



MAESTRÍA EN GESTIÓN DE PROYECTOS

Trabajo de grado previa a la obtención de
título de Magister en Gestión de
Proyectos

AUTORES:

Lcda. Andrea Dayana Cupacan
Ing. Sebastián Alejandro Moyano
Ing. José Ricardo Sper
Ing. Iván Marcelo Tapia

TUTORES: DBA. José Luis Mercader
Mgt. Carlos Luis Calderón

Diseño de sistema de captación y sanitización de aguas
pluviales para uso doméstico en las comunidades rurales
de la provincia de Sucumbíos, Ecuador.

CERTIFICACIÓN

Nosotros, Andrea Dayana Cupacan Isizán, Sebastián Alejandro Moyano Muriel, José Ricardo Sper Bernal, Iván Marcelo Tapia Albán, declaramos que somos los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal. Todo los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de nuestra sola y exclusiva responsabilidad.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Firma del graduando
Andrea Dayana Cupacan Isizán

Firma del graduando
Sebastián Alejandro Moyano Muriel

Firma del graduando
José Ricardo Sper Bernal

Firma del graduando
Iván Marcelo Tapia Albán

Nosotros, José Luis Mercader y Carlos Luis Calderón declaramos que, personalmente conocemos que los graduandos: Andrea Dayana Cupacan Isizán, Sebastián Alejandro Moyano Muriel, José Ricardo Sper Bernal, Iván Marcelo Tapia Albán son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal de ellos.

Firma del tutor del trabajo de titulación
DBA. José Luis Mercader

Firma del tutor del trabajo de titulación
Mgt. Carlos Luis Calderón

Dedicatoria

El presente trabajo de grado está dedicado a mis padres Víctor y Amandia por su gran esfuerzo, y apoyo durante cada etapa de mi vida profesional; por su amor incondicional y motivación, siendo ejemplo de superación y lucha constante. A mi hermano Johel por acompañarme durante todo este proceso y siempre confiar en mí. A mi abuelita Mariana que a pesar de su ausencia, siempre ha permanecido conmigo en los buenos y malos momentos, siendo mi impulso y fortaleza para poder cumplir las metas que me proponga. A mi abuelito Alfonso por sus palabras de aliento y consejos que han sido mi soporte para sobrellevar las adversidades.

Andrea Cupacan

Dedico este trabajo a las comunidades rurales de la provincia de Sucumbíos, Ecuador, cuya resiliencia y perseverancia son una fuente constante de inspiración. Este proyecto es un homenaje a su lucha diaria por acceder a un recurso vital: el agua. A las familias que abrieron sus hogares y sus corazones para compartir sus experiencias y necesidades, esta tesis está dedicada a ustedes. También, a mis seres queridos, quienes me han brindado apoyo inquebrantable a lo largo de esta travesía académica, mi gratitud infinita. Que este trabajo contribuya, en la medida de lo posible, a mejorar la calidad de vida en estas comunidades y a preservar nuestro preciado entorno natural."

Sebastián Moyano

A mi querida mamá,

Tu amor, apoyo inquebrantable y sacrificio han sido la fuerza impulsora detrás de cada logro en mi vida. Este documento académico es un pequeño tributo a tu amor infinito y agradecimiento por ser mi faro de luz en momentos de oscuridad.

Con afecto,

José Iper

Dedico el presente trabajo de titulación, y todo el esfuerzo requerido para su consecución a mis padres: Iván e Isabel, así como a mi hermana Andrea, por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, por siempre acompañarme sin importar horarios o distancia.

Iván Tapia

Agradecimientos

A Dios que ha guiado mi camino y me ha permitido alcanzar un logro más en mi vida profesional. A la Universidad Internacional del Ecuador, en particular a los docentes de la Maestría de Gestión de Proyectos quienes han impartido valiosos conocimientos para poder aplicarlos en el ámbito profesional, mismos que se ven reflejados en el presente proyecto.

Un sincero agradecimiento a mis compañeros Sebastián Moyano, José Sper e Iván Tapia, quienes con su compromiso y conocimientos contribuyeron para la ejecución del presente proyecto.

Quiero agradecer a mis padres a quienes admiro y amo con todo mi corazón por apoyarme siempre en el cumplimiento de mis metas y confiar en mis capacidades. A mi familia por estar presentes en cada etapa de mi vida con sus palabras de aliento. A mi enamorado Luis por su amor y motivación para alcanzar cada uno de mis propósitos.

Andrea Cupacan

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todos mis compañeros en este proyecto que contribuyeron de manera significativa a la realización de este proyecto de tesis sobre el "Sistema de captación y potabilización de aguas pluviales para uso doméstico en las comunidades rurales de la provincia de Sucumbíos, Ecuador". Este logro no habría sido posible sin su apoyo y colaboración inquebrantable.

Quiero expresar mi reconocimiento a las comunidades rurales de la provincia de Sucumbíos que participaron en este estudio. Su disposición para compartir sus conocimientos y experiencias fue esencial para el éxito de este proyecto.

Por último, pero no menos importante, quiero agradecer a todos los profesores, compañeros de clase y colegas que compartieron su conocimiento y experiencias, contribuyendo así a mi crecimiento académico y personal.

Este proyecto de tesis es el resultado de un esfuerzo colectivo, y estoy profundamente agradecido a cada uno de ustedes por ser parte de este viaje.

¡Gracias!

Sebastián Moyano

Querida mamá,

Tu amor y apoyo incondicional han sido el cimiento de mi vida. Tu sacrificio y dedicación me han inspirado a esforzarme siempre por ser la mejor versión de mí mismo. Gracias por ser mi mayor fuente de inspiración y por creer en mí cuando a veces ni yo mismo lo hacía.

A mis respetados profesores,

Su conocimiento, paciencia y pasión por enseñar han sido fundamentales en mi desarrollo académico. Cada lección que compartieron conmigo no solo enriqueció mi mente, sino que también me guió en la senda del aprendizaje y el crecimiento. Estoy profundamente agradecido por su influencia en mi vida y por abrir puertas a nuevas perspectivas.

A mis queridos compañeros de clase,

La amistad y el apoyo que he recibido de ustedes han hecho que mi viaje académico sea inolvidable. Juntos, enfrentamos desafíos, celebramos logros y compartimos momentos

memorables. Gracias por ser un equipo excepcional y por formar parte de esta etapa importante de mi vida.

En resumen, quiero expresar mi gratitud hacia todos ustedes por su contribución significativa en mi camino. Sus ánimos, enseñanzas y amistad han sido un regalo invaluable.

Con profundo agradecimiento,

José Sper

A mis padres Willian e Isabel por su apoyo en mis estudios y trabajo, por enseñarme el valor del esfuerzo y sacrificio como medio para alcanzar mis metas. A mi hermana Andrea por su cariño y complicidad, por siempre haber creído en mí.

Juan Tapia

Resumen

La inexistencia de agua potable en las comunidades rurales de la provincia de Sucumbíos es un grave problema social que se debe dar una solución óptima lo antes posible. El presente proyecto busca dar una solución eficiente mediante la aplicación de los conocimientos obtenidos durante el proceso académico y adaptarlos a una situación real, a través del desarrollo e implementación de un sistema de sanitización de aguas pluviales.

En el capítulo uno se analiza la situación actual en la que habitan las comunidades rurales, además de determinar el problema al cual se dará solución; se desglosará términos relevantes para el diseño y ejecución ya que permitirá tener una visión más amplia acerca del proyecto y factores que lleva consigo.

En el capítulo dos se menciona la metodología que se implementará para poder ejecutar el proyecto de manera eficaz y eficiente en el menor tiempo posible, este capítulo está direccionado al diseño y ejecución ya que se presentan los planos y prototipo del sistema, además de cuantificar los gastos que conllevará la ejecución del proyecto.

En el capítulo tres se presentan los resultados: técnico, financiero y resultados finales que se obtuvieron una vez finalizado el desarrollo, es importante mencionar que se tomó en cuenta los posibles riesgos del proyecto para que este sea adaptado a situaciones reales.

Finalmente se encuentran las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos que se obtuvieron durante el desarrollo del proyecto.

Abstract

The lack of drinking water in the rural communities of the province of Sucumbíos is a serious social problem that must be given an optimal solution as soon as possible. This project seeks to provide an efficient solution by applying the knowledge obtained during the academic process and adapting it to a real situation, through the development and implementation of a stormwater sanitation system. Chapter one analyzes the current situation in which rural communities live, in addition to determining the problem to which a solution will be given; terms relevant to the design and execution will be broken down as it will allow for a broader vision of the project and the factors it entails. Chapter two mentions the methodology that will be implemented to be able to execute the project effectively and efficiently in the shortest possible time. This chapter is aimed at the design and execution since the plans and prototype of the system are presented, in addition to quantifying the expenses that will entail the execution of the project. Chapter three presents the results: technical, financial and final results that were obtained once the development was completed. It is important to mention that the possible risks of the project were taken into account so that it is adapted to real situations. Finally, there are the conclusions, recommendations, bibliography and annexes that were obtained during the development of the project.

Contenido

CAPÍTULO I	1
1.1. Introducción	1
1.2. Caso De Estudio/Problema De Investigación	2
1.2.1. Planteamiento Del Problema.....	2
1.2.2. Justificación.	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	4
1.4. Marco teórico	5
1.4.1. Aguas Pluviales.....	5
1.4.2. Tecnologías Sostenibles.....	5
1.4.3. Sanitización De Agua.	6
1.4.4. Proyecto.	7
1.4.5. Caudal En Tuberías.....	8
1.4.6. Intensidad De Lluvia.....	9
1.4.7. Sistema De Recolección De Aguas Lluvias.....	10
CAPÍTULO II.....	11
2.1. Metodología.....	11
Probleática	12
2.2. Desarrollo.....	18
2.2.1. Técnico.....	18
2.2.2. Financiero	25
CAPÍTULO III.....	28
3.1. Análisis De Resultados Técnicos	28
3.2. Análisis De Resultados Financieros	29
3.2.1. Estado De Resultados.	29
3.2.2. Balance General Proyectado.	29
3.2.3. Flujo Efectivo.....	31
3.2.4. Retorno De La Inversión (ROI)	32
3.3. Análisis De Resultados Finales	33
CAPÍTULO IV.....	35
Conclusiones	35
Recomendaciones	36
Referencias.....	37
Anexos	39

Índice de Tablas

Tabla 1. Requisitos físicos y químicos del agua para consumo humano.....	7
Tabla 2. Requisitos microbiológicos del agua para consumo humano.....	7
Tabla 3. Recolección de agua de lluvia y aprovechamiento de aguas pluviales tradicional. ..	10
Tabla 4. Casos notificados de enfermedades transmitidas por alimento o agua.....	12
Tabla 5. Dotación recomendada.	13
Tabla 6. Cronograma para la ejecución de fases del proyecto.....	14
Tabla 7. Control de calidad del sistema implementado.	23
Tabla 8. Capital inicial.....	25
Tabla 9. Gasto de materiales.....	26
Tabla 10. Gasto de maquinaria.	26
Tabla 11. Gastos administrativos.....	26
Tabla 12. Gastos de mano de obra.....	27
Tabla 13. Resultados técnicos.....	28
Tabla 14. Estado de resultados.....	29
Tabla 15. Balance general proyectado.....	29
Tabla 16. Flujo de efectivo.....	31
Tabla 17. Modelo Canvas.....	33

Índice de Figuras

Figura 1. Contenedores recomendados para captación de agua.	19
Figura 2. Base para ubicación de contenedores.	20
Figura 3. Construcción de la base del contenedor.	21
Figura 4. Instalador en la llave del contenedor.	21
Figura 5. Sistema de recolección ensamblado.	22
Figura 6. Sistema de recolección ensamblado.	22
Figura 7. Contador de agua.	24

CAPÍTULO I

1.1. Introducción

Sucumbíos es una de las seis provincias Amazónicas situada al Noroeste del Ecuador, está conformada por 7 cantones: Cascales, Cuyabeno, Gonzalo Pizarro, Lago Agrio, Putumayo, Shushufindi y Sucumbíos en donde se cuenta con aproximadamente 78 comunidades rurales indígenas situadas en medio de la selva amazónica. De acuerdo a estadísticas del (INEC, 2010) menciona que “el mayor porcentaje de población de la provincia de Sucumbíos vive en el área rural”(p. 2).

Si bien es cierto, las comunidades indígenas han permanecido por generaciones inmersas en la espesura de la selva, desarrollando mecanismos de supervivencia y adaptabilidad. Pero es importante mencionar que a pesar del desarrollo que se percibe en zonas urbanas, jamás se ha intentado solucionar problemas evidentemente graves como las enfermedades a causa de falta de higiene en las personas de las comunidades rurales por no tener acceso al agua potable para el consumo doméstico. Según (OMS, 2007) afirma que “la falta de acceso al agua potable, junto al saneamiento y la higiene deficientes, es lo que más contribuye a las 1,8 millones de defunciones anuales a nivel mundial” (p.10). Es por tanto, que hasta la actualidad no se ha priorizado la ayuda a estas comunidades que necesitan mejorar su estilo de vida y por ende contribuya al desarrollo social del país.

Es importante aclarar que en la (Constitución del Ecuador, 2008) en el Art.138 menciona que “El Estado, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación” (p. 160). Por tanto, el gobierno seccional debería tener como prioridad la búsqueda de alternativas para poder contrarrestar este problema presente en todas las comunidades rurales de la provincia.

1.2.Caso De Estudio/Problema De Investigación

1.2.1. Planteamiento Del Problema

Debido a la distancia geográfica en la cual se sitúan estas comunidades rurales, la distribución de agua potable a través de tubería se hace imposible, por lo cual no son beneficiarios de este líquido vital; cabe mencionar, que los dirigentes de algunas comunidades junto con una comisión han solicitado en reiterativas ocasiones a los diferentes Gobiernos que se tome medidas alternativas para poder acceder a este servicio, pero jamás se ha tenido una respuesta favorable; ya sea por escasez de recursos económicos, riesgos geográficos y falta de predisposición de las autoridades.

La inexistencia de este servicio vital ha conducido a las comunidades a buscar la forma de obtener agua para su supervivencia a través de métodos caseros como: extracción de agua a través de pozos, recolección de aguas lluvias en tanques o a consumir agua de las fuentes naturales presentes en medio de la selva Amazónica.

Es importante mencionar que el agua recolectada no cuenta con un saneamiento previo, por lo cual ésta conserva una gran variedad de impurezas y bacterias que al ser ingeridas provoca enfermedades como: diarreas, disentería, hepatitis A, fiebre tifoidea y poliomielitis. Los niños, adolescentes y adultos mayores son los más afectados ya que no poseen un sistema inmunológico completamente desarrollado o sus defensas se encuentran en decadencia, lo cual trae consigo graves daños a la salud.

1.2.2. Justificación

En el contexto actual de escasez de agua potable y creciente conciencia sobre la importancia de la conservación y el uso eficiente de los recursos naturales en el sector Amazónico Ecuatoriano, resulta esencial buscar soluciones innovadoras y sostenibles para satisfacer las necesidades de consumo de agua de las comunidades de estos sectores. La

temporada de lluvias en la región Amazónica se caracteriza (en la mayoría del tiempo) por la presencia de fuertes y abundantes precipitaciones, y aunque no existen estaciones marcadas que permitan predecir la duración o la llegada de las lluvias, es una de las provincias con un clima cálido húmedo debido a las lluvias frecuentes. Al mismo tiempo, la temporada de sol suele ser igual de fuerte por lo que es común llegar a temperaturas cercanas a los 39° centígrados; al igual que la época de lluvia, la temporada de sol tampoco suele ser marcada, siendo frecuente la presencia de ambas situaciones a lo largo del año.

El saneamiento de las aguas lluvias recolectadas se llevará a cabo a través de un proceso integral que garantice la eliminación de contaminantes y microorganismos perjudiciales para la salud. Se emplearán tecnologías avanzadas de filtración, desinfección y purificación que aseguren la calidad del agua final, cumpliendo con los estándares sanitarios establecidos y óptimos para el consumo.

Además de la importancia en términos de disponibilidad de agua potable, este proyecto busca promover la conciencia ambiental y fomentar la participación de la comunidad en la gestión sostenible del recurso hídrico. Se realizarán actividades de educación y divulgación para informar sobre la importancia de la captación de aguas lluvias y los beneficios que implica su uso responsable.

El proyecto contempla el diseño y posterior instalación de sistemas de captación en diferentes puntos estratégicos, considerando la infraestructura existente y la distribución geográfica de la región. Asimismo, se establecerá un plan de monitoreo y mantenimiento periódico de los sistemas para garantizar su correcto funcionamiento y prolongar su vida útil.

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar e implementar un sistema de captación y sanitización de aguas pluviales en comunidades rurales de la provincia de Sucumbíos Ecuador, a través de un estudio de

factibilidad para el aprovechamiento de los recursos naturales para la generación de agua apta para el consumo doméstico y a su vez garantizar una mejor calidad de vida y salud de los habitantes.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Diseñar un sistema de captación de agua lluvia para comunidades rurales de la provincia de Sucumbíos, capaz de reemplazar al agua distribuida por entidades municipales (en caso de disponer de la misma) o en su defecto, para garantizar una fuente estable de dotación de agua apta para el consumo.
- Realizar un estudio financiero con los costos de los materiales a utilizar, mano de obra y factibilidad durante la ejecución del proyecto para determinar los montos necesarios y la utilidad que este genere; para poder establecer alianzas estratégicas con gobiernos seccionales, ONGs y empresas petroleras que contribuyan con aportes económicos (mediante crowdfunding).
- Efectuar controles de calidad y correcciones preventivas del sistema de manera regular luego de su implementación, para garantizar que la calidad del agua producida permanentemente sea apta para el consumo doméstico.
- Instruir a los habitantes de las comunidades rurales en la operación y el mantenimiento adecuado del sistema de captación y potabilización de aguas pluviales a través de capacitaciones continuas a fin de solucionar daños menores que podrían suscitarse durante el funcionamiento del sistema, previo a una visita técnica.
- Promover la participación de las comunidades en la toma de decisiones y la gestión sostenible del sistema de captación y potabilización de aguas pluviales por medio de recolección de sugerencias y recomendaciones a fin de mejorar el primer prototipo instalado en las comunidades.

1.4.Marco teórico

1.4.1. Aguas Pluviales

Las aguas pluviales son usualmente conocidas como aguas blancas o aguas lluvias que son la respuesta a factores meteorológicos como es la precipitación natural; en la actualidad varios países en todo el mundo han desarrollado mecanismos para aprovechar, hacer buen uso de estas y a su vez contribuir a la conservación de este líquido vital. Por otra parte, (Fernández, 2009) menciona que “las razones que han de llevar a los ciudadanos e instituciones a promover el uso de las aguas pluviales tienen más que ver con el aprovechamiento de un recurso disponible y valioso que con la viabilidad económica” (p. 74). Es por tanto, que se busca el aprovechamiento del agua pluvial como ayuda social para las comunidades rurales que necesitan de este líquido vital.

Al ser el agua un recurso natural, no restringido; se puede hacer uso de este pero de forma consciente y en casos extremos. Según (Fernández, 2009) en su análisis, afirma que “la sociedad del sureste peninsular tuvo que hacer uso de las aguas pluviales como recurso hídrico en las superficies cultivadas y en el abastecimiento doméstico, pero, también, para laminar crecidas y favorecer la conservación de horizontes edáficos” (p. 5). De esta forma se puede apreciar que en diferentes lugares del mundo ya lo hicieron a través de diversos mecanismos y por ende es posible aplicarlo a nuestra necesidad, para lo cual se necesitará estrategias que se adapten al entorno sin que este sea destruido.

1.4.2. Tecnologías Sostenibles

La búsqueda de alternativas sostenibles haciendo uso de las nuevas tecnologías juega un papel muy importante que se debe aprovechar al momento de ejecutar un proyecto innovador, ya que permite agilizar el proceso con resultados garantizados. Según la (FAO, 2013) afirma que “el éxito de la captación y aprovechamiento de agua de lluvia es la selección correcta de las modalidades y técnicas necesarias para hacer frente al déficit hídrico

recurrente en cada región, en función de las condiciones ambientales y socioeconómicas presentes” (p. 92).

Si bien es cierto, la innovación tecnológica permite acelerar los procesos y el desarrollo en diferentes campos de acuerdo con el sector en el cual desee aplicar, pero es indispensable mencionar que existe un cierto grado de dificultad ya que se encuentran en constante cambio, por tanto es indispensable la actualización continua de acuerdo a los nuevos proyectos que son implementados en diferentes áreas del conocimiento y el desarrollo de estrategias experimentales. Así mismo, la (Universidad Nacional de Quilmes, 1996) asegura que “Las tecnologías emprenden "trayectorias" y están sujetas a procesos complejos de selección. Su utilización y su aplicación dependen de un amplio espectro de factores económicos (precios relativos, distribución de ganancias), de valores sociales y de arbitrajes de parte de los principales actores involucrados” (p. 13).

1.4.3. Sanitización De Agua

El saneamiento del agua lleva consigo un minucioso proceso de depuración por el cual se eliminan impurezas y microorganismos presentes a través de diferentes técnicas y utilizando diferentes componentes; existen bacterias microscópicas disueltas en el agua las cuales al ser ingeridas por el ser humano puede causar graves enfermedades desde salmonelosis hasta desórdenes hepáticos. De acuerdo con los parámetros establecidos para la potabilización de agua por la Organización Mundial de la Salud (OMS) se establece varias Normas de Calidad de Agua Potable existentes en cada uno de los países del Continente Americano, debido a que cada territorio cuenta con microorganismos diferentes presentes en el agua de acuerdo con su ubicación geográfica.

Ecuador, cuenta con parámetros en los cuales se debe basar los componentes presentes en el agua para que sea apta para el consumo doméstico, así mismo (Truque, 2003) menciona que “Los países cuentan, así mismo, con reglamentaciones que definen qué se

entiende por agua potable; es decir, los patrones que se deben seguir para que el agua sea inocua para la salud humana” (p. 5). De acuerdo con los estándares dados por el Ministerio del Ambiente en el año 2021 se puede determinar los siguientes parámetros de medición:

Tabla 1. 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	Standard Methods 2120
Cromo (cromo total)	mg/L	0,05	Standard Methods 3113
Fluoruro	mg/L	1,5	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	Standard Methods 2130

^a Se conoce también como *Turbidez*.
^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.
^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.

Fuente: (INEN, 2020).

Tabla 2. Requisitos microbiológicos del agua para consumo humano.

Parámetro	Unidad	Límite permitido	Método de ensayo ^a
Coliformes fecales	Número/100 mL	Ausencia	Standard Methods 9221 ^b Standard Methods 9222 ^c
<i>Cryptosporidium</i>	Número de ooquistes/ L	Ausencia	EPA 1623
<i>Giardia</i>	Número de quistes/ L	Ausencia	EPA 1623

^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.
^b La ausencia corresponde a “< 1,1 NMP/100 mL”.
^c La ausencia corresponde a “< 1 UFC/100 mL”.

Fuente: (INEN, 2020).

1.4.4. Proyecto

De acuerdo a la problemática presentada y a la necesidad actual se busca implementar un proyecto para dar una solución óptima en el menor tiempo posible, es por tanto que

(Sendín, 2011) menciona que la idea de proyecto “surge ante la dificultad de satisfacer determinadas necesidades de un grupo de personas en un momento dado y en un lugar definido; por lo que cabe calificar a dicha realidad como problemática dada, debiendo ser superada por medio del proyecto”. Si bien es cierto el proyecto surge con relación a una problemática encontrada, pero para poder desarrollar las estrategias correctas se debe fijar objetivos claros a los cuales estarán dirigidos todos los esfuerzos.

Por otra parte, (Fernández, 2013) afirma que “Un proyecto es una operación compleja que exige la combinación de recursos, tanto humanos como materiales, en una organización temporal para alcanzar unos objetivos específicos”, ya que para la ejecución de un proyecto se necesita talento humano que contribuya a la organización y delegación de actividades para realizarla en base a un cronograma para garantizar el cumplimiento de fases en los tiempos determinados. Otros autores como (Otero Iglesias et al., 2004) aseguran que un proyecto “consistente en un conjunto de actividades controladas, con fecha de inicio y finalización, llevadas a cabo para lograr un objetivo conforme con requisitos específicos, incluidas las limitaciones de tiempo, costo y recursos”.

1.4.5. Caudal En Tuberías

Se comprende como tubería a un conducto por donde puede circular líquidos o gases, las tuberías permiten transportar distintos tipos de sustancias del punto A al B; si bien es cierto, es importante mencionar que existen diversos tipos de materiales con los cuales pueden ser elaboradas las tuberías, dependiendo de la sustancia que se desee transportar se debe elegir el tipo de tubería (material y dimensiones). Según (Fernández, 2013) menciona que “para que el fluido discurra entre dos puntos a lo largo de una línea de flujo, debe existir una diferencia de energía entre esos dos puntos. Esta diferencia corresponderá, exactamente, a las pérdidas por rozamiento, que son función de organismos”. Con este antecedente, no solo

hablamos de el objeto por el cual circula la sustancia, sino de la energía que existe dentro de la tubería para poder movilizar la sustancia de un punto a otro.

Este análisis conlleva estudios y teorías por lo cual se ve reflejado en leyes de gravedad y más componentes que son calculados para poder determinar los valores exactos para que los fluidos se dirijan de un punto a otro. A través del tiempo se han desarrollado distintas ciencias que tratan de explicarlo, (Del Ángel, 2014) afirma que “la hidrodinámica se fundamenta principalmente en los fluidos incompresibles es decir los líquidos; para ello considera la velocidad, presión, flujo y gasto”; por tanto es importante conocer el caudal del agua para que se transporte a través de los conductos que integran el sistema de sanitización.

1.4.6. Intensidad De Lluvia

Si bien en cierto, en la Amazonía ecuatoriana no existe temporadas climáticas marcadas durante el año, pero por su temperatura, localización y tipo de suelo las precipitaciones son continuas. (Costa et al., 2022) menciona que “Debido a que se extiende en ambos hemisferios, la Amazonía se caracteriza por varios regímenes de precipitaciones debido al calentamiento alterno de cada hemisferio”. Es por tanto que a pesar de las variaciones de clima siempre se contará con la presencia de precipitaciones en todo el territorio Amazónico.

Para determinar la cantidad de agua lluvia que se obtiene en un periodo determinado se la puede determinar a través del cálculo de la pluviosidad. (Wicaksana & Rachman, 2020) mencionan que la pluviosidad “es la medida de la cantidad de agua de lluvia que se produce cada año en un determinado ecosistema. La precipitación pluvial o simplemente lluvia se mide en milímetros por unidad de tiempo”; cabe mencionar que existen estudios anteriores en donde ya se encuentran cifras claras de la cantidad de lluvias existen aproximadamente al año y cuál es la intensidad promedio en la Amazonía ecuatoriana.

1.4.7. Sistema De Recolección De Aguas Lluvias

La recolección de agua de lluvia es un método antiguo que consiste en captar agua de las precipitaciones para hacer uso de esta ya sea para: alimentación, aseo y uso doméstico donde no se posee agua potable, de acuerdo a la zona geográfica es posible realizar este procedimiento. El principal objetivo, es almacenar la mayor cantidad de agua de lluvia posible para proceder a sanearla para que esta sea apta para el consumo humano. Es importante mencionar, que en los últimos años se ha incrementado el número de personas, comunidades y microemprendimientos que hacen el uso de este líquido vital para mejorar sus condiciones de vida especialmente en comunidades rurales donde el acceso al agua potable es limitado o imposible.

La implementación de este sistema en lugares específicos especialmente en zonas rurales tiene grandes ventajas como: reducir la huella ambiental y ofrecer una solución ecológica que cuente con la adaptabilidad necesaria para los hogares de las comunidades, lo que disminuye la dependencia de los pozos y no serían dependientes del agua de gobiernos locales.

Tabla 3. Comparación entre la recolección de agua de lluvia y de aprovechamiento de aguas pluviales tradicional.

Recolección de agua de lluvia	Utilización tradicional de agua lluvia
Utiliza el agua de lluvia de superficie menos permeable, y / o construido artificialmente de captación para recoger el agua de lluvia, alta eficiencia de colección	Utiliza superficie natural del suelo como de captación para recoger, baja eficiencia de recolección
El almacenamiento de agua de lluvia en el tanque con gran capacidad de almacenamiento y una menor pérdida de.	Almacenamiento del agua de lluvia en el suelo, baja capacidad de almacenamiento y fácil de perder la humedad del suelo
Alta capacidad de regulación de la lluvia, controlando activamente la lluvia para satisfacer la demanda humana, mayor fiabilidad.	Menos capacidad de regulación de la lluvia, de forma pasiva a la espera de la alimentación lluvia, menor fiabilidad.
Alta eficiencia en la utilización del agua de lluvia.	Baja eficiencia en la utilización del agua de lluvia.

Fuente: (Ministerio de Salud Pública, 2015).

CAPÍTULO II

2.1. Metodología

La metodología empleada en el presente proyecto será PMBOK (Project Management Body of Knowledge) que es una guía desarrollada por el Project Management Institute (PMI) y empleado en la dirección y gestión de proyectos, esta metodología es de carácter formal que cuenta con una estructura lógica y ordenada ya que pretende dar importancia a los procesos, cronogramas establecidos y se aplica en entornos estables. Además, está orientada al cumplimiento de la planificación exhaustiva para poder tener un control total de acuerdo con el alcance proyectado; cuenta con cinco fases puntuales las cuales se detalla a continuación:

- **Inicio:** procesos preliminares para poder definir el proyecto a ejecutarse; hace referencia a la búsqueda de información para determinar un análisis situacional y establecer el problema a ser resuelto.

Análisis situacional

Según el (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2017) “Sucumbíos es la provincia más poblada de la región Amazónica, con alrededor de 180 mil habitantes, se encuentra a tan solo seis horas de Quito”. Es una de las provincias petroleras en el Ecuador por lo cual es fuente de ingresos y ha permitido el desarrollo económico de todos sus cantones, además de contribuir al PIB del Ecuador debido a que es de esta zona de donde se extraen miles de barriles de petróleo que luego son comercializados en el exterior.

A pesar de ser una provincia que se sostiene por sí sola debido a las fuentes de empleo que genera la existencia de grandes empresas petroleras y el desarrollo económico que posee, la riqueza se ve mal distribuida, ya que el desarrollo es notable en la urbanidad con carreteras y atractivos turísticos como parques, plazas y centros comerciales que son de gran afluencia.

Pero es importante tomar en cuenta que las comunidades rurales también forman parte de la provincia y es precisamente al petróleo extraído en las zonas rurales que la zona urbana puede desarrollarse en infraestructura, vías y atractivos para la ciudad. De acuerdo con (Buenaño Sánchez, 2013) menciona que “Las comunidades rurales sin Planes de Desarrollo, sin fuentes de agua dulce y con suelos contaminados les resta posibilidades de desarrollo social, productivo y económico; ante esta carencia los Organizaciones de Cooperación Internacional, han asumido momentáneamente esta obligación, pero a futuro es necesario que los gobiernos locales asuman la sostenibilidad de los servicios”.

Problemática

El Estado ecuatoriano reconoce y garantiza el derecho humano al agua como un elemento primordial. El agua es considerada un recurso vital de libre acceso y de uso público y un patrimonio nacional el cual debe ser utilizado conscientemente y de forma adecuada, con características de imprescriptibilidad e inembargabilidad, además de ser esencial para el desarrollo vital y consumo humano.

Según datos proporcionados por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP) en el año 2010, se registraron varias enfermedades causadas por ingerir agua contaminada, entre las que sobresalen enfermedades diarreicas, fiebre tifoidea y cólera, se atendieron casos clínicos de cólera, por lo cual se planificó campañas de prevención por parte del Ministerio de Salud Pública. Es importante mencionar que las enfermedades diarreicas y la fiebre tifoidea presentaron un número considerable de casos, generalmente a causa de la ingestión de alimentos y agua con altos niveles de contaminación.

Tabla 4. Casos notificados de enfermedades transmitidas por alimento o agua.

Tipo de enfermedad	Número de casos Reportados (total)
Enfermedades Diarreicas	554 150
Salmonelosis	3 286
Fiebre Tifoidea	2 674
Intoxicación Alimentaria	2 226
Cólera	0

Fuente: (Ministerio de Salud Pública, 2010)

Según el (Ministerio de Salud Pública, 2015) afirma que “En Ecuador, hay mucha agua disponible debido a dos fuentes principales: el océano Pacífico en el oeste y el río Amazonas en el este. Esto significa que, en promedio, cada persona tiene acceso a alrededor de 20,700 metros cúbicos de agua al año, lo cual es más que el promedio mundial de 1,700 metros cúbicos por persona al año. Sin embargo, a pesar de esta abundancia de agua, no todas las regiones del país tienen suficiente acceso a este recurso. Esto se debe a que la mayoría de la población, el 88%, incluyendo industrias y agricultura, depende del agua de la vertiente del Pacífico, que tiene una disponibilidad estimada de 5,200 metros cúbicos por persona al año. Solo el 12% de la población utiliza el agua de la vertiente del Amazonas, que tiene una disponibilidad mucho mayor de 82,900 metros cúbicos por persona al año. Esta distribución desigual de la población y el acceso al agua crea problemas de disponibilidad y acceso en algunas áreas de Ecuador”.

La tabla 5 muestra la cantidad de agua suministrada para satisfacer las necesidades de la población en áreas urbanas, de acuerdo con las normas establecidas en la Norma INEN 5 para poblaciones de más de 1,000 habitantes.

Tabla 5. Dotación recomendada.

Población (habitantes)	Clima	Dotación media futura (l/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50000	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

Fuente:(INEN, 2012)

- **Planificación:** comprende la idea plasmada en documentos iniciales como son: diseño del sistema en un área identificada utilizando tecnologías innovadoras, además del diseño de un cronograma para el cumplimiento de fases.

El diseño del sistema comprenderá las siguientes etapas:

1. Identificación de áreas óptimas en las zonas rurales de Sucumbíos para la captación de aguas pluviales, considerando la topografía local y la disponibilidad de techos adecuados.
2. Desarrollo de sistemas de recolección y almacenamiento de aguas pluviales, que incluyan techos recolectores, canalización y tanques de almacenamiento.
3. Implementación de tecnologías de tratamiento de agua adaptadas a las condiciones locales para garantizar la potabilización del agua recolectada.

Tabla 6. Cronograma para la ejecución de fases del proyecto.

CRONOGRAMA PARA EJECUCIÓN DE SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA 1 COMUNIDAD 10 VIVIENDAS

	Días	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
COD	Rubros preliminares																
1	Compra de materiales	■	■														
2	Instalación de campamento			■													
3	Movilización de equipos y materiales			■													
	Obras civiles, mecánicas y eléctricas																
4	Trazado y replanteo				■												
5	Instalación de canalones y soportes					■	■	■	■								
6	Instalación de red pvc de desahue desde canalones hasta tanque reservorio							■	■	■	■	■					

periódicas del impacto social y ambiental del proyecto mediando la sostenibilidad y la participación comunitaria, para lo cual se ha evaluado los siguientes pasos:

1. Participación Comunitaria

El éxito del proyecto dependerá en gran medida de la participación continua de las comunidades beneficiarias. Se promoverán programas de capacitación y concientización para involucrar a los habitantes en la gestión y mantenimiento de los sistemas de agua.

2. Sostenibilidad

Para garantizar la sostenibilidad a largo plazo, se establecerán comités de gestión del agua en cada comunidad, responsables de supervisar el funcionamiento de los sistemas y la recaudación de tarifas mínimas para el mantenimiento y reparación de las infraestructuras, además es importante brindar una inducción sobre el funcionamiento del sistema y las partes que se debe tener cuidado en caso de daño.

- **Cierre:** socializar e instruir a las personas de cada comunidad acerca del sistema, correcto funcionamiento y posibles soluciones que pueden ejecutar en caso de presentarse un inconveniente menor, además se garantiza una mayor durabilidad del proyecto implementado.

Se buscarán fuentes de financiamiento a través de organizaciones gubernamentales, ONGs, donaciones privadas y cooperación internacional. Se realizará un análisis de costos detallado para determinar el presupuesto necesario y se gestionarán los recursos de manera eficiente para maximizar el impacto del proyecto.

Capacitación

La capacitación adecuada para las personas de las comunidades que recibirán el sistema de captación de aguas pluviales es esencial para garantizar el funcionamiento óptimo y el mantenimiento adecuado del sistema. Dado que el proyecto involucra varias etapas y

componentes, la capacitación debe abordar una variedad de temas que se detallan a continuación:

1. **Introducción al Sistema:** Comenzar con una descripción general del sistema de captación de aguas pluviales y su importancia para la comunidad.
2. **Componentes del Sistema:** Explicar los diferentes componentes del sistema, como techos de captación, canaletas, tanques de almacenamiento, bombas, tuberías, etc.
3. **Operación del Sistema:** Detallar cómo operar cada componente, desde la recolección de agua en los techos hasta el funcionamiento de la bomba y la distribución del agua.
4. **Mantenimiento Preventivo:** Enseñar cómo llevar a cabo tareas de mantenimiento preventivo, como limpiar canaletas y filtros, inspeccionar tanques de almacenamiento y verificar el sistema eléctrico.
5. **Solución de Problemas:** Proporcionar información sobre cómo identificar y solucionar problemas comunes, como obstrucciones en las tuberías, fallos en la bomba o fugas.
6. **Calidad del Agua:** Educar sobre la importancia de mantener la calidad del agua, incluyendo prácticas de almacenamiento seguro y consejos para evitar la contaminación.
7. **Eficiencia Energética:** Enseñar cómo optimizar el uso de la bomba y otros componentes eléctricos para minimizar el consumo de energía.
8. **Seguridad:** Destacar las precauciones de seguridad al operar el sistema, especialmente cuando se trata de electricidad y sustancias químicas utilizadas en el proceso de potabilización.
9. **Comunicación de Problemas:** Explicar cómo comunicar problemas graves o situaciones de emergencia a las autoridades locales o al equipo de mantenimiento del proyecto.
10. **Aporte de soluciones:** es importante la participación conjunta ya que, pueden surgir preguntas que se pueden sustentar con la opinión de todos los beneficiarios del proyecto.

11. Participación Comunitaria: Fomentar la participación de la comunidad en la gestión y el cuidado del sistema, promoviendo la responsabilidad compartida.
12. Prácticas de Conservación del Agua: Educar sobre la importancia de conservar el agua y cómo hacer un uso eficiente de este recurso.
13. Seguimiento y Evaluación: Explicar cómo se llevará a cabo el seguimiento y la evaluación del sistema a lo largo del tiempo y cómo los miembros de la comunidad pueden contribuir.
14. Planillas de evaluación: es importante poseer fichas técnicas para evaluación para determinar el correcto funcionamiento de todo el sistema en conjunto.

La capacitación debe ser interactiva e incluir demostraciones prácticas siempre que sea posible. Además, se pueden proporcionar manuales o materiales impresos que los residentes puedan consultar en el futuro. Es importante que la capacitación sea continua y que se ofrezca apoyo técnico a la comunidad en caso de problemas o preguntas adicionales a medida que el sistema esté en funcionamiento.

2.2. Desarrollo

2.2.1. Técnico

A continuación, se propone el modelo del sistema de captación estándar aplicable a una vivienda de una planta, aproximadamente de 50 metros cuadrados (dimensión promedio de una vivienda rural), que será ajustado y modificado en base a las necesidades de las viviendas en las cuales se aplique el presente proyecto:

Contenedores: Se requiere la adquisición de contenedores para la recolección del agua de lluvia. Es recomendable el uso de contenedores nuevos, sin embargo; en caso de disponer de contenedores usados se debe considerar obligatoriamente que el recipiente no haya contenido sustancias tóxicas previamente.

Figura 1. Contenedores recomendados para captación de agua.



Fuente: (Benito, 2015).

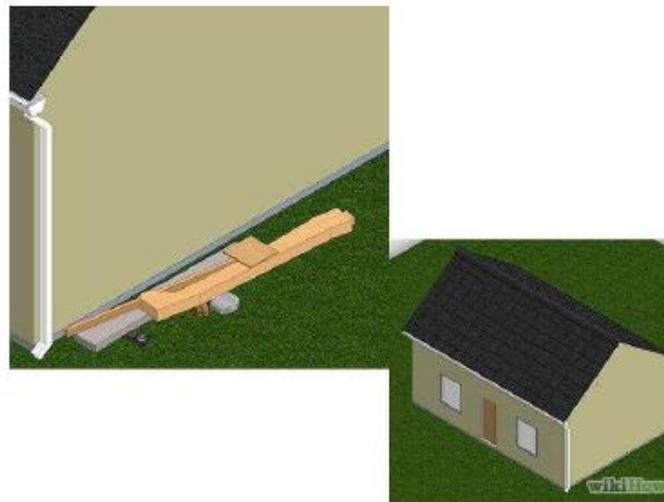
Materiales para la instalación del sistema: los suministros (de forma estándar y tentativa son los siguientes)

- Llave inglesa y llave de tubo
- Bomba de agua (capacidad por definir).
- Filtros de agua para la red de tubería (Medidas por definir).
- Juntas (Medidas por definir).
- Bujes (Medidas por definir).
- Arandelas metálicas (Medidas por definir).
- Rollo de cinta de teflón
- Tubo de sellante de silicón
- Codo en forma de “S”
- Malla de protección (obligatorio en sectores con abundante presencia de insectos).
- Bloques de cemento.
- Canalones de PVC o metálicos.
- Tuberías de PVC desagüe y accesorios.

- Tuberías de PVC de presión y accesorios.
- Materiales eléctricos como breakers, cableado.
- Controles de nivel.

Construcción de la base para el contenedor:

Figura 2. Base para ubicación de contenedores.



Fuente: (Benito, 2015).

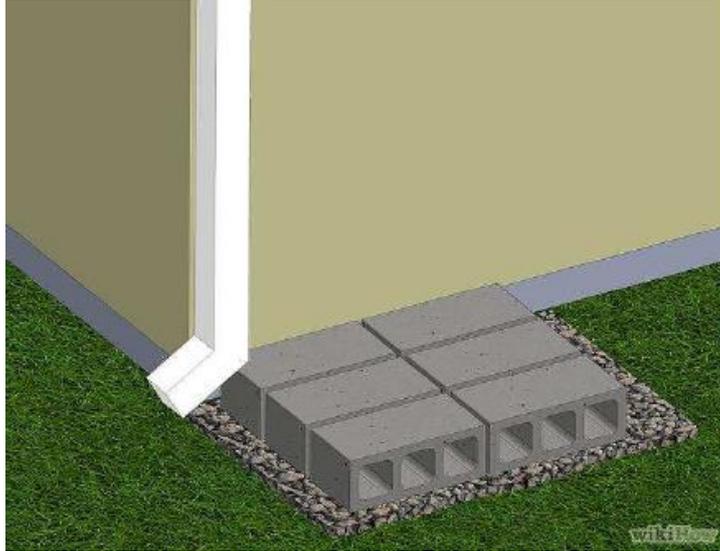
Aplanar la zona del bajante: El bajante es el tramo de tubería instalado desde las canaletas del techo con dirección al piso. El bajante se debe colocar con dirección hacia el contenedor, siendo necesario construir una base en la zona donde desembocará el agua. Es necesario retirar piedras o desperdicios en la zona donde se construirá la base a fin de evitar desestabilizar al recipiente.

Construcción de una capa de grava: Requerido para el drenaje alrededor de los contenedores de lluvia, ayuda además a que el agua no se filtre al interior de la vivienda. Posterior a ello, se necesita cavar un área rectangular (profundidad por definir en base a las dimensiones del contenedor) en la zona que fue aplanada para la colocación de los contenedores, luego se recomienda rellenar grava (profundidad recomendada 01 centímetro)

Colocar bloques de cemento sobre la grava: Colocar los bloques para crear una base elevada para la instalación del contenedor. La zona donde se coloquen los contenedores

debe ser suficientemente ancha y larga para albergar en ella el contenedor, siendo necesario y obligatorio altura uniforme, además de ser estable para evitar caídas o pérdidas de equilibrio.

Figura 3. Construcción de la base del contenedor.



Fuente:(Benito, 2015).

Instalación de llave de paso y válvula de desagüe: Para la colocación de la llave, se requiere realizar una perforación en la parte inferior del contenedor, considerando mantener una altura suficiente para recolectar el agua evacuada por la llave de paso. Para la colocación de la llave se debe utilizar teflón para asegurar la hermeticidad de la unión, además colocar una arandela en el borde roscado de la junta e insertarlo en la perforación del contenedor desde afuera, y luego asegurar la fijación con un buje.

Figura 4. Instalador en la llave del contenedor.



Fuente: (Benito, 2015).

Para la colocación de la llave de desagüe se requiere realizar una perforación en la parte superior del contenedor (medida por definir), colocar una arandela en el adaptador de la manguera y colocarla en la perforación (desde afuera). Colocar otra arandela en las roscas del interior del contenedor, colocar cinta de teflón y una tuerca para ajustar todo.

Ensamblaje del sistema de recolección

Figura 5. Sistema de recolección ensamblado.

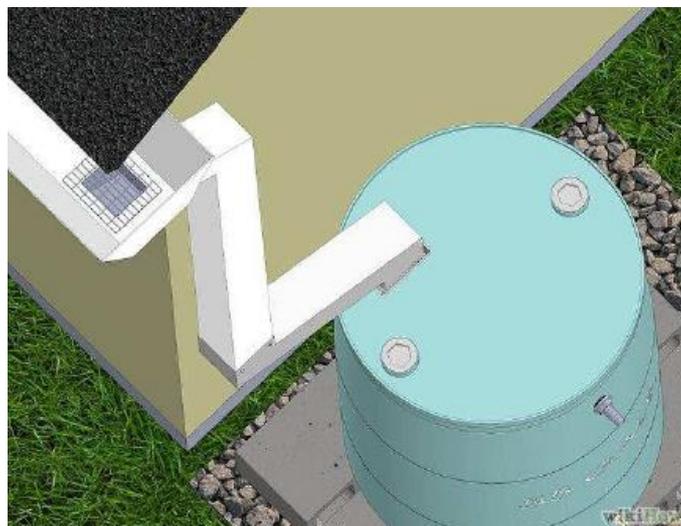


Fuente: (Benito, 2015).

Mediante una conexión entre el codo al bajante, buscar la distancia adecuada para la conexión al contenedor, asegurando que el agua sea depositada completamente en él.

Conexión del contenedor al codo

Figura 6. Sistema de recolección ensamblado.



Fuente: (Benito, 2015).

Si el contenedor tiene tapa, se requiere realizar una perforación que permita la entrada del borde del codo al recipiente, es recomendable cubrir el área cercana de la perforación con una malla metálica (mosquitero) evitando ingreso de insectos o impurezas al contenedor.

Una vez realizado el proceso mencionado, el agua deberá ser evacuada de los contenedores dependiendo del uso que se requiera darle.

Nota: el método planteado es estándar y estará sujeto a modificaciones en base a las viviendas donde será colocado.

Posterior a la instalación y puesta en marcha del sistema de captación de agua, se capacitará a las personas de las comunidades para la aplicación de mantenimiento preventivo (en caso de ser requerido), con acciones preventivas recomendadas que permitan dar un control al normal funcionamiento del sistema, se recomienda lo siguiente:

Tabla 7. Control de calidad del sistema implementado.

ORD	ACCIÓN	FRECUENCIA DE CONTROL	ACCIÓN CORRECTIVA
1	Verificación de posibles fugas, o liqueo de agua en la red de tubería	Quincenal	Verificar el origen de la fuga, identificando si se debe a mala conexión en uniones (de ser así aplicar sellador o teflón para hermetizar) o a rotura de tubería (de ser así reemplazar el tramo de tubería afectada)
2	Verificación de posibles fugas o liqueo de agua en el contenedor	Mensual	Verificar el origen de la fuga, identificando si se debe a mala conexión en uniones (de ser así aplicar sellador o teflón para hermetizar) o a rotura del contenedor (de ser así reemplazar por un nuevo contenedor)
3	Filtración de impurezas o insectos en el agua recolectada	Semanal	Verificar estado de la red de protección (mosquitero), así como su adecuada colocación en caso de existir rotura o desgaste reemplazar por uno nuevo
4	Inspección visual de la base en donde se ubica el contenedor de agua donde	Quincenal	Mediante inspección visual, verificar el estado de la base en donde se ubica el tanque, con mayor énfasis en la fijeza de los bloques y la capa de grava (sobre todo en época lluviosa) en caso de observar desprendimientos de la base o hundimiento de la misma, reemplazar los bloques o utilizar grava para mayor estabilidad
5	Control visual de la entrada de agua al contenedor	Semanal	Verificar que la caída de agua a través del sistema de tubería desemboque en su totalidad en el contenedor de agua, en caso de desplazamiento del tanque, o del sistema de tuberías, corregirlas manualmente

6	Verificación del correcto funcionamiento de la llave de agua	Mensual	Verificar el correcto funcionamiento de la llave de agua, en caso de avería de la misma se podría generar acumulación de agua pudiendo generar sobre preso en el tanque y riesgo de volcamiento del mismo
7	Control visual de la hermeticidad del contenedor de agua	Semanal	Mediante inspección visual semanal, verificar la hermeticidad del contenedor de agua, en caso de encontrar fugas o filtraciones reemplazar el contenedor por uno nuevo
8	Cambio de aceite en la bomba de agua (en caso de que se coloque)	Mensual	En caso de tener una bomba para impulsar el agua se requiere realizar cambio de aceite de la misma de manera mensual para evitar daños

Fuente:(Autores,2023).

Adicional a las acciones recomendadas, se sugiere que posterior a los 6 meses de la instalación del sistema, los usuarios soliciten visitas técnicas para una evaluación integral de los diferentes elementos, considerando que las condiciones climáticas propias de la región Amazónica (fuerte radiación UV, humedad elevada y lluvia constante) podrían ocasionar desgaste prematuro de partes y piezas del sistema.

Una alternativa adicional y opcional para dar un seguimiento más profundo al funcionamiento y efectividad del sistema es colocar un contador de despacho de agua.

Figura 7. Contador de agua.



Fuente: (VENTUM,2022)

La instalación de un sensor para cuantificar la cantidad de agua recolectada en el sistema podrá brindar un valor referencial sobre la cantidad de agua que puede ser aprovechada de manera mensual, posterior a ello, se podrá establecer una comparativa con la cantidad de agua utilizada antes de la instalación del sistema (suministrada por redes municipales o por tanqueros).

Con los valores tabulados, el usuario determinará el ahorro mensual obtenido con el uso del sistema de captación de agua, considerando una disminución en el consumo de agua suministrada por medios tradicionales, en caso de ser requerido, se podrá realizar modificaciones al sistema a fin de adecuar la instalación de un segundo contenedor para incrementar el volumen de agua recolectada, así como el ahorro previamente establecido.

2.2.2. Financiero

Para la ejecución del presente proyecto se cuenta con un capital inicial de 115000 dólares, el cual se desglosa a continuación:

Tabla 8. Capital inicial

CAPITAL INICIAL	
Capital social	\$ 55.000,00
Préstamo de entidad bancaria	\$ 40.000,00
Aporte por parte de empresas petroleras que laboran en las comunidades beneficiadas	\$ 20.000,00
TOTAL CAPITAL INICIAL	\$ 115.000,00

Fuente:(Autores,2023)

El desglose de los diferentes rubros requeridos para la ejecución del proyecto se detalla a continuación:

Tabla 9. Gasto de materiales.

MATERIALES		
Descripción	Valor Unitario	Valor Total
Estructuras metálicas	100	\$ 1.000,00
Grifería y accesorios	80	\$ 800,00
Cimentación	60	\$ 600,00
Instalaciones	70	\$ 700,00
Pintura	25	\$ 250,00
Materiales varios	80	\$ 800,00
Subtotal 1		\$ 4.150,00

Fuente:(Autores,2023)

Tabla 10. Gasto de maquinaria.

MAQUINARIA		
Descripción	Valor Total	
Retroexcavadora (alquiler)	\$ 800,00	
Volqueta (alquiler)	\$ 800,00	
Combustible de vehículos	\$ 700,00	
Concreteira	\$ 600,00	
Subtotal 2		\$ 2.900,00

Fuente:(Autores,2023)

Tabla 11. Gastos administrativos.

GASTOS ADMINISTRATIVOS		
Descripción	Valor Unitario	Valor Total
Alquiler de oficina	\$ 100	\$ 200,00

Material de oficina	\$ 200	\$ 400,00
Servicios básicos	\$ 125	\$ 250,00
Gastos varios	\$ 300	\$ 600,00
Subtotal 3		\$ 1.530,00

Fuente:(Autores,2023)

Tabla 12. Gastos de mano de obra

MANO DE OBRA		
Descripción	Valor Unitario	Valor Total
Ingeniero Civil	\$ 1500	\$ 3.000,00
Ingeniero Mecánico	\$ 1200	\$ 2.400,00
Coordinador de Obra	\$ 600	\$ 1.200,00
Asistente administrativo	\$ 450	\$ 900,00
Asistente Financiero	\$ 900	\$ 1800,00
Fontanero	\$ 400	\$ 800,00
Hidrólogo	\$ 700	\$ 1400,00
Equipo de construcción	\$ 400	\$ 800,00
Subtotal 4		\$ 12.300,00

Fuente:(Autores,2023)

$$Total\ gastos = Subtotal1 + Subtotal2 + Subtotal3 + Subtotal\ 4$$

$$Total\ gastos = 4.150,00 + 2.900,00 + 1.530,00 + 12.300,00$$

$$Total\ gastos = \$ 20.880,00$$

Nota: Se considera el total de gastos para una comunidad de 6 viviendas aproximadamente; para optimizar el capital inicial, se proyecta la implementación del proyecto en 5 comunidades, teniendo un total de \$ 104.400,00.

CAPÍTULO III

3.1. Análisis De Resultados Técnicos

Tabla 13. Resultados técnicos

EVALUACION DE RIESGOS: Sistema de captación de aguas lluvia para uso doméstico a través de un proceso de potabilización en las comunidades rurales de Sucumbíos.						
Riesgo	Impacto	Probabilidad	Nivel de Riesgo	Prevención	Mitigación	Estrategia de Salida
Escasez de lluvias inesperada	Bajo	Moderado	Moderado	Realizar un análisis climático detallado para estimar la variabilidad de las lluvias / Diseñar sistemas de almacenamiento de agua más amplios para temporadas secas.	- Almacenar suficiente agua en épocas de abundantes lluvias para hacer frente a escasez. / - Establecer acuerdos con fuentes alternas de agua en caso de emergencia.	- Evaluar la viabilidad de proveer agua de otras fuentes como pozos.
Fallos en el sistema de potabilización	Alto	Bajo	Moderado	Implementar estrictos controles de calidad durante la instalación. / - Capacitar al personal en mantenimiento y operación del sistema.	- Establecer un plan de mantenimiento preventivo regular. / - Mantener un suministro de piezas de repuesto críticas.	- Evaluar la posibilidad de un rediseño del sistema de potabilización.
Resistencia de la comunidad al cambio	Moderado	Moderado	Moderado	Realizar campañas de concientización y educación sobre los beneficios del sistema/ Involucrar a líderes comunitarios desde las etapas iniciales.	- Realizar reuniones periódicas para abordar preocupaciones y retroalimentación. /- Demostrar los resultados positivos a través de resultados tangibles.	- Considerar la posibilidad de retirada gradual en caso de falta de adopción continua.
Fluctuaciones en los costos de materiales	Moderado	Alto	Alto	- Establecer contratos a largo plazo con proveedores. / Diversificar las fuentes de suministro siempre que sea posible.	- Mantener un fondo de contingencia para cubrir aumentos inesperados de costos. /B25 - Buscar alternativas más económicas sin comprometer la calidad.	- Evaluar la viabilidad económica de continuar en caso de aumentos insostenibles.
Cambios regulatorios inesperados	Alto	Bajo	Moderado	- Mantenerse actualizado con las regulaciones gubernamentales. / - Mantener buenas relaciones con las autoridades locales.	- Tener un equipo legal para abordar rápidamente cualquier cambio regulatorio. / - Diversificar operaciones para cumplir con las nuevas regulaciones si es necesario.	- Evaluar la viabilidad de adaptarse a los nuevos requisitos o considerar la salida del mercado.

Fuente: {Autores, 2023}

3.2. Análisis De Resultados Financieros

3.2.1. Estado De Resultados

Tabla 14. Estado de resultados.

Datos			
Inversión inicial:	\$115,000.00	Recolección de agua mensual	20,000 lt
Gastos en materiales:	\$4,150.00	Venta de agua x año	240,000 lt
Gastos de maquinaria:	\$2,900.00	Ingreso por ventas	\$40,800.00
Gastos administrativos:	\$1,530.00	Costo de ventas	\$23,000.00
Gastos de mano de obra:	\$3,140.00	Depreciación anual	\$23,000.00
Gastos de mercadeo	\$500.00		
Precio de venta agua potabilizada	\$0.17 lt		

Año	Ingresos por Ventas	Costos de Ventas	Gastos de Mercadeo	Gastos Administrativos	Plan de inversiones (Depreciación y CAPEX)	Utilidad Neta
Año 1	\$40,800.00	\$10,190.00	\$500.00	\$1,530.00	\$0	\$28,580.00
Año 2	\$40,800.00	\$10,190.00	\$500.00	\$1,530.00	\$0	\$28,580.00
Año 3	\$40,800.00	\$10,190.00	\$500.00	\$1,530.00	\$23,000.00	\$5,580.00
Año 4	\$40,800.00	\$10,190.00	\$500.00	\$1,530.00	\$23,000.00	\$5,580.00
Año 5	\$40,800.00	\$10,190.00	\$500.00	\$1,530.00	\$23,000.00	\$5,580.00

Fuente:(Autores,2023)

3.2.2. Balance General Proyectado

Tabla 15. Balance general proyectado.

Balance General al 31 de Diciembre de 2023 cifras en Dólares			
ACTIVO		PASIVO	
Activo corriente		Pasivo corriente	
Efectivo	\$55,000.00	Obligaciones financieras a corto plazo	\$5,230.40
Inversiones temporales a corto plazo	\$40,000.00	Cuentas por pagar a proveedores	\$5,600.00
Cuentas por cobrar a clientes	\$0.00	Dividendos por pagar	\$400.00
Otros deudores	\$0.00	Impuestos por pagar	\$3,429.60
Inventarios	\$28,000.00	Acreedores varios	\$0.00
Total de activo corriente	\$123,000.00	Total de pasivo corriente	\$14,660.00
Activo no corriente		Pasivo no corriente	
Terrenos	\$7,000.00	Obligaciones financieras a largo plazo	\$40,000.00
Edificios	\$0.00	Prestamos a socios	\$0.00
Maquinaria y equipo	\$15,000.00	Otros pasivos a largo plazo	\$0.00

Muebles y enseres	\$3,000.00	Total de pasivo no corriente	\$40,000.00
		PATRIMONIO	
Vehículos	\$20,000.00		
Equipo de cómputo y comunicaciones	\$5,000.00	Capital	\$55,000.00
Depreciación	\$5,000.00	Reserva legal	\$2,500.00
Total de activo no corriente	\$55,000.00	Otras reservas	\$0.00
		Revalorización del patrimonio	-\$3,540.00
		Utilidades por distribuir de ejercicios anteriores	\$40,800.00
		Utilidad o pérdida del ejercicio	\$28,580.00
		Valorizaciones	\$0.00
		Total de patrimonio	\$123,340.00
TOTAL ACTIVO	\$178,000.00	TOTAL PASIVO MAS PATRIMONIO	\$178,000.00

Fuente:(Autores,2023)

3.2.3. Flujo Efectivo

Tabla 16. Flujo de efectivo

Flujo de Efectivo Al 31 de Diciembre de 2023			
	Entrada	Salida	Neto
Actividades de Operación			
Utilidad Neta	\$ 115,000.00	\$ 86,420.00	\$ 28,580.00
Ajustes para conciliar utilidad con el efectivo neto			\$ -
Gastos por depreciación		\$ 5,000.00	\$ -5,000.00
Total Ajustes			\$ 23,580.00
Incrementos o disminuciones de Activos y Pasivos Operativos	\$ 6,000.00		\$ 6,000.00
Cuentas por cobrar	\$ 5,000.00		\$ 5,000.00
Inventario	\$ 28,000.00		\$ 28,000.00
Cuentas por pagar		\$ 46,000.00	\$ -46,000.00
Impuesto por pagar		\$ 3,429.60	\$ -3,429.60
Total de incrementos o disminuciones de Activos y Pasivos Operativos	\$ 39,000.00		\$ -10,429.60
Actividades de Inversión			
Maquinaria y Equipo		\$ 15,000.00	\$ -15,000.00
Terreno		\$ 5,000.00	\$ -5,000.00
Total fondos de efectivo actividades de inversión		\$ -20,000.00	\$ -20,000.00
Actividades de Financiamiento			
Capital en Acciones	\$ 56,000.00		\$ 56,000.00
Cuenta por pagar a largo plazo Banco	\$ 40,000.00		\$ 40,000.00
Total flujo de efectivo de actividades de financiación	\$ 96,000.00		\$ 96,000.00
Aumento Neto Efectivo durante el Periodo			\$ 117,730.40
Efectivo al Inicio del Periodo			\$ 115,000.00
Efectivo al Final de Periodo			\$ 117,730.40

Fuente:(Autores,2023)

3.2.4. Retorno De La Inversión (ROI)

La rentabilidad del proyecto se calcula de la siguiente forma:

$$\% ROI = \left(\frac{\text{Beneficio Neto} - \text{Costo de Inversión}}{\text{Costo de Inversión}} \right) * 100$$

$$\% ROI = \left(\frac{117,730.40 - 115,000.00}{115,000.00} \right) * 100$$

$$\mathbf{ROI = 2.37 \%}$$

Al ser cifras positivas, nos indica que la inversión realizada en el proyecto tendrá un retorno de 2,37%; es decir el proyecto está planteado de la forma correcta.

3.3. Análisis De Resultados Finales

Tabla 17. Modelo Canvas.

CANVAS MODEL				
Diseño de sistema de captación y sanitización de aguas pluviales para uso doméstico en las comunidades rurales de la provincia de Sucumbíos, Ecuador				
Asociados clave	Actividades clave	Oferta de valor	Relación con el Cliente	Segmentos de mercado
Municipios y proveedores	Diseño y fabricación de sistemas de captación y potabilización.	Suministro de agua potable asequible y segura mediante la captación y potabilización de agua de lluvia.	Soporte técnico y capacitación para la instalación y mantenimiento del sistema.	Comunidades rurales en la provincia de Sucumbíos, Ecuador.
Proveedores de materiales y equipos.	Instalación y puesta en marcha de los sistemas.	Mejora de la salud y calidad de vida de las comunidades al proporcionar acceso a agua potable.	Atención al cliente para resolver consultas y problemas.	Personas que no tienen acceso confiable a fuentes de agua potable.
Autoridades locales para obtener permisos y apoyo regulatorio.	Capacitación a los usuarios sobre el uso y mantenimiento adecuados.	Brindar un servicio óptimo para las personas de escasos recursos, que merecen tener una vida digna	Educar a las comunidades sobre el manejo correcto de los instrumentos y equipos para asegurar la durabilidad	Comunidades rurales que no cuentan con servicio de agua potable
ONGs y organizaciones locales dedicadas al desarrollo comunitario.	Proyecto piloto para poder replicarlo en comunidades de otras provincias amazónicas	Impulsar el bienestar en común incluyendo las comunidades que han permanecido olvidadas por muchos años. El desarrollo social contribuye al bienestar nacional	Implementar una estrecha relación con las comunidades para en un futuro desarrollar más proyectos de apoyo social y mejorar el estilo de vida	Comunidades indígenas en donde se dificulta la obtención de este líquido vital
Empresas petroleras locales que contribuyen a ayudas de carácter social	7		3	Familias y pequeñas comunidades que carecen de este servicio, pero cuentan con fuentes de agua natural
	Recursos clave		Canales de Distribución	

<p>Realizar alianzas con instituciones públicas y gobierno para conta con apoyo económico Contacto directo con medios de comunicación para informar a otras comunidades el proyecto que se está realizando, para poder ejecutarlo en otras comunidades</p> <p style="text-align: right;">8</p>	<p>Tecnología de captación y potabilización de agua.</p> <p>Personal técnico para la instalación y mantenimiento.</p> <p>Materiales y equipos para la fabricación y operación de los sistemas.</p> <p style="text-align: right;">6</p>	<p>Implementar un nuevo sistema de obtención de agua apto para el consumo y brindar una vida diaria digna para estas comunidades rurales.</p> <p>Desarrollar proyectos de ayuda sostenible para ser implementados en comunidades de bajos recursos</p> <p style="text-align: right;">2</p>	<p>Campañas de sensibilización en las comunidades sobre la importancia del acceso al agua potable.</p> <p>Alianzas con organizaciones locales y ONGs para la distribución y promoción del sistema.</p> <p>Convenios con GADs que permitan implementar con su ayuda este proyecto de ayuda social.</p> <p style="text-align: right;">4</p>	<p>que pueden ser utilizadas para ser saneada y sea apta para el consumo</p> <p>Mejoramiento de estilo de vida de las personas mediante la sanitización del agua evitado enfermedades en niños, y personas adultas debido a infecciones por falta de sanidad en alimentos</p> <p style="text-align: right;">1</p>
Estructura de costos		Ingresos estimados		
<p>Costos de materiales y fabricación de los sistemas.</p> <p>Salarios y entrenamiento del personal técnico.</p> <p>Gastos de marketing y promoción.</p> <p>Gastos operativos y logísticos.</p> <p>Gastos para la parte administrativa.</p> <p>Gastos por imprevistos y caja chica</p> <p>Gastos por mantenimiento de maquinaria</p> <p style="text-align: right;">9</p>		<p>Venta de sistemas de captación y potabilización de agua. Tarifas de mantenimiento y servicios de limpieza periódicos.</p> <p>De acuerdo con la expansión del proyecto se generará ingresos por contribuciones de GADs y ONGs Al contar con el apoyo de empresas públicas y privadas se disminuye los gastos directos y se obtendría un porcentaje más alto de beneficio económico, pero es importante mencionar que al ser un proyecto social, no se tendrá ganancias descomunales.</p> <p>Se proyecta una ganancia mínima ya que va direccionado a una ayuda social y esa sería la principal satisfacción obtenida</p> <p style="text-align: right;">5</p>		

Fuente:(Autores,2023)

CAPÍTULO IV

Conclusiones

- Las comunidades rurales de la provincia de Sucumbíos no cuentan con agua apta para el consumo por lo cual es indispensable buscar alternativas que contribuyan al libre acceso de este, necesario para mejorar la calidad de vida de estas personas.
- El prototipo del proyecto nos permitirá ejecutarlo en una comunidad específica, pero con los resultados obtenidos se podría optimizar recursos y tiempo para replicarlo en las demás comunidades rurales que no cuentan con agua apta para el consumo.
- La metodología PMI es la que mejor se adapta al presente proyecto ya que permite tener un control total de las fases y llevar un cronograma con el cual cumplir las actividades, además en caso de existir eventualidades poder dar solución en el menor tiempo posible.
- El control de calidad del agua obtenida es importante controlarlo paulatinamente para garantizar que el sistema funciona correctamente y cuidar de la salud de las personas de las comunidades rurales.
- El presupuesto asignado puede adaptarse a diferentes situaciones, dependiendo de la zona y las contribuciones que se obtenga por parte de terceras personas (empresas petroleras de la zona, gobiernos seccionales y ONG's).
- Es indispensable impartir capacitaciones continuas en cada comunidad, para que tengan conocimiento del correcto funcionamiento y puedan dar un buen uso del sistema de sanitización del agua.

Recomendaciones

- Incentivar a los gobiernos provinciales a la implementación de sistemas de captación de aguas lluvias como también de programas de educación y concientización en las comunidades rurales sobre la importancia del uso responsable del agua y la conservación de recursos hídricos.
- Fomentar la participación de las comunidades en todas las etapas del proyecto, desde la planificación hasta la operación. Esto puede fortalecer la apropiación del sistema por parte de la comunidad.
- Debido a la complejidad e importancia que conlleva un proyecto final en un programa de maestría, se recomienda el acompañamiento o guía de un docente a fin de corroborar que el trabajo que los maestrantes desarrollan se encuentre acorde a los lineamientos requeridos por la institución. En caso de no disponer de un docente para el seguimiento del proyecto final, se recomienda que las asignaturas de la modalidad PBL tengan mayor interrelación entre sí, buscando corregir errores que pudieran darse en cada una de ellas, y evitar que los errores o incógnitas de los maestrantes se arrastren hasta el proyecto final.

Referencias

- Benito, L. (2015, January 3). *Cómo construir un recolector de agua de lluvia* / Bioguia.
https://www.bioguia.com/ambiente/como-construir-un-recolector-de-agua-de-lluvia_29269976.html
- Buckalew, J., Scott, L., James, M., & Reed, P. (1998). *Evaluacion de los Recursos de Agua del Ecuador REPORT*.
- Buenaño Sánchez, A. F. (2013). *Aporte gubernamental y su incidencia en la provisión de servicios de agua potable en la zona rural del Cantón Lago Agrio Provincia de Sucumbíos*.
<http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/5272>
- Constitución del Ecuador. (2008). La Constitución de la República del Ecuador. *Alteridad*, 2(2), 74. <https://doi.org/10.17163/alt.v2n2.2007.04>
- Costa, M. H., Borma, L. S., Espinoza, J.-C., Macedo, M., Marengo, J. A., Marra, D. M., Ometto, J. P., & Gatti, L. V. (2022). Capítulo 5: El sistema hidroclimático físico de la Amazonía. *Informe de Evaluación de Amazonía 2021*. <https://doi.org/10.55161/faaq6494>
- Del Ángel, E. (2014). *Hidrodinámica*. 17.
<https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16715/LECT147.pdf?sequence=1>
- FAO. (2013). Captación y almacenamiento de agua de lluvia. In *Santiago de Chile*.
<https://www.fao.org/3/i3247s/i3247s.pdf>
- Fernández. (2013). Manual de Proyectos. *Junta de Andalucía*, 10–13.
<https://fapacordoba.org/wp-content/uploads/2010/10/manualdeproyectos-voluntariado.pdf>
- Fernández, I. (2009). Aprovechamiento de las aguas pluviales. *Aprovechamiento de Las Aguas Pluviales*, 86.
- INEC. (2010). *Fascículo provincial sucumbíos*. 0–7.
- INEN. (2012). Instituto Ecuatoriano de Normalizacion. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*,

- 1–12. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1338-3.pdf>
- INEN. (2020). *Agua Potable N-INEN 1108-6 marzo 2020.pdf* (p. 25).
- Ministerio de Salud Pública. (2010). *ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR AGUA Y ALIMENTOS OTRAS INTOXICACIONES ALIMENTARIAS*.
- Ministerio de Salud Pública. (2015). *Diseño De Un Sistema De Captación De Agua De Lluvia Para El Uso Doméstico En La Isla De Jambelí, Cantón Santa Rosa, Provincia De El Oro*.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2017). *La cultura Ancestral de Sucumbíos*.
- OMS. (2007). Lucha contra Las enfermedades transmitidas por el agua en Los hogares. *Cdrwww.Who.Int*, 36.
- http://www.who.int/household_water/advocacy/combating_disease_es.pdf
- Otero Iglesias, J., Barrios Osuna, I., & Artilles Visbal, L. (2004). Reflexiones en torno a la definición de Proyecto. *Educación Médica Superior*, 18(2), 1–1.
- http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412004000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Sendín, A. (2011). Concepto De Proyecto. *El Mercurio*, 30, 10.
- <https://www.promonegocios.net/proyecto/concepto-proyecto.html>
- Truque, P. A. (2003). Armonización de los estándares de agua potable en las Americas. *Armonizacion De Los Estándares De Agua Potable En Las Americas*, 1(1), 17.
- <https://www.oas.org/dsd/publications/classifications/Armoniz.EstandaresAguaPotable.pdf>
- Universidad Nacional de Quilmes. (1996). La innovación tecnológica. *Redes*, 3(6), 131–175.
- <https://www.redalyc.org/pdf/907/90711287005.pdf>
- Wicaksana, A., & Rachman, T. (2020). COSECHA DE LLUVIA EN LA AMAZONIA GUIA PARA EL USO DIVERSIFICADO. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 3(1), 10–27. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>

Anexos

Anexo 1. Recursos de agua superficial.

Unidad de Mapa (Ver Fig. A-1)	Fuentes	Cantidad ¹	Calidad ²	Observaciones
1 Agua dulce perennemente abundante	Lagos perennes, represas y arroyos generalmente a <16 km aparte. Ciénagas y pantanos dispersos en las tierras bajas del Este (0100S07700W) ³ , y están concentrados en la cuenca interfluvial al Norte del río Daule y en la confluencia del río Babahoyo (0210S07952W).	<p>De muy grande a enormes cantidades están disponibles a lo largo de todo el año. Las descargas mínimas anuales de estaciones de medición seleccionadas están dadas más abajo, seguidas por el año de registro:</p> <p>1 Río Teaone (Tiaone) arriba de la confluencia del río Esmeraldas (0056N07941W), 44,040 L/min, 1994;</p> <p>3 Río Mira en Lita (0050N07828W), 1,843,415 L/min, 1972;</p> <p>4 Río Apaqui abajo de la confluencia con el río Minas (0032N07747W), 42,060 L/min, 1994;</p> <p>5 Río Guayllabamba cerca de la confluencia con el río Cubi (0008N07827W), 1,783,950 L/min, 1972;</p> <p>6 Río Guachala arriba de la confluencia con el río Granobles (000IN07809W), 91,500 L/min, 1994;</p> <p>7 Río San Pedro cerca de Machachi (0028S07833W), 67,680 L/min, 1994;</p> <p>8 Río Toachi cerca de Las Pampas (0026S07857W), 305,400 L/min, 1994;</p> <p>9 Río Daule en Pichincha (0101S07949W), 327,058 L/min, 1972;</p> <p>10 Río Daule en La Capilla (0142S08000W), 2,126,280 L/min, 1994;</p> <p>11 Río Quevedo cerca de Quevedo (0101S07928W), 530,460 L/min, 1994;</p> <p>12 Río Vinces en Vinces (0133S07944W), 170,000 L/min (carga mínima aproximada durante un período de 10 años de registro terminando en 1972);</p> <p>13 Río Zapotal arriba de la confluencia con el río Lechugal (0123S07921W), 505,800 L/min, 1994;</p> <p>14 Río Chimbo abajo de la confluencia con el río Pangor (0156S07900W), 183,000 L/min, 1994;</p> <p>15 Río Chimbo cerca de Bucay (0212S07908W),</p>	<p>Las fuentes son dulces con TSD generalmente <200 mg/L, pero requieren de tratamiento de contaminantes biológicos y químicos para alcanzar potabilidad. La contaminación biológica ocurre en los cuerpos de agua en la mayoría del país, excepto en los arroyos de cabecera y en los lagos del altiplano en las montañas de altas elevaciones. La contaminación biológica incrementa en la vecindad de áreas pobladas, donde los desperdicios sólidos y el alcantarillado contaminan las vías navegables y resultan en la concentración de microorganismos patógenos. La contaminación por desperdicios industriales prevalece en las vías navegables cerca de las zonas manufactureras en Ambato (0115S07837W), Cuenca (0253S07859), Esmeraldas (0059N07942W), y Latacunga (0056S07837W). En todas estas ubicaciones, metales duros y substancias fenólicas se encuentran en niveles alarmantes. Otras fuentes de contaminación química son: (1) los pesticidas residuales utilizados en áreas de agricultura comercial de gran escala en las cuencas del río Esmeraldas (0034N07928W); (2) la contaminación por hidrocarburos causada por filtraciones y derrames asociados con la refinación del petróleo y su distribución a lo largo del bajo río Esmeraldas; y (3) la contaminación por hidrocarburo asociada con la extracción y distribución de petróleo en las provincias de Napo (0025S07655W) y Sucumbios (0020N07725W).</p> <p>Las estaciones de medida</p>	<p>El acceso a, y el desarrollo del suministro de puntos de agua son influenciados por la topografía y la cubierta de suelo. El acceso por tierra es difícil a través de las tierras bajas del Este y en la mayoría de las áreas costeras del Norte debido a los pantanos, densos bosques tropicales y bancos inestables. Las vías navegables podrían proveer acceso por medio de los ríos Napo, Pastaza, Macuma, Namagoza y el río Zamora en las tierras bajas del Este y vía el río Esmeraldas y el río Santiago en las áreas costeras del Noroeste. El acceso por tierra esta también restringido en las tierras interfluviales bajas al Norte de la confluencia de los ríos Daule y del río Babahoyo, aunque los caminos en los diques de canales de irrigación proveen acceso limitado es estas áreas. En las tierras interfluviales bajas, las vías navegables podrían proveer acceso vía río Babahoyo y el río Vinces. El acceso por tierra es generalmente mejor cerca de las áreas urbanas, donde existen numerosos caminos para toda estación y puentes permanentes cruzan los arroyos. En el escabroso terreno de las montañas de Los Andes, donde los puentes cruzan profundos desfiladeros y los caminos van</p>

	857.460 L/min, 1994;	de los arroyos que monitorean la calidad del agua son dadas más abajo con la fecha de la muestra
--	----------------------	--

Fuente:(Buckalew et al., 1998)

Anexo 2. Recursos de agua superficial (continuación).

Unidad de Mapa (Ver Fig. A-1)	Fuentes	Cantidad ¹	Calidad ²	Observaciones
2 Agua dulce estacionalmente abundante	Lagos perennes e intermitentes, represas, canales y arroyos generalmente a <16 km aparte.	De grandes a enormes cantidades están disponibles estacionalmente como se detalla a continuación: De enero a mayo en la mayoría de las áreas interiores de las planicies costeras (0100S08000W), incluyendo las laderas Oeste de la Cordillera Occidental (0130S07855W); De octubre a junio a lo largo de las laderas intermontañosas y los valles de las montañas de Los Andes (0200S07840W); y de marzo a junio y de septiembre a noviembre a lo largo de las laderas al Este de la Cordillera Oriental (0130S07820W). De pequeñas a grandes cantidades están disponibles durante las diferentes estaciones de aguas bajas, cuando el escurrimiento a las fuentes perennes disminuye drásticamente y las fuentes intermitentes se secan por extensos intervalos.	Las fuentes son generalmente dulces, pero tratamiento por contaminantes biológicos y químicos es requerido para obtener potabilidad. La contaminación biológica ocurre en los cuerpos de las aguas a través de la mayoría del país, excepto en los arroyos de cabecera y en los lagos de las tierras altas en las montañas con grandes elevaciones. La contaminación biológica incrementa en las vecindades de las áreas pobladas, donde los desperdicios sólidos y los alcantarillados contaminan las vías navegables y resultan en concentraciones de microorganismos patogénicos. La contaminación por residuos industriales prevalece en las vías navegables cerca de las zonas manufactureras en las ciudades de Quito y Riobamba, donde metales duros y substancias fenólicas se encuentran en niveles alarmantes. Otras fuentes de contaminación química son los altos niveles de mercurio residual asociado con el proceso de amalgamación del oro en las provincias Azuay, El Oro, y Zamora	El acceso y el desarrollo de sitios de entrada están influenciados por la topografía y la cubierta del terreno. El acceso es restringido a lo largo de las laderas del Este de la Cordillera Oriental por la densa vegetación; en las áreas intermontañosas en Los Andes por laderas y bancos pronunciados; y a lo largo de las tierras costeras bajas en la vecindad del Golfo de Guayaquil (0300S08030W) por suaves terrenos y suelos suaves y canales cambiantes.
3 Agua dulce escasa o inexistente	Arroyos intermitentes generalmente a >16 km aparte.	De pequeñas a grandes cantidades están disponibles de enero hasta abril principalmente provenientes de pequeños arroyos intermitentes. Los caudales ocurren generalmente en cortos intervalos respondiendo a la lluvia. Los arroyos están generalmente secos durante el resto del año.	El escurrimiento generalmente se transforma en salobre durante caudales sostenidos, cuando las concentraciones de TSD tienden a incrementar. El caudal del arroyo es generalmente turbio y alto en sedimentos. La contaminación biológica ocurre cerca de las áreas pobladas. La contaminación química ocurre en forma de hidrocarburo proveniente de derrames asociados con la extracción y refinamiento del petróleo en la provincia de Guayas (0200S08000W) en la Península de Santa Elena (0215S08050W).	El acceso a los arroyos es posible en las planicies costeras y cerros, pero el desarrollo de sitios de ingreso no es práctico. Ocasionales inundaciones repentinas durante la estación lluviosa rápidamente se infiltran en los lechos no consolidados de los ríos haciendo de la captura del agua un proceso difícil. Durante flujos sostenidos, el mantenimiento frecuente del equipo de ingreso sería requerido, ya que altas cargas de sedimentos causan obstrucción acelerada y el desgaste del equipo de ingreso.

4 Agua dulce escasa o inexistente	Estuarios costeros y pantanos tierra adentro y en la Isla Puna (0250S08008W); arroyos efimeros, pequeños estanques	De pequeñas a enormes cantidades están disponibles. De pequeñas a grandes cantidades están generalmente disponibles en las Islas	El agua es generalmente salobre a salina. Durante los flujos bajos al estuario costero, las corrientes de las mareas sobrepasan a las débiles corrientes de los ríos, creando condiciones de regresión de agua. Esto causa	El acceso por tierra no es posible en las zonas de estuarios debido a las condiciones de almacenamiento de agua en la superficie. En las áreas costeras del Noroeste, las vías
--	--	--	--	--

Fuente:(Buckalew et al., 1998)

Anexo 3. Recursos de agua superficial (continuación).

Unidad de Mapa (Ver Fig. A-1)	Fuentes	Cantidad ¹	Calidad ²	Observaciones
4 Agua dulce escasa o inexistente (continuación)	y depresiones de rocas volcánicas en las Islas Galápagos (0030S09030W).	Galápagos. De grandes a enormes cantidades están disponibles tierra adentro y en la Isla Puna.	que la concentración de agua salina migre corriente arriba y dentro de las tierras bajas adyacentes. El caudal de los estuarios es generalmente turbio y alto en sedimentos. La contaminación biológica es alta en la zona de los estuarios, en estanques detenidos y depresiones de las Islas Galápagos. La contaminación química ocurre en forma de hidrocarburo proveniente de derrames o filtraciones asociados con la distribución del petróleo en el delta del río Guayas (0222S07950W).	navegables podrían proveer acceso vía río Santiago, y al Sur de la confluencia del río Daule y del río Babahoyo vía el río Guayas. El desarrollo de puntos de ingreso no es práctico a lo largo de los estuarios y en los pantanos costeros debido a los bancos inestables. Equipo portátil para desalinización por osmosis reversa sería necesario.

Fuente:(Buckalew et al., 1998)

Anexo 4. Inspección de comunidades rurales de la provincia de Sucumbíos.



Fuente:(Autores,2023)

Anexo 5. Visita a comunidades rurales para determinar el número promedio de viviendas.



Fuente:(Autores,2023)

Anexo 6. Recorrido por diferentes comunidades rurales más cercanas.



Fuente:(Autores,2023)