



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCION**

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

TEMA

**FACTIBILIDAD DEL TRATAMIENTO DE AGUA LLUVIA PARA USO
DOMESTICO EN ISLA BONITA – PARROQUIA CHONGON**

TUTOR

Mgtr. PABLO MARIO PAREDES RAMOS

AUTORES

MILTON ANDERSON QUIMI ZAMBRANO

GUAYAQUIL

2024

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Factibilidad del tratamiento de agua lluvia para uso doméstico en Isla Bonita – Parroquia Chongón

AUTOR/ES:

Quimi Zambrano Milton
Anderson

TUTOR:

Paredes Ramos Pablo Mario

INSTITUCIÓN:

Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil

Grado obtenido:

Ingeniero Civil

FACULTAD:

INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCION

CARRERA:

INGENIERÍA CIVIL

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2024

N. DE PÁGS:

80.

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y construcción

PALABRAS CLAVE: Aprovechamiento, Agua Lluvia, Prototipo, Uso Doméstico

RESUMEN:

La problemática dentro de las comunidades rurales del Ecuador, es el déficit de sistemas básicos, como las redes de agua potable, redes de aguas servidas, infraestructuras viales, sistema de alumbrado, redes eléctricas; el presente proyecto abarcara al problema más significativo, la insuficiencia de suministro de agua potable, por lo que se evaluara una metodología que logre disminuir tal índice de insuficiencia; la metodología a estudiar es el aprovechamiento de agua lluvia para la reutilización de uso doméstico.

Es de conocimiento general que el agua lluvia es un recurso muy accesible en cualquier parte del planeta, por lo tanto, aprovechar dicho recurso es muy favorable dentro del parámetro de sustentabilidad; para ello, es necesario el

análisis de un sistema, que al ser aplicado, sea posible captar y almacenar agua lluvia con bajo índice de contaminación para su posterior uso dentro del hogar; se ha considerado elaborar un prototipo que sea viable tomando en cuenta las características socioeconómicas dentro de las comunidades, por lo que para la elaboración de tal prototipo será a base de materiales reciclables ayudando a la gestión ambiental.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:
---	-----------------------------

DIRECCIÓN URL (Web):

ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
---------------------	---	------------------------------------

CONTACTO CON AUTOR/ES: Quimi Zambrano Milton Anderson	Teléfono: 0980763393	E-mail: mquimiz@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 J. Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 242 E-mail: econtrerasj@ulvr.edu.ec
------------------------------------	--

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Tesis Quimi

por MILTON ANDERSON QUIMI ZAMBRANO

Fecha de entrega: 26-feb-2024 12:28p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2305126367

Nombre del archivo: FORMATO_DE_PROYECTO_TITULACION_sin_primera_parte.docx (4.16M)

Total de palabras: 13093

Total de caracteres: 71089

Tesis Quimi

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%	9%	1%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.etapa.net.ec Fuente de Internet	2%
2	dspace.ucacue.edu.ec Fuente de Internet	1%
3	bosstech.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	1%
5	repository.ucatolica.edu.co Fuente de Internet	1%
6	vdocuments.mx Fuente de Internet	1%
7	www.primicias.ec Fuente de Internet	1%
8	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.espe.edu.ec Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado



FIRMA TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El (Los) estudiante(s) egresado(s) **MILTON ANDERSON QUIMI ZAMBRANO**, declara (mos) bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, **Factibilidad del tratamiento de agua lluvia para uso doméstico en Isla Bonita – Parroquia Chongón**, corresponde totalmente a el(los) suscrito(s) y me (nos) responsabilizo (amos) con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

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

Autor(es)



Firma:

MILTON ANDERSON QUIMI ZAMBRANO

C.I. 0926358904

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación **Factibilidad del tratamiento de agua lluvia para uso doméstico en Isla Bonita – Parroquia Chongón**, designado(a) 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: **Factibilidad del tratamiento de agua lluvia para uso doméstico en Isla Bonita – Parroquia Chongón**, presentado por el (los) estudiante (s) **MILTON ANDERSON QUIMI ZAMBRANO** como requisito previo, para optar al Título de **INGENIERO CIVIL**, encontrándose apto para su sustentación.



Firma:

PABLO MARIO PAREDES RAMOS

C.I. 0911828150

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, doy gracias a Dios, por permitir mantener a mi familia con salud, además que ha sido un soporte para no desviarme por el camino del mal.

En segundo lugar y no menos importante, agradecer a mis abuelos quienes fueron mis primeros padres, quienes estuvieron en mi niñez brindándome la felicidad suficiente con la que debería contar un niño, también por criar a un padre ejemplar, quien me ha inculcado los valores necesarios para seguir con mi vida adelante.

Por ello agradezco a mi padre por ser el pilar fundamental de toda nuestra familia, es un apoyo importante para cada uno de mis hermanos, sus enseñanzas siempre están basadas con su ejemplo, agradezco a mi madre por ser la alegría de la familia, quien convierte los días tristes en días felices. Además, quiero agradecer a mi tía Lucy quien me apoya en todas mis decisiones tomadas en mi vida, quien me brindo el apoyo económico para poder terminar la carrera, no se encuentra en Ecuador, pero es muy especial para mí, también, agradecer a mis hermanos quienes estuvieron juntos apoyándonos mutuamente.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación es dedicado a Dios, a mis abuelos, a mis padres, a mis tíos que no se encuentran en Ecuador, especialmente a mi tía Lucy quien está detrás de todos sus sobrinos velando por el bienestar de cada uno y también es dedicado para mis hermanos y amigos cercanos.

RESUMEN

La problemática dentro de las comunidades rurales del Ecuador, es el déficit de sistemas básicos, como las redes de agua potable, redes de aguas servidas, infraestructuras viales, sistema de alumbrado, redes eléctricas; el presente proyecto abarcara al problema más significativo, la insuficiencia de suministro de agua potable, por lo que se evaluara una metodología que logre disminuir tal índice de insuficiencia; la metodología a estudiar es el aprovechamiento de agua lluvia para la reutilización de uso doméstico.

Es de conocimiento general que el agua lluvia es un recurso muy accesible en cualquier parte del planeta, por lo tanto, aprovechar dicho recurso es muy favorable dentro del parámetro de sustentabilidad; para ello, es necesario el análisis de un sistema, que al ser aplicado, sea posible captar y almacenar agua lluvia con bajo índice de contaminación para su posterior uso dentro del hogar; se ha considerado elaborar un prototipo que sea viable tomando en cuenta las características socioeconómicos dentro de las comunidades, por lo que para la elaboración de tal prototipo será a base de materiales reciclables ayudando a la gestión ambiental.

Palabras Claves: Aprovechamiento, Agua Lluvia, Prototipo, Uso Doméstico.

ABSTRACT

The problem within the rural communities of Ecuador is the deficit of basic systems, such as drinking water networks, wastewater networks, road infrastructure, lighting systems, electrical networks; This project will cover the most significant problem, the insufficiency of the drinking water supply, so a methodology will be evaluated to reduce this rate of insufficiency; The methodology to be studied is the use of rainwater for reuse for domestic use.

It is general knowledge that rainwater is a very accessible resource anywhere on the planet, therefore, taking advantage of this resource is very favorable within the parameter of sustainability; For this, it is necessary to analyze a system that, when applied, can capture and store rainwater with a low contamination rate for later use within the home; It has been considered to

develop a prototype that is viable taking into account the socioeconomic characteristics within the communities, so for the elaboration of such a prototype it will be based on recyclable materials, helping environmental management.

Keywords: Use, Rainwater, Prototype, Domestic Use.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
1.1 Tema:	3
1.2 Planteamiento del Problema:	3
1.3 Formulación del Problema	5
1.4 Objetivo General	5
1.5 Objetivos Específicos	5
1.6 Hipótesis.....	5
1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.....	5
CAPÍTULO II.....	6
2.1 Marco Teórico:	6
2.2 Agua Lluvia.....	8
2.2.1 Características del Agua Lluvia	10
2.3 Agua Potable	12
2.4 Hidrología de la Zona.....	13
2.5 Demanda de agua dentro de una vivienda	14
2.7 Componentes de un sistema de captación	17
2.8 Calculo de captación de aguas lluvias	18
2.8.1 Área de captación	18
2.9 Generadores de Ozono.....	19
2.9.1 Mecanismo de acción	21
2.10 Luz UV.....	21
2.11 Filtros de agua	24
2.11.1 Filtro de agua mecánico	24

2.11.2	Filtros de intercambio iónico	25
2.11.3	Osmosis Inversa	26
2.12	Marco Legal	28
2.12.1	Constitución de la República del Ecuador, 2008	28
2.12.2	Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua	28
CAPÍTULO III.....		33
3.1	Enfoque de la investigación: (cuantitativo, cualitativo o mixto)...	33
3.2	Alcance de la investigación: (Exploratorio, descriptivo o correlacional).....	34
3.3	Técnica e instrumentos para obtener los datos	35
3.4	Población y muestra	35
3.4.1	Descripción del sitio	35
CAPÍTULO IV		38
4.1	Presentación y análisis de resultados.....	38
4.1.1	Presentación de los datos obtenidos	39
4.1.2	Interpretación de los datos obtenidos.....	42
4.2	Propuesta	49
4.2.1	Materiales y herramientas	51
CONCLUSIONES		59
RECOMENDACIONES		60
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		61
ANEXOS.....		64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Línea de Investigación.....	5
Tabla 2. Temperatura en Chongón	13
Tabla 3. Precipitación en Chongón.....	14
Tabla 4. Uso de agua en el hogar.....	14
Tabla 5. Consumo de agua en el hogar	15
Tabla 6. Ficha descriptiva del Ozono.....	19
Tabla 7. Potencial Redox (eV)	21
Tabla 8. Tiempo estimado de erradicación para inactivar microorganismos a una dosis de 30,000 uw-sec/cm ² de UV 254 nm	23
Tabla 9. Requisitos físicos y químicos del agua para consumo humano.	29
Tabla 10. Requisitos microbiológicos del agua para consumo humano ..	30
Tabla 11. Rango de pH del agua para consumo humano.....	31
Tabla 12. Químicos orgánicos.....	31
Tabla 13. Químicos inorgánicos	32
Tabla 14. Subproductos de desinfección.....	32
Tabla 15. Calidad de agua lluvia recolectada	48
Tabla 16. Precios referenciales de materiales	52
Tabla 17. Etapas de prototipo de captación de agua lluvia	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cubierta con mayor uso	16
Figura 2. Cubiertas con mayor venta.....	16
Figura 3. Estructura del Ozono (O ₃).....	19
Figura 4. Generador de Ozono doméstico	20
Figura 5. Luz UV	23

Figura 6. Filtración mecánica	25
Figura 7. Tratamiento de agua por intercambio iónico	26
Figura 8. Funcionalidad e la Osmosis Inversa	27
Figura 9. Sistema de filtración de agua Squeeze.....	27
Figura 10. Ubicación geográfica de la comunidad Isla Bonita - Parroquia Chongón	36
Figura 11. Finalización de infraestructura vial.....	43
Figura 12. Calles secundarias sin infraestructura vial	43
Figura 13. Ubicación de pozo séptico enterrado de una vivienda.....	44
Figura 14. Medidores de Interagua en la intemperie	45
Figura 15. Conexión de agua potable en una vivienda.....	45
Figura 16. Bajante de agua lluvia.....	55
Figura 17. Sistema receptor de agua lluvia	55
Figura 18. Llave para extracción de primeras aguas.....	57
Figura 19. Llave para extracción de agua con menor índice de contaminación.....	57

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1 . Pregunta 1 ¿Cuenta con suministro de agua potable?.....	39
Gráfico 2. Pregunta 1a ¿Cuál es la fuente de abastecimiento para consumo diario?.....	39
Gráfico 3. Pregunta 2 ¿Sabe usted si el agua que recibe tiene algún tipo de tratamiento?	40
Gráfico 4. Pregunta 3 ¿Utiliza algún método de potabilización de agua para su consumo diario?	40
Gráfico 5. Pregunta 4 ¿Algún familiar se ha enfermado debido al consumo de agua?	41

Gráfico 6. Pregunta 5 ¿Cree usted que el agua lluvia se puede reutilizar para uso doméstico en una vivienda? 41

Gráfico 7. Pregunta 6 ¿Estaría dispuesto a elaborar un sistema domestico para la recolección de aguas lluvias? 42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Formato de Encuesta 64

Anexo 2. Encuesta a los habitantes de la comunidad..... 65

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto está enfocado en la reutilización del agua lluvia como método alternativo para el consumo doméstico, sin embargo, este método es aplicado en una cantidad mínima de viviendas, pero su aplicación no es la adecuada, por lo que el proyecto a continuación tendrá como finalidad evaluar los distintos sistemas de tratamiento y sistemas de filtración que mejoraran la calidad del agua lluvia captada y una vez almacenada, poder reutilizarla dentro de un hogar satisfaciendo las necesidades varias como los servicios de limpieza que generar un mayor consumo del agua.

En la actualidad, el suministro de agua potable es deficiente en las comunidades apartadas en el sector rural, es una problemática presenta desde años atrás y que se mantiene vigente en la actualidad; generalmente es causada por la pésima administración de las autoridades competentes, donde no tan solo existe ausencia de redes de agua potable, sino que al no contar con infraestructuras viales, otra problemática presente en la comunidad, no será posible la adecuación tanto de redes de agua potable, como sistema de alcantarillado y sistema de redes eléctricas.

Debido a esta problemática, se ha optado por elaborar un prototipo para captar el agua lluvia y reutilizarla posteriormente, dicho prototipo será el adecuado ya que la calidad del agua lluvia a reutilizar va a estar dentro de los parámetros indicados por la Norma Técnica Ecuatoriana (NEC), además, es un sistema sustentable y de fácil adquisición a nivel económico, tomando en cuenta la realidad de las viviendas, también su elaboración es sencilla sin tener conocimientos técnicos avanzados, convirtiéndose en un prototipo innovador.

Este proyecto de investigación está realizado de la siguiente manera.

En el Capítulo I se describen los problemas, se definen los objetivos tanto general como específicos del proyecto de investigación, se propone una hipótesis y se indica la línea de investigación acorde al tema propuesto.

En el Capítulo II se detallan los modelos análogos que van ayudar a fundamentar esta investigación, en base a investigaciones ya hechas por diversos autores, además de implementar el marco legal vigente respecto a los parámetros

indicados en el prototipo, a su vez se estudiara los diferentes tipos de tratamiento y filtración del agua para evaluar la factibilidad de la reutilización del agua lluvia.

En el Capítulo III se va a detallar la metodología del proyecto de investigación presente, haciendo mención a los distintos métodos para la obtención de datos aplicando instrumentos de recolección de información que se aplicará en este proyecto de investigación.

En el Capítulo IV se van a presentar los resultados con su interpretación de los datos obtenidos, cabe recalcar que debe tener una relación lógica a la metodología aplicada; además se propondrá ciertas recomendaciones para que sean aplicadas al prototipo empleado.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

1.1 Tema:

Factibilidad del tratamiento de agua lluvia para uso doméstico en Isla Bonita – Parroquia Chongón.

1.2 Planteamiento del Problema:

El agua es un recurso que cumple una función muy relevante para los seres vivos que habitan en el planeta, además, forma parte de los procesos biológicos de los ecosistemas, incluso, permite el desarrollo de las especies animales y vegetales habitantes en el planeta.

Por otro lado, se ha utilizado dicho recurso de manera exponencial hasta el punto de lograr un déficit en su accesibilidad, debido a que interviene en la mayoría de actividades diarias del humano, como por ejemplo el uso del agua en las viviendas; a esto se le suma las actividades industriales y agrícolas.

“El país cuenta con un volumen total de recursos hídricos aproximadamente 375 km³. Hace una década, el consumo de agua en Ecuador fue de 15.80 km³, desagregado en: 1.48 km³ por consumo doméstico (9.4%); 13.05 km³ por consumo agrícola (82.6%) y 1.27 km³ por consumo de agua para la producción industrial (8.0%)”. (Benavides, 2019)

En el país existen nueve provincias con accesos al agua potable inferior a la media nacional; uno de los motivos de la escasez de este servicio en aquellas zonas es la mala administración por parte de las empresas encargadas del abastecimiento, asimismo, la falta de recursos y la distancia de los poblados también están dentro de los problemas que tienen los Municipios para ampliar el servicio del agua potable en el país.

Luego de realizar los análisis por parte de la Agencia de Regulación y Control del Agua del Gobierno, concluyen que el 83,7% del territorio nacional tiene cobertura de este servicio básico, 15 de las 24 provincias del país se encuentran sobre la media nacional. Aun así, hay provincias donde la prestación de este servicio es bastante limitada por parte de las alcaldías, quienes tienen las competencias de agua potable y alcantarillados. (Torres, 2021)

En el año 2014, varias comunidades de la parroquia Chongón, presentan inconformidades sobre los trabajos de ampliación de las redes de agua potable bajo la supervisión de Interagua, debido a que estas redes solamente llegan hasta las esquinas de las calles principales que se encuentren asfaltadas, por este motivo, solo ciertas familias pudieron beneficiarse con medidores y conexiones de agua potable.

Además, existen mangueras ubicadas a un lado del camino dentro de la maleza, donde se puede apreciar agua empozada producto de las aguas lluvias; estas mangueras abastecen de agua potable a las familias no favorecidas de una manera clandestina, por lo que los moradores han solicitado estudios para poder contar con este servicio, estudios que ya se han realizado, pero indican no contar con el recurso monetario para realizar dichas redes. (Universo, 2014)

Luego de realizar un debido tratamiento de agua lluvia, se puede obtener varias mejoras como la accesibilidad de agua segura o agua potable implementando un prototipo de aprovechamiento de agua de lluvia para uso doméstico, además, con los resultados del tratamiento del agua de lluvia, se consigue con certeza disminuir el índice de consumo de agua contaminada.

Para lograr dichos resultados, será necesario analizar el agua de lluvia de los diferentes tipos de cubiertas, debido a la amplia variedad de cubiertas implementadas en las viviendas, por lo tanto, se realizará una comparativa entre los índices del contenido de cada una de ellas, enfocándose en las bacterias o microorganismos presentes en las alternativas.

Una vez con el cuadro comparativo, el siguiente paso será la implementación de un método de potabilización adecuado para el tipo de cubierta de mayor uso en el sector, así se logrará disminuir el índice de bacterias cumpliendo con las normas del recurso hídrico, para luego obtener un agua segura aprovechándola distribuyéndola dentro de una vivienda para su uso doméstico.

La propuesta que se plantea a partir de este proyecto es que se comience a implementar en edificaciones nuevas o ya finalizadas sistemas de captación y aprovechamiento de las aguas lluvias, en este caso para viviendas, con el fin de mitigar el desperdicio de las aguas pluviales, debido a que de esta forma se podría solucionar en su gran mayoría los problemas de escasez del recurso hídrico en las zonas donde presenten un déficit de redes de agua potable.

1.3 Formulación del Problema

¿Se logrará disminuir la insuficiencia de agua aplicando un prototipo de captación de aguas lluvias suficientes para satisfacer servicios básicos dentro de la parroquia de Chongón?

1.4 Objetivo General

Elaborar un prototipo de captación y reutilización de aguas lluvias para servicios básicos en Isla Bonita – Parroquia Chongón.

1.5 Objetivos Específicos

- Analizar las causas por las cuales la comunidad Isla Bonita presenta deficiencia en el abastecimiento de agua potable.
- Determinar los parámetros de diseño para elaborar el prototipo de captación y reutilización de aguas lluvias.
- Definir un sistema de potabilización adecuado adaptándose a la situación económica de la comunidad Isla Bonita.

1.6 Hipótesis

El aspecto de incluir prototipos o sistemas de captación de aguas lluvias donde nos permita recolectar el agua suficiente para contribuir con la mitigación del déficit de agua es relativamente nuevo y cada día tendrá mayor importancia, es necesario por el motivo de lograr la optimización de dicho sistema para labores de riego y limpieza e incluso para consumo doméstico. No resulta fácil la elaboración de un prototipo que permita obtener el volumen necesario de almacenamiento de aguas lluvias optimo, más que todo en las zonas urbanas o rurales.

1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.

Tabla 1. Línea de Investigación

Línea de Investigación Institucional	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción
Línea de Investigación	Materiales de construcción
Sub-líneas de Investigación	Tecnologías de construcciones y materiales innovadores

Fuente: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, 2023

Elaborador por: Quimi Milton (2023)

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Marco Teórico:

Los sistemas propuestos para el abastecimiento de agua potable no deben tener un costo elevado, se debe considerar la optimización monetaria, aplicando accesorios y materiales que sean sencillos para su construcción, de igual manera, contar con un mantenimiento de bajo costo y fácil operación, para así, orientarse a una mejora tecnológica además de ampliar este tipo de sistemas a muchas viviendas más, así lo presenta (Diaz et al., 2000)

Según la OMS (1979), indica que la mayoría de las camillas en los hospitales a nivel mundial, se encuentran ocupadas por enfermos cuyos síntomas son causados por la insalubridad del agua, de tal forma, la salud humana no solo depende de la cantidad del agua, sino de su calidad.

México presenta una gran cantidad de comunidades rurales con deficiencia en las necesidades primarias, al igual que muchos países en vías de desarrollo, entre las necesidades con mayor demanda se destaca la falta de accesibilidad al agua potable y a la energía eléctrica.

En varias comunidades de Piura como Charancito, El Naranjo, Charán Grande y el Alumbre no cuentan con un sistema de abastecimiento de agua potable adecuado, menos con sistemas de alcantarillado, provocando que los habitantes realicen sus necesidades fisiológicas en el campo como lo indica (Lossio, 2012):

Los habitantes se abastecen de norias, pozos de agua, que excavan de manera artesanal, pero solo se logran abastecer por algunos meses del año, dependiendo del periodo lluvioso, se realizan excavaciones entre 2 m a 12 m de profundidad. El agua que se logra recolectar no es de buena calidad por motivo que, en la misma zona, los animales domésticos y las personas realizan sus necesidades como orinar y defecar, contaminando así el recurso hídrico afectando la salud de las personas provocando diversas infecciones intestinales además de enfermedades a la piel, presentándose en la población infantil.

Por si fuera poco, deben realizar el acarreo del agua hasta la población, realizan alrededor de 3 a 4 viajes por familia, no menos importante, utilizan recipientes inadecuados donde el agua se contamina fácilmente por la suciedad de los baldes o el deterioro del mismo, además del contacto con las manos sucias y de su exposición a la intemperie. El agua es consumida sin previo tratamiento sanitario, los más afectados son los niños quienes dejan de lado sus labores escolares por dedicarse al transporte del agua a sus familias.

La presencia de organizaciones gubernamentales en Guatemala responsables de las provisiones básicas para el consumo humano, tales como el saneamiento y agua potable, es deficiente, por lo que las comunidades optan tomar la responsabilidad de obtener, gestionar y administrar el agua. (Sagui et al., 2017)

Guatemala presenta una gran problemática de sequía en poblados locales, debido a que se ubican en el corredor seco centroamericano, denominado como *“Corredor Seco Oriental de Guatemala”*. Los análisis meteorológicos indican al departamento de Chiquimula y su poblado denominado Maraxco, como zona con menor precipitación historia registrada en los últimos 50 años. La mayoría de los estudios destacan la adaptación a los periodos de sequias y proyecciones del cambio climático, dando, así como resultado la evaluación de costos para implementar acciones y lograr los beneficios esperados; particularmente, estos estudios brindan información importante para las personas responsables de la operación y gestión del agua, quienes pueden aplicar un sistema comunitario de agua entubada a la totalidad de sus habitantes.

Por otro lado, existe un problema no menos relevante y es la cultura de las personas, no poseen una conciencia ambientalista que causa la no preservación y conservación del agua, así lo menciona (Churo, 2021).

“La carencia de conocimiento es la raíz de todo mal” esta frase hace énfasis en el saber de un pueblo, con el conocimiento necesario y una mejoría cultural es posible resolver cualquier tipo de conflicto como la carencia de los servicios básicos para subsistir, para ello, se debe optar por nuevas técnicas y metodologías para el aprovechamiento de agua.

Ecuador dispone de una ventaja, posee gran cantidad de agua dulce lo que se convierte en un factor favorable, pero, a nivel de parroquias no se cumple, por motivo de no aprovechar el recurso al cien por ciento debido a las pésimas gestiones de aprovechamiento; se realizará estudios para captación de agua de los ríos o agua lluvia, a su vez la conducción del mismo hacia sistemas de almacenamiento donde sea posible la reutilización del recurso hídrico para el consumo doméstico.

2.2 Agua Lluvia

Es el agua atmosférica que se precipita en forma de gotas. (NEC, 2011) El agua lluvia se origina en las nubes gracias a los cambios de presión atmosférica, también puede originarse por la temperatura misma, debido a la humedad que contiene el ambiente. Para que se pueda generar la lluvia va a depender de tres factores específicos los cuales son la temperatura, la presión atmosférica y la humedad atmosférica.

Las precipitaciones se pueden manifestar de diferentes maneras, ya sea, por su intensidad, por la forma de manifestación, por su origen; el proyecto tendrá un mayor enfoque en la precipitación según su forma de manifestación, para ello, es necesario definir su clasificación y sus características, los tipos de precipitaciones según (Nuñez, 2023) son:

Llovizna.

También conocida como garúa, normalmente son gotas de agua de un diámetro inferior a medio milímetro, es decir, una lluvia débil, se las puede identificar gracias a que su proyección hacia el suelo es lenta, pareciera flotar en el aire, además, la acumulación del mismo es casi inapreciable; proceden típicamente de las nubes tipo estratos.

Lluvia.

Es la forma más recurrente de manifestarse, en comparación con la llovizna, es una lluvia de intensidad media, por lo general de corta duración y acompañadas de vientos; las gotas superan el medio milímetro y su proyección hacia el suelo es de velocidad moderada; proceden casi siempre de los nimboestratos y altoestratos.

Chubascos de agua.

Por lo general se lo denomina como aguacero, es una lluvia de fuerte intensidad; el diámetro de las gotas supera a la de la llovizna y al de la lluvia, en este caso, su proyección hacia el suelo es rápida, de manera brusca, acumulando grandes cantidades de agua sobre la superficie, causando inundaciones en ciertos lugares del país; proceden de nubes tipo cumulonimbos.

Por otro lado, también existe un tipo de precipitación que puede manifestarse en cualquiera de las precipitaciones antes mencionadas, es conocida como “lluvia acida”, se refiere, como su descripción lo menciona, a un agua contaminada, con un nivel de acidez muy elevado, producto del agua de lluvia en combinación con la contaminación ambiental, generado por las fábricas, las centrales eléctricas, los vehículos, donde contiene derivados de petróleo o también residuos de carbón.

En cuanto al cuestionamiento de cómo se originan las lluvias, (Sposob, 2018) hace mención a 3 formas en la que puede producirse la lluvia analizadas a continuación.

Lluvias convectivas

Se origina cuando el sol calienta los cuerpos de agua y los evapora, dicho vapor asciende hacia la atmósfera, enfriándose provocando la condensación, el resultado de este proceso produce gotas de agua que descienden desde la atmósfera a la superficie, gracias a la fuerza de gravedad, generando la lluvia. suceden principalmente en zonas ecuatoriales donde el sol incide con mayor intensidad y tiene mayor índice de evaporación.

Lluvias orográficas

Por lo general se ocasiona en las montañas, donde el aire húmedo asciende a lo largo de una montaña hacia la cima del mismo, al logra una altitud determinada, el aire se enfría y se condensa precipitándose en forma de lluvia, por tal motivo, la ladera de la montaña que recibe de frente el aire húmedo suele presentar un clima lluvioso, por lo contrario, en el otro extremo, el aire llega sin humedad y produce un clima mucho más seco. Cabe recalcar que este tipo de lluvia solo suceden en zonas montañosas.

Lluvias ciclónicas o frontales

Es causa del choque de dos masas de aire con temperaturas distintas, estos cuerpos de aire pueden ser frío o cálido, cada uno presenta una característica diferente, la de frente frío produce tormentas de corta duración, provocando un aguacero, mientras que la de frente cálido produce lloviznas que pueden durar varios días aumentando la temperatura del ambiente.

2.2.1 Características del Agua Lluvia

El agua lluvia posee varios parámetros importantes a considerar para la disponibilidad de dicho recurso, abarcando diversas problemáticas ambientales, como por ejemplo:

Agua limpia.

En la mayoría de los lugares del mundo, el agua de lluvia es muy limpia, de hecho, es la fuente más limpia en comparación con ríos, lagos y otras reservas de agua del mundo, pero esto no quiere decir que sea de consumo humano, para lograr que sea potable debe pasar un proceso de filtración y tratamiento, mientras que para el consumo doméstico si es apto dicha agua lluvia ya que contiene un índice bajo de contaminantes, gracias a que tiene un tratamiento natural de purificación a través del ciclo del agua.

Sustentable.

Es la característica más importante, ya que se hace referencia a una posible solución al problema del desabastecimiento de agua, debido a su capacidad de satisfacer las necesidades del hogar; además de que este fenómeno estará presente durante siglos, logrando que las generaciones futuras puedan beneficiarse de las precipitaciones generando sistemas de almacenamiento o plantas de tratamiento de agua lluvia.

Accesibilidad.

El agua de lluvia se la puede conseguir en cualquier parte del mundo y no es necesario pagar por ella, solo se necesita de envases para su almacenamiento y así poder reutilizarla posteriormente; las plantas de tratamiento de agua pueden procesar este tipo de agua, pero no existen los suficientes en todo el país.

Manipulable.

Se puede almacenar el agua de lluvia en diques, represas y centrales de reserva, en su mayoría en épocas de sequía, así mismo, su almacenamiento puede ser en tanques para reutilizarla en diferentes actividades de consumo doméstico, como el lavado de ropa, servicio sanitario, jardinería, etc., siempre y cuando no sea para consumo humano.

Contaminable.

Dependiendo del lugar donde sea la precipitación, el agua de lluvia puede estar completamente limpia; la precipitación en la ciudad no es igual a la del campo o en las montañas. Al mantener contacto con el ambiente, puede contaminarse por las emisiones de CO₂, convirtiéndose así en lluvia ácida; además su contaminación puede ser causada por residuos industriales, pesticidas, fertilizantes agrícolas afectando su calidad y pone en riesgo la salud humana y la biodiversidad.

Duración.

La precipitación ocurre durante un periodo de tiempo determinado, dentro de un área determinada, puede generarse durante minutos, días o semanas, pero siempre será un fenómeno que culminará tarde o temprano; la duración tiene relación con la intensidad, si aumenta la duración, disminuye su intensidad, dicha formulación es conocida como curvas IDF (relación de Intensidad-Duración-Frecuencia).

Frecuencia.

La frecuencia puede variar dependiendo de la zona, en una zona tropical suele llover con mayor frecuencia, en cambio, en una zona seca llueve muy poco. La altura del área determinada como también la duración de las precipitaciones anteriores, son los parámetros a través de los cuales se puede determinar la frecuencia de acción de la precipitación.

Intensidad.

Es definida como la cantidad de agua que desciende a la superficie durante un intervalo de tiempo determinado, usualmente se mide en litros por metro cuadrado en una hora o también, en milímetro por hora (mm/hora). Por lo general, mientras mayor la intensidad menor será la duración y viceversa; las intensidades pueden expresarse como:

- Débiles (por debajo de 2 mm/hora)
- Moderada (entre 2 y 15 mm/hora)
- Fuertes (entre 15 y 30 mm/hora)
- Muy fuertes (entre 30 y 60 mm/hora)
- Torrenciales (por encima de 60 mm/hora).

Medible.

El agua de lluvia puede medirse gracias a los pluviómetros, que se encarga de medir la cantidad de agua en milímetros. Además, a través de las evoluciones tecnológicas, hubo la llegada de los pluviógrafos, donde su función es registrar la cantidad de lluvia en una grabación mecánica en un cierto intervalo de tiempo, tales equipos funcionan de manera digitalizada a través de un computador para almacenar los datos.

Calidad

El agua de lluvia puede ser reutilizable si se encuentra dentro de ciertos parámetros, tales como, la precipitación debe generarse en una zona donde el índice de contaminación sea mínimo o nulo, no debe existir fumigación en la zona, los recipientes deben estar libres de contaminación además de no ser compartidos con los animales para su abastecimiento de agua, usar filtros adicionales previo a su consumo, el agua debe ser recolectada directo hacia el recipiente, mas no por medio de alcantarillas o sistemas de cañería.

2.3 Agua Potable

Es el agua apta para el consumo humano, sin contaminante alguno; y, cuyo consumo no genera daños o alteraciones de ningún tipo en las personas que la ingieren. Aquella que cumple con la NTE INEN 1108. (NEC, 2011)

El agua potable debe cumplir con estándares de calidad para ser considerada potable:

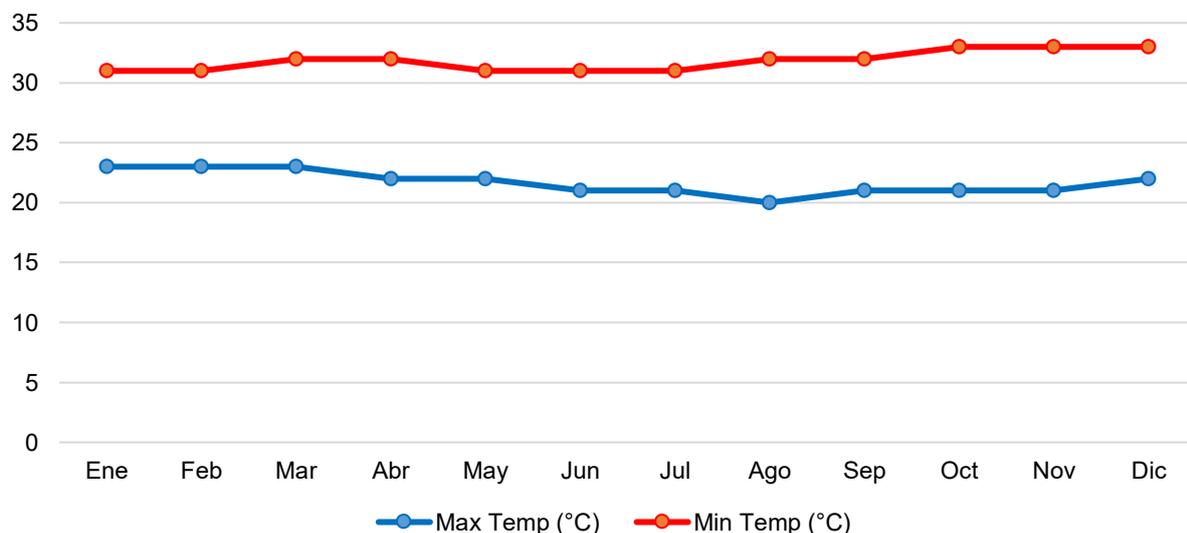
- Limpia y segura para que no suponga un riesgo para la salud humana.
- Incolora, el agua debe ser transparente en su totalidad.
- Inodora, no generar algún tipo de olor.

- Insípida, al beberla no debe desprender algún tipo de sabor.
- Libre de elementos de suspensión que generen turbiedad.
- Libre de contaminantes orgánicos, inorgánicos o radioactivos.
- Proporción determinada de sales, minerales e iones.
- Libre de microorganismos patógenos.

2.4 Hidrología de la Zona

Chongón posee un clima con características de sabana tropical, es decir, hace calor todos los meses; también posee alta nubosidad además de lluvias intensas en cuatro meses del año, por ello, el clima del sector es conocido como “Tropical Húmedo – Seco”, el promedio de lluvias es de 242 días y un aproximado de 1359 mm de precipitación.

Tabla 2. Temperatura en Chongón

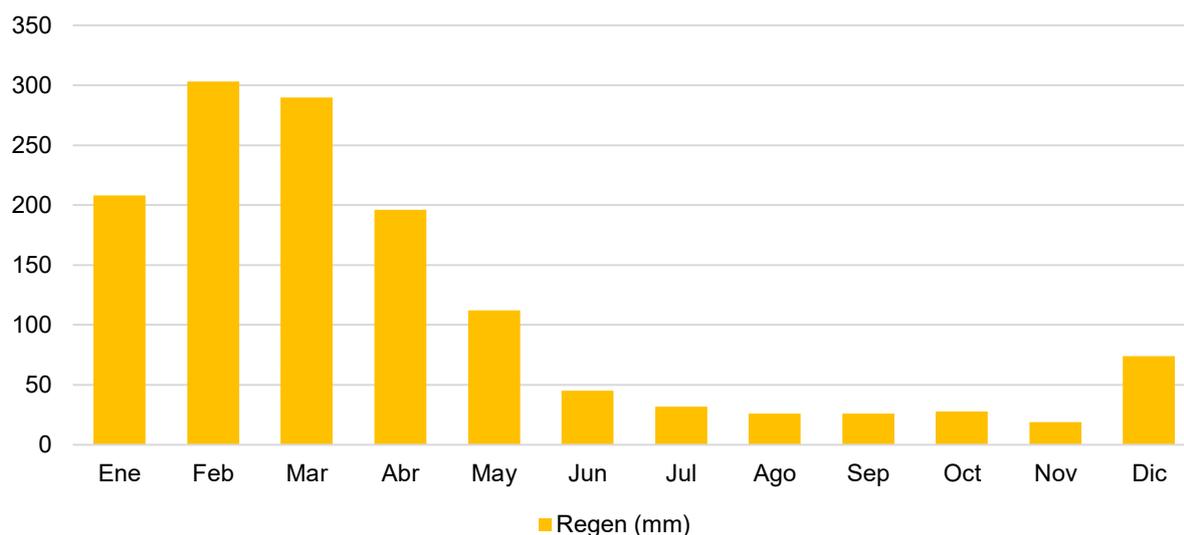


Fuente: Instituto nacional de meteorología e hidrología, 2023

Elaborado por: Quimi Milton (2023)

Los datos de precipitación para una cierta ubicación están basados en promedios mensuales realizados por análisis meteorológicos. Los datos que han sido recolectados durante muchos años son variables, ya que dependen del tiempo de servicio. El promedio de todos estos años de observación es solo una referencia de efectividad baja por la variación de precipitación que ocurre cada mes, el 50% de las veces excede el promedio.

Tabla 3. Precipitación en Chongón



Fuente: Instituto nacional de meteorología e hidrología, 2023

Elaborado por: Quimi Milton (2023)

2.5 Demanda de agua dentro de una vivienda

El consumo de agua se ve muy impactada por las diversas actividades que se realizan dentro de una casa, pero, el mayor consumo es generado por prácticas sanitarias como se lo detalla a continuación.

Tabla 4. Uso de agua en el hogar

Ducha	33%
Inodoro	22%
Lavamanos	17%
Lavadora	10%
Cocina	5%
Lavaplatos	5%
Otros (limpieza, jardinería, etc.)	8%

Fuente: Aquae fundación, 2023

Elaborador por: Quimi Milton (2023)

“La OMS recomienda una cantidad media optima de agua para consumo doméstico (cocinar, higiene personal y limpieza del hogar) de 100 litros/habitante/día” (Carvajal, y otros, 2019)

La ducha ocupa un tercio del consumo general de agua (33%), el inodoro ocupa el 21% y el lavamanos el 17%, según estos datos, en el baño se consume la mayoría del agua total disponible en el hogar, por lo que se convierte en un gran foco de desperdicio de agua, además hay otras prácticas que ocupan el restante del consumo de agua. Luego de analizar el porcentaje del uso de agua, te presentamos diversos ejemplos del consumo de agua en las actividades cotidianas.

Tabla 5. Consumo de agua en el hogar

Lavandería	60 – 100 litros
Aseo de la vivienda	15 – 40 litros
Lavar platos	100 litros
Cocinar	6 – 8 litros
Duchar durante 10 minutos	180 litros
Cepillarse los dientes	30 litros
Descarga del inodoro	8 – 12 litros
Jardinería	75 litros
Lavar carro	400 litros

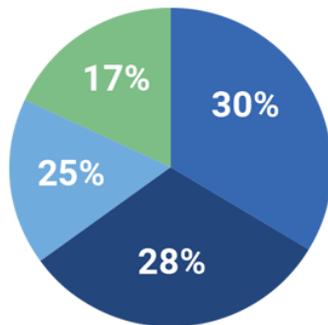
Fuente: Aquae fundación, 2023

Elaborado por: Quimi Milton (2023)

2.6 Tipos de materiales para superficie de captación

Para aprovechar la eficiencia de este prototipo, es muy indispensable analizar los diferentes tipos de cubierta con el que cuentan las viviendas. Entre estos materiales más empleados se encuentran: teja de arcilla, planchas metálicas onduladas, tejas de concreto, entre otros. El tipo de material empleado influye directamente en la calidad físico-químico y bacteriológica del agua recogida en las cubiertas, por lo que el contenido del agua lluvia, a nivel de contaminación, será variable dependiendo de los tipos de cubiertas.

Figura 1. Cubierta con mayor uso

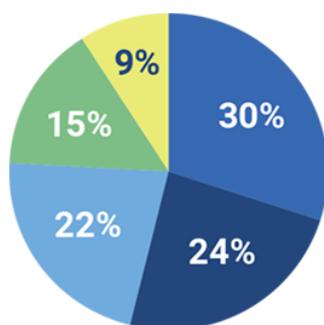


● Metálico	30%
● Aluminio y Zinc	28%
● Zinc	25%
● Fibrocemento	17%

Fuente: **El oficial, 2019**

Tanto en Guayaquil como en Quito, el tipo de cubierta con mayor uso o que es preferido por la mayoría de usuarios es el metálico, obteniendo como resultado del 30% y 25% respectivamente, por ello, las ventas en las ferreterías están basadas a la elección del usuario, logrando un 30% de venta en las ferreterías de Guayaquil y 22% en las ferreterías de Quito. (Oficial, 2019)

Figura 2. Cubiertas con mayor venta



● Metálico	30%
● Aluminio y Zinc	24%
● Zinc	22%
● Fibrocemento	15%
● Translúcidos	9%

Fuente. **El oficial, 2019**

2.7 Componentes de un sistema de captación

El funcionamiento de este prototipo consiste en recolectar las aguas lluvias por la superficie de su cubierta, se conduce a través de un canalón para luego llegar a la bajante que nos permitirá captar en los tanques de almacenamiento. Este sistema de almacenamiento será construido a base de recipientes plásticos reutilizables, aquello nos permitirá ayudar el estado económico de las familias y a su vez al medio ambiente. Los componentes que conforman este prototipo son:

Medios de captación.

Como ya se lo menciono antes, el tipo de cubierta o el tipo de material de cubierta va a influir directamente tanto en la cantidad como en la calidad de la captación de las aguas lluvias; la calidad dependerá de parámetros físico-químicos y bacteriológicos, por otro lado, la cantidad dependerá del área de cubierta que es muy elemental para la cantidad de agua que se pueda captar.

Sistema de conducción.

Este sistema va a contar con canalones y bajantes, el material dependerá de la cantidad de agua que se vaya a captar, lo cual va a permitir una buena conducción por la cubierta hasta lograr la captación en los tanques de almacenamiento.

Sistema de tanque interceptor de primeras aguas lluvias.

La funcionalidad de este tanque será captar las primeras aguas lluvias que contienen las impurezas de la cubierta, ya sea polvo, heces de aves, hojas, entre otros. Este sistema captara dichas impurezas evitando el paso del agua contaminada, logrando así el paso de las aguas lluvias con el mínimo índice de contaminación hacia los tanques de almacenamiento, además, las impurezas serán expulsadas en primera instancia para evitar su acumulación en el prototipo.

Sistema de almacenamiento.

Este punto o componente es el de mayor costo dentro del prototipo de captación ya que en su normalidad se hace uso de tanques o cisternas para su almacenamiento, por ello, se ha optado por implementar recipientes plásticos reutilizables para poder favorecer en el aspecto económico de este sistema; será colocado sobre el suelo posterior a la vivienda, dependiendo de las comodidades de los habitantes.

Sistema de tratamiento.

El uso que se le vaya a dar al agua va a determinar la importancia en la aplicación de un sistema de filtración al proceso de captación de aguas lluvias para garantizar que su calidad se encuentre dentro de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108, para el presente proyecto se va a considerar lineamientos exclusivamente para el consumo doméstico, por lo que los parámetros no son tan rigurosos, pero de igual manera deben respetarse según la normativa.

2.8 Cálculo de captación de aguas lluvias

De acuerdo al área que se va a trabajar, se necesita determinar la cantidad de agua lluvia que caerá sobre la superficie de la cubierta (m²), para calcular la cantidad de agua lluvia que es posible recolectar, se multiplicara la precipitación promedio (mm) del área a trabajar, ya sea mensual o anual, por el área de la superficie de la cubierta (m²), el resultado es el estimado de litros de agua que se podrá recolectar.

2.8.1 Área de captación

Es necesario definir el área de captación que está determinada por la longitud, el ancho y el ángulo de inclinación del techo en relación a la vertical. (Muñoz, 1997, como se citó en Correa, 2014)

$$Ac = L * b * \sin \alpha$$

Donde:

Ac = área de captación en m²

L = longitud del techo en mts.

b = ancho del techo en mts.

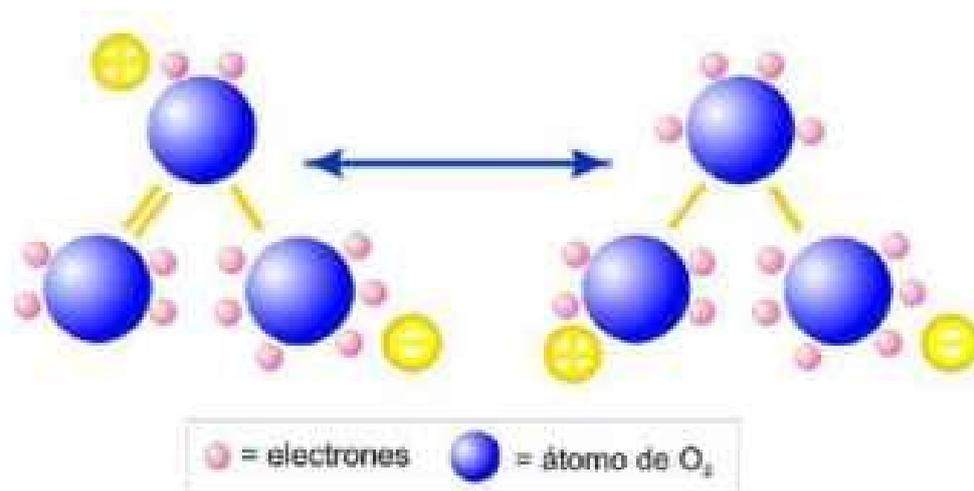
α = ángulo del techo con la vertical.

Una vez calculado la capacidad de litros que se puede recolectar, se debe proceder a identificar el sistema de almacenamiento a implementar, en este caso, calcular la cantidad de recipientes plásticos que permitan captar el total de aguas lluvias antes calculada, a su vez, calcular los envases donde se filtrara el primer lavado de las aguas lluvias que contienen las impurezas de las mismas, con ese total podemos crear el sistema de almacenamiento apto para el prototipo.

2.9 Generadores de Ozono

El ozono está compuesto por tres átomos de oxígeno, cuya función es la protección ante la radiación ultravioleta del sol, además, su propiedad más presente es la de un ser oxidante, por ello se destaca en los tratamientos de aguas. Su presentación es de un gas azul pálido, presentando como características, olor picante, perceptible durante las tormentas eléctricas, así como también en equipos eléctricos, según evidencio el filósofo holandés Van Marun en el año 1785.

Figura 3. Estructura del Ozono (O₃)



Fuente: Recuperación de aguas lluvias para espacios saludables, 2022

La generación de ozono presenta una eficaz desinfección principalmente para las aguas pluviales, generalmente tiene una concentración nula de contaminantes, también, para las aguas residuales tratadas, donde ya contienen un índice de contaminantes.

Tabla 6. Ficha descriptiva del Ozono

Identificación	
Nombre químico	Ozono
Masa molecular relativa	48 g/L
Volumen molar	22,4 m ³ PTN/Kmol
Formula empírica	O ₃
Número de registro CAS	10028-15-6
Referencia EINECS	233-069-2

Densidad (Gas)	2,144 g/L a 0°C
Densidad (Líquido)	1,574 g/cm ³ a -183°C
Temperatura de condensación a 100kPa	-112°C
Temperatura de fusión	-196°C
Punto de ebullición	-110,5°C
Punto de fusión	-251,4°C
Temperatura crítica	-12°C
Presión crítica	54 atms.
Densidad relativa frente al aire	1,3 veces más pesado que el aire
Inestable y susceptible de explosionar fácilmente	Líquido -112°C Sólido -192°C
Equivalencia	1 ppm = 2 mg/m ³

Nota: Recuperación de aguas lluvias para espacios saludables, 2011

Fuente: Pérez Calvo María del Mar (2011)

Para la aplicación del ozono debe ser mediante generadores donde pasa una corriente de oxígeno a través de dos electrodos, así, aplicando un voltaje determinado, se provoca una corriente de electrones provocando la disociación de las moléculas de oxígeno dando forma así al ozono.

Figura 4. Generador de Ozono domestico



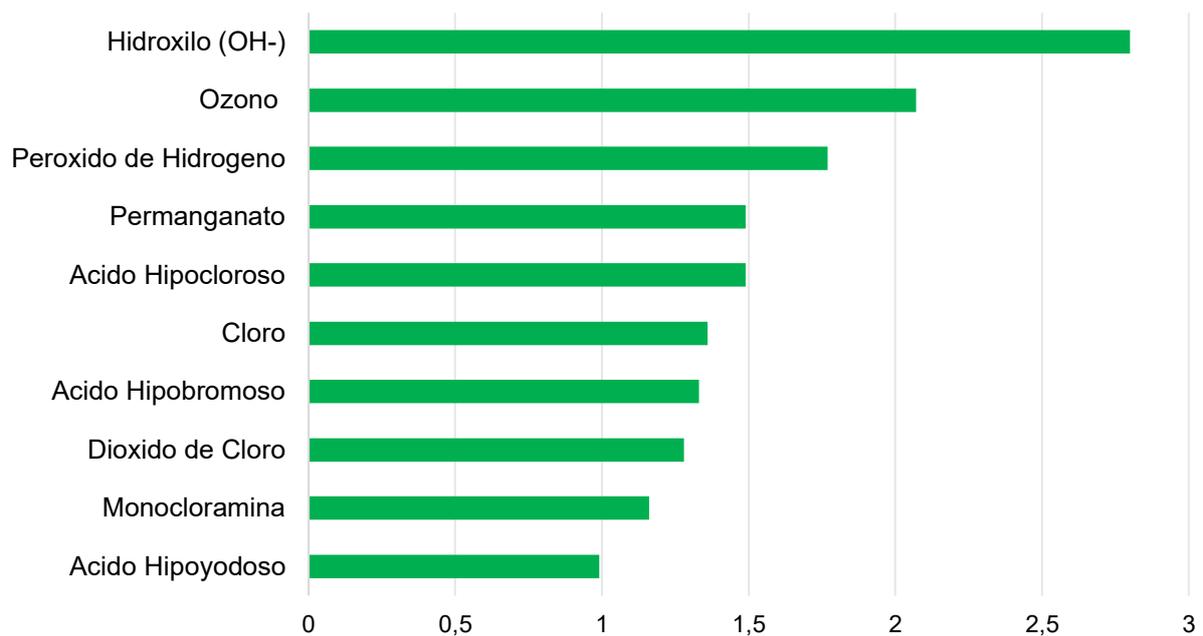
Fuente. Ozono hogar, 2022

2.9.1 Mecanismo de acción

Una vez el gas sea inyectado en el agua, pueden presentarse dos tipos de mecanismos de acción:

- Oxidación directa de los compuestos mediante el ozono molecular.
- Oxidación por radicales libres hidroxilos.

Tabla 7. Potencial Redox (eV)



Fuente: Recuperación de agua lluvia para espacios saludables, 2011

Elaborado por: Quimi Milton (2024)

Como se puede observar en la figura, existen dos tipos de oxidantes más utilizados en el tratamiento de aguas, los radicales libres de hidroxilo y el ozono.

2.10 Luz UV

La luz ultravioleta es una radiación, por ello es conocido como radiación UV, donde su longitud de onda comprende entre los 100 nm y los 400 nm, la fuente más común de radiación ultravioleta es el sol; la función de la luz UV es erradicar la reproducción de bacterias y virus, en su lugar, altera el ADN e inhabilita su función de infección. La organización internacional National Sanitation Foundation (NSF) ha clasificado los sistemas de desinfección del agua por luz ultravioleta en dos clases:

Clase A.

Se considera Clase A debido a la intensidad y saturación que debe presentar de al menos 40,000 uw-sec/cm², a su vez, deben desinfectar o eliminar bacterias y virus del agua contaminada. Los tratamientos con Clase A deben realizarse en aguas visiblemente claras, mas no, donde el nivel de contaminación sea alto, como el caso de aguas residuales sin tratar.

Clase B.

Se considera Clase B al presentar un índice menor de intensidad y saturación, de al menos 16,000 uw-sec/cm². En este caso, los tratamientos con dicha clase se deben realizar al agua que proviene de la red pública de agua potable la cual ya fue sometida a un tratamiento para potabilizarla, por lo tanto, el índice de contaminación es mínimo, no contiene niveles elevados de E. Coli.

La efectividad del sistema a utilizar va a depender del origen del agua, es decir, la claridad y calidad del agua, por consiguiente, la luz UV de Clase B surgirá efecto cuando la turbidez (medida del grado en el que el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión) es de 5 o mayor NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez) y/o los sólidos suspendidos totales son mayores de 10ppm, por ello es necesario filtrar el agua antes de exponerla a la luz UV.

Previo a la exposición de la luz UV, es importante el uso de un filtro para no perder efectividad por la turbidez, color y partículas suspendidas del agua, además, la radiación UV debe ser el último paso en la purificación del agua. El uso de la luz UV presenta algunas características:

- La radiación UV no agrega productos químicos al agua.
- La luz UV es efectiva contra bacterias y virus, incluso contra la Giardia lamblia o Cryptosporidium.
- La exposición mínima de la lampara debe ser 16,000 uw-sec/cm².
- Los filtros de luz UV deben ser el último paso en la purificación del agua.
- El mantenimiento y el reemplazo de la lampara son esenciales.

Figura 5. Luz UV



Fuente: Water station, 2022

Tabla 8. Tiempo estimado de erradicación para inactivar microorganismos a una dosis de 30,000 uw-sec/cm2 de UV 254 nm

Nombre	Dosis 100% letal (seg.)	Nombre	Dosis 100% letal (seg.)
Bacterias			
Bacilos de disentería	0,15	Micrococcus Candidus	0,4 °C 1,53
Leptospira SPP	0,2	Salmonella Paratyphi	0,41
Legionella Pneumophila	0,2	Tuberculosis microbacteriana	0,41
Corynebacterium diphtheriae	0,25	Streptococcus Haemolyticus	0,45
Shigella Dysenteriae	0,28	Salmonella typhimurium	0,53
Clostridium Tetani	0,33	Vibrio cholerae	0,64
Escherichia coli	0,36	Clostridium Tetani	0,8
Pseudomonas Aeruginosa	0,37	Staphylococcus Albus	1,23
Virus			
Virus Coxsackie A9	0,08	Echovirus 1	0,73
Adenovirus 3	0,1	Virus de la hepatitis B	0,73
Bacteriofago	0,2	Ecovirus 11	0,75
Influenza	0,23	Poliovirus 1	0,8
Rotavirus SA 11	0,52	Mosaico de tabaco	16
Esporas de moho			
Mucor Mucedo	0,23 °C 4,67	Penicillium Roquefort	0,87 – 2,93

Oospara Lactis	0,33	Penicillium Chrysogenum	2,0 .. C 3,33
Aspergillus Amstelodami	0,73 .. C 8,80	Aspergillus niger	6,67
Penicillium Digitatum	0,87	Hongos de estiercol	8,0
Algas			
Chlorella Vulgaris	0,93	Protozoos	4 – 6,70
Alga verde	1,22	Paramecio	7,3
Huevos de nematodos	3,4	Alga verde azul	10 .. C 40,0

Fuente: Water station, 2022

Elaborado por: Quimi Milton (2024)

2.11 Filtros de agua

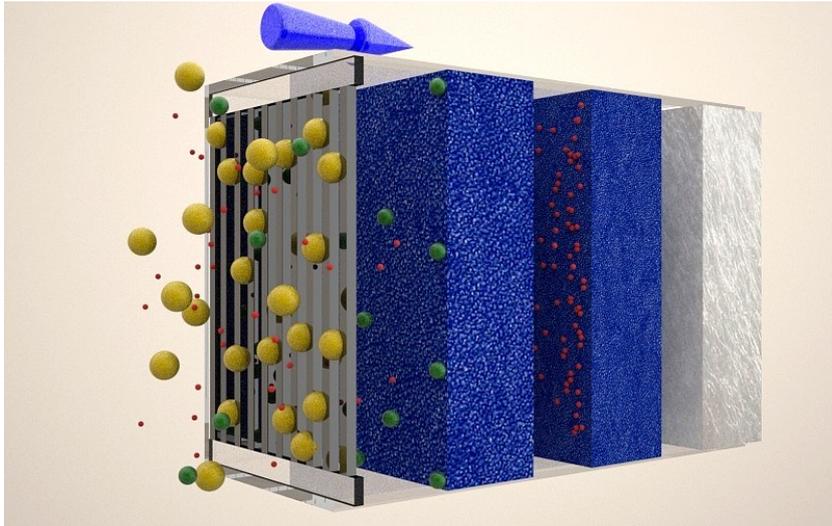
Un filtro de agua es un dispositivo que puede actuar como barrera física, un proceso biológico o químico cumpliendo la función de reducir las impurezas del agua, a continuación, se presenta los tipos de filtros más comunes. Además, no solo elimina las impurezas que el agua contiene, sino que ayuda a prevenir enfermedades al hacer uso del agua contaminada, logrando así un impacto en la salud, cabe recalcar, que, para obtener un agua de consumo humano, se necesita un tratamiento adicional al filtro, se trata de un purificador de agua. (Rotoplas, 2022)

2.11.1 Filtro de agua mecánico

El filtro mecánico puede tener como presentación una malla sencilla para desechos grandes o una malla con poros extremadamente complejo para la filtración ultra fina de organismos patógenos. Generalmente se presenta por una calificación de micras indicando la efectividad del filtro en términos del tamaño de las partículas. Las calificaciones más comunes son:

- 5 micras: elimina la mayoría de partículas visibles a simple vista.
- 1 micrón: elimina partículas pequeñas visibles con microscopio.
- 0,5 micras: elimina los quistes (giardia, criptosporidio).

Figura 6. Filtración mecánica



Fuente: Zootecnia doméstica, 2023

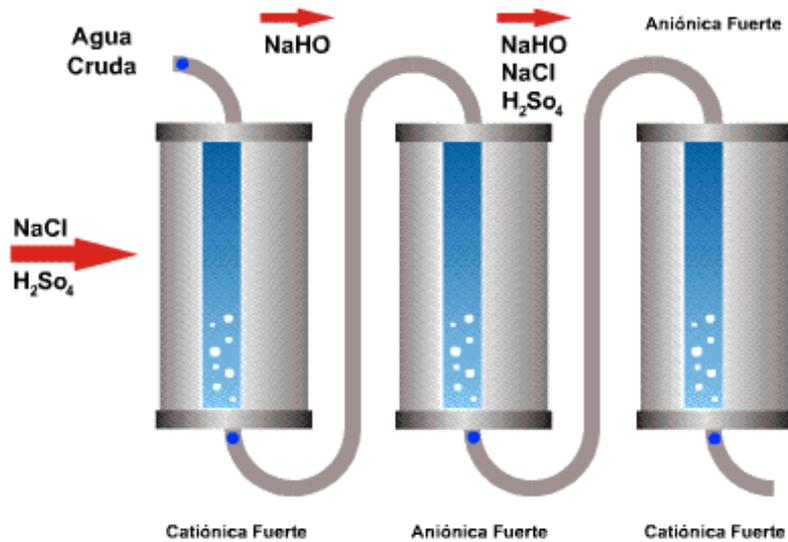
2.11.2 Filtros de intercambio iónico

El ion es un átomo el cual contiene la misma cantidad tanto de electrones como protones, se dividen en dos grupos, los cationes, su contenido es de carga positiva, y los aniones, poseen carga negativa. Este intercambio se realiza por medio de un polímero de diminutas esferas las cuales son capaces de intercambiar, por ello reciben el nombre de “Resinas de Intercambio iónico”. La función en la purificación del agua es ablandar el agua realizando un intercambio de los cationes de Sodio por Calcio y Magnesio, los cuales son más fuertes.

Los procesos que utilizan intercambio iónico son los siguientes de acuerdo con (TECH, 2020)

- Suavizador de agua (eliminación de dureza).
- De alcalinización (eliminar carbonatos).
- Decationisation (eliminación de todos los cationes).
- Desmineralización (eliminación de todos los iones).
- Lecho mixto (nitratos y desmineralización).
- Eliminar metales.

Figura 7. Tratamiento de agua por intercambio iónico



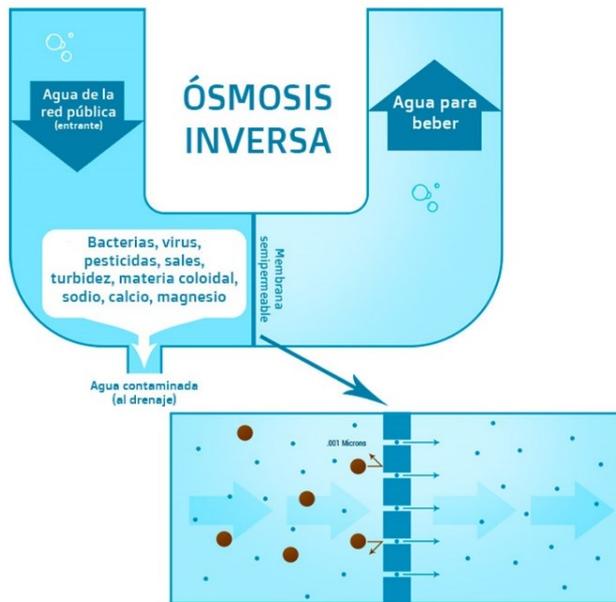
Fuente: Boss tech, 2020

2.11.3 Osmosis Inversa

La osmosis inversa funciona aplicándole presión al agua empujándola así a una membrana semipermeable para remover los minerales y eliminar iones del agua, eliminando las partículas más grandes del agua tratada. Un ejemplo sencillo es un mosquitero en una ventana, permite el paso del aire, mas no de los mosquitos o cualquier otro objeto más grande que el orificio de la membrana.

Para que el proceso de la osmosis inversa funcione correctamente, es necesario el uso de una bomba para aumentar la presión del lado de la membrana donde se tiene el agua a tratar, es decir, el agua con mayor índice de contaminantes; la cantidad de presión va a depender de la cantidad de contaminantes, cuanto más alta la concentración de contaminantes, más presión se requiere para superar la presión osmótica.

Figura 8. Funcionalidad e la Osmosis Inversa



Fuente: Water station, 2022

2.11.4 Filtro Squeeze

El filtro de agua Squeeze de Sawyer garantiza el acceso a agua limpia, con una filtración absoluta de 0,1 micras, elimina el 99,9% de bacterias como la salmonela, cólera, leptospirosis y el e. Coli, además, elimina los protozoos como la giardia y el cryptosporidium; es de fácil instalación, enroscable a la tubería y obtener el agua directamente del filtro, dentro de sus características consta la altura, el ancho y la longitud de 5.5 pulgadas, 1.9 pulgadas y 1.9 pulgadas respectivamente.

Figura 9. Sistema de filtración de agua Squeeze



Fuente: Sawyer products, 2023

2.12 Marco Legal

2.12.1 Constitución de la República del Ecuador, 2008

Capítulo Segundo

Derechos 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.

2.12.2 Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua

Título 1

Disposiciones Preliminares

Capítulo 1

De los Principios

Art. 1.- Naturaleza jurídica. Los recursos hídricos son parte del patrimonio natural del Estado y serán de su competencia exclusiva, la misma que se ejercerá concurrentemente entre el Gobierno Central y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, de conformidad con la Ley.

El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida, elemento vital de la naturaleza y fundamental para garantizar la soberanía alimentaria.

Art. 3.- Objeto de la Ley. El objeto de la presente Ley es garantizar el derecho humano al agua, así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el *sumak kawsay* o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución.

Art. 4.- Principios de la Ley. Esta Ley se fundamenta en los siguientes principios:

a) La integración de todas las aguas, sean estas, superficiales, subterráneas o atmosféricas, en el ciclo hidrológico con los ecosistemas;

b) El agua, como recurso natural debe ser conservada y protegida mediante una gestión sostenible y sustentable, que garantice su permanencia y calidad;

c) El agua, como bien de dominio público, es inalienable, imprescriptible e inembargable;

d) El agua es patrimonio nacional y estratégico al servicio de las necesidades de las y los ciudadanos y elemento esencial para la soberanía alimentaria; en consecuencia, está prohibido cualquier tipo de propiedad privada sobre el agua;

e) El acceso al agua es un derecho humano;

f) El Estado garantiza el acceso equitativo al agua;

g) El Estado garantiza la gestión integral, integrada y participativa del agua;

y,

h) La gestión del agua es publica o comunitaria.

Ordenado de manera jerárquica.

Requisitos

Los sistemas de abastecimiento de agua potable deberían acogerse al Reglamento de buenas prácticas de Manufactura (producción) del Ministerio de Salud Pública. El agua potable debe cumplir con los requisitos que se establecen a continuación:

Tabla 9. Requisitos físicos y químicos del agua para consumo humano

Parámetro	Unidad	Límite permitido ^b	Método de ensayo ^c
Arsénico	mg/L	0,01	Standard Methods 3114
Cadmio	mg/L	0,003	Standard Methods 3113
Cloro libre residual	mg/L	0,3 a 1,5	Standard Methods 4500 Cl ⁻
Cobre	mg/L	2,0	Standard Methods 3111

Color aparente	Pt-Co	15,0	Standard Methods 2120
Cromo (cromo total)	mg/L	0,05	Standard Methods 3113
Fluoruro	mg/L	1,6	Standard Methods 4500-F ⁻
Mercurio	mg/L	0,006	Standard Methods 3112
Nitratos (como NO ₃ ⁻)	mg/L	50,0	Standard Methods 4500-NO ₃ ⁻
Nitritos (como NO ₂ ⁻)	mg/L	3,0	Standard Methods 4500-NO ₂ ⁻
Plomo	mg/L	0,01	Standard Methods 3113
Turbiedad ^a	NTU	5,0	Standard Methods 2130
<p>^a Se conoce también como <i>Turbidez</i>.</p> <p>^b Los resultados obtenidos deben expresarse con el mismo número de cifras significativas de los límites permitidos, aplicando las reglas para redondear números indicadas en NTE INEN 52.</p> <p>^c En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados, estos deben ser normalizados. En el caso de no ser un método normalizado, este debe ser validado.</p>			

Fuente: Seidlaboratory CIA. LTDA., 2023

Elaborado por: Quimi Milton (2023)

Tabla 10. Requisitos microbiológicos del agua para consumo humano

Parámetro	Unidad	Límite permitido	Método de ensayo ^a
Coliformes fecales	Numero/100 mL	Ausencia	Standard Methods 9221 ^b Standard Methods 9222 ^c
<i>Cryptosporidium</i>	Numero de quistes/L	Ausencia	EPA 1623
<i>Giardia</i>	Numero de quistes/L	Ausencia	EPA 1623
<p>^a En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados, estos deben ser normalizados. En el caso de no ser un método normalizado, este debe ser validado.</p> <p>^b La ausencia corresponde a “< 1,1 NMP/100 mL”</p> <p>^c La ausencia corresponde a “<1 UFC/100 mL”</p>			

Fuente: Seidlaboratory CIA. LTDA., 2023

Elaborado por: Quimi Milton (2023)

Tabla 11. Rango de pH del agua para consumo humano

Parámetro	Unidad	Rango
pH ^a	Unidades de pH	6,5 – 8,0
^a Parámetro de control operativo		

Fuente: Seidlaboratory CIA. LTDA., 2023

Elaborado por: Quimi Milton (2023)

Tabla 12. Químicos orgánicos

Parámetro	Límite permitido (mg/L)
1,2-dibromoetano	0,0004
1,2-dicloroetano	0,03
2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético)	0,03
Acrilamida	0,0005
Aldicarb	0,01
Aldrin y Dieldrin (combinados)	0,00003
Atrazina y metabolitos de cloro-s-triazina	0,1
Benceno	0,01
Benzo[a]pireno	0,0007
Carbofurano	0,007
Clordano	0,0002
Cloruro de vinilo	0,0003
Diclorodifeniltricloroetano (DDT)	0,001
Endrin	0,0006
Epiclorhidrina	0,0004
Estireno	0,3
Tetracloroetano	0,04
Tolueno	0,7
Tricloroetano	0,02

Xileno	0,5
--------	-----

Fuente: Seidlaboratory CIA. LTDA., 2023

Elaborado por: Quimi Milton (2023)

Tabla 13. Químicos inorgánicos

Parámetro	Límite permitido (mg/L)
Antimonio	0,02
Bario	1,3
Boro	2,4
Níquel	0,07
Selenio	0,04

Fuente: Seidlaboratory CIA. LTDA., 2023

Elaborado por: Quimi Milton (2023)

Tabla 14. Subproductos de desinfección

Parámetro	Límite permitido (mg/L)
Monocloramina	3,0
Bromodiclorometano	0,06
Cloroformo	0,3

Fuente: Seidlaboratory CIA. LTDA., 2023

Elaborado por: Quimi Milton (2023)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la investigación: (cuantitativo, cualitativo o mixto)

Para empezar, hay que tener claro los conceptos de los tipos de investigación presentes y así obtener una mejor idea del por qué la selección de dicho enfoque; a continuación, la descripción de los tipos de enfoque:

Investigación cualitativa.

Son técnicas de investigación donde se analiza el comportamiento de las personas frente a un tema en particular, es muy útil en las primeras fases de los proyectos; está enfocado en la observación de un fenómeno en el entorno natural, las estadísticas no son el punto principal, aun así, no los rechaza en su utilización.

Investigación cuantitativa.

En enfoca en su mayoría en la recopilación y el análisis de información obtenidas en diversas fuentes, todo esto gracias al uso de herramientas estadísticas que ayuden a conseguir el objetivo establecido. Los análisis realizados pueden ser descriptivos o comparativos, con el objetivo de vincular las informaciones o parámetros estudiados. (Ortega, 2024)

Investigación mixta.

Al ser una investigación mixta, consistirá en recopilar, analizar e integrar los dos tipos de investigaciones, tanto cuantitativa como cualitativa, generalmente es utilizado para mayor comprensión del problema de investigación, es decir, identificar el fenómeno con mayor precisión abordándolo desde diferentes puntos de vista. (Arias, 2020)

Una vez analizado los tipos de enfoques y sus aplicaciones dentro del proyecto planteado, se concluye que la investigación adopta un enfoque cuantitativo, debido al manejo de variedad de datos estadísticos buscando interpretar la información basada en números y cifras. Entre los principales parámetros presentes en el proyecto que determinan el tipo de enfoque, se encuentran diferentes datos como precipitaciones del sector, consumo de agua en una vivienda, cantidad de almacenamiento de agua lluvia, etc., todo aquello para determinar la factibilidad de la reutilización de agua lluvia implementando un prototipo de recolección de la misma.

3.2 Alcance de la investigación: (Exploratorio, descriptivo o correlacional)

Posteriormente del análisis realizado para la selección del enfoque cuantitativo, es necesario profundizar el alcance dentro del estudio, debido que este tipo que enfoque parte desde el nivel exploratorio, descriptivo, correlacional hasta llegar al explicativo, por motivo que se busca una explicación detallada de la problemática que se está investigando.

A partir de la indagación y revisión de la información recolectada, se selecciona el alcance que tendrá la investigación; para el presente proyecto será un alcance correlacional, ya que se propone relacionar dos o más variables, a su vez porque en el desarrollo del proyecto se aplican procesos estadísticos y analíticos. Existen tres tipos de investigación correlacional, el cual (Velásquez, 2024) las explica a continuación:

Correlación negativa.

Si existe el aumento de una variable, la segunda variable disminuirá y viceversa, es decir, si la variable disminuye, la segunda variable aumentará.

Correlación positiva.

En este caso, el aumento de una variable aumentara el aumento de la segunda variable, a su vez, la disminución de una variable provocara la disminución de la segunda variable.

Correlación sin correlación.

Las variables no tienen influencia la una con la otra. Por ejemplo, ser millonario y la felicidad, el aumento del dinero no necesariamente general felicidad en una persona.

Por ende, el proyecto corresponde a un alcance correlacional positivo, por motivo a la relación que presenta la investigación; analizando y verificando la factibilidad del tratamiento de agua lluvia gracias a los estudios analizados con anterioridad, se logra obtener como resultado el aprovechamiento de la misma para el uso doméstico, quiere decir que las dos variables influyen entre sí aumentando sus valores en ambas.

3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos

Observación.

Es un estudio de forma directa, ayuda al registro de información sin necesidad de un intermediario, es decir, se caracteriza por no ser intrusivo permitiendo obtener un panorama amplio en la investigación. De tal manera, es posible corroborar la problemática del proyecto, realizando una observación continua y puntual dentro del campo de estudio, registrando la información de manera ordenada evitando perjuicios personales. (Santos, 2023)

Encuestas.

Los cuestionarios o encuestas aportan mayor información acerca del estudio tomando en cuenta los objetivos de la investigación, gracias a ello es uno de los métodos con mayor aplicación dentro de la investigación. Para comprobar la eficiencia del análisis es necesario aplicar el tipo de encuesta adecuado, los dos más populares son el cuestionario abierto y cuestionario cerrado. El cuestionario abierto es utilizado para analizar las opiniones de las personas sobre un tema específico, mientras el cuestionario cerrado contiene preguntas de opción múltiple permitiendo recolectar gran cantidad de información, pero las respuestas son limitadas. (Santos, 2023)

Revisión bibliográfica.

Hace referencia a una metodología sistemática, optando por la recopilación de información de diversas fuentes, logrando así el análisis puntual de datos, permitiendo la comparación y el estudio de la factibilidad de los distintos parámetros presentes. Es de mucha importancia recopilar amplia información debido a la diversidad de elementos presentes en el proyecto, se realiza siguiendo un protocolo preciso compilando los datos obtenidos para evaluar la factibilidad del estudio. (Vega, 2019)

3.4 Población y muestra

3.4.1 Descripción del sitio

La comunidad Isla Bonita le corresponde a Chongón, una parroquia rural ubicada en la región costa de la provincia del Guayas, perteneciente al cantón Guayaquil, se encuentra a unos 24 Km. del mismo y sus coordenadas geográficas son 2°13'51''S 80°04'43''W; cuenta con una población de 36.726 habitantes según los datos obtenidos por el (INEC, 2010).

El proyecto será realizado en la comunidad Isla Bonita, no tiene establecido una cantidad de habitantes exacta, pero, mediante la visita se ha observado un total 230 habitantes aproximadamente; las viviendas se encuentran alrededor de un islote, por ello es conocido como Isla Bonita, no presenta asfalto en sus calles, por lo tanto las redes de agua potable no llegan hasta sus viviendas, por ello, cada vivienda debe realizar una instalación desde la calle principal hasta su hogar, aquella conexión no es cubierta por el municipio, es netamente trabajo de los habitantes.

Por consiguiente, las redes de aguas servidas no existen para determinadas viviendas, quienes optaron por realizar pozo séptico, en ciertos casos de ciertos hogares, las descargas sanitarias van dirigidas hacia el islote mediante tuberías realizadas por cuenta propia, así, se logra evidenciar que la comunidad Isla Bonita presentan inconformidades tanto con las redes de agua potable como las aguas servidas.

Figura 10. Ubicación geográfica de la comunidad Isla Bonita - Parroquia Chongón



Fuente: Google earth, 2024

Tamaño de la muestra.

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2(N - 1) + Z^2 \sigma^2}$$

$$n = \frac{(1.96^2)(0.5^2)(230)}{(0.10^2)(230 - 1) + (1.96^2)(0.5^2)}$$

$$n = 67$$

n = Tamaño de muestra

N = Tamaño de la población total

σ = Desviación estándar, valor constante 0.5

Z = Valor mediante niveles de confianza, valor constante 1.96%

e = limite aceptable de error muestral, valor estándar 0.10

CAPÍTULO IV

PROPUESTA O INFORME

Posterior al estudio de la información que abarca la problemática de la investigación, se procedió a la aplicación de técnicas de recolección de datos; es necesario ya que va a favorecer con el cumplimiento de los objetivos del proyecto, además, una vez presentando los resultados con su debida interpretación, se continúa con la propuesta dando así una solución temporánea al problema identificado.

Cabe recalcar que la propuesta al ser temporánea, no se lograra una solución definitiva, pero si como un inicio a una mejor propuesta en un futuro, donde pueda intervenir un sistema con mayor estudio, mayor eficacia logrando cumplir con mayores objetivos, además de ser un prototipo más sofisticado y no que sea uso de una vivienda en una comunidad, sino que pueda aplicarse a ciudades para incentivar la innovación de nuevos sistemas.

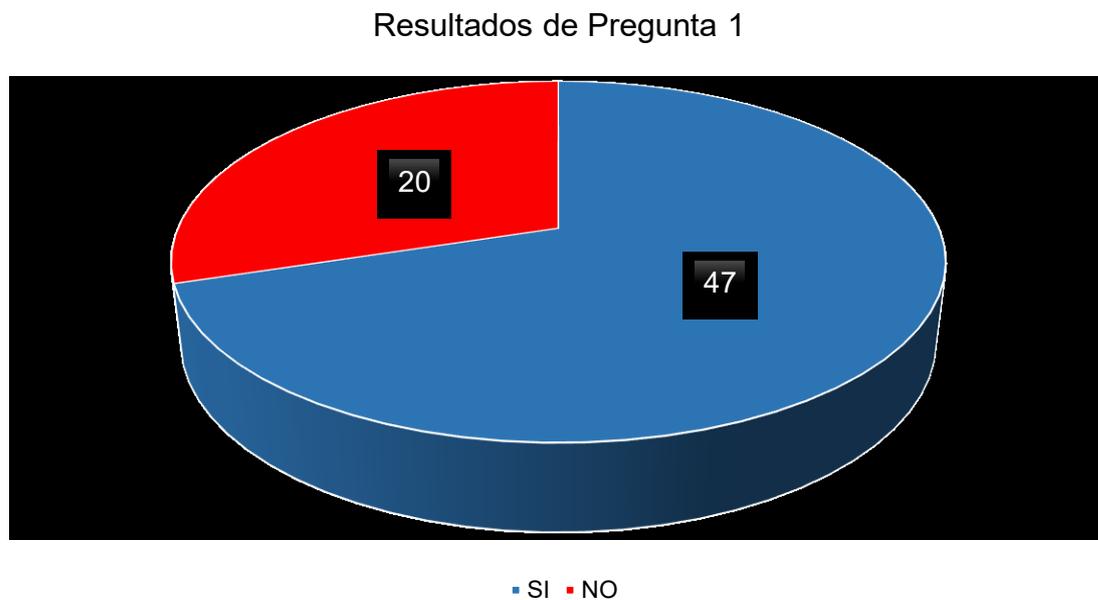
4.1 Presentación y análisis de resultados

Posterior a la aplicación de las técnicas para la recolección de datos, se obtuvieron resultados satisfactorios gracias a las encuestas realizadas de preguntas cerradas (Ver Anexo 1), donde participaron los habitantes de la comunidad (Ver anexo 2) para un mejor análisis, además, las técnicas estuvieron relacionadas entre sí, ya que la observación aplicada en campo permitió corroborar las preguntas realizadas en las encuestas consiguiendo una mejor conclusión de los datos obtenidos, cabe mencionar que los resultados con respecto a la observación se encuentran interpretadas a continuación.

Además, se aplicó la revisión bibliográfica, que permitió analizar resultados de la variable mas importante, el agua lluvia; también se estudiaron varias fuentes de sitios web donde se obtuvieron noticias que relacionan las técnicas de recolección de datos, como por ejemplo, una noticia hace mención a una de las causas del suministro de agua potable, la falta de pavimentación de calles, ya que el abastecimiento de agua potable no se aplica para las viviendas que se encuentren con calles en mal estado; en la observación se pudo aclarar dicha problemática con ayuda de las encuestas de los habitantes de la comunidad quienes hacen mención al momento de realizar las encuestas.

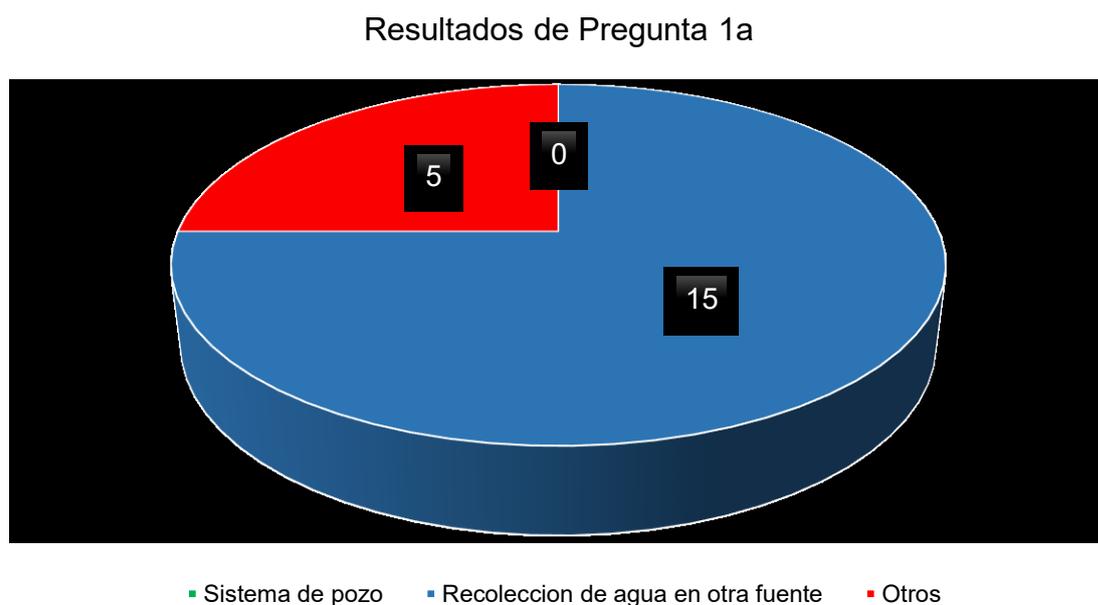
4.1.1 Presentación de los datos obtenidos

Gráfico 1 . Pregunta 1 ¿Cuenta con suministro de agua potable?



Elaborado por: Quimi Milton (2024)

Gráfico 2. Pregunta 1a ¿Cuál es la fuente de abastecimiento para consumo diario?



Elaborado por: Quimi Milton (2024)

Gráfico 3. Pregunta 2 ¿Sabe usted si el agua que recibe tiene algún tipo de tratamiento?



Elaborado por: Quimi Milton (2024)

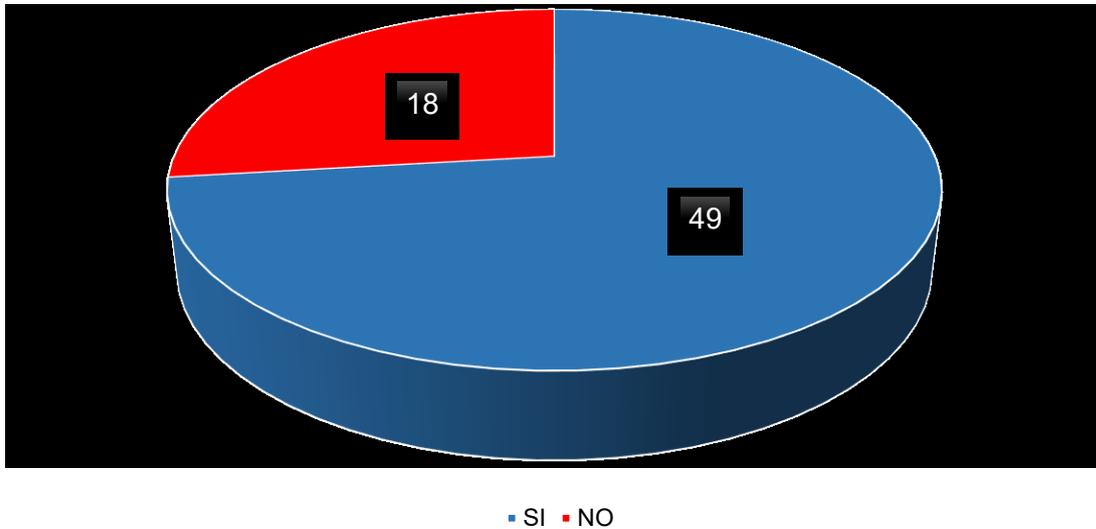
Gráfico 4. Pregunta 3 ¿Utiliza algún método de potabilización de agua para su consumo diario?



Elaborado por: Quimi Milton (2024)

Gráfico 5. Pregunta 4 ¿Algún familiar se ha enfermado debido al consumo de agua?

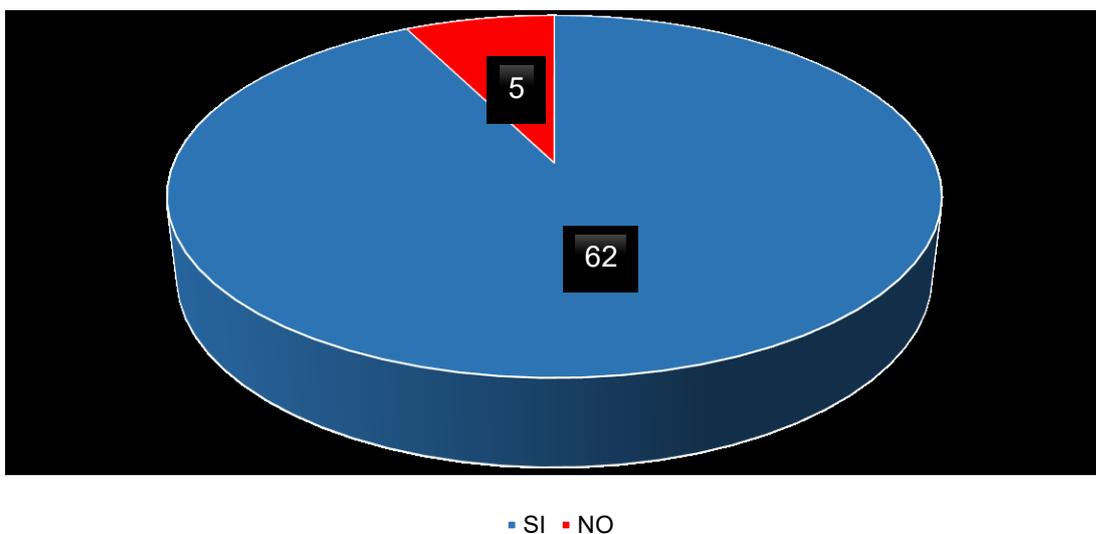
Resultados de Pregunta 4



Elaborado por: Quimi Milton (2024)

Gráfico 6. Pregunta 5 ¿Cree usted que el agua lluvia se puede reutilizar para uso doméstico en una vivienda?

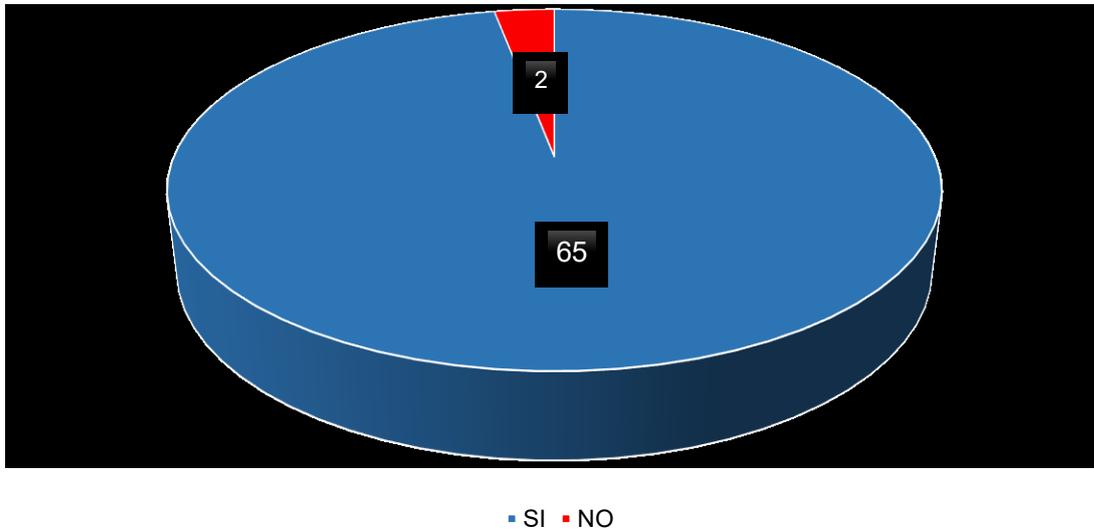
Resultados de Pregunta 5



Elaborado por: Quimi Milton (2024)

Gráfico 7. Pregunta 6 ¿Estaría dispuesto a elaborar un sistema domestico para la recolección de aguas lluvias?

Resultados de Pregunta 6



Elaborado por: Quimi Milton (2024)

4.1.2 Interpretación de los datos obtenidos

La observación en campo permite corroborar toda la información obtenida con anterioridad, en primer lugar, la falta de pavimentación de las calles. Dicho problema se hace presente en toda la comunidad Isla Bonita, no cuentan con la infraestructura general de la calle compuesta por acera y bordillo, por tal motivo se hace visible las tuberías que contienen el agua suministrada, a la falta de la infraestructura de calle no es posible el abastecimiento de agua potable a ciertas viviendas ya que las redes de agua potable solo llegan a las calles principales que ya se encuentran pavimentadas.

En la siguiente imagen se logra observar la falta de infraestructura en la vía, en el exterior de la comunidad se encuentra el centro de Chongón, cuyas vías si son pavimentadas por parte de las autoridades competentes, pero en los alrededores se encuentran comunidades que una vez ingresando por las calles secundarias, la infraestructura desaparece en su totalidad de manera instantánea, provocando inundaciones en época invernal, ya que tampoco gozan del servicio de drenaje pluvial, además de la ausencia de sistema de alcantarillado sanitario.

Figura 11. Finalización de infraestructura vial



Elaborado por: Quimi Milton (2024)

Figura 12. Calles secundarias sin infraestructura vial



Elaborado por: Quimi Milton (2024)

Para la ausencia de alcantarillado sanitario, las viviendas tuvieron que generar un pozo séptico enterrado tradicional que es aplicado en este tipo de poblaciones, por ende, dichos pozos no son realizados como se debe, ya que no cuenta con los parámetros necesarios de un pozo séptico adecuado que indica (Pinto, 2023) los cuales son: trampa de grasas, tanque séptico, caja de distribución, etc.; por lo general, dichos pozos sépticos tradicionales son excavaciones a cierta profundidad que es utilizada para el almacenamiento de todos los residuos sanitarios existentes en una vivienda.

Figura 13. Ubicación de pozo séptico enterrado de una vivienda



Elaborado por: Quimi Milton (2024)

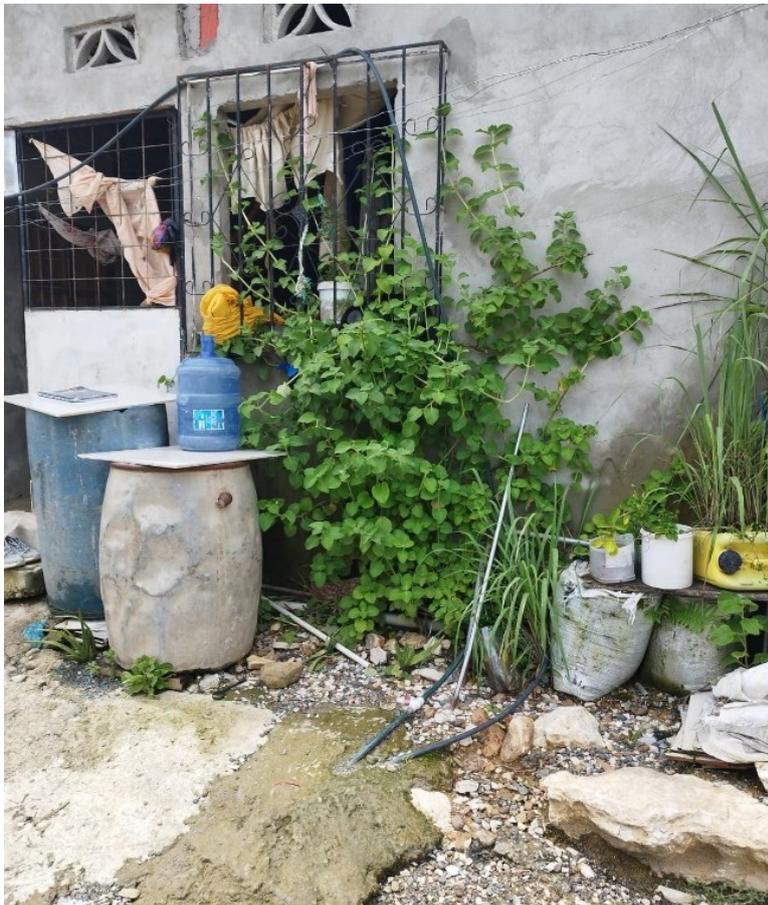
Al dar mención a la falta de abastecimiento de agua potable en las viviendas con falta de infraestructura vial, se genera la interrogante ¿De dónde son abastecidas de agua potable las viviendas que si gozan de dicho servicio? Respondiendo a la interrogante; la autoridad competente, en este caso Interagua, realizó un conjunto de medidores en la intemperie de la vía, en donde puede ser extraída el agua; de allí es que surge la novedad en la que cada vivienda debe realizar su propia instalación para hacer uso del recurso hídrico.

Figura 14. Medidores de Interagua en la intemperie



Elaborado por: Quimi Milton (2024)

Figura 15. Conexión de agua potable en una vivienda



Elaborado por: Quimi Milton (2024)

Luego de realizar la tabulación de las encuestas realizadas (Ver Anexo 1), se procede a realizar la interpretación de los datos, obteniendo un mejor análisis de los resultados:

- En la pregunta 1 realizada, genera un resultado de que solo 47 viviendas cuentan con suministro de agua potable, mientras que la diferencia no; generalmente se debe a la mala administración por parte de las organizaciones competentes.

- Las 20 personas que no cuentan con el suministro de agua potable, se les ha realizado una determinada pregunta, del cual se obtuvo lo siguiente: el agua que consumen, en su mayoría, es por parte de recolección de otra fuente, ya sea el agua lluvia como el agua que se encuentra en el islote, por otro lado, no cuentan con pozo para la extracción del agua por lo que el resultado es de 0 en esta opción. Ciertas personas hicieron mención que en otras comunidades existe la distribución por medio de tanqueros, quienes se abastecen de este recurso ya sea de manera gratuita o adquiriéndola por la compra de litros.

- La pregunta 2 es específicamente para las personas que reciben el suministro de agua, la mayoría de viviendas afirman que sí saben que el agua es previamente tratada, pero entre esas viviendas existe una cantidad mínima que asumen que sí es tratada el agua, esto sucede porque asumen que como cuentan con tuberías de agua potable, entonces reciben agua tratada. Por el otro lado, existen personas que no tienen conocimiento si el agua es previamente tratada, ya que, en varias ocasiones, dentro del recurso hídrico que consumen, se logra visualizar una cierta tonalidad de color, esto quiere decir que el agua no es tratada previo a su abastecimiento ya que el agua potable debe ser incolora de acuerdo a los estándares de calidad.

- Luego, en la pregunta 3, tiene enfoque hacia las personas que no cuentan con suministro de agua, se realizó la pregunta si el agua recolectada es tratada para su consumo, dando a conocer la falta de conocimiento de sistemas de tratamiento domésticos o de fácil alcance y aplicación, el único sistema de tratamiento del cual tienen mínimo conocimiento es de la implementación de carbono granular o también un tratamiento casual pero poco recomendable, es el de hervir el agua, es cierto que puede eliminar bacterias pero no elimina las impurezas.

- La pregunta 4 si es muy preocupante, ya que existe una cantidad muy amplia de personas con enfermedades, no solo por consumir el agua recolectada, sino también de consumir el agua suministrada, se cuestionó de cuáles pueden ser las causas, y es que el agua suministrada no es de redes adecuadas, sino de redes clandestinas como se lo mencionó desde un principio; los habitantes deben hacer sus conexiones por cuenta propia a dichas redes para que puedan obtener el recurso hídrico, también fue posible evidenciar tal problemática ya que existen medidores de Interagua en la intemperie de la vía, tal como se muestra en las evidencias anteriores.

- Los resultados de la pregunta 5 es muy importante, ya que la mayoría de las personas creen en la posibilidad de que el agua lluvia puede ser reutilizada, además de que si han reutilizado el agua lluvia pero no con una metodología adecuada; las personas que opinan lo contrario, es debido a un pensamiento de que dicha agua está contaminada por el contenido de la cubierta y las enfermedades que pueden ocasionar si la utilizan para consumo humano, por lo que se hizo énfasis que solamente es posible la reutilización para consumo doméstico.

- La pregunta 6 es el núcleo de la encuesta, y los resultados fueron muy favorables, gracias a que la mayoría de viviendas si optarían por un sistema de recolección de agua lluvia, el índice de respuesta fue positivo ya que hubo una explicación previa del prototipo, indicándoles cual sería el uso del mismo, su funcionamiento, su elaboración, aproximándoles un costo referencial que fue una duda muy presente entre las personas, obteniendo una aceptación del 97% de los encuestados.

Posterior a una revisión bibliográfica, se evidenció un estudio realizado de “Tratamiento de Agua Lluvia con fines de consumo humano” por (Hernandez & Chaparro, 2020) el cual obtuvieron un análisis del agua recolectada de una cubierta; como conclusión en general, indica que la calidad inicial del agua lluvia es aceptable, siempre y cuando sea para consumo doméstico, sin embargo, para poder reutilizarla para consumo humano, es necesario que el agua sea filtrada por uno de los sistemas estudiados, ya que se obtendrá un mejor desempeño en la remoción de materia orgánica; en tal proyecto aplicaron un sistema constituido por 5 filtros: antracita, carbón activado granular, carbón natural, una mezcla de carbón natural y antracita y finalmente la espuma, donde el carbón natural presenta un mejor desempeño para reducir los contaminantes dentro del agua lluvia.

Tabla 15. Calidad de agua lluvia recolectada

Parámetros	Unidades	48 h		96 h	
		M1	DE2	M1	DE2
pH	Unidades	6.71	0.13	6.57	0.28
Conductividad	µs/cm	13.7	2.27	13.5	1.95
Turbiedad	NTU	7.54	1.33	2.32	0.66
Color	UPC	16	7.35	13.5	8.96
UV ₂₅₄	-	0.024	0.005	0.022	0.004
Acidez	mg CaCO ₃ /L	0.28	0.11	0.26	0.09
Alcalinidad	mg CaCO ₃ /L	12.7	2.41	14.92	2.18
DQO	mg/L	31.9	17.9	14.12	8.25
Fosfatos	mg PO ₄ /L	0.67	0.09	0.73	0.14
Cloruros	mg Cl/L	0.92	0.11	0.49	0.0
Sulfatos	mg SO ₄ /L	71.4	11.02	76.7	4.8
Dureza	mg CaCO ₃ /L	13.4	1.28	15.1	1.78
Sólidos totales	mg/L	23.8	7.98	16.4	3.7
E. Coli	UFC/100 mL	1.73	1.33	2.38	1.86

Nota: Estudio realizado por la Universidad Militar Nueva Granada, 2019

Fuente: Hernández Diana y Chaparro Tatiana (2019)

Después de un evento de lluvia, las muestras fueron caracterizadas, donde los valores medios de pH fueron de 6.61 ± 0.37 unidades; los de conductividad, 27.7 ± 18.0 µs/cm; alcalinidad, 9.63 ± 5.3 mg/L; cloruros, 1.08 ± 0.57 mg/L; sulfatos, 28 ± 18.2 mg/L, y dureza, 14.1 ± 3.12 mg/L. Estos valores se encuentran dentro del límite admisible establecido en la NTE INEN 1108; sin embargo, en el caso del color (54.5 ± 48.2 UPC), turbiedad (6.34 ± 3.8 NTU), fosfatos (0.91 ± 0.49 mg/L) y E. Coli (5.84 ± 8.8 UFC/100 mL), los valores superan los límites permisibles establecidos.

Por otra parte, la NTE INEN 1108 no especifica los valores admisibles de acidez, UV₂₅₄, DQO (Demanda Química de Oxígeno), DBO₅ (Demanda Biológica de Oxígeno) y sólidos totales, los cuales presentan valores medios de 0.37 ± 0.01 mg/L, 0.044 ± 0.02 cm⁻¹, 41.58 ± 43.7 mg/L, 3.06 ± 9.3 mg/L y 31.12 ± 18.2 mg/L, respectivamente.

Los resultados de la caracterización muestran que los parámetros más críticos y los que se consideran de difícil remoción son los sulfatos, la turbiedad y el DQO. En razón de lo anterior, la utilización de materiales para utilizar como lecho filtrante que contengan minerales de carbón, como la antracita y el carbón natural, resultan ser adecuados debido a su elevada superficie de contacto y capacidad de adsorción.

4.2 Propuesta

Posterior al análisis de la interpretación de datos, se logra obtener suficiente información sobre las necesidades de las viviendas en la comunidad Isla Bonita; debido a esto, se propone la elaboración de un prototipo de aprovechamiento de agua lluvia, cuya elaboración es sencillo, es decir, no se necesita de conocimientos técnicos avanzados, por lo que cualquier persona se encuentra capacitada para elaborar dicho sistema.

Para proceder con la elaboración del prototipo, es necesario tener conocimiento de la cantidad aproximada de agua lluvia que es posible captar en una vivienda, para ello se aplicará las fórmulas estudiadas anteriormente basándose en las precipitaciones mensuales del mes de febrero y marzo los cuales son de mayor índice de precipitación.

$$\text{Litros aproximados} = Ac * \text{Precipitacion mensual}$$

$$Ac = L * b * \text{Sen}(\alpha)$$

$$Ac = 5 * 8 * \text{Sen}(15)$$

$$Ac = 10,35 \text{ m}^2$$

Febrero

$$\text{Litros aproximados} = 10,35 \text{ m}^2 * 303 \text{ mm}$$

$$\text{Litros aproximados} = 3136,05 \text{ litros}$$

Marzo

$$\text{Litros aproximados} = 10,35 \text{ m}^2 * 290 \text{ mm}$$

$$\text{Litros aproximados} = 3001,50 \text{ litros}$$

Es importante destacar que el prototipo no tiene como función principal el almacenamiento del agua lluvia captada, por lo tanto, el agua captada en el prototipo debe ser extraída una vez contenga la suficiente agua, utilizando los diferentes tipos de almacenamiento, como lo pueden ser los tanques de Rotoplas. Sin embargo, el sistema de botellas si están cumpliendo con la función de almacenamiento momentáneo, esto quiere decir que mientras el prototipo se va llenando de abajo hacia arriba, el agua va ingresando por las botellas almacenando el agua hasta su extracción; la cantidad de litros que puede ser almacenada va a depender de la cantidad de botellas utilizadas en el prototipo.

Para realizar un estimado del almacenamiento total momentáneo, primero va a depender de la altura de la vivienda, para el presente caso es una vivienda de una planta por lo que la altura a considerar es de 2,50 mts., así se obtiene la cantidad de niveles, cada nivel contiene 9 botellas, teniendo en cuenta que cada botella presenta una longitud de 45 cm. Por lo tanto, el resultado de la altura total entre la longitud de la botella es de 5,55; se va a considerar solo 5 niveles para disponer del restante repartidos entre la bajante y el sistema receptor del agua lluvia, por consiguiente, el total de botellas a necesitar será de 45 unidades, cada botella almacena 2 litros, por ende, el sistema almacenará 90 litros de manera momentánea. En Ecuador, (Alba, 2023) menciona que el precio de 23 botellas PET, lo que representa un kilogramo, tiene un valor de \$0,46, dicho valor fue establecido por el Servicio de Rentas Internas (SRI).

Generalmente, en las viviendas rurales, se utilizan tanques cilíndricos de 55 galones cada uno correspondientes a 208 litros aproximadamente; tomando los resultados de los datos obtenidos estimados de la cantidad de agua a captar, se debe usar 15 tanques para abastecer la cantidad de agua captada. Luego de almacenar el agua en los tanques se procede a tomar medidas preventivas de salud, donde dichos tanques deben ser cubiertos en su totalidad para evitar la propagación de mosquitos que son responsables de enfermedades como el dengue, además, el prototipo también debe ser cubierto para evitar el ingreso de los rayos UV generados por el sol quienes pueden causar hongos dentro de las botellas. La limpieza del prototipo se la realiza con cloro, primero se llena el sistema 3/4 de su totalidad, luego se inserta dos pastillas de cloro para piscina, logrando la eliminación de bacterias, hongos y otros organismos no deseados en el agua.

4.2.1 Materiales y herramientas

Para la elaboración del prototipo van a ser necesarios materiales de gasfitería, en este caso serán uniones y cierta cantidad de metros lineales de tuberías roscable, por consiguiente, las herramientas para poder elaborar el sistema, serán herramientas menores como:

- Tijera
- Cierra manual
- Taladro
- Estilete
- Llave pico de loro
- Tarraja
- Sartén

Una vez con las herramientas menores a disposición, se hará mención a los materiales empleados para la elaboración del prototipo, los materiales son de tipo roscable como se los mencionó anteriormente, además se indica los precios unitarios de cada uno de ellos, cabe recalcar, que los precios de los materiales son variables de acuerdo a las ferreterías donde se las vaya a comprar; la presentación de los costos de los materias ayudan a obtener un mejor análisis socioeconómico en la elaboración del prototipo en una vivienda.

- Botellas PET 2L
- Tapas de botellas
- Permatek
- Cinta de teflón
- Cinchos de 25 cms cada uno
- Unión T PVC 1/2"
- Unión T PVC 1"
- Unión T PVC 3/4" a 1/2"
- Nudos 1"

- Codo PVC 1/2" x 90°
- Codo PVC 1" x 90°
- Codo PVC 3/4" x 45°
- Tubo PVC 1"
- Tubo PVC 1/2"
- Tubo PVC 3/4"
- Llave de paso 1/2"
- Llave de paso 3/4"
- Track para Gypsum

Tabla 16. Precios referenciales de materiales

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total
1	Botellas PET	u	45	-	-
2	Tapas	u	45	-	-
3	Permatek	u	1	8.39	8.39
4	Cinta de teflón	u	3	0.40	1.20
5	Unión T PVC 1/2"	u	2	0.54	1.08
6	Unión T PVC 1"	u	11	1.94	21.34
7	Unión T PVC 3/4" a 1/2"	u	1	1.76	1.76
8	Nudos 1"	u	2	1.25	2.50
9	Codo PVC 1/2" x 90°	u	2	0.38	0.76
10	Codo PVC 1" x 90°	u	2	1.65	3.30
11	Codo PVC 3/4" x 45°	u	2	1.27	2.54
12	Tubo PVC 1"	mts.	2	20.04	3.34
13	Tubo PVC 1/2"	mts.	2,5	7.41	1.85
14	Tubo PVC 3/4"	mts.	0,3	10.89	0.90
15	Llave de paso 1/2"	u	1	5.76	5.76
16	Llave de paso 3/4"	u	1	3.88	3.88
17	Reductor bushing 1" a 3/4"	u	1	1.20	1.20

18	Track para Gypsum	u	6	1.29	7.74
Total					67.54

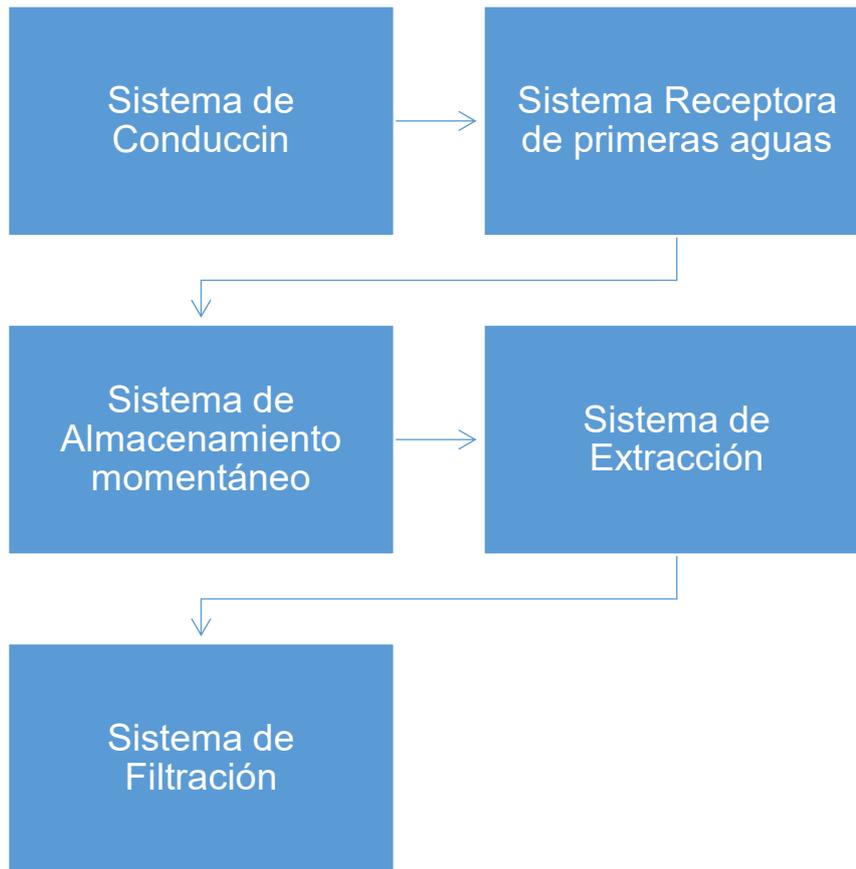
Elaborado por: Quimi Milton (2024)

Analizando los precios de los materiales para la elaboración del prototipo, tomando en cuenta que contará con un sistema de botellas PET de 5 niveles, se puede establecer un valor total del rubro para la elaboración del mismo, el costo aproximado de materiales es de \$67.54, las herramientas menores puede evaluarse con un valor de \$3.40, asumiendo que el encargado de realizar el prototipo sea un gasfitero, el valor de la jornada según (Sanz, 2024) es de \$33.55; por lo que el valor total del rubro es \$104.49 aproximadamente.

Posterior a conocer los materiales necesarios para el prototipo, se procede a la elaboración del mismo, dicha elaboración puede ser ejecutada con tuberías roscables o también plegables, cabe indicar que es un prototipo basado en tuberías roscables; su manejo e instalación es de manera sencilla, pero amerita un tiempo prudente por la generación de pasos adicionales para la conexión entre las tuberías y accesorios, mientras que, con las tuberías plegables, el manejo e instalación es sencilla, son los mismos procedimientos como el sistema anterior, pero se optimiza un mayor tiempo debido a que no se necesita de pasos adicionales ya que son conexiones directas de las tuberías con los accesorios; también, se reduce en el uso de accesorios como lo son las uniones.

Los componentes de captación son fundamentales para la elaboración del prototipo, debido a que cada componente va a presentar características que son fundamentales para llevar a cabo un buen funcionamiento del mismo, a su vez, se realizará una descripción de los pasos a seguir para la elaboración de los distintos sistemas:

Tabla 17. Etapas de prototipo de captación de agua lluvia



Elaborado por: Quimi Milton (2024)

Sistema de conducción

La recolección de agua lluvia se lo realiza directamente de una cubierta, el agua es transportada mediante el canalón hasta su bajante; generalmente, toda cubierta, ya sea de cualquier tipo, tiene presencia de sólidos orgánicos; debido a esto dicha bajante, en su interior, presenta una malla inoxidable cuya función es evitar el paso de sólidos orgánicos de mayor diámetro presentes en la cubierta, como hojas, pasto, tierra, etc., aun así, la malla no asegura que el agua recolectada sea libre de sólidos orgánicos.

Figura 16. Bajante de agua lluvia



Elaborado por: Quimi Milton (2024)

Sistema Receptor de primeras aguas

Una vez el agua empiece a caer por la bajante, el prototipo empezara a llenarse de abajo hacia arriba; para que ocurra este suceso, se va a elaborar un pequeño sistema por donde va a fluir toda la cantidad de agua lluvia obtenida de la cubierta, dicho sistema es creado por las uniones y metros lineales de tuberías de distintos diámetros, además presentará dos llaves de paso cuya finalidad es cumplir una doble función que se las detallará más adelante.

Figura 17. Sistema receptor de agua lluvia



Elaborado por: Quimi Milton (2024)

Sistema de Almacenamiento momentáneo

Con el sistema ya en funcionamiento, los envases empiezan a llenarse de abajo hacia arriba por medio del principio de los vasos comunicantes. La primera conexión de las botellas con el sistema es mediante la rosca del envase con las uniones T del sistema, se ejerce una mínima presión a los envases para que queden fijas al sistema, de tal manera que los envases quedan boca abajo en el primer nivel.

Por otro lado, mientras mayor sea la altura del prototipo, mayor será el uso de las botellas, el cual ya fue analizado y el sistema va a contar con 5 niveles para el uso de botellas PET, por lo tanto, se hará uniones con las partes superiores e inferiores de las botellas, las conexiones superiores de las botellas se logra mediante termofusión de las tapas, haciendo un orificio en ellas y conectándolas a temperatura alta, por otro lado, las conexiones con las partes inferiores de las botellas se logra realizando un orificio del diámetro determinado instalando un pedazo de tubo para lograr un sello mecánico y hermético.

Sistema de Extracción

Como se mencionó en párrafos anteriores, el sistema receptor de primeras aguas va a cumplir doble funcionalidad, como primera función, será un sistema interceptor de las primeras aguas lluvias que ya fue explicado detalladamente, ahora, su segunda función es de la extracción del agua el cual se va analizar a continuación.

Este sistema de extracción va a separar el agua contaminada del agua a reutilizar, por ello el sistema cuenta con dos llaves de paso, su primera llave de paso está en la parte inferior del sistema y es la encargada de extraer el agua contaminada, es decir, extraer las primeras aguas de la lluvia que van a presentar algún contenido de desecho orgánico, por otro lado, se encuentra la segunda llave de paso quien es la encargada de extraer el agua a reutilizar.

Figura 18. Llave para extracción de primeras aguas



Elaborado por: Quimi Milton (2024)

Figura 19. Llave para extracción de agua con menor índice de contaminación



Elaborado por: Quimi Milton (2024)

Sistema de Filtración

El sistema de filtración puede ser empleado de diversas maneras empleando cualquier método estudiado con anterioridad, en el prototipo analizado se aplicó un filtro Sawyer permitiendo eliminar las bacterias en el agua almacenada, además de que su instalación es sencilla; (Hernandez & Chaparro, 2020) realizaron un estudio del agua lluvia recolectada en las cubiertas dando como resultado que el agua se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la NEC, por lo que su reutilización si es posible para uso doméstico.

Luego de obtener el agua filtrada, es recomendable realizar un tratamiento para eliminar cualquier tipo de microorganismo presente dentro del mismo, el prototipo no presenta método de tratamiento, pero es posible aplicar cualquier método estudiado con anterioridad, uno de ellos puede ser el generador de ozono, fácil aplicación, instalación sencilla y es recomendable para las aguas pluviales, por motivo de tener un índice bajo de contaminantes.

CONCLUSIONES

- La falta de administración por las autoridades competentes, provoca la insuficiencia de infraestructuras básicas dentro de una comunidad, en el presente proyecto se basa en la deficiencia de suministro de agua potable, pero además se pudo evidenciar la falta de los servicios básicos complementarios; el suministro de agua potable se ve afectada por el déficit de infraestructura adecuada, haciendo referencia a la infraestructura vial, ya que, por no presentar el tipo de infraestructura vial requerido, el suministro de agua mediante las redes de agua potable no será posible además de no contar con un sistema de redes sanitarias.
- Para poder realizar el prototipo fue necesario establecer etapas que permiten llevar a cabo la elaboración del mismo, a su vez, en cada etapa existe un análisis minucioso de parámetros importantes ayudando que el proyecto sea factible para la aplicación en una vivienda,
 - Para la elaboración del prototipo, se tuvo que recurrir al análisis de precios de los materiales, así es posible adaptar el prototipo a la situación económica dentro de la comunidad Isla Bonita, obteniendo un valor considerable para la elaboración del mismo.
 - Luego de obtener información suficiente sobre el estudio del agua lluvia y su contenido de microorganismos, se concluye que cualquier método de tratamiento estudiado es viable gracias a que el agua lluvia presenta un bajo índice de contaminantes, por lo tanto, la reutilización del agua lluvia si es factible para el uso doméstico, mientras que para consumo humano es necesario la aplicación de sistemas de tratamiento y sistemas de filtración para eliminar la mayor cantidad de desechos orgánicos, el estudio analizado indica que la aplicación del carbono natural permite reutilizar el agua lluvia para consumo humano, de igual manera es preferible realizar mayores estudios para evaluar la factibilidad del agua lluvia en el consumo humano.

RECOMENDACIONES

Para lograr obtener una mayor calidad de agua es recomendable aplicar los sistemas de filtración, como por ejemplo el carbón activado, es de fácil adquisición y es uno de los mejores tratamientos para eliminar microorganismos y bacterias. Luego de su implementación es necesario realizar ensayos del agua tratada para estudios futuros que sean innovadores para la reutilización del agua lluvia, además puede ser útil para disminuir la insuficiencia del suministro de agua potable.

Se recomienda que Interagua como concesionaria de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario de Guayaquil, evalúe la posibilidad de usar este sistema innovador para reutilización del agua lluvia, y al mismo tiempo pueda servir como atenuador de cualquier precipitación que ocurra.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alba, M. (2 de Enero de 2023). *Diario Correo*. Obtenido de <https://diariocorreo.com.ec/79377/ciudad/en-vigencia-nuevo-precio-de-botellas-recicladas>
- Arias, E. (1 de Noviembre de 2020). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-mixta.html>
- Benavides, H. (8 de Mayo de 2019). *DIALOGUEMOS*. Obtenido de <https://dialoguemos.ec/2019/05/en-ecuador-donde-se-concentra-la-mayor-demanda-de-agua-es-realmente-en-el-sector-agricola/>
- Carvajal, A., Risquez , A., Echezuria, L., Fernandez , M., Castro, J., & Aurentis , L. (2019). *Recomendaciones sobre el consumo de agua y alimentos en circunstancias especiales*, 6.
- Churo, M. (20 de Septiembre de 2021). *Repositorio UT Machala*. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/17782/1/ECFIC-2021-IC-DE00025.pdf>
- Correa, A. (2014). *Repository Unilibre*. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11231/PROYECTO%20DE%20GRADO%20ANGIE%20HASLEY%20CORREA%20SASTOQUE%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Diaz Delgado, C., Garcia Pulido , D., & Solis Morelos, C. (2 de Julio de 2000). *Redalyc*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10401806>
- Hernandez, D., & Chaparro, T. (9 de Diciembre de 2020). *Revistas Unimilitar*. Obtenido de <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/4409/4640#info>
- INEC. (2010). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias-INEC/2012/asi_esGuayaquil_cifra_a_cifra.pdf
- Lossio. (Abril de 2012). Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del Distrito de Lancones. Piura, Peru.

- NEC. (6 de Abril de 2011). *Habitat y Vivienda*. Obtenido de https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2020/07/2020-07-09_Registro-Oficial-No.-756_AM-No.-026-20_Expedici%C3%B3n-NEC-HS-CL-y-NEC-HS-ER.pdf
- Núñez, S. (1 de Diciembre de 2023). *Ecología Verde*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-precipitaciones-3086.html>
- Oficial, E. (2019 de Diciembre de 2019). *El Oficial*. Obtenido de https://www.eloficial.ec/cubiertas-preferidas-y-mas-vendidas-en-ferreterias-de-guayaquil-y-quito/#google_vignette
- Ortega, C. (2024). *Question Pro*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-la-investigacion-cuantitativa/>
- Pinto, A. (Enero de 2023). *Ingeniería Real*. Obtenido de <https://ingenieriareal.com/como-hacer-un-pozo-septico-en-pocos-pasos/>
- Rotoplas, A. (20 de Abril de 2022). *Fan del Agua*. Obtenido de <https://fandelagua.com/que-es-un-filtro-de-agua-y-por-que-es-importante-utilizarlo/>
- Sagui, N., Madrigal, R., & Estigarribia, S. (2017). *Aqua LAC*. Obtenido de <https://aqua-lac.org/index.php/Aqua-LAC/article/view/182/158>
- Santos, D. (22 de Marzo de 2023). *Hubspot*. Obtenido de <https://blog.hubspot.es/marketing/recoleccion-de-datos>
- Sanz, J. (Enero de 2024). *CAMICON*. Obtenido de <https://www.contraloria.gob.ec/WFDescarga.aspx?id=2776&tipo=doc>
- Sposob, G. (17 de Octubre de 2018). *Enciclopedia Humanidades*. Obtenido de <https://humanidades.com/luvia/>
- TECH, B. (2020). *BOSS TECH*. Obtenido de <https://bosstech.pe/tratamiento-agua-intercambio-ionico/>

Torres, W. (4 de Julio de 2021). *Primicias*. Obtenido de <https://www.primicias.ec/noticias/economia/provincias-ecuador-acceso-agua-potable/>

Universon, E. (6 de Marzo de 2014). *El Universo*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/2014/03/07/nota/2300141/tallarines-chongon-agua-potable/>

Vega, E. (6 de Noviembre de 2019). *Medium*. Obtenido de <https://investsocperu.medium.com/la-revisi%C3%B3n-bibliogr%C3%A1fica-1188b99df9b7>

Velásquez, A. (2024). *Question Pro*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-correlacional/>

ANEXOS

Anexo 1. Formato de Encuesta



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ENCUESTA PROYECTO DE TITULACION

1) ¿Cuentan con suministro de agua potable?

Si ()

No ()

En el caso de contestar No, responder la siguiente pregunta.

a) ¿Cuál es la fuente de abastecimiento para consumo diario?

Fuente de Abastecimiento	
Sistema de pozo	
Recolección de agua en otra fuente (Ríos, lagos, etc.)	
Otros	

2) ¿Sabe usted si el agua que recibe tiene algún tipo de tratamiento?

Si ()

No ()

3) ¿Utiliza algún método de potabilización de agua para su consumo diario?

Si ()

No ()

4) ¿Algún familiar se ha enfermado debido al consumo de agua?

Si ()

No ()

Anexo 2. Encuesta a los habitantes de la comunidad

