítulo segundo: derecho del buen vivir

Sección Primera: Agua y Alimentación.

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida. (Constitución, 2008)

Comentario: El artículo 12 de la Constitución de 2008 menciona de manera contundente la importancia de la legislación humana al agua dentro del marco de Ecuador. Establece que este derecho es fundamental e irrenunciable, reconociendo que el acceso al agua es fundamental para la existencia y, por ende, debe ser protegido como un recurso nacional vital de uso público.

Las disposiciones que indican que el agua es inalienable, imprescriptible e inembargable son medidas importantes para garantizar que este recurso vital no sea objeto de privatización ni se convierta en un bien sujeto a intereses económicos en detrimento de la población. Al hacerlo, se subraya la responsabilidad del Estado para asegurar que todos los ciudadanos tengan disponibilidad al agua potable y segura.

Esta disposición constitucional refleja un compromiso con la protección de la disponibilidad al agua como un derecho humano fundamental y un recurso indispensable para el bienestar de la sociedad. Además, sirve como ejemplo de cómo las constituciones pueden ser utilizadas para proteger y promover los derechos básicos de la población.

Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. (Constitución, 2008)

Comentario: la importancia del agua en el contexto del artículo 13 de la Constitución de 2008 es fundamental. La disponibilidad segura y continua de alimentos saludables, adecuados y nutritivos depende en gran medida de la

disponibilidad de agua de gran calidad. El agua es un recurso importante no solo para el consumo directo, sino también para la producción de alimentos.

En la agricultura, por ejemplo, el riego de cultivos depende en gran medida del acceso a agua adecuada. Para producir alimentos de manera local y sostenible, es crucial contar con recursos hídricos suficientes y de calidad. Además, el agua es vital para el aseo, la limpieza de alimentos y la preparación de comidas, lo que garantiza la seguridad alimentaria y la salud de la población.

La conexión entre el acceso al agua y la seguridad alimentaria es innegable. Al reconocer la legislación del agua como fundamental e irrenunciable, como lo establece el artículo 12 de la misma Constitución, se sientan las bases para garantizar que el acceso a alimentos seguros y nutritivos no sea comprometido por la falta de acceso al agua. El líquido vital no solo es un recurso esencial para la vida en sí, sino también un pilar fundamental para el bienestar y la autonomía de las personas y la población, especialmente en el contexto de la producción y consumo de alimentos.

Sección Segunda: Ambiente Sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. (Constitucion, 2008)

Comentario: El artículo 14 de la Constitución de 2008 de Ecuador reconoce el derecho de la población a habitar en un entorno saludable y ecológicamente equilibrado, con el objetivo de garantizar la sostenibilidad y el "buen vivir" o "*sumak kawsay*". Este artículo subraya la importancia de un entorno natural saludable y equilibrado para promover el bienestar de las personas y la sostenibilidad de las comunidades.

El agua juega un papel crucial en la creación y mantenimiento de un entorno sano y ecológicamente equilibrado. El acceso a fuentes de agua limpias y la administración adecuada de los recursos hídricos son fundamentales para la preservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la salud humana. El agua es indispensable para la vida de las plantas, los animales y los humanos, y su calidad y cantidad impactan directamente en el estado de los ecosistemas y de la población.

Además, la gestión sostenible del agua está estrechamente relacionada con la idea de "buen vivir" o "*sumak kawsay*", que alude a un enfoque holístico de calidad

de vida que no solo incluye aspectos materiales, sino también la relación armoniosa con la naturaleza. La disponibilidad de agua limpia y la preservación de ecosistemas acuáticos saludables son componentes esenciales de este enfoque, ya que permiten una vida digna y sostenible en armonía con el entorno natural.

Por lo tanto, el artículo 14 de la Constitución ecuatoriana resalta la importancia del agua como un componente clave en la creación de un entorno saludable y en armonía ecológica en línea con los principios del "buen vivir" y la sostenibilidad. Garantizar el bastecimiento y la gestión adecuada del agua es esencial para proteger el estado de los ecosistemas y de la población, y para avanzar hacia un futuro más sostenible y en armonía con la naturaleza.

Sección Sexta: Hábitat y Vivienda.

Art. 30.- Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica. (Constitucion, 2008)

Comentario: El artículo 30 de la Constitución de 2008 de Ecuador establece un derecho fundamental de las personas: el derecho a una vivienda segura y saludable, así como a una vivienda adecuada y digna, sin importar su situación social y económica. Este artículo busca garantizar que todos los ciudadanos tengan un lugar donde vivir que cumpla con estándares mínimos de calidad y seguridad.

El agua cumple un papel esencial en la consecución de este derecho. Para que un hábitat sea seguro, saludable y adecuado, es crucial para que las personas tengan acceso a agua potable y segura para beber, cocinar, lavar y mantener el aseo personal y del hogar. La falta de disponibilidad al agua potable puede comprometer seriamente la seguridad y la salud de las personas que viven en un hábitat.

Además, la disponibilidad de agua es esencial para la construcción y el mantenimiento de viviendas dignas. El agua se necesita en procesos como la construcción, el saneamiento y el mantenimiento de una vivienda adecuada. Sin acceso al agua, la calidad de las viviendas puede verse afectada, lo que a su vez incide en la dignidad de quienes las habitan.

Por lo tanto, el artículo 30 de la Constitución ecuatoriana subraya la importancia de asegurar el acceso al agua como parte integral de garantizar un entorno seguro y saludable para residir, así como una vivienda digna. Esto refleja un

enfoque integral para mejorar el bienestar de la población y garantizar que sus necesidades básicas, incluido el acceso al agua, estén debidamente atendidas sin importar su situación social o económica.

Sección Séptima: Salud.

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir. (Constitucion, 2008)

Comentario: El artículo 32 de la Constitución de 2008 de Ecuador establece la importancia de la salud como un derecho básico protegido por el Estado, y lo relaciona directamente con el ejercicio de otros derechos importantes, incluido el derecho al agua. Esta disposición destaca la interconexión de diversos factores que afectan en la salud y subraya la función integral que desempeña el agua en la promoción del bienestar de la población.

La disponibilidad de agua potable y segura es un pilar esencial para la salud pública. El agua es esencial para el uso humano, la preparación de alimentos y la higiene personal. Sin acceso a agua de calidad, aumenta el riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua y de insalubridad en general. En este sentido, el derecho a el agua se convierte en un cimiento para el derecho a la salud, ya que una fuente confiable de agua es esencial para prevenir enfermedades y mantener una buena salud.

Además, el artículo 32 menciona otros derechos relacionados con la salud, como la alimentación, la educación, la cultura física y la seguridad social. El agua también es un componente fundamental para la producción de alimentos., la higiene personal, la educación (a través de la disponibilidad de agua en las escuelas) y el acceso a ambientes saludables.

En resumen, el artículo 32 de la Constitución de Ecuador destaca la interconexión de los derechos y su impacto en la salud. El agua es un componente esencial que sustenta la realización de estos derechos y juega un papel importante en la promoción de un estado de salud óptimo. Esto resalta la importancia de garantizar el acceso al agua como parte integral de un enfoque integral con el fin de mejorar la salud y el bienestar de la población.

Capítulo Sexto: Derechos de Libertad.

Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas:

El derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios. (Constitución, 2008)

Comentario: El artículo 66 de la Constitución de 2008 de Ecuador establece un amplio abanico de derechos fundamentales que garantizan una vida digna a las personas. Entre estos derechos, el acceso al agua potable ocupa un lugar central. Este artículo destaca la relevancia del agua como un elemento esencial para asegurar la dignidad y el bienestar de la población.

El agua potable es un requisito importante para la salud y la nutrición. Sin acceso a agua limpia y segura, es difícil mantener una buena salud y garantizar una nutrición adecuada, ya que el agua es necesaria para la preparación de alimentos y el aseo. Además, el acceso al agua es un componente esencial para garantizar un ambiente saludable y el saneamiento ambiental, aspectos clave para la prevención de enfermedades.

Este artículo también reconoce que el agua potable es uno de los pilares para la consecución de una vida digna junto con otros derechos básicos como la vivienda, la educación, el empleo y la seguridad social. Todos estos aspectos están interrelacionados y contribuyen a el bienestar de las personas. El agua es un recurso que impacta directamente en la facilidad de las personas para disfrutar de una vida adecuada y saludable.

Por consiguiente, el artículo 66 de la Constitución ecuatoriana resalta la importancia de tener acceso al agua potable como parte integral de una vida digna. Esto subraya la responsabilidad del Estado de asegurar que todos los ciudadanos cuenten con acceso a agua de calidad, ya que esto no solo es un derecho en sí mismo, sino que también es importante para el ejercicio de otros derechos esenciales y para promover una vida digna y saludable.

Capítulo Segundo: Biodiversidad y Recursos Naturales.

Sección Primera: Naturaleza y Ambiente.

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza. (Constitucion, 2008)

Comentario: El artículo 395 de la Constitución de 2008 de Ecuador establece una serie de principios ambientales fundamentales que reflejan un compromiso con el desarrollo sostenible y la conservación del medio ambiente y cultural del país. La importancia del agua en este contexto es innegable, ya que el agua es un recurso vital que está intrínsecamente relacionado con la sostenibilidad ambiental y el cumplimiento de las necesidades de las generaciones actuales y venideras.

El principio de "conservar la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas" resalta la importancia de preservar los recursos hídricos y el entorno acuático en un estado saludable. El agua es esencial para la supervivencia de la biodiversidad y para la habilidad de los ecosistemas para regenerarse y mantener su equilibrio natural.

Además, el artículo destaca la involucración activa de las personas y comunidades en la planificación y regulación de actividades que causen impactos ambientales. Esto también incluye la administración del agua y la toma de decisiones relacionadas con su uso y conservación. El agua es un recurso compartido y, por lo tanto, es esencial involucrar a la sociedad en la toma de elecciones que afecten su calidad y disponibilidad.

Finalmente, el artículo establece que, en situaciones de incertidumbre sobre la interpretación de las leyes ambientales, estas se aplicarán en favor de la protección de la naturaleza. Esto refuerza la importancia de proteger el agua y los ecosistemas acuáticos en situaciones donde exista incertidumbre o disputa.

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles. (Constitucion, 2008)

Comentario: El artículo 396 de la Constitución de 2008 de Ecuador establece un conjunto de principios y responsabilidades fundamentales relacionados con el cuidado del entorno natural. La relevancia del agua en este contexto es esencial, ya que el agua es uno de los recursos vitales más sensibles e importante que puede verse afectado por impactos ambientales negativos.

El artículo hace hincapié en la prevención de impactos ambientales negativos y establece que, incluso en situaciones de incertidumbre sobre el impacto ambiental de una acción u omisión, el Estado debe implementar medidas de protección efectivas y oportunas. Esto es especialmente relevante para el agua, ya que su contaminación o agotamiento puede acarrear serias repercusiones para la salud humana y los ecosistemas.

La responsabilidad objetiva por daños ambientales significa que aquellos que causen daño al ambiente, incluido el recurso agua, deben asumir la responsabilidad

de restaurar de manera integral los ecosistemas y compensar a las personas y comunidades perjudicadas. Esto incentiva una gestión adecuada del agua y la adopción de prácticas sostenibles para prevenir daños.

El artículo también establece que todos los actores involucrados en las actividades de fabricación, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios tienen la obligación directa de prevenir impactos ambientales, mitigar y reparar daños, y mantener un sistema de control ambiental constante. Esto es aplicable a actividades que utilizan agua, como la agricultura, la industria y la gestión de recursos hídricos.

La disposición de que las medidas legales para investigar y penalizar por daños al medio ambiente sean imprescriptibles refuerza la importancia de la protección del medio ambiente a largo plazo, incluido el recurso agua.

Según la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua de la República del Ecuador nos Presenta los Sigüientes Artículos:

TITULO II: Recursos hídricos.

Capitulo I: Definición hídrico público.

Art. 11.- Infraestructura hidráulica. Se consideran obras o infraestructura hidráulica las destinadas a la captación, extracción, almacenamiento, regulación, conducción, control y aprovechamiento de las aguas así como al saneamiento, depuración, tratamiento y reutilización de las aguas aprovechadas y las que tengan como objeto la recarga artificial de acuíferos, la actuación sobre cauces, corrección del régimen de corrientes, protección frente a avenidas o crecientes, tales como presas, embalses, canales, conducciones, depósitos de abastecimiento a poblaciones, alcantarillado, colectores de aguas pluviales y residuales, instalaciones de saneamiento, depuración y tratamiento, estaciones de aforo, piezómetros, redes de control de calidad así como todas las obras y equipamientos necesarios para la protección del dominio hídrico público.

Las obras o infraestructura hidráulica podrán ser de titularidad pública, privada o comunitaria, según quien las haya construido y financiado, aunque su uso es de interés público y se rigen por esta Ley.

En caso de estado de excepción o declaratoria de emergencia, en el cual el Estado requiera del agua para garantizar su provisión, a la población afectada, la administración, mantenimiento y uso de toda infraestructura hidráulica podrá ser realizada por el Estado, con independencia de su titularidad. (hídricos, 2014)

Comentario: El artículo 11 sobre infraestructura hidráulica de la Ley de Recursos Hídricos de 2014 en Ecuador establece la definición y regulación de las obras relacionadas con el agua, destacando su importancia y cómo están sujetas a una variedad de propósitos y responsabilidades. La importancia del agua se manifiesta claramente a través de esta regulación, ya que el acceso al agua y su gestión eficiente son fundamentales para la vida, la salud, la producción de cultivos, la industria y el bienestar de la población.

La infraestructura hidráulica mencionada en el artículo abarca desde la captación, el almacenamiento, la conducción y el control de aguas hasta el saneamiento y tratamiento de aguas aprovechadas. Esta infraestructura es esencial para asegurar el acceso a agua limpia, proteger a las comunidades de inundaciones y crecientes, y apoyar la agricultura y la industria a través del riego y el manejo de los recursos acuíferos.

Además, el artículo enfatiza que, independientemente de la titularidad de la infraestructura (pública, privada o comunitaria), su utilización es de interés general y está regulada por la Ley de Recursos Hídricos. Esto refleja la importancia de garantizar el acceso equitativo y la gestión sostenible del agua en beneficio de toda la sociedad.

La disposición que permite al Estado intervenir en la administración y uso de la infraestructura hidráulica en casos de emergencia destaca la importancia crítica del agua en situaciones de crisis, como desastres naturales o escasez de recursos hídricos. Garantizar el acceso al agua en estas circunstancias es crucial para la supervivencia y el bienestar de la población afectada.

Sección IV: Servicios Públicos

Art. 37.- Servicios públicos básicos: Para efectos de esta Ley, se considerarán servicios públicos básicos, los de agua potable y saneamiento ambiental relacionados con el agua. La provisión de estos servicios presupone el otorgamiento de una autorización de su uso. La provisión de agua potable comprende los procesos de captación y tratamiento de agua cruda, almacenaje y transporte, conducción, impulsión, distribución, consumo, recaudación de costos, operación y mantenimiento. (hídricos, 2014)

Comentario: El artículo 37 de la Ley de Recursos Hídricos de 2014 en Ecuador se refiere a los servicios públicos básicos, específicamente vinculados al agua, como la provisión de agua potable y el saneamiento ambiental. Este texto resalta la relevancia del agua como un recurso fundamental para la existencia y el bienestar, así como para el bienestar de la sociedad en su conjunto.

El derecho al acceso al agua potable y al saneamiento ambiental son derechos fundamentales. y servicios públicos básicos que tienen un efecto considerable en la calidad de vida de los individuos. El agua potable es esencial para la salud humana, ya que se utiliza para beber, cocinar, lavar y mantener la higiene personal. El saneamiento ambiental adecuado es fundamental para prevenir enfermedades y mantener un entorno limpio y saludable.

El artículo también detalla los diversos procesos involucrados en la provisión de agua potable, desde la captación y tratamiento del agua cruda hasta su distribución y consumo. Esto subraya la dificultad inherente en la administración de los recursos hídricos y la importancia de garantizar que cada etapa se realice de forma efectiva y segura.

En resumen, el artículo 37 resalta la relevancia del suministro de agua potable y el saneamiento ambiental como servicios públicos básicos. Tener acceso a agua limpia y segura es un elemento fundamental para el bienestar para la población y la prevención de enfermedades. Además, reconoce la necesidad de una adecuada administración de todos los aspectos relacionados con el agua para garantizar su disponibilidad y calidad para las generaciones actuales y venideras.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de la Investigación

3.1.1. *Investigación Cuantitativa*

De acuerdo a Polanía y otros (2020) en su explicación acerca de la metodología cuantitativa “Esta modalidad de investigación, arraigada durante numerosas décadas, se enfoca principalmente en los aspectos que pueden ser vistos y medidos en los fenómenos. Emplea el enfoque empírico-analítico y confía en pruebas estadísticas para examinar los datos.”

Por lo tanto, esta investigación se enfoca en la recopilación y análisis de tendencias, y extraer conclusiones basadas en la evidencia recopilada y generalizar resultados. En este contexto, el enfoque cuantitativo se utiliza para cuantificar aspectos relacionados con el diseño y la eficiencia de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia en edificios residenciales de 3 pisos.

3.2. Alcance De la Investigación

3.2.1. *Investigación Exploratoria*

Según Ramos (2020) refiriéndose al alcance de investigación exploratoria “En el ámbito exploratorio de la investigación, se dirige a fenómenos no previamente estudiados, con el propósito de examinar sus atributos y características por primera vez.”

Entonces el alcance de la investigación implica investigar, diseñar e implementar este sistema en un contexto específico. El énfasis está en comprender y abordar los desafíos, oportunidades y factores que influyen en la eficiencia y viabilidad de dicho sistema. Un enfoque exploratorio se justifica dado que este tema podría no haber sido ampliamente estudiado o implementado en el contexto particular de edificios residenciales.

3.3. Técnica e Instrumentos para Obtener los Datos

Según Hernandez & Duana (2022) “En el ámbito investigativo, el término "Técnicas e Instrumentos para la Obtención de Datos" denota los procedimientos específicos empleados con el propósito de recabar información pertinente en el contexto de la investigación en cuestión.”

3.3.1. Técnicas

Según Hernandez & Duana (2022) “Las técnicas son los procedimientos o enfoques metodológicos empleados con el propósito de obtener datos. Dichas técnicas pueden clasificarse como cuantitativas, cualitativas o como una amalgama de ambas modalidades, según la naturaleza y los objetivos específicos de la investigación.”

El sistema de recolección de aguas pluviales implementado en un edificio residencial, cantón Babahoyo, provincia de los ríos, se fundamentará en la revisión de literatura especializada, abarcando artículos científicos, tesis de grado, tesis doctorales y normativas actuales relacionadas con el uso adecuado de las aguas naturales. Este enfoque se orienta hacia la integración de conocimientos derivados de fuentes científicas y normativas para respaldar la implementación y eficacia del sistema de captación de aguas lluvia.

3.3.2. Instrumentos

Según Hernandez & Duana (2022) “Los instrumentos constituyen las herramientas específicas empleadas para la ejecución de las técnicas, posibilitando la recopilación eficaz de datos en el marco de la investigación.”

3.3.2.1. Encuestas. Oliván y otros, (2021) Demuestran que “Una encuesta en el marco de una investigación de tesis constituye una herramienta o técnica de recopilación de datos que implica la obtención sistemática de información mediante la formulación de preguntas estructuradas a un grupo específico de participantes seleccionados.”

La encuesta permitirá evaluar el grado de familiaridad de los residentes sobre el sistema de recolección de aguas lluvia con filtro de arena. Esto es crucial para comprender la conciencia existente e identificar posibles lagunas informativas.

Información Demográfica

1. ¿Cuánto tiempo has vivido en este edificio?
 - Menos de 6 meses
 - Entre 6 meses y 1 año
 - Entre 1 y 3 años
 - Más de 3 años

Número de Personas que Habitan por Departamento

2. Número de Personas que Habitan por Departamento
- Menos de 2 personas
 - 2-4 personas
 - Más de 4 personas

Rango de Edad

3. ¿Cuál es tu rango de edad?
- Menos de 18 años
 - 18-24 años
 - 25-50 años
 - 51-65 años
 - 65 años o más

Conocimiento y Percepción del Sistema de Recolección de Aguas Lluvia

4. ¿Estás familiarizado con el sistema de recolección de aguas lluvia con filtro de arena implementado en este edificio?
- Sí
 - No

Importancia de la Tecnología Sostenible

5. ¿Qué tan importante crees que es utilizar tecnologías sostenibles como la recolección de aguas lluvia para el medio ambiente?
- Muy importante
 - Importante
 - Neutral
 - Poco importante
 - Nada importante

Disposición y Participación

6. ¿Estarías dispuesto/a a participar activamente en la gestión y mantenimiento del sistema de recolección de aguas lluvia?
- Sí
 - No
 - Tal vez

Considerar Instalar un Sistema Similar en el Futuro:

7. ¿Considerarías instalar un sistema similar en tu propia residencia en el futuro?
- Sí
 - No
 - Tal vez

3.3.2.2. Sistema de Aguas Lluvias. Entendiendo la investigación dada por Bernal y otros (2019) se entiende que “Un Sistema de Captación y Aprovechamiento de Agua de Lluvia (SCALL) se configura como un diseño concebido para la interceptación, recolección y almacenamiento eficiente del agua pluvial.”

3.3.2.2.1. Superficie de Captación. Según Sotelo y otros (2021) “La superficie de captación se define como la región geográfica desde la cual se lleva a cabo la acumulación de agua de lluvia o escorrentía con miras a su posterior almacenamiento, tratamiento o utilización.” Este concepto ostenta una importancia fundamental en la gestión del agua y la instauración de prácticas sustentables destinadas a la recolección y aprovechamiento eficiente del recurso hídrico.

3.3.2.2.2. Precipitación Anual (mm). Ilbay y otros (2019) nos explican que “La precipitación anual denota la totalidad de agua que incide sobre un área específica en diversas formas, como lluvia, nieve, granizo u otras manifestaciones de precipitación, a lo largo de un periodo de un año.” La precipitación anual emerge como un factor determinante en la administración de sistemas de recolección de agua, dado que establece la magnitud del recurso hídrico disponible para su recolección.

3.3.2.2.3. Oferta. A través de la investigación de Caballero & Ballesteros (2019) se dice que “El cálculo de la oferta en el contexto de un sistema de captación de agua implica la evaluación cuantitativa de la cantidad de agua susceptible de ser recolectada y almacenada a partir de la precipitación en una ubicación particular.” Este procedimiento reviste importancia primordial para dimensionar de manera apropiada los sistemas de captación, garantizando así un suministro adecuado de agua capaz de satisfacer las necesidades proyectadas.

3.3.2.2.4. Área de Almacenaje. Forero y otros (2020) “El área de almacenaje se define como el espacio designado específicamente para contener y retener el agua recolectada mediante sistemas de captación pluvial u otras fuentes.

3.3.2.3. Filtro de Arena Lento. Los filtros de arena lenta son sistemas de tratamiento de agua que utilizan una capa de arena para filtrar las impurezas presentes en el agua. A través del estudio de Aguilar (2019) obtenemos la siguiente cita “Estos filtros son conocidos por su eficacia en la eliminación de partículas, bacterias y otros contaminantes.” Un filtro de arena lenta puede ser una parte integral del proceso de purificación para mejorar la calidad del agua recolectada.

Imagen 10

Filtro de arena lento



Fuente: col (2017)

3.3.2.3.1. Función en el Sistema de Captación de Agua de Lluvia. Según Calvache y otros (2019) El filtro de arena lenta se integra en el sistema de recolección de agua lluvia para mejorar la calidad del agua capturada. Ayuda a eliminar partículas, sedimentos y posibles contaminantes biológicos presentes en el agua de lluvia.

3.3.2.3.2. Componentes del Filtro en el Sistema de Captación:

- **Lecho de arenas:** Forma la capa filtrante donde el agua de lluvia se purifica al pasar a través de ella.
- **Entrada desde el área de captación:** El agua lluvia recogida desde el área de captación, como techos, se introduce en el filtro.

- **Salida de Agua Tratada:** Después de atravesar el lecho de arena, el agua tratada sale del filtro y puede ser dirigida al sistema de almacenamiento para su posterior uso.

3.3.2.3.3. *Proceso de Filtración en un Sistema de Captación de Agua de Lluvia:*

- Cuando el agua lluvia entra en la zona de filtración, la capa de arena actúa como medio filtrante, reteniendo partículas y posibles contaminantes.
- La filtración lenta permite que las impurezas sean capturadas efectivamente, mejorando así la calidad del agua recolectada. Calvache y otros (2019)

3.3.2.3.4. *Remoción de Contaminantes Específicos en la Captación de Agua de Lluvia:*

- Los filtros de arena lenta son eficaces para eliminar partículas, polvo, hojas u otros contaminantes que puedan hallarse presentes en el agua lluvia.
- También ayudan a reducir la carga bacteriana, mejorando así la calidad microbiológica del agua. Calvache y otros (2019)

3.3.2.3.5. *Mantenimiento en un Sistema de Captación de Agua de Lluvia:*

- El mantenimiento del filtro implica la limpieza periódica del lecho de arena para eliminar las impurezas acumuladas durante el proceso de filtración.
- Este mantenimiento es esencial para garantizar la eficacia continua del sistema y para evitar obstrucciones que puedan reducir la capacidad de filtración.

3.3.2.3.6. *Duración del Proceso en la Captación de Agua de Lluvia:*

La filtración a través del filtro de arena lenta puede llevar tiempo, pero esta característica no suele ser un inconveniente en sistemas de captación de agua lluvia, donde el almacenaje de agua suele ocurrir de manera intermitente durante eventos de lluvia. Calvache y otros (2019)

3.3.2.3.7. Ventajas y Desafíos en la Captación de Agua de Lluvia:

Ventajas:

Collins et al. (1992) y Buenfil (2009) resaltan los beneficios primordiales de los filtros de arena de acción lenta, los cuales abarcan:

- Excelente capacidad para eliminar microorganismos nocivos.
- Eficaz remoción de turbidez, pigmentación, fragancia y residuos de hierro.
- Posible construcción utilizando materiales fácilmente accesibles en la región.
- Sencillez en la edificación, funcionamiento y cuidado.
- Procedimiento de purificación por fuerza natural, eliminando la necesidad de energía para su operación.
- Durabilidad prolongada prevista de más de una década.
- Exime de la necesidad de emplear compuestos químicos.

Desafíos

De acuerdo con lo señalado por Buenfil (2009) y Gualteros & Chacón (2015) en sus estudios correspondientes, los desafíos asociados a los filtros lentos de arena podrían comprender:

- La maduración de la capa biológica demanda de 20 a 30 días.
- Manifiesta una disminución significativa en la inactivación de virus.
- Un alto nivel de turbidez (> 30 NTU) ocasionará bloqueos en el filtro, lo que implicará un mantenimiento más frecuente.
- Requiere un uso regular del filtro para mantener su eficacia.
- Incapacidad para eliminar compuestos disueltos.
- Ausencia de protección residual, lo que implica la posibilidad de contaminación adicional.
- La eficacia del proceso se ve reducida por bajas temperaturas, ya que estas afectan la actividad biológica.
- Durante los períodos de maduración del filtro, se observa una disminución en la productividad del mismo.

En resumen: Un filtro de arena lenta en un sistema de recolección de agua lluvia cumple la función esencial de mejorar la calidad del agua capturada, garantizando su liberación de partículas y contaminantes que podrían afectar su uso

subsiguiente. Estos filtros se revelan como herramientas valiosas en los sistemas de captación de agua lluvia, contribuyendo significativamente a la mejora de la calidad del agua almacenada, particularmente cuando se destina su uso para propósitos domésticos, agrícolas o industriales.

3.3.2.4. Análisis del Agua. El estudio microbiológico y físico-químico del agua captada y filtrada es crucial para garantizar que el agua sea apta para el uso en el hogar y cumpla con las normas de calidad establecidos. Paez (2022)

Las pruebas efectuadas con el objetivo de evaluar la calidad del líquido obtenida a través del sistema de captación incluyeron mediciones de turbidez, presencia de coliformes fecales y sólidos suspendidos. Estos análisis se realizaron con el propósito de determinar la idoneidad de dichas aguas provenientes de la lluvia para su empleo en actividades domésticas, tales como aseo, lavandería, limpieza y riego, concluyendo así sobre su aptitud para dichos propósitos.

3.3.2.4.1. Estudio Microbiológico. Según Torres L. (2023) “Un estudio microbiológico consiste en una evaluación minuciosa de los microorganismos presentes en las muestras de agua capturada y almacenada.” Este tipo de análisis reviste importancia fundamental para asegurar que el agua recolectada sea apta para el consumo humano y cumpla con las normas de calidad requeridos.

Imagen 11

Análisis microbiológico del agua



Fuente: LANCEN (2019)

Muestreo del Agua de Lluvia. Se procede a recopilar muestras representativas del agua de lluvia antes de su ingreso al sistema de recolección, comúnmente obteniéndolas directamente desde la superficie de captación, como, por ejemplo, el tejado, y luego se recopila muestras representativas del agua filtrada después de haber atravesado el proceso de tratamiento.

Análisis de Contaminantes Microbiológicos. Se realiza un análisis para identificar la existencia de bacterias, virus y otros microorganismos que podrían haber sido transportados por la lluvia o acumulados durante la recolección. Torres L. (2023)

Pruebas Específicas. Se pueden realizar pruebas específicas para identificar microorganismos específicos, lo que es especialmente importante si el agua se es destinada para un consumo humano.

Interpretación de Resultados. Los resultados del estudio microbiológico se comparan con los criterios de calidad del agua para determinar la potabilidad del agua recolectada y filtrada.

Estudio Físico-Químico. Un estudio físico-químico con contexto en la recolección de agua lluvia implica el análisis de las propiedades físicas y químicas del agua capturada, con la finalidad de evaluar su calidad y determinar si cumple con los estándares necesarios para su uso previsto. Paez (2022)

Imagen 12

Análisis físico-químico del agua



Fuente: BIODIVERSA (2023)

Muestreo del Agua de Lluvia y Agua Filtrada. Se recolectan muestras para realizar análisis físico-químicos, evaluando la composición y características del agua.

Parámetros Físicos. Se miden parámetros como la temperatura, la turbidez y el color, proporcionando información sobre la apariencia y claridad del agua recolectada.

Parámetros Químicos. Se analizan parámetros como el pH, la capacidad de conducción eléctrica del agua, la dureza y la concentración de sólidos disueltos para evaluar la composición química del agua.

Metales y Compuestos Químicos. Se realizan pruebas específicas para detectar la presencia de metales y otros compuestos químicos que podrían provenir de la atmósfera o de la superficie de captación.

Interpretación de Resultados. Los resultados del estudio físico-químico se encargan de Garantizar que el agua cumple con los estándares de calidad necesarios para su uso.

3.3.2.5. La Demanda de Agua. A través de la investigación de QUINTERO (2020) expresa que “La demanda de agua en un edificio residencial exhibe variaciones influenciadas por diversos factores, tales como las dimensiones del edificio, la cantidad de unidades habitacionales, las instalaciones de agua disponibles y las prácticas de consumo de agua por parte de los residentes.”

3.3.2.5.1. Medición de la Demanda. En la fase inicial, fue necesario establecer primero los sujetos de prueba (edificio residencial) con el propósito de llevar a cabo las mediciones pertinentes del consumo de agua por departamento.

Número de Unidades Habitacionales. Según QUINTERO (2020) El número de apartamentos o viviendas en el edificio incide directamente en la demanda total de agua. Cada unidad presenta necesidades individuales de agua para actividades como el consumo, la cocina, el lavado y otros propósitos, lo que contribuye a la variabilidad en la demanda general.

Instalaciones Comunes. A través de Barrera (2022) se llega a un resumen de que “La presencia de instalaciones comunes, como lavanderías compartidas y áreas verdes, puede generar un aumento significativo en la demanda total de agua”.

Hábitos de Consumo. Los hábitos de los residentes, como la duración de las duchas, la frecuencia de lavado de ropa y platos, así como la utilización frecuente de electrodomésticos que requieren agua, pueden ejercer influencia en la demanda total de agua.

Importancia de la Medición de Demanda. Es crucial llevar a cabo evaluaciones periódicas de la demanda hídrica en edificaciones residenciales, con el propósito de discernir oportunidades de eficiencia y fomentar prácticas sostenibles. La administración eficaz del recurso hídrico no solo conlleva beneficios ambientales, sino que también puede traducirse en ahorros económicos considerables para los propietarios y residentes.

3.3.2.5.2. Método Hunter. El enfoque basado en probabilidades utilizado para calcular la exigencia máxima de abastecimiento de agua en los sistemas de plomería de edificios ha tenido su fundamento histórico en la Unidad de Artefactos de Hunter. También conocida como Unidades de Gasto, según el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias de 2011, o Unidades de Hunter, conforme a Barrera (2022).

Tabla 10*unidades de gasto para el consumo de agua*

Aparato Sanitario	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Inodoro	con tanque - descarga reducida	1,5	1,5	-
Inodoro	con tanque	3	3	-
Inodoro	con válvula semiautomática y automática	6	6	-
Inodoro	con válvula semiautomática y automática de descarga reducida	3	3	-
bidé		1	0,75	0,75
lavatorio		1	0,75	0,75
lavadero		3	2	2
ducha		2	1,5	1,5
tina		2	1,5	1,5
urinario	Con tanque	3	3	-
urinario	con válvula semiautomática y automática	5	5	-
urinario	con válvula semiautomática y automática de descarga reducida	2,5	2,5	-
urinario	Múltiple (por m)	3	3	-

Fuente: I.S.010 (2006)

Tabla 11*Gastos probables para aplicación del método hunter*

N° de unidades	Gasto probable		N° de unidades	Gasto probable		N° de unidades	Gasto probable
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula		
3	0,12	-	120	1,83	2,72	1100	8,27
4	0,16	-	130	1,91	2,8	1200	8,7
5	0,23	0,91	140	1,98	2,85	1300	9,15
6	0,25	0,94	150	2,06	2,95	1400	9,56
7	0,28	0,97	160	2,14	3,04	1500	9,9
8	0,29	1	170	2,22	3,12	1600	10,42
9	0,32	1,03	180	2,29	3,2	1700	10,85
10	0,43	1,06	190	2,37	3,25	1800	11,25
12	0,38	1,12	200	2,45	3,36	1900	11,71
14	0,42	1,17	210	2,53	3,44	2000	12,14
16	0,46	1,22	220	2,6	3,51	2100	12,57
18	0,5	1,27	230	2,65	3,58	2200	13
20	0,54	1,33	240	2,75	3,65	2300	13,42
22	0,58	1,37	250	2,84	3,71	2400	13,86
24	0,61	1,42	260	2,91	3,79	2500	14,29
26	0,67	1,45	270	2,99	3,87	2600	14,71
28	0,71	1,51	280	3,07	3,94	2700	15,12
30	0,75	1,55	290	3,15	4,04	2800	15,53
32	0,79	1,59	300	3,32	4,12	2900	15,97
34	0,82	1,63	320	3,37	4,24	3000	16,2
36	0,85	1,67	340	3,52	4,35	3100	16,51
38	0,88	1,7	380	3,67	4,46	3200	17,23
40	0,91	1,74	390	3,83	4,6	3300	17,85
42	0,95	1,78	400	3,97	4,72	3400	18,07
44	1	1,82	420	4,12	4,84	3500	18,4
46	1,03	1,84	440	4,27	4,96	3600	18,91
48	1,09	1,92	460	4,42	5,08	3700	19,23
50	1,13	1,97	480	4,57	5,2	3800	19,75
55	1,19	2,04	500	4,71	5,31	3900	20,17
60	1,25	2,11	550	5,02	5,57	4000	20,5
65	1,31	2,17	600	5,34	5,83		
70	1,36	2,23	650	5,85	6,09		
75	1,41	2,29	700	5,95	6,35		
80	1,45	2,35	750	6,2	6,61		
85	1,5	2,4	800	6,6	6,84		
90	1,56	2,45	850	6,91	7,11		
95	1,62	2,5	900	7,22	7,36		
100	1,67	2,55	950	7,53	7,61		
110	1,75	2,6	1000	7,84	7,85		

Fuente: I.S.010 (2006)

3.4. Población y Muestra

La investigación realizada por Robles (2019) muestra la importancia acerca de la población en una investigación. “La consideración de la población constituye un elemento fundamental en toda investigación, dado que la validez y la generalización de los resultados están intrínsecamente ligadas a la definición y selección apropiada de la población de estudio.”

La población seleccionada para este estudio abarcará aquellos edificios residenciales de tres pisos ubicados en la ciudad de Babahoyo, Ecuador, que presenten la viabilidad técnica y estructural para la instalación del sistema de recolección de aguas pluviales propuesto.

Los residentes que viven en los edificios residenciales serán la muestra seleccionada para realizar encuestas y determinar su comprensión sobre este sistema de recolección de agua de lluvia.

Criterios de Inclusión:

- Edificios residenciales específicamente de tres pisos.
- Ubicados en la ciudad de Babahoyo.
- Disponibilidad para la instalación del sistema de captación de agua lluvia con un filtro de arena.

Criterios de Exclusión:

- Edificios de menos de tres pisos o más de tres pisos.
- Edificios fuera de los límites geográficos de Babahoyo.
- Edificios con limitaciones estructurales que impidan la instalación del sistema.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA O INFORME

La escasez de agua y la creciente conciencia ambiental han dirigido la atención hacia prácticas sostenibles de gestión del agua. Esta propuesta tiene como objetivo diseñar, implementar y evaluar un sistema de captación de aguas lluvia instalando un filtro de arena específicamente adaptado a edificios residenciales de tres pisos.

Esta investigación es crucial para entender la aplicabilidad y aceptación de sistemas de captación de agua lluvia con filtro de arena en el contexto específico de edificios residenciales. Los resultados contribuirán al desarrollo de prácticas sostenibles de gestión del agua en áreas urbanas similares, promoviendo la conservación de recursos hídricos y la resiliencia ante posibles escaseces.

La ejecución de esta investigación no solo responde a la necesidad urgente de abordar desafíos relacionados con el agua en Babahoyo, sino que también sienta las bases para futuras implementaciones de sistemas sostenibles en otras ciudades con características similares. La sostenibilidad hídrica y la participación comunitaria son elementos centrales para garantizar el éxito y la adopción a largo plazo de este enfoque innovador.

Imagen 13

propuesta para captar y tratar agua de lluvia



Fuente: Romero (2017)

4.1. Presentación y Análisis de Resultados

4.1.1. Resultado de las Encuestas

Información Demográfica

Tabla 12

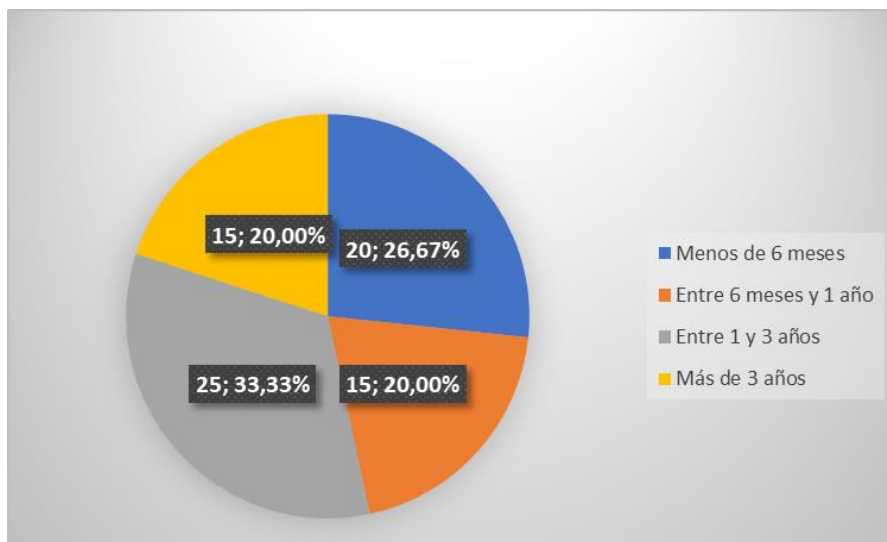
Tiempo vivido en el edificio

¿Cuánto tiempo has vivido en este edificio?	
Menos de 6 meses	20
Entre 6 meses y 1 año	15
Entre 1 y 3 años	25
Más de 3 años	15

Elaborado por: Roldán (2024)

Gráfico 1

Información acerca de tiempo que ha vivido en el edificio



Elaborado por: Roldán (2024)

Conclusión Pregunta 1

La mayor proporción de participantes (33.33%) ha residido en el edificio durante un período de 1 a 3 años, seguido por aquellos que han vivido menos de 6 meses (26.7%). El tiempo medio de residencia se estima en aproximadamente 2 años.

Número de Personas que Habitan por Departamento

Tabla 13

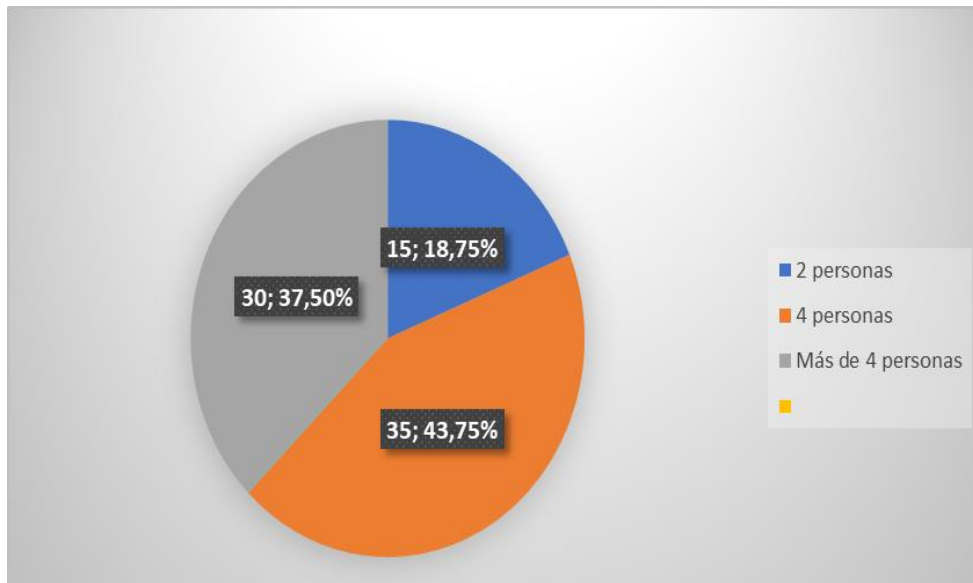
número de personas por departamento

Número de Personas que Habitan por Departamento	
2 personas	15
4 personas	35
Más de 4 personas	30

Elaborado por Roldán (2024)

Gráfico 2

Número de Personas que Habitan por Departamento



Elaborado por: Roldán (2024)

Conclusión Pregunta 2

La mayoría de los encuestados, con un 43.75%, indicaron que residían en unidades habitacionales ocupadas por 4 personas. El promedio ponderado del número de habitantes por departamento se sitúa en 4 personas.

Rango de Edad

Tabla 14

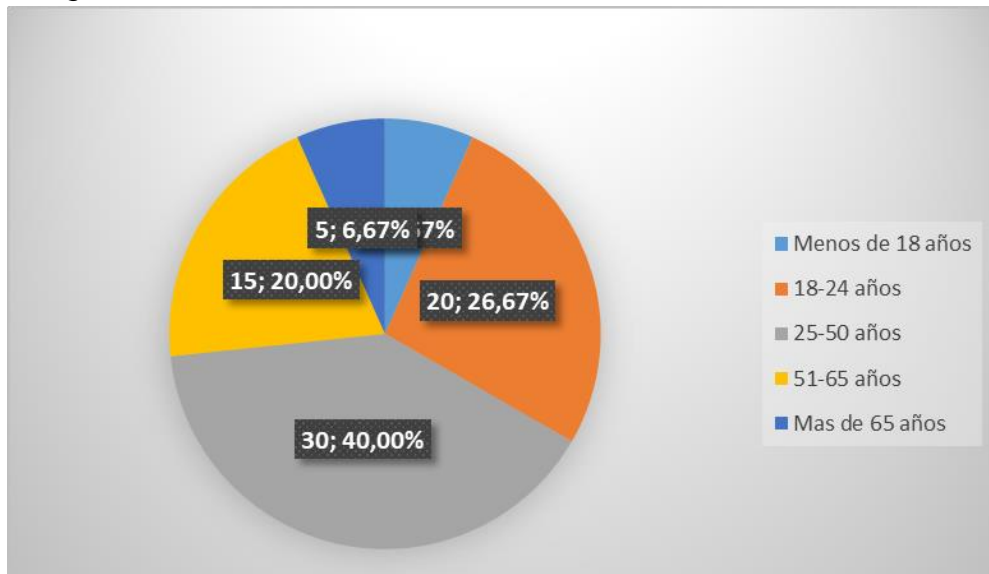
Rango de edad

¿Cuál es tu rango de edad?	
Menos de 18 años	5
18-24 años	20
25-50 años	30
51-65 años	15
Mas de 65 años	5

Elaborado por: Roldán (2024)

Gráfico 3

Rango de edad



Elaborado por: Roldán (2024)

Conclusión Pregunta 3

la franja de edad más predominante es el de 25-50 años (40%), seguido por el grupo de 18-24 años (26.7%). El promedio de edad de los participantes es de aproximadamente 37 años.

Conocimiento y Percepción del Sistema de Recolección de Aguas Lluvia

Tabla 15

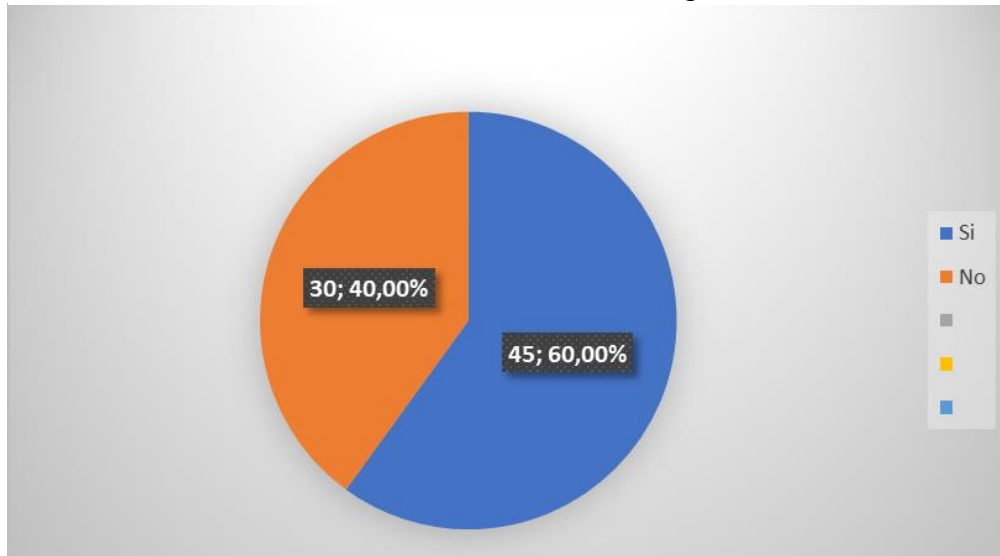
Conocimiento acerca del SCALL

¿Estás familiarizado con el sistema de recolección de aguas lluvia con filtro de arena implementado en este edificio?	
si	45
no	30

Elaborado por: Roldán (2024)

Gráfico 4

Conocimiento del Sistema de Recolección de Aguas



Elaborado por: Roldán (2024)

Conclusión Pregunta 4

El 60% de los participantes manifiesta tener familiaridad con el sistema de captación de agua pluvial con filtro de arena.

Importancia de la Tecnología Sostenible

Tabla 16

Importancia de la tecnología sostenible

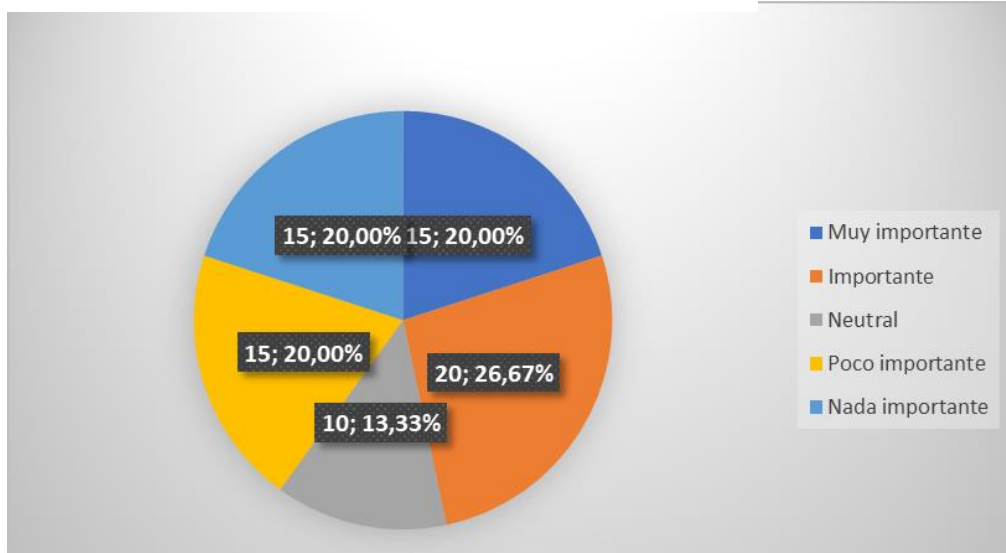
¿Qué tan importante crees que es utilizar tecnologías sostenibles como la recolección de aguas lluvia para el medio ambiente?

Muy importante	15
Importante	20
Neutral	10
Poco importante	15
Nada importante	15

Elaborado por: Roldán (2024)

Gráfico 5

Importancia de la Tecnología Sostenible



Elaborado por: Roldán (2024)

Conclusión Pregunta 5

La gran mayoría de los participantes valora como importante o muy importante la adopción de tecnologías sostenibles, como la recolección de aguas pluviales, en beneficio al medio ambiente.

Considerar Instalar un Sistema Similar en el Futuro

Tabla 17

Consideración sobre instalas un SCALL

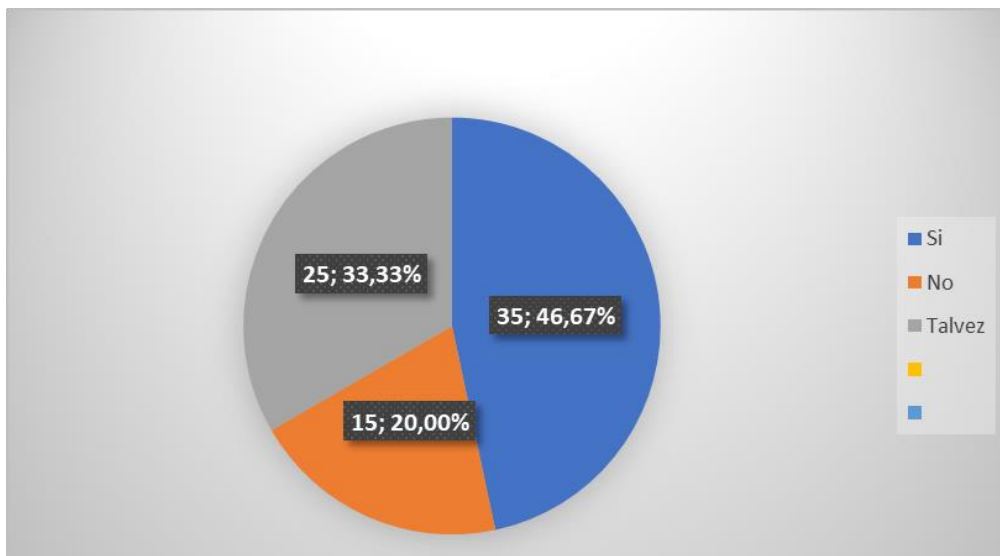
¿Considerarías instalar un sistema similar en tu propia residencia en el futuro?

Si	35
No	15
Talvez	25

Elaborado por: Roldán (2024)

Gráfico 6

Considerar Instalar un Sistema Similar en el Futuro



Elaborado por: Roldán (2024)

Conclusión Pregunta 6

Un 46.7% de los participantes manifiesta su disposición a considerar la instalación de un sistema similar en su propia residencia en el futuro, mientras que el 33.3% se encuentra en proceso de evaluación respecto a esta posibilidad.

Disposición y Participación

Tabla 18

Disposición y participación

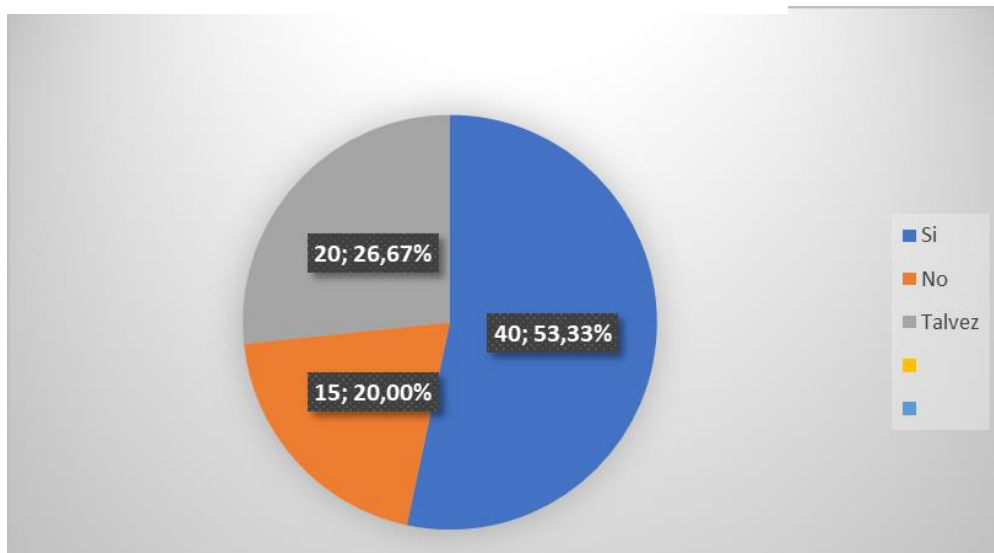
¿Estarías dispuesto/a a participar activamente en la gestión y mantenimiento del sistema de recolección de aguas lluvia?

Si	40
No	15
Talvez	20

Elaborado por: Roldán (2024)

Gráfico 7

Disposición y Participación



Elaborado por: Roldán (2024)

Conclusión Pregunta 7

La mayoría de los participantes (53.3%) expresó su disposición a participar activamente en la gestión y mantenimiento del sistema de recolección de agua pluvial.

4.1.2. Análisis de Demanda de Agua

Para realizar un análisis de la demanda de agua en un edificio residencial, es fundamental llevar a cabo una valoración minuciosa de la cantidad de dispositivos que utilizan agua en cada apartamento. Este proceso es esencial para la aplicación de las tablas de Hunter, que mediante un enfoque probabilístico permiten definir la demanda de agua de cada departamento de manera más precisa. Estas tablas son valiosas herramientas en la planificación y gestión eficiente del suministro de agua en edificaciones residenciales.

Aparatos Dentro de un Departamento

- Ducha
- Inodoros
- Lavamanos
- Lavandería
- Lavatorio en cocina

Unidades de Gasto (UG)

Conforme a la información presentada en la Tabla 11, la cual aborda las unidades de gasto en relación con el consumo de agua, se procede a realizar un desglose con base en el número de aparatos existentes por departamento. Dando las siguientes unidades:

Tabla 19

Unidades de gasto por aparatos

UNIDAD DE GASTO (UG)	APARATO
2	DUCHA
1	LAVAMANOS
3	INODORO
3	LAVANDERIA
3	LAVATORIO EN COCINA

Elaborado por: Roldán (2024)

Una vez determinadas las unidades de gasto de aparatos por departamento, se lleva a cabo la multiplicación entre el número de aparatos y las unidades de gasto correspondientes.

Tabla 20*Multiplicación entre unidades de gasto por número de aparatos*

UNIDAD DE GASTO (UG)	NUMERO DE APARTATOS	UG
2	1	2
1	1	1
3	1	3
3	1	3
3	1	3

Elaborado por: Roldán (2024)

Una vez que las unidades de gasto (UG) por aparatos han sido determinadas, se procede a realizar la suma de estas unidades de gasto, resultando en un valor total de 12 unidades de gasto por departamento. Este resultado es esencial para utilizar la tabla 12, la cual aborda los gastos probables para implementar el método Hunter.

Tabla 21*Determinación de gastos probables*

		APARTAMENTO	
UNIDAD DE GASTO (UG)	APARATO	NUMERO DE APARTATOS	UG
2	DUCHA	1	2
1	LAVAMANOS	1	1
3	INODORO	1	3
3	LAVANDERIA	1	3
3	LAVATORIO EN COCINA	1	3
TOTAL			12
GASTOS PROBABLES			0,38 L/S POR DEPARTAMENTO

Elaborado por: Roldán (2024)

Como resultado del gasto probable en un apartamento, se obtiene un caudal de 0.38 litros por segundo (l/s). Este valor contribuye a la comprensión de la probabilidad de gasto que se manifiesta en un apartamento específico dentro de un edificio residencial.

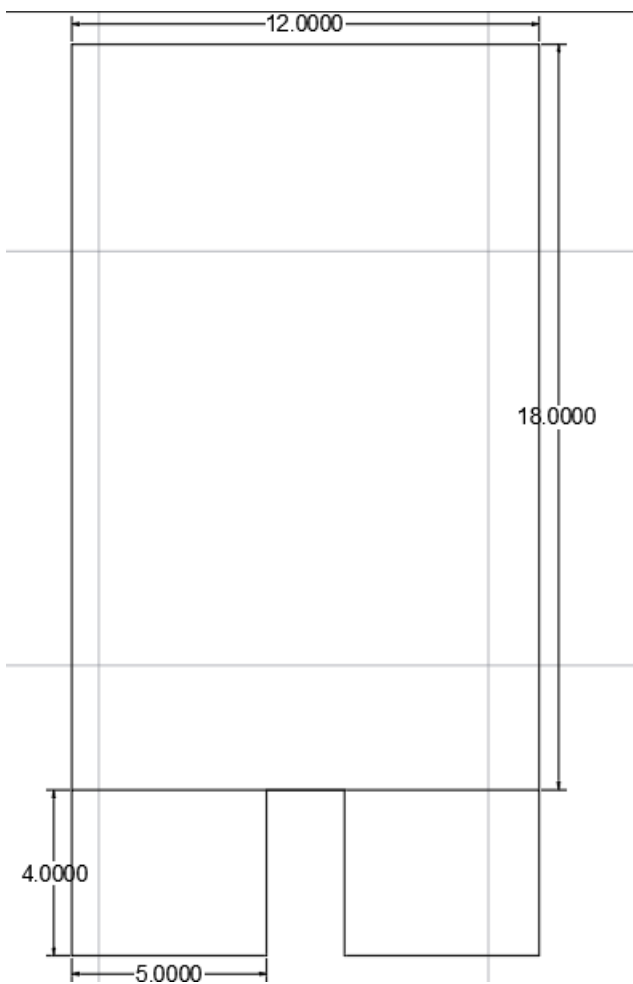
4.1.3. Cálculo de para determinar el abastecimiento del sistema de aguas

Iluvias

Área total del techo:

Imagen 14

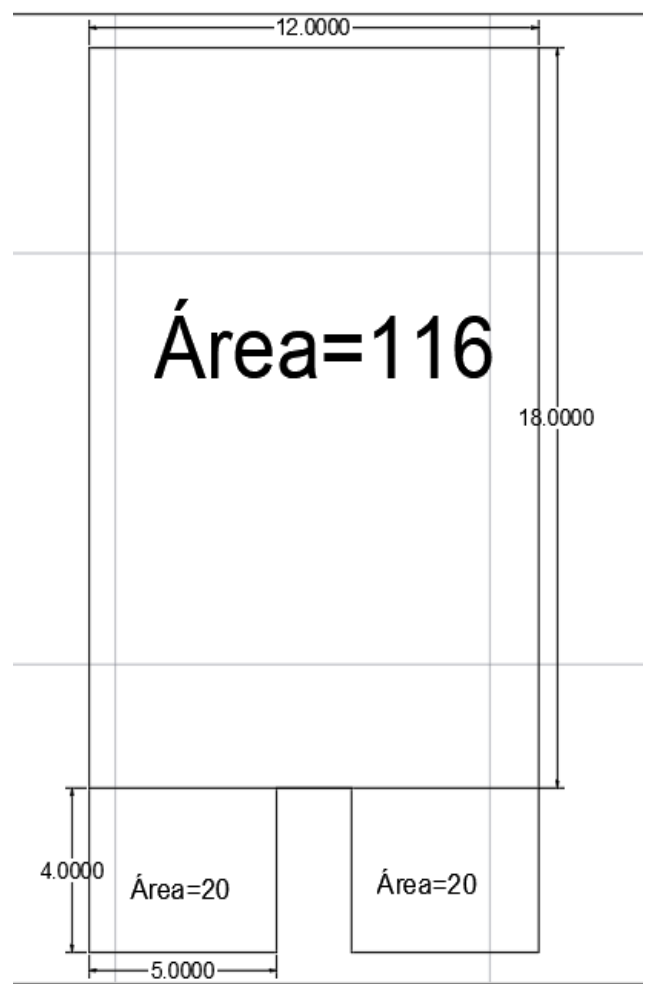
Medidas de la cubierta edificio residencial



Elaborado por: Roldán (2024)

Imagen 15

Área de la cubierta edificio residencial



Elaborado por: Roldán (2024)

Formula

$$A=b*h$$

Calculo:

$$(4) * (5) = 20$$

$$(4) * (5) = 20$$

$$(12) * (18) = 116$$

$$\text{Área total} = 20 + 20 + 116 = 256 \text{ m}^2$$

Datos de la Precipitación Anual (mm) Babahoyo

Tabla 22

Precipitación anual en Babahoyo

AÑO	PP (mm)
2013	1909
2011	1549.8
2010	2019
2009	1477.2
2008	2759.6

Fuente: (INAMHI)

Cálculo de Precipitación Anual

Formula: $\sum x / n = pa$

$$\sum x = 1909 + 1549.8 + 2019 + 1477.2 + 2759.6 = 9714.6 \text{ mm}$$

$$n = 5$$

$$pa = 9714.6 / 5 = 1942.92 \text{ mm}$$

Cálculo de la Oferta

Datos obtenidos

Área de la cubierta: 256 m²

Precipitación anual promedio: 1942.92 mm

Nota: 1mm = 1lts/m²

Por lo tanto 1942.92 mm = 1942.92 lts/m²

Una vez obtenido ambos datos en metros cuadrados, se puede simplificar los metros para obtener los datos en litros

$$(256 \text{ m}^2) * (1942.92 \text{ lts/m}^2) = 497387.52 \text{ lts}$$

Cálculo del Área de Almacenaje

Vol= 497387.52 lts

Nota: 1 m³ = 1000 lts

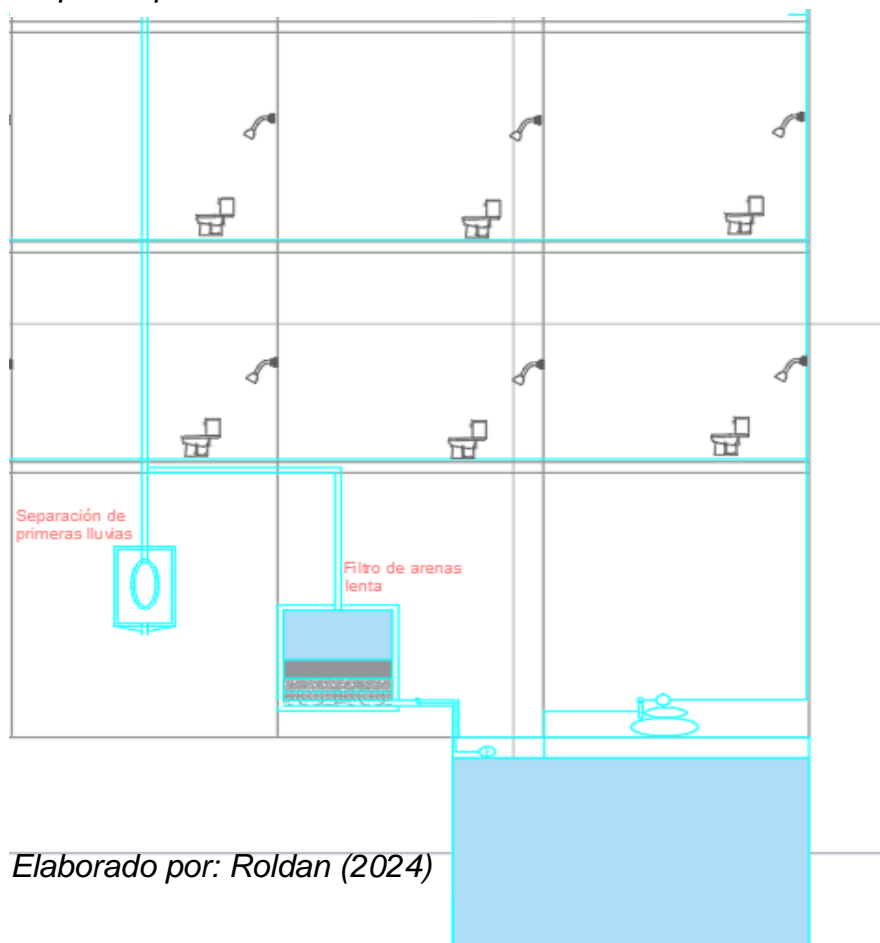
Por lo tanto:

$$(497387.52 \text{ lts}) \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lts}} \right) = 497.39 \text{ m}^3$$

4.1.4. Esquema, para la distribución del sistema de aguas lluvias

Imagen 16

Esquema para la distribución del SCALL



Elaborado por: Roldan (2024)

El siguiente esquema representa la distribución del Sistema de Captación y Aprovechamiento de Aguas de Lluvia (SCALL) desde su fase de captación hasta su almacenamiento. Inicialmente, tras la concepción de la captación de agua, esta atraviesa un filtro de primeras lluvias, diseñado para depurar las aguas iniciales contaminadas con polvo, residuos vegetales y excrementos de aves.

Posteriormente, el agua depurada por el filtro de primeras lluvias fluye hacia un sistema de filtración adicional, donde se encuentra un filtro de arena lenta. Este último cumple la función de filtrar partículas presentes en el agua y depurar cantidades bacterianas. Una vez que el agua ha sido sometida a este proceso de depuración y tratamiento, se almacena para su posterior distribución en los departamentos del edificio residencial.

4.1.5. Análisis de la Muestra de Agua Lluvia Sin Tratar

Tabla 23

informe del ensayo del agua lluvia sin tratar

RESULTADOS DE ENSAYOS					
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO UTILIZADO	VERIFICACION DE CUMPLIMIENTO O SI/NO	
Coliformes Fecales NMP 9	NMP/100m L	100	PEE-GQM-MB-69	SI	
Coliformes Totales NMP 23	NMP/100m L	410	PEE-GQM-MB-38	SI	
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidades de pH	6,07	DP.PEE.AG.06 / S.M. 4500-H+ B.	SI	
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	<32,66	DP.PEE.AG.10 / S.M. 2540 D	SI	
Sólidos Totales (ST)	mg/L	<55,00	DP.PEE.AG.08 / S.M. 2540 B	SI	
Turbidez	NTU	<1,000	DP.PEE.AG.28 / S.M. 2130 B	SI	

Elaborado por: Roldán (2024)

En el análisis de la muestra de agua de lluvia recolectada del techo, se procederá a comparar los resultados con los parámetros establecidos en las tablas número 1 y 3 del TULSMA (2015). Estas tablas contienen los criterios de calidad del agua para su uso en consumo doméstico y riego agrícola, respectivamente. El propósito de esta comparación es identificar las discrepancias entre el agua tratada y el agua cruda, permitiendo así evaluar la efectividad del tratamiento aplicado y determinar si se cumplen los estándares requeridos para los diferentes usos del agua.

Gráfico 8

Análisis de agua lluvia sin tratar



Elaborado por: Roldan (2024)

Como se evidencia en la gráfica comparativa, los resultados obtenidos se encuentran dentro de los rangos establecidos por los parámetros indicados en la Tabla 1 y la Tabla 3 del TULSMA (2015). Se han evaluado específicamente tres parámetros fundamentales para determinar el nivel de calidad del agua.

Como se evidencia, los resultados del análisis muestran que los coliformes fecales se encuentran dentro del rango establecido en las Tablas 1 y 3 del TULSMA (2015), con un valor de (100 nmp/100ml), lo cual cumple con los límites establecidos (1000 nmp/100ml). En cuanto al Potencial de Hidrógeno (pH), el resultado de (6.07 UpH) está dentro del rango admisible de (6-9 UpH), como indican las tablas. Respecto a la turbidez, la Tabla 1 establece un límite de (100 NTU), mientras que para el agua destinada a riego en la Tabla 3 no se requiere un análisis específico de turbidez. Sin embargo, el resultado obtenido de (1 NTU) indica que está dentro de los rangos aceptables.

Gracias a este análisis, se puede evidenciar que el agua recolectada de la lluvia es una fuente adecuada para el almacenamiento y uso. Los resultados obtenidos indican que los parámetros evaluados se encuentran dentro de los rangos aceptables según los estándares establecidos, lo que respalda la idoneidad de utilizar esta agua para diferentes fines, ya sea domésticos, agrícolas u otros usos compatibles.

4.1.6. Análisis de la Muestra de Agua Lluvia Tratada

Tabla 24

Análisis de la muestra de agua lluvia tratada

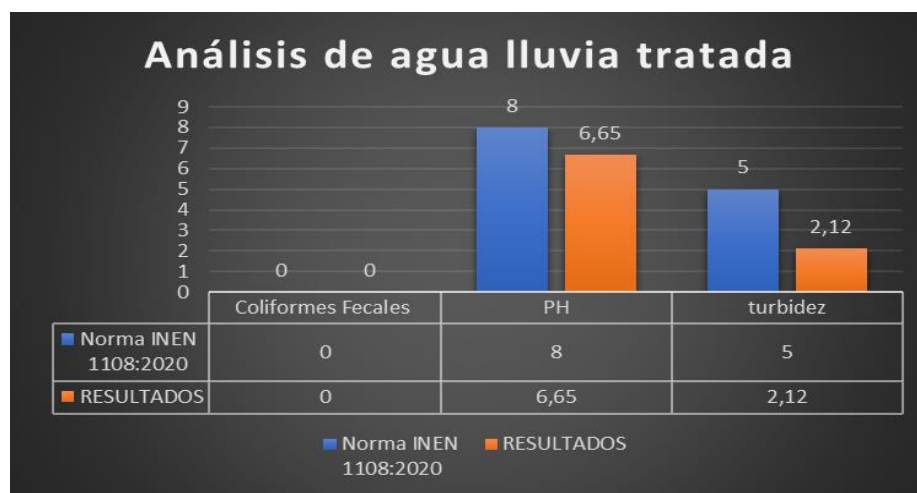
RESULTADOS DE ENSAYOS				
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO UTILIZADO	VERIFICACION DE CUMPLIMIENTO SI/NO
Coliformes Fecales NMP 9	NMP/100m L	****	PEE-GQM-MB-76	SI
Coliformes Totales NMP 23	NMP/100m L	49,5	PEE-GQM-MB-38	SI
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidades de pH	6,65	DP.PEE.AG.06 / S.M. 4500-H+ B	SI
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	<32,66	DP.PEE.AG.10 / S.M. 2540 D	SI
Sólidos Totales (ST)	mg/L	88,2	DP.PEE.AG.08 / S.M. 2540 B	SI
Turbidez	NTU	2,12	DP.PEE.AG.28 / S.M. 2130 B	SI

Elaborado por: Roldán (2024)

Los resultados obtenidos de la muestra de agua de lluvia tratada, posterior a su paso por el filtro de arena lento, serán comparados con los parámetros establecidos en la Norma INEN 1108:2020. Este proceso de comparación permitirá una evaluación detallada de la calidad del agua obtenida después del tratamiento, lo que facilitará la determinación de su idoneidad para el uso domésticos.

Gráfico 9

Análisis de la muestra de agua lluvia tratada



Elaborado por: Roldan (2024)

Como se puede apreciar tanto en la tabla como en la gráfica comparativa, se lleva a cabo una evaluación de los parámetros más significativos para determinar la calidad apropiada del agua, según lo estipulado en la norma INEN. Este contraste facilita una representación clara y sistemática de cómo los valores obtenidos en el análisis de la muestra de agua tratada se ajustan a los estándares especificados en la normativa. Esto es esencial para asegurar la seguridad y aptitud del agua para su consumo humano.

Según los parámetros establecidos por la normativa, se espera una ausencia total de coliformes fecales en el agua (0 ufc/100ml). Los resultados del análisis de las muestras indican que el agua es apta para uso doméstico, ya que no se detectaron coliformes fecales. En relación al pH, el rango aceptable se encuentra entre (6.5 y 8 UpH), y las muestras analizadas registraron un valor de (6.65 UpH), dentro de los límites establecidos. Respecto a la turbidez, la norma establece que debe ser inferior a 5 NTU (unidades nefelométricas de turbidez), y los resultados muestran un valor de 2.12 NTU, por debajo del límite permitido, confirmando que cumple con los requisitos establecidos.

Como resultado del análisis en general, se ha logrado comprender el comportamiento y los cambios que experimenta el agua al pasar por el filtro, lo que demuestra su eficacia como agente filtrante. Estos resultados confirman que el agua tratada cumple con las características necesarias para su uso doméstico, garantizando su idoneidad y seguridad para los consumidores. La evaluación detallada de los parámetros clave, como la ausencia de coliformes fecales, el pH dentro de los límites aceptables y la turbidez por debajo del umbral establecido, respalda la eficacia del proceso de tratamiento y la calidad del agua obtenida. Esto proporciona tranquilidad y confianza en el uso del agua tratada para diversas aplicaciones en el ámbito doméstico.

CONCLUSIONES

- Se llevó a cabo un análisis detallado de la demanda de agua en el edificio, destacando las áreas de mayor consumo, proporcionando así información esencial para la planificación eficiente del sistema de recolección. La evaluación integral del sistema de recolección, almacenamiento y filtración de agua de lluvia demostró ser efectiva, respaldada por datos recopilados durante la investigación que validaron la eficiencia del sistema en la captura y tratamiento del agua pluvial, contribuyendo a la autosuficiencia hídrica del edificio. Los resultados confirmaron la viabilidad técnica y económica del sistema propuesto, demostrando ahorros a largo plazo en comparación con el suministro tradicional de agua potable, respaldando así la implementación práctica en edificios residenciales de tres pisos.

- La investigación ha corroborado la efectividad del diseño del sistema de recolección de aguas pluviales con filtro de arena, evidenciando su adaptabilidad y eficiencia en edificios residenciales de tres pisos. Se resalta la capacidad del sistema para mejorar la resiliencia de dichos edificios frente a posibles escaseces de agua, proporcionando una fuente adicional en momentos de necesidad. Los resultados indican una receptividad positiva por parte de la comunidad hacia la implementación del sistema, destacando la participación activa de los residentes y subrayando la importancia de involucrar a la comunidad en proyectos de gestión del agua. Estos hallazgos no solo son aplicables a Babahoyo, sino que también establecen las bases para la exitosa replicación del sistema en ciudades con características urbanas similares, subrayando su escalabilidad y versatilidad.

- La propuesta de diseño y evaluación de un sistema de recolección de aguas pluviales con filtro de arena se destaca por su relevancia y carácter innovador en el ámbito de la gestión sostenible del agua. La investigación ha subrayado de manera contundente la importancia y pertinencia de esta propuesta en diversas dimensiones.

RECOMENDACIONES

Para promover la gestión sostenible del agua y reconocer la importancia del sistema de recolección de aguas pluviales con filtro de arena, se propone la implementación de programas educativos continuos dirigidos a los residentes. Estos programas se centrarán en destacar la relevancia del sistema y su papel crucial en la gestión hídrica sostenible. Asimismo, se sugiere llevar a cabo evaluaciones periódicas del diseño del sistema para garantizar su eficiencia y adaptabilidad ante posibles cambios en las condiciones ambientales y de uso. Además, se recomienda establecer sistemas de monitoreo continuo de la calidad del agua recolectada para asegurar que cumpla con los estándares de potabilidad, abordando cualquier desviación de manera oportuna. Estas medidas contribuirán a mantener la efectividad y la integridad del sistema a lo largo del tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía

- AdminRotoplas. (2021). *beneficios de la recolección de agua de lluvia*. Obtenido de <https://rotoplas.com.mx/6-beneficios-de-la-recoleccion-de-agua-de-lluvia-en-epoca-de-calor/#:~:text=El%20agua%20de%20lluvia%20es%20de%20alta%20calidad%20físico-química,es%20fantástica%20para%20su%20cuidado.>
- Aguilar, W. (2019). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO OBTENIDA EN UNA MICROPLANTA UTILIZANDO FILTRO LENTO DE ARENA EN LA COMUNIDAD NATIVA DE CHUNCHIWI- LAMAS- REGIÓN SAN MARTIN. *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO OBTENIDA EN UNA MICROPLANTA UTILIZANDO FILTRO LENTO DE ARENA EN LA COMUNIDAD NATIVA DE CHUNCHIWI- LAMAS-REGIÓN SAN MARTIN*. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA ESCUELA DE POSGRADO. Obtenido de http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1566/WOAH_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Avelar, J., Sánchez, J., Domínguez, A., Cruz, C. D., & Mancilla, O. (2019). *Validación de un prototipo de sistema captación de agua de lluvia para uso doméstico y consumo humano*. Universidad Autónoma Chapingo. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/333656919_Validacion_de_un_prototipo_de_sistema_captacion_de_agua_de_lluvia_para_uso_domestico_y_consumo_humano
- Barrera, N. (2022). Métodos de estimación del caudal máximo probable de redes hidrosanitarias para edificaciones de oficinas de la ciudad de potosí -bolivia. *Métodos de estimación del caudal máximo probable de redes hidrosanitarias para edificaciones de oficinas de la ciudad de potosí -bolivia*. ciencia latina Revista Multidisciplinar. Obtenido de <https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/3683/5565>
- Bazán, M., Sánchez, L., Tosolini, R., Tejerina, F., & Jordan, P. (2018). SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA PARA CONSUMO HUMANO,. *SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA PARA CONSUMO HUMANO*,. Instituto

- Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. Obtenido de https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/BASÁN%20et%20al%2018.%20Sistemas%20de%20captación%20de%20agua%20de%20lluvia.pdf
- Belelli, E., & Vázquez, L. (2018). Captación de agua de lluvia. *Captación de agua de lluvia. Huerta proyectos especiales*. Obtenido de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/libro_captacion_de_agua_de_lluvia_-_digital.pdf
- Benites, I., & Lozada, G. (2022). *Diseño del Sistema de Captación, Almacenamiento y Tratamiento de Aguas Pluviales para Optimizar el Consumo de Agua de la I.E. Simón Bolívar, Otuzco*. Obtenido de http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/8913/1/REP_IRVIN.BENITES_GIANFRANCO.LOZADA_DISE%c3%91O.DEL.SISTEMA.DE.CAPTACION_pages_deleted%20%281%29.pdf
- Bernal, R., cantor, L., Castiblanco, J., & Blanco, S. (2019). Propuesta de un sistema de recolección de agua lluvia en el edificio BACAD1 de la Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova”. *Propuesta de un sistema de recolección de agua lluvia en el edificio BACAD1 de la Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova”*. Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova”. Obtenido de <https://brujuladesemilleros.com/index.php/bs/article/view/21>
- BIODIVERSA. (2023). ¿Sabes cómo interpretar los resultados de tus análisis APR? *¿Sabes cómo interpretar los resultados de tus análisis APR?* BIODIVERSA EFICIENCIA Y SUSTENTABILIDAD. Obtenido de <https://www.biodiversa.com/articulos-de-interes/2023/02/17/510-2/>
- Burgos, O., & villamar, F. (2023). **PROTOTIPO DE REDISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUAPOTABLE MEDIANTE UN SISTEMA DE VALVULAS DE CONTROLHIDRÀULICO PARA EL MEJORAMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIODE ABASTECIMIENTO DEL LIQUIDO VITAL DEL CANTÓN LA TRONCAL,PROVINCIA DE CAÑAR. PROTOTIPO DE REDISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUAPOTABLE MEDIANTE UN SISTEMA DE VALVULAS DE CONTROLHIDRÀULICO PARA EL MEJORAMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIODE ABASTECIMIENTO DEL**

LIQUIDO VITAL DEL CANTÓN LA TRONCAL, PROVINCIA DE CAÑAR.

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DEGUAYAQUIL. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/6140/1/T-ULVR-4994.pdf#page=27&zoom=100,92,881>

Caballero, W., & Ballesteros, A. (2019). DISEÑO CONCEPTUAL DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO PLUVIAL, COMO ESTRATEGIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE PARA EL COMANDO DE POLICÍA DE BUCARAMANGA. *DISEÑO CONCEPTUAL DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO PLUVIAL, COMO ESTRATEGIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE PARA EL COMANDO DE POLICÍA DE BUCARAMANGA.* UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE ECAPMA. Obtenido de https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/28250/1090455579_91112831.pdf?sequence=1&isAllowed=y

calero, o. (3 de Septiembre de 2021). *El ÁGORA DIARIO DEL AGUA.* Obtenido de <https://www.elagoradiario.com/agua/roma-imperio-agua-hidraulica/>

Calvache, D., Obando, J., & Ortiz, J. (2019). Uso de filtros para la purificación del agua lluvia en la ciudad de Pasto. *Uso de filtros para la purificación del agua lluvia en la ciudad de Pasto.* Boletín Informativo CEI. Obtenido de <https://revistas.umariana.edu.co/index.php/BoletinInformativoCEI/article/view/2137/2354>

cleanipedia, E. d. (2021). *Cómo juntar agua de lluvia en casa y reutilizarla.* Obtenido de <https://www.cleanipedia.com/ar/sustentabilidad/juntar-agua-de-lluvia-en-casa.html>

col, G. (2017). Filtros lentos de arena: una alternativa de depuración de agua en pequeñas comunidades. *Filtros lentos de arena: una alternativa de depuración de agua en pequeñas comunidades.* iagua. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/gustavo-florez/filtros-lentos-arena-alternativa-depuracion-agua-pequenas-comunidades>

Constitucion. (2008). *constitucion del ecuador.* Obtenido de <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2008/6716.pdf>

- Cuervo, P. (2020). *MODELO DE APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS LLUVIA; MASRALL*. Obtenido de https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5693/Cuervo_Paula_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Espinosa, F. (2021). Análisis de un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias para la dotación en viviendas unifamiliares en la parroquia Atahualpa, cantón Ambato, provincia de Tungurahua. *Análisis de un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias para la dotación en viviendas unifamiliares en la parroquia Atahualpa, cantón Ambato, provincia de Tungurahua*. Universidad Técnica De Ambato, Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33242/1/Tesis%20I.%20C.%201492%20-%20Espinosa%20Vaca%20Francisco%20Alejandro.pdf>
- Faicán, M., & Matovelle, C. (2022). Análisis del Sistema Gestor para Aguas Pluviales en Empresas Públicas: Caso ETAPA. *Análisis del Sistema Gestor para Aguas Pluviales en Empresas Públicas: Caso ETAPA*. Ciencias Técnicas y Aplicadas Artículo de Investigación. Obtenido de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj12Y0u0Z6EAxUdQzABHYPVA6wQFnoECBQQAQ&url=https%3A%2F%2Fdiagonalnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F9042841.pdf&usg=AOvVaw2P9RdLL8h2gtpC2CSH3_EN&opi=89978449
- Forero, G., Ramírez, J., & Ramírez, G. (2020). Propuesta de almacenamiento de agua lluvia para suministrarla al municipio de Albán utilizando HEC-GeoHMS. *Propuesta de almacenamiento de agua lluvia para suministrarla al municipio de Albán utilizando HEC-GeoHMS*. Avances Investigación en Ingeniería. Obtenido de <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/6031>
- Frías, L. (2018). El agua de lluvia no sirve para beber. *Estudio revela efectos de contaminantes atmosféricos*. UNAM. Obtenido de <https://www.gaceta.unam.mx/el-agua-de-lluvia-no-sirve-para-beber/>
- Hernandez, S., & Duana, D. (2022). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*. Boletín Científico de las Ciencias

- Económico Administrativas del ICEA. Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019>
- hídricos, L. o. (2014). *Ley orgánica de recursos hídricos*. Obtenido de [http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Ley-Organica-de-Recursos-Hídricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf](http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Ley-Organica-de-Recursos-Hidricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf)
- Hugues, R. T. (2019). La captación del agua de lluvia como solución en el pasado y el presente. *La captación del agua de lluvia como solución en el pasado y el presente*. Centro de Investigaciones Hidráulicas, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (Cujae), La Habana, Cuba. Obtenido de <https://riha.cujae.edu.cu/index.php/riha/article/view/485/388>
- I.S.010. (2006). NORMA TÉCNICA I.S. 010INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES. *NORMA TÉCNICA I.S. 010INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES*. Obtenido de https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/IS.010.pdf
- Ilbay, M., Zubieta, R., & Lavado, W. (2019). Regionalización de la precipitación, su agresividad y concentración en la cuenca del río Guayas, Ecuador. *Regionalización de la precipitación, su agresividad y concentración en la cuenca del río Guayas, Ecuador*. LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-85962019000200057
- INAMHI. (s.f.). Anuario Meteorológico. *Anuario Meteorológico*. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Obtenido de <https://www.inamhi.gob.ec/biblioteca/>
- INEN. (2014). AGUA POTABLE. REQUISITOS. *AGUA POTABLE. REQUISITOS*. NORMA TECNICA ECUATORIANA. Obtenido de <http://www.pudeleco.com/files/a16057d.pdf>
- Kim, E. (2011). *SCAPT*. Obtenido de <https://believe.earth/es/como-reutilizar-el-agua-de-lluvia/>

- LANCEN. (2019). CONTROL MICROBIOLÓGICO DE AGUAS. *CONTROL MICROBIOLÓGICO DE AGUAS*. LANCEN. Obtenido de <https://lancen.com.mx/analisis-microbiologico-de-agua-potable.php>
- López, J. (2022). *Aprovechamiento de agua de lluvia*. Arquitectura y diseño. arquitectura y diseño. Obtenido de https://www.arquitecturaydiseno.es/pasion-eco/como-podemos-aprovechar-agua-lluvia-mana-caido-cielo_7737
- Melo, J. (2018). Evaluación del sistema de captación y aprovechamiento del agua lluvia implementado en el Aeropuerto Internacional El Dorado de Bogotá. *Evaluación del sistema de captación y aprovechamiento del agua lluvia implementado en el Aeropuerto Internacional El Dorado de Bogotá*. Universidad de La Salle. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1367&context=ing_civil
- Molina, E., Quesada, F., Calle, A., Ortiz, J., & Orellana, D. (2018). Consumo sustentable de agua en viviendas de la ciudad de Cuenca. *Consumo sustentable de agua en viviendas de la ciudad de Cuenca*. Universidad Politécnica Salesiana Ecuador. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi09MG9zJ6EAxXUgoQIHdMBCLMQFnoECBEQAQ&url=https%3A%2F%2Fdiagonalnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F6489007.pdf&usg=AOvVaw36v6Viw5uJqOgBsSUg5Ryb&opi=89978449>
- NEC. (2011). Norma hidrosanitaria. *Norma hidrosanitaria*. Norma Ecuatoriana de la Construcción. Obtenido de <https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/nec2011-cap-16-norma-hidrosanitaria-nhe-agua-021412.pdf>
- NEIRA, Á. (2022). DISEÑO DE UNA VIVIENDA SOSTENIBLE CON INTEGRACIÓN DE SISTEMA DE RECICLAJE DE AGUAS PLUVIALES. *DISEÑO DE UNA VIVIENDA SOSTENIBLE CON INTEGRACIÓN DE SISTEMA DE RECICLAJE DE AGUAS PLUVIALES*. UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/5825/1/T-ULVR-4765.pdf>
- Oliván, J., Cuenca, G., & Aviles, R. (2021). valuación de la investigación con encuestas en artículos publicados en revistas del área de Biblioteconomía y Documentación. *valuación de la investigación con encuestas en artículos publicados en revistas del*

área de Biblioteconomía y Documentación. Revista Española de Documentación Científica. Obtenido de

<https://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/1322/2087>

Ostios, J. A. (2022). *Análisis de sistemas urbanos de drenaje sostenible para la reutilización del agua*. Bogotá. Obtenido de

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/31234/RodriguezLopezJuanAlejandro2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Paez, N. (2022). PROPUESTA DE DISEÑO DE UN FILTRO CASERO PARA TRATAMIENTO DE AGUA LLUVIA EN EL MUNICIPIO DE ALTO BAUDÓ (CHOCÓ). *PROPUESTA DE DISEÑO DE UN FILTRO CASERO PARA TRATAMIENTO DE AGUA LLUVIA EN EL MUNICIPIO DE ALTO BAUDÓ (CHOCÓ)*. UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA. Obtenido de

<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/8da638f6-7ad6-414f-8ba3-0e62838c50cd/content>

PAILLACHO, P. A. (2020). *DISEÑO DE LA CAPTACIÓN DE AGUA PARA LA JUNTA DE*.

Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21202/1/CD%2010719.pdf>

PARRA, A. B., & BELTRÁN, D. B. (2018). DISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS MÁS EFICIENTE PARA EL PLAN PARCIAL DE LA VEREDA SAN BARTOLOMÉ EN EL MUNICIPIO DE GACHANCIPÁ DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA. *DISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS MÁS EFICIENTE PARA EL PLAN PARCIAL DE LA VEREDA SAN BARTOLOMÉ EN EL MUNICIPIO DE GACHANCIPÁ DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA*. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA. Obtenido de

<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/4a2a91a9-d34e-4b8e-acc4-0b7657b71dd7/content>

Pérez, C. (2020). Comunidades sostenibles: construcción de canales de recolección de agua lluvia con material pet. *Comunidades sostenibles: construcción de canales de recolección de agua lluvia con material pet*. Corporación Universitaria Minuto de Dios, Ecuador. Obtenido de

<https://centroseditorial.com/index.php/revista/article/view/31/60>

- Polanía, C., Cardona, F., Castañeda, G., Vargas, I., Calvache, O., & Abanto, W. (2020). Metodología de investigación Cuantitativa & Cualitativa. *Metodología de investigación Cuantitativa & Cualitativa*. Institucion universitaria Antonio José Camacho. Obtenido de <https://repositorio.uniajc.edu.co/handle/uniajc/596>
- Quintana, C. (2023). *sistema de captacion de agua lluvia. dimensionamiento del deposito de agua pluvial*. Obtenido de <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000839232/3/0839232.pdf>
- QUINTERO, J. (2020). EVALUACIÓN DE LA TEORÍA DE HUNTER ENSITUACIONES ANORMALES DE CONSUMO HÍDRICO, MEDIANTE MEDICIONES EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES. *EVALUACIÓN DE LA TEORÍA DE HUNTER ENSITUACIONES ANORMALES DE CONSUMO HÍDRICO, MEDIANTE MEDICIONES EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES*. UNIVERSIDAD EIA INGENIERIA CIVIL ENVIGADO. Obtenido de <https://repository.eia.edu.co/server/api/core/bitstreams/32d4001a-e493-4560-b6f6-26c438d938fd/content>
- Ramirez, E. (2021). “*DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS DE LLUVIAS, COMO ALTERNATIVA DE AHORRO DE AGUA POTABLE DE LA IE MARIAVILCA 82096, CAJAMARCA, 2021*”. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/29693/Ramirez%20Guerra%2c%20Erika%20Marcela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramirez, J. (2020). *Propuesta de almacenamiento de agua lluvia para suministrarla al municipio de Albán utilizando HEC-GeoHMS*. Obtenido de <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/6031/5779>
- Ramos, C. (2020). *CienciAmérica (2020) Vol. 9(3)ISSN 1390-9592 ISSN-L 1390-681X Ramos-Galarza, C. Editorial: Los alcances de una investigación Julio– Diciembre de 2020 <http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i3.336> LOS ALCANCES DE UNA INVESTIGACIÓN. CienciAmérica (2020) Vol. 9(3)ISSN 1390-9592 ISSN-L 1390-681X Ramos-Galarza, C. Editorial: Los alcances de una investigación Julio– Diciembre de 2020 <http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i3.336> LOS ALCANCES DE UNA*

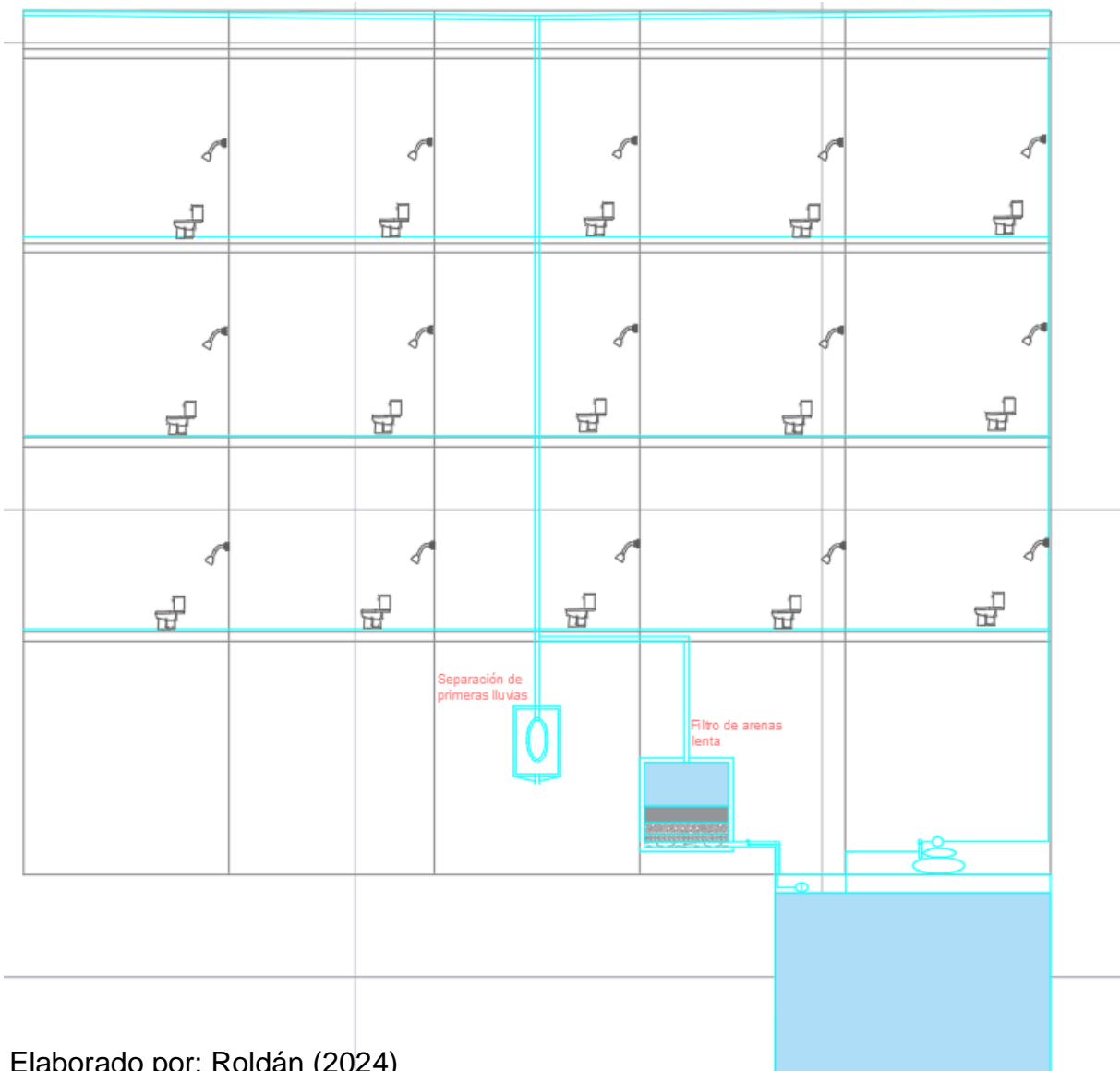
- INVESTIGACIÓN*. *cienciamerica*. Obtenido de <http://201.159.222.118/openjournal/index.php/uti/article/view/336/621>
- Robles, B. (2019). Población y muestra. *Pueblo continente*. Universidad Privada Antenor Orrego. Obtenido de <http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/view/1269/1099>
- Rodriguez, J., & Acosta, M. (2022). *Análisis de sistemas urbanos de drenaje sostenible para la reutilización del agua*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/31234/RodriguezLopezJuanAlejandro2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Romero, J. (2017). *sistemas para reaprovechar el agua de lluvia*. Obtenido de <https://www.arrevol.com/blog/5-sistemas-metodos-para-reaprovechar-reutilizar-el-agua-de-lluvia>
- Sánchez, J. S. (2022). *CARACTERIZACIÓN DE LA CURVA DE CONSUMO DIARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA AMBATO*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36200/1/Tesis%20I.C.%201612%20-%20Barreno%20Sanchez%20Juan%20Sebastian.pdf>
- Solórzano, J., & Núñez, J. (2019). *Metodología para estimar la relación de consumo y captación de agua lluvia en un edificio en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v10n6/2007-2422-tca-10-06-178.pdf>
- Sotelo, A., Hernando, R., Camacho, B., Martinez, Y. E., & Camilo, J. (2021). Diseño e implementación del sistema de recolección de agua lluvia para el conjunto residencial La Esperanza. *Diseño e implementación del sistema de recolección de agua lluvia para el conjunto residencial La Esperanza*. Repositorio Institucional Universidad Piloto de Colombia. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/10402>
- Tjeerdsma, T. (2022). *Posibilidad de la reutilización de agua de lluvia*. Universidad de Barcelona. Obtenido de <https://www.oat.cat/Oat/wp-content/uploads/2022/10/La-viabilitat-de-la-reutilitzacio2apartThomas.pdf>

- Torres, L. (2023). Análisis físico químico y microbiológico del agua del estuario LaBoquita-Valdivia durante la temporada de lluvias del año 2023 orientado al cuidado y preservación del recurso. *Análisis físico químico y microbiológico del agua del estuario LaBoquita-Valdivia durante la temporada de lluvias del año 2023 orientado al cuidado y preservación del recurso*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/58138/1/T-76881%20TORRES%20CEDEÑO.pdf>
- Torres, R. (2019). *La captación del agua de lluvia como solución en el pasado y el presente*. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v40n2/1680-0338-riha-40-02-125.pdf>
- TULSMA. (2015). Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua. *Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6078/36/LIBRO%20VI%20Anexo%201%20Normas%20Recurso%20Agua.pdf>
- UNESCO. (2021). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2021: el valor del agua*. Obtenido de https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_000378890&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_ac11a648-9e95-4783-b357-f9e766ee077c%3F_%3D378890spa.pdf&updateUrl=updateUrl7147&ark=/ark:/4822
- villanueva, m. (2019). ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA (TURBIEDAD Y COLOR) DE UN SISTEMA DE. *ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA (TURBIEDAD Y COLOR) DE UN SISTEMA DE*. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/ad98000f-1f12-4e59-9d23-48273527b7a3/content>

ANEXOS

Anexo 1

Distribución de la SCALL



Anexo 2

Presupuesto del prototipo/maqueta

PRESUPUESTO DEL PROTOTIPO/MAQUETA				
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
CANALETAS	1	U	13,55	13,55
TAPA CANAL IZQUIERDO	1	U	1,7	1,7
TAPA CANAL DERECHO	1	U	1,7	1,7
BAJANTE	1	U	16,04	16,04
SOPORTE METALICO	3	U	1,33	3,99
UNION CANAL	1	U	5,19	5,19
UNION CANAL DESCENDIENTE	1	U	6,76	6,76
MALLA FINA	1	m	3,13	3,13
TANQUE	1	U	15	15
RESERVORIO 60L				
REDUCCION 3" A 2"	1	U	0,49	0,49
UNIÓN 3"	1	U	1,47	1,47
PEGATANKE	1	U	3,13	3,13
UNIÓN PLASTIGAMA	1	U	0,45	0,45
ADAPTADOR TANQUE	1	U	2,59	2,59
NEPLO 10CM	1	U	0,45	0,45
TEFLÓN	1	U	0,45	0,45
LLAVE DE MEDIA VUELTA	1	U	7	7
ZEOLITA FINA MALLA 14 45KG	1	U	28,34	28,34
CARBÓN ACTIVADO MALLA 4 25KG	1	U	54,5	54,5
PIEDRA PARTIDA GRUESA (RIPIO)	1	SACO	1,25	1,25
PIEDRA PARTIDA FINA (CHISPA)	1	SACO	1	1
ANALISIS DE AGUA LLUVIA CRUDA	1	EXAMEN	100,98	100,98
ANALISIS DE AGUA LLUVIA TRATADA	1	EXAMEN	100,98	100,98
			TOTAL	370,14

Elaborado por: Roldan (2024)

Anexo 3


Presupuesto del diseño

PRESUPUESTO DEL DISEÑO				
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
CANALETAS	11	U	13,55	149,05
TAPA CANAL IZQUIERDO	1	U	1,7	1,7
TAPA CANAL DERECHO	1	U	1,7	1,7
BAJANTE	1	U	16,04	16,04
SOPORTE METALICO	33	U	1,33	43,89
UNION CANAL	1	U	5,19	5,19
UNION CANAL DESCENDIENTE	1	U	6,76	6,76
MALLA FINA	7	m	3,13	21,91
TANQUE RESERVORIO 60 L	1		15	15
REDUCCION 3" A 2"	1	U	0,49	0,49
UNIÓN 3"	1	U	1,47	1,47
PEGATANKE	3	U	3,13	9,39
UNIÓN PLASTIGAMA	1	U	0,45	0,45
ADAPTADOR TANQUE	1	U	2,59	2,59
NEPLO 10CM	1	U	0,45	0,45
TEFLÓN	2	U	0,45	0,9
TEE 1"	1	U	0,85	0,85
TEE 2"	1	U	2,25	2,25
LLAVE DE MEDIA VUELTA	1	U	7	7
TUBO 1"	6	U	6,5	39
TUBO 2"	6	U	2,63	15,78
TUBO 1/2"	3	U	5	15
CODO 1"	4	U	1,02	4,08
CODO 1/2"	3	U	0,85	2,55
TANQUE RESERVORIO 10000 L	1	U	2000	2000
FLOTADOR	2	U	9,86	19,72
ZEOLITA FINA MALLA 14 45KG	1	U	28,34	28,34
CARBÓN ACTIVADO MALLA 4 25KG	1	U	54,5	54,5
PIEDRA PARTIDA GRUESA (RIPIO)	1SACO		1,25	1,25
PIEDRA PARTIDA FINA (CHISPA)	1SACO		1	1
TOTAL				2468,3

Elaborado Por: Roldan (2024)

Anexo 4

Análisis de agua lluvia

	INFORME DE ENSAYO		
	016/2024 P1		
Empresa:	Julio Andrés Roldán Panta	Orden de trabajo:	AG016/2024
Solicitado por:	Julio Andrés Roldán Panta	Fecha de Recepción de Muestra/	24/1/2024
Dirección:	Babahoyo, El Salto, Malecón y segunda transversal	Fecha de Realización de Informe:	2/2/2024
Muestreado Por:	CLIENTE	Fecha de ejecución de análisis:	Del 24/01/2024 al 02/02/2024
Tipo de Muestreo:	Simple	Condiciones Ambientales Muestr	****
Tipo de Muestra:	Agua natural		****
Código de la Muestra:	AG016/2024 P1	Coordenadas Muestreo: UTM - W	****
Punto de Muestreo:	Agua lluvia		****

RESULTADOS DE ENSAYOS					
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	U	±	MÉTODO DE ANÁLISIS
(3) Coliformes Fecales NMP	NMP/100mL	100,00	12,05		PEE-GQM-MB-69
(3) Coliformes Totales NMP	NMP/100mL	410,00	79,54		PEE-GQM-MB-38
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidades de pH	6,07	0,25		DP.PEE.AG.06 / S.M. 4500-H+ B.
Sólidos Suspendedos Totales (SST)	mg/L	<32,66	0,78		DP.PEE.AG.10 / S.M. 2540 D
Sólidos Totales (ST)	mg/L	<55,00	0,77		DP.PEE.AG.08 / S.M. 2540 B
Turbidez	NTU	<1,000	0,098		DP.PEE.AG.28 / S.M. 2130 B

(3) Parámetro subcontratado acreditado, GQM.,

SAE - LEN - 05 -001

OBSERVACIONES:

**** No específica
SM: Standard Methods

U=: Incertidumbre expandida del resultado con un factor de cobertura $k=2$, equivalente a un nivel de confianza de aproximadamente 95%.
Muestra ingresada por el cliente: $T=27,9\text{ }^{\circ}\text{C}$.

NOTAS:

- Las interpretaciones/conclusiones/información de límites máximos están fuera del alcance de la acreditación del SAE.
- Si el cliente es quien prescribe la regla de decisión, esta debe ser comunicada indicando claramente su especificación o la norma y la regla de decisión (ya sea calculo y/o algún condicional). La declaración de conformidad será aplicable solamente a los parámetros acreditados. Cuando la regla de decisión sea aplicada por el laboratorio, la declaración de la conformidad considera que "CUMPLE" cuando el valor medido más el valor positivo de la incertidumbre asociada, sea menor o igual que el límite o se encuentre dentro del intervalo superior o inferior permitido según la normativa o especificación (requisito de referencia) que aplique, en caso contrario se declarará la conformidad como "NO CUMPLE".
- Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez de los resultados, es exclusiva responsabilidad de quien la emitió, y no representa responsabilidad para DEPROIN S.A. Los datos proporcionados por el cliente para la realización del Informe, provienen del registro DPR.7.8.01. Nombres, ubicación y coordenadas de los puntos de toma de muestra son designados por el cliente, son registrados en la hoja de datos para muestreo DP.RE.AG.14 y registro de acuerdo con el cliente DPR.7.1.04.
- La información subrayada fue declarada por el cliente.


Laboratorio de ensayo Acreditado por el SAE con acreditación N.º SAE LEN 13-003

DECLARACIÓN:

Los resultados del presente informe de ensayos se relacionan solamente con las muestras analizadas; prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de DEPROIN S.A.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a DEPROIN S.A. previo a su monitoreo o recepción.
Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.

	INFORME DE ENSAYO	
	016/2024 P1	

MUESTREO / RECEPCIÓN DE MUESTRA



Elaborado, revisado y autorizado por:
EUDER VICENTE JUMBO
RIDALGO


Ing. Euder Jumbo H.
GERENTE TÉCNICO

Elaborado por: Roldan (2024)

FIN DEL INFORME

Anexo 5

Agua filtrada por filtro de arena lento

		INFORME DE ENSAYO 016/2024 P2	
Empresa: Solicitado por: Dirección: Muestreo Por: Tipo de Muestreo: Tipo de Muestra: Código de la Muestra: Punto de Muestreo:	Julio Andrés Roldán Panta Julio Andrés Roldán Panta Babahoyo, El Salto, Malecón y segunda transversal CLIENTE: Simple Agua consumo AG016/2024 P2 Agua filtrada por filtro de arena lenta	Orden de trabajo: Fecha de Recepción de Muestra/ Fecha de Realización de Informe: Fecha de ejecución de análisis: Condiciones Ambientales Muestr Coordenadas Muestreo: UTM - W	AG016/2024 24/1/2024 2/2/2024 Del 24/01/2024 al 02/02/2024 **** **** ****

RESULTADOS DE ENSAYOS					
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	U	±	MÉTODO DE ANÁLISIS
(6) Coliformes Fecales NMP	NMP/100mL	<1,1	****		PEE-GQM-MB-76
(3) Coliformes Totales NMP	NMP/100mL	49,50	9,60		PEE-GQM-MB-38
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidades de pH	6,65	0,28		DP.PEE.AG.06 / S.M. 4500-H+ B.
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	<32,66	0,78		DP.PEE.AG.10 / S.M. 2540 D
Sólidos Totales (ST)	mg/L	88,2	1,2		DP.PEE.AG.08 / S.M. 2540 B
Turbidez	NTU	2,15	0,21		DP.PEE.AG.28 / S.M. 2130 B

(3) Parámetro subcontratado acreditado, GQM., SAE - LEN - 05 -001
 (6) Parámetro subcontratado acreditado, fuera del alcance de acreditación SAE, GQM., SAE - LEN - 05 -001

OBSERVACIONES:
 **** No específica
 SM: Standard Methods

U=: Incertidumbre expandida del resultado con un factor de cobertura k=2, equivalente a un nivel de confianza de aproximadamente 95%.
 Muestra ingresada por el cliente: T= 27,9 °C.


NOTAS:

- Las interpretaciones/conclusiones/información de límites máximos están fuera del alcance de la acreditación del SAE.
- Si el cliente es quien prescribe la regla de decisión, esta debe ser comunicada indicando claramente su especificación o la norma y la regla de decisión (ya sea calculo y/o algún condicional). La declaración de conformidad será aplicable solamente a los parámetros acreditados. Cuando la regla de decisión sea aplicada por el laboratorio, la declaración de la conformidad considera que "CUMPLE" cuando el valor medido más el valor positivo de la incertidumbre asociada, sea menor o igual que el límite o se encuentre dentro del intervalo superior o inferior permitido según la normativa o especificación (requisito de referencia) que aplique, en caso contrario se declara la conformidad como "NO CUMPLE".
- Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez de los resultados, es exclusiva responsabilidad de quien la emitió, y no representa responsabilidad para DEPROIN S.A. Los datos proporcionados por el cliente para la realización del Informe, provienen del registro DPR.7.8.01. Nombres, ubicación y coordenadas de los puntos de toma de muestra son designados por el cliente, son registrados en la hoja de datos para muestreo DP.RE.AG.14 y registro de acuerdo con el cliente DPR.7.1.04.
- La información subrayada fue declarada por el cliente.

Laboratorio de ensayo Acreditado por el SAE con acreditación N.º SAE LEN 13-003

DECLARACIÓN:
 Los resultados del presente informe de ensayos se relacionan solamente con las muestras analizadas; prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de DEPROIN S.A.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:
 La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a DEPROIN S.A. previo a su monitoreo o recepción. Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.

		INFORME DE ENSAYO 016/2024 P2	
---	--	--	--

MUESTREO / RECEPCIÓN DE MUESTRA



Ing. Euder Jumbo H.
 GERENTE TÉCNICO

FIN DEL INFORME

Elaborado por: Roldan (2024)

Anexo 6

Material para el filtro



Elaborado por: Roldan (2024)

Anexo 7

Material para el filtro



Elaborado por: Roldan (2024)

Anexo 8

Muestra de agua filtrada



Elaborado por: Roldan (2024)

Anexo 9

Material para el filtro



Elaborado por: Roldan (2024)