



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL
RIESGO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO
DE INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL
RIESGO

TEMA:

“GESTIÓN DE RIESGOS ANTROPICOS EN EL MANEJO Y
REINSERCIÓN DE AGUAS NEGRAS/SERVIDAS AL AMBIENTE EN
LA COMUNIDAD EL ARENAL”

AUTORES:

RICARDO ANDRÉS PAREDES MORA
ERICK ADRIAN FREIRE ESCUDERO

TUTOR:

ING. GUIDO TAMAYO

GUARANDA – ECUADOR

2020

INDICE

INTRODUCCION.....	9
CAPITULO I	11
1.1. El problema.....	11
1.2. Planteamiento del problema.....	11
1.3. Formulación del problema	14
1.4. Objetivos.....	15
1.4.1. Objetivo General.....	15
1.4.2. Objetivo Específicos.....	15
1.5. Justificación de la investigación	16
1.6. Limitaciones y Alcance	16
CAPÍTULO II.....	18
2.1. Ubicación del proyecto	18
2.1.1. Población	20
2.1.2. Clima	20
2.1.3. Economía y desarrollo	20
2.2. Antecedentes	21
2.3. Bases Teóricas	23
2.3.1. Gestión de Riesgos Antrópicos	23
2.3.2. Tratamiento de Aguas Residuales	24
2.3.3. Fosa séptica	25
2.3.4. Aguas Residuales.....	25
2.4. Diagnóstico ambiental	26
2.4.1. Demanda Hídrica.....	26
2.4.2. Calidad de las aguas	26
2.5. Fundamentación filosófica.....	27
2.5.1. Principios de Biorremediación	31
2.5.2. Contaminantes susceptibles a la biorremediación.....	33
2.5.3. Técnicas de Biorremediación	35
2.6. Tratamiento de aguas residuales	39
2.7. Técnicas de muestreo de aguas residuales	40

2.7.1. Muestra simple	40
2.7.2. Muestra compuesta.....	40
2.7.3. Muestra cualificada	40
2.7.4. Muestra para un análisis microbiológico	41
2.8. Definición de Términos	41
2.9. Marco legal	43
2.10. Hipótesis de la Investigación.....	46
2.11. Sistemas de Variables.....	46
2.12. Operacionalización de variables.....	47
CAPITULO III	51
3. MARCO METODOLÓGICO	51
3.1.1. Nivel de Investigación	51
3.1.2. Diseño de la investigación.....	51
3.1.3. Metodología para los objetivos específicos.....	51
3.1.4. Población objeto de estudio	61
3.1.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	61
3.1.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos (Estadístico utilizado), para cada uno de los objetivos específico	61
CAPITULO IV.....	63
4. RESULTADOS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	63
4.1. Datos actualizados sobre el nivel de carga Biológica y Microbiológica de las aguas residuales, Figura 10-11-12.	63
4.1.1. Agua de humedales.....	64
4.1.2. Agua residual.....	66
4.2. Análisis de las diferentes tecnologías para plantear un sistema optimo del manejo de Aguas residuales.....	72
4.3. Resultados del Objetivo	80
4.3.1. Diseñar el sistema de tratamiento adecuado para la comunidad de el Arenal	80
5. CONCLUSIONES	87
6. RECOMENDACIONES	89
7. BIBLIOGRAFÍA	91
8. ANEXOS.	96

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de la ubicación del proyecto	19
Figura 2: Movimiento del agua en un medio subterráneo.....	34
Figura 3: Esquema conceptual de un tratamiento de agua residual	39
Figura 4: Resultados de muestras de agua potable.....	64
Figura 5: Resultados de muestras para agua de humedales	66
Figura 6: Resultados de muestras para agua residual.....	68
Figura 7: Estado actual Fosa Séptica - Comunidad el Arenal.....	84
Figura 8: Solución Propuesta Fosa Séptica – Comunidad El Arenal.....	84
Figura 9: Propuesta diseño fosa séptica para las viviendas de la comunidad El Arenal.	85
Figura 10: Propuesta fosa séptica para viviendas de la comunidad EL Arena – Dinámica de Fluido.....	86

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Métodos de Biorremediación	37
Tabla 2: Ejemplo de una toma de muestra cualificada.....	40
Tabla 3: Operacionalización de variables	47
Tabla 4: Operacionalización de variables	48
Tabla 5: Coeficiente de correlación.....	49
Tabla 6: Parámetros físicos, sustancias inorgánicas y radiactivas del agua potable	53
Tabla 7: Análisis de Parámetros	54
Tabla 8: Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional	56
Tabla 9: Matriz de Evaluación de Riesgos-Nivel de Eficiencia.....	57
Tabla 10: Matriz del Nivel de Exposición.....	57
Tabla 11: Matriz de Probabilidad de Ocurrencia de la Amenaza.....	58
Tabla 12: Matriz de Probabilidad de Ocurrencia de la Amenaza.....	58

Tabla 13: Matriz del Nivel de Consecuencias	59
Tabla 14: Matriz del Nivel de Riesgo.....	60
Tabla 15: Matriz del Nivel de Intervención	60
Tabla 16: Resultados de muestras de agua potable	63
Tabla 17: Resultados de muestras para agua de humedales	65
Tabla 18: Resultados de muestras para agua residual	67
Tabla 19: Matriz de Evaluación de Riesgos	69
Tabla 20: Matriz de las Medidas Preventivas.....	70
Tabla 21: Sistema de Tecnologías para Tratamiento de Aguas residuales	73
Tabla 22: Costos.....	80

INDICE DE ANEXOS

Anexos 1: Análisis de laboratorio	96
Anexos 2: Análisis de Laboratorio.....	97
Anexos 3: Análisis de Laboratorio.....	98
Anexos 4: Toma de Muestras, Erick Freire (2020).....	99
Anexos 5: Humedales del sector	99
Anexos 6: Recolección de información, Andrés Paredes (2020).....	100
Anexos 7: Evidencia de visita a la zona de estudio – Comunidad El Arenal (2020)....	100

***“GESTIÓN DE RIESGOS ANTRÓPICOS EN EL MANEJO Y REINSERCIÓN DE
AGUAS NEGRAS / SERVIDAS AL AMBIENTE EN LA COMUNIDAD EL
ARENAL”***

**CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO
INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL AUTOR**

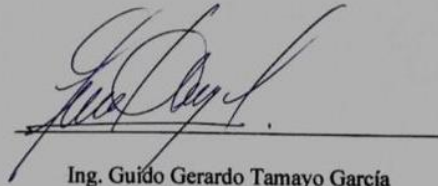
Guaranda, 17 de septiembre de 2020

El suscrito Ingeniero Guido Gerardo Tamayo García, Director de proyecto investigación de Pre Grado de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Docente-Tutor.

CERTIFICA:

Que el proyecto de investigación titulado "*GESTIÓN DE RIESGOS ANTRÓPICOS EN EL MANEJO Y REINSERCIÓN DE AGUAS NEGRAS / SERVIDAS AL AMBIENTE EN LA COMUNIDAD EL ARENAL*" realizado por: Erick Adrián Freire Escudero y Ricardo Andrés Paredes Mora ha sido debidamente revisado e incorporado las observaciones realizadas durante las asesorías; en tal virtud, autorizo su presentación para la aprobación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a los interesados dar el presente documento el uso legal quien estime conveniente.



Ing. Guido Gerardo Tamayo García
Docente - Tutor

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente estudio hemos detectado un deficiente manejo de los riesgos antrópicos por parte de los pobladores del lugar su condición sociocultural permite desarrollarse en un modo de supervivencia, situación crítica, nuestra zona de estudio es un asentamiento informal y sin planificación lo que ha conllevado que en el tiempo se transforme en una zona de habidad para los moradores en donde el desarrollo de su vida está en condiciones precarias, nuestra atención se puntualiza en el manejo de aguas negras / servidas de las viviendas a la vez el riesgo generado a la vida y al medio ambiente por la libertad de descargo de las aguas residuales / negras debido a la infiltración al encontrarse en una zona de alta permeabilidad facilita que las aguas de infiltración lleguen a contaminar las fuentes hídricas consideradas reservas, las mismas que son usadas para captación y consumo humano.

INTRODUCCION

El presente estudio se refiere al manejo de las aguas negras / servidas en la comunidad el Arenal ubicada en la provincia Bolívar, cantón Guaranda, parroquia Guanajo, la cual es una comunidad rural que se ha asentado en las inmediaciones del volcán Chimborazo, ubicada en una zona de condición climática agreste en donde la temperatura media va desde los 2° C hasta los 26°C (Coloma, 2016). Teniendo en cuenta la precariedad e informalidad de los asentamientos humano por parte de los lugareños han adoptado una forma de vida al estilo supervivencia tratando de adaptarse a las condiciones del lugar, en la situación actual no existe un sistema de saneamiento o manejo de aguas negras / servidas, lo que ha generado que los propietarios de cada vivienda por iniciativa propia adecuen un sistema sin ingeniería para el descargo de las aguas servidas al ambiente, el mismo que consiste en cavar un hueco de 4 metros de profundidad y 1.20 metros por cada lado y verter los desperdicios de forma directa al suelo, en vista de generarse un impacto y exponer a un riesgo la vida humana hemos considerado plantear en este estudio una solución la misma que consiste en dar solución a esta problemática en el sector y mitigar la contaminación generada al ambiente reduciendo el riesgo a la vida.

Nuestra solución consiste en plantear una fosa séptica técnica con materiales de la zona y de bajo costo los mismos que permiten filtrar las aguas negras / servida al funcionar como un sistema, la integración de biomateriales con características físicas y mecánicas para filtrar líquidos hace que la reinsersión se la realice de forma adecuada para el ambiente y elimine en gran cantidad la carga microbiológica y bacteriológica que generan las descargas de aguas negras /servidas.

En el campo de investigación de nuestro proyecto, la contaminación que genera cada vivienda al descargar sus aguas servidas libremente a la capa superficial del suelo implica que la misma tienda a infiltrarse hasta emerger en fuentes hídricas cercanas al lugar de estudio, estas aguas se usan principalmente para agricultura y alimentación por lo que se ve afectada la salud humana, causando diferentes enfermedades.

En nuestra zona de estudio la eyección de las aguas residuales por parte de habitantes y turistas generan desperdicios y contaminantes, estos en su descarga a las fosas de recolección que son construidas empíricamente acumulan residuos líquidos,

microorganismos y sustancias químicas, las cuales reposan en el fondo de estos recolectores en contacto directo a la superficie del suelo, al no existir ningún tipo de atención a estos desperdicios y dando la libertad absoluta de su putrefacción la dinámica de fluidos hace que el líquido en el que se transforma la materia migre por infiltración a fuentes hídricas aguas abajo, aguas que en el uso cotidiano del recurso se capta para el desarrollo de los pueblos y la agricultura, visto desde el ángulo técnico este tipo de contaminación perjudica directamente al ambiente y al ser humano.

CAPITULO I

1.1. El problema

En el Ecuador las aguas negras / servidas o aguas residuales son generalmente vertidas sin tratamiento en aguas superficiales. Es el caso también de la comunidad el arenal, la cual es una comunidad rural que se ha asentado en las inmediaciones del volcán Chimborazo, ubicada en una zona de condición climática en donde la temperatura media va desde los 2° C hasta los 26°C (Coloma, 2016). Teniendo en cuenta que no existe un sistema de tratamiento adecuado para las aguas negras y servidas que la población genera, lo cual implica una amenaza para los mismos habitantes del sector y al frágil ecosistema donde se encuentra.

1.2. Planteamiento del problema

En la actualidad los recursos de agua de la comunidad el arenal, presenta un alto nivel de afectación producto de acciones antrópicas, ocasionadas por miembros de la comunidad de la zona, los cuales a través de la inadecuada construcción de pozos sépticos y presentan filtraciones concurrencias en los suelos esto debido a un diseño deficiente, dichas filtraciones ocasionan riesgos hídricos a la zona ya que estas filtraciones llegan hasta el agua potable.

El problema radica en reducir en lo posible el alto grado de polución provocado por estas aguas residuales, se sabe que las aguas residuales albergan microorganismos que causan enfermedades infecciosas tales como la hepatitis, gastroenteritis, disentería, cólera y muchas otras enfermedades (Rodríguez H. , 2017).

Las descargas biológicas que generan por sus visitas son altas y no controladas, este tipo de aguas son reinsertadas al ecosistema de forma directa, lo que se traduce a un problema preocupante para el ecosistema y la salud de los seres humanos, para ello se propondrá un sistema de manejo de aguas residuales para minimizar el impacto ambiental y la integridad de las personas, respetando y cumpliendo los parámetros establecidos por las normas ecuatoriana de calidad del Agua.

Con base en evidencia científica, la contaminación del suelo puede degradar gravemente los principales servicios a los ecosistemas provistos por el suelo. La contaminación del

suelo reduce la seguridad alimentaria al reducir los rendimientos agrícolas debido a los niveles tóxicos de los contaminantes y al ocasionar que las cosechas producidas en suelos contaminados sean peligrosas para el consumo de animales y humanos. Muchos contaminantes son transportados del suelo a las aguas superficiales y a las aguas subterráneas, ocasionando daño ambiental a través de la eutrofización y problemas directos a la salud humana por consumo de agua contaminada. Los contaminantes también dañan directamente a los microorganismos del suelo y a organismos mayores que viven en el suelo y por tanto afectan la biodiversidad del suelo y el servicio que prestan los organismos afectados (Rodríguez , McLaughlin, & Pennock, 2019).

Las principales fuentes antropogénicas de contaminación del suelo son los químicos usados o producidos como derivados de actividades industriales, desechos domésticos y municipales, incluyendo las aguas residuales, los agroquímicos. La eliminación de desechos municipales en vertederos, sean ilegales, y las aguas residuales no tratadas y liberadas al medio ambiente son fuentes importantes de metales pesados, compuestos orgánicos poco biodegradables y otros contaminantes que ingresan a suelo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019).

El uso de agua residuales tratadas para irrigación agrícola es común en las regiones áridas y semiáridas como solución a la escasez de agua, en ocasiones el uso de aguas residuales recicladas en las regiones áridas de España ha atendido el tema del déficit del agua, pero es también una forma de agregar nutrientes y ha llevado a un aumento en la productividad de las cosechas, el uso de aguas residuales puede, sin embargo, ser un problema en los países en los que las pautas sobre la calidad del agua y la legislación son inexistentes y su uso indebido de aguas residuales puede llevar a la deposición de metales pesados, sales y patógenos, si éstos no son totalmente eliminados durante el tratamiento o en casos en los que las aguas residuales quedan sin tratamiento (Rodríguez , McLaughlin, & Pennock, 2019).

La implementación de esta propuesta tecnológica permitirá ayudar a insertar el agua con un nivel bajo en cargas biológicas al ambiente salvaguardando la integridad de quienes hacen uso de ella, respetando así los ejes del Plan todo una Vida.

Se sabe que las aguas residuales albergan microorganismos que causan enfermedades infecciosas tales como la hepatitis, gastroenteritis, disentería, cólera y muchas otras

enfermedades (Rodríguez H. , 2017). Las bacterias y virus bajo ciertas condiciones pueden migrar.

El ecosistema donde se ubica la comunidad Cruz del Arenal es un lugar turístico en que las descargas de aguas residuales no son tratadas y son reinsertadas al ecosistema de forma directa a la superficie del suelo, lo que se traduce a un problema preocupante para el ecosistema y la salud de los seres humanos que pueden consumirla.

1.3. Formulación del problema

¿COMO LA GESTIÓN DE RIESGOS ANTRÓPICOS APORTA EN EL MANEJO Y REINSERCIÓN DE AGUAS NEGRAS / SERVIDAS AL AMBIENTE EN LA COMUNIDAD EL ARENAL?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Plantear un sistema para el correcto manejo y reinserción de aguas negras / servidas al ambiente, considerando la variable de riesgos para la comunidad el arenal.

1.4.2. Objetivo Específicos

- Obtener datos actualizados sobre el nivel de carga biológica y microbiológica de las aguas residuales.
- Determinar el nivel de riesgo en el sector de el arenal.
- Analizar las diferentes tecnologías para plantear un sistema optimo del manejo de las aguas residuales.
- Diseñar el sistema de tratamiento adecuado para la comunidad el arenal.

1.5. Justificación de la investigación

Al existir un riesgo latente por contaminación de fuentes hídricas con afectación directa a la salud de los seres humanos nos vemos en la necesidad de prestar atención a los focos contaminantes como es nuestra zona de estudios, son 8 familias y aproximadamente 200 turistas por semana que usan este lugar lo que genera una carga de desperdicio importante, al descargar las aguas negras generadas en el lugar las mismas que no se encuentran bajo un manejo técnico, la realidad es que se lo hace de manera empírica dejando en contacto directo con el suelo y esta no tiene ningún método que disminuya la carga biológica (virus y bacterias), es por eso que nuestro trabajo pretende plantear un método adecuado al manejo de aguas residuales y reducir el impacto al ambiente y a la salud de los seres vivos.

Sistemas de Saneamiento: se entiende el suministro de instalaciones y servicios que permiten eliminar sin riesgo la orina y las heces, los sistemas de saneamiento inadecuados constituyen una causa importante de morbilidad en todo el mundo, se ha probado que la mejora del saneamiento tiene efectos positivos significativos en la salud tanto en el ámbito de los hogares como el de las comunidades, por otra parte este término se refiere al mantenimiento de buenas condiciones de higiene gracias a servicios como la recogida de basura y la evacuación de aguas residuales (OMS, 2020).

1.6. Limitaciones y Alcance

En la zona de estudio observamos que existe un deficiente manejo de aguas residuales, la comunidad no cuenta con un sistema de saneamiento para manejo de aguas negras / servidas, las descargas de las viviendas se las realiza directamente a un pozo cavado por los lugareños al mismo que se integran de forma unificada todos los desperdicios.

Al proponer una tecnología con nivel de factibilidad que permita disminuir los riesgos asociados al manejo de las aguas residuales de la Comunidad El Arenal – Guaranda – Bolívar - Ecuador, a través de un análisis documental, revisando la información bibliográfica para identificar el estado actual de los componentes ambientales y los

impactos de su manejo, así como de las tecnologías disponibles para gestionar adecuadamente el sistema de conducción y tratamiento de agua residuales. De esta manera al proponer un sistema acorde a los principios de sostenibilidad, se pretende reducir la contaminación directa al suelo expuesta al ambiente preservando las fuentes hídricas cercanas de la zona.

CAPÍTULO II

El área de estudio se encuentra ubicada en una zona de condición climática crítica por asentarse en las faldas del Volcán Chimborazo, existes fuertes corrientes de viento y temperaturas relativamente bajas para el desarrollo normal de la vida, la infraestructura se encuentra en condición precaria la misma que ha sido construida sin ingeniería y a la necesidad de los habitantes. Cuentan con servicios básicos esenciales es el caso de la luz, el agua la captan del mismo lugar la almacenan en un tanque y la llevan a las viviendas sin ningún tratamiento, el manejo de desperdicios lo realizan de manera empírica lo que genera una contaminación directa al ambiente.

En la zona existe un centro turístico el cual alberga a 200 turistas por semana que en algún momento contaba con un tanque séptico el mismo que no funciona en la actualidad se encuentra colapsado por arena, para lo cual se improvisó el descargo de las aguas negras / servidas de forma superficial.

2.1. Ubicación del proyecto

La comunidad El Arenal se encuentra ubicada en la provincia de Bolívar, cantón Guaranda parroquia Guanujo; Figura 1. Se localiza ubicado en un sitio natural, caracterizado por poseer abundante flora y fauna, sus condiciones de acceso se encuentran en perfectas condiciones, presta servicios de esparcimiento, recreación, alojamiento y alimentación (Gobierno Autómo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014).

En otros términos, el arenal es una enorme reserva desértica que se ubica al pie del volcán Chimborazo, posee una guarda riqueza floral y faunística conviven diversas clases de mamíferos y reptiles pequeños, cuenta con hermosos paisajes que contempla enorme formaciones rocosas y elevaciones compuestas de material pétreo que ayudan a obtener fotos panorámicas (Novoa, 2017).

País: Ecuador

Provincia: Bolívar

Cantón: Guaranda

Parroquia: Guanujo

Sector: El Arenal

Coordenadas UTM – WGS 84 - 17S: 731378.5640 - 9840991.6372

Altitud: (+-) 4000 msnm

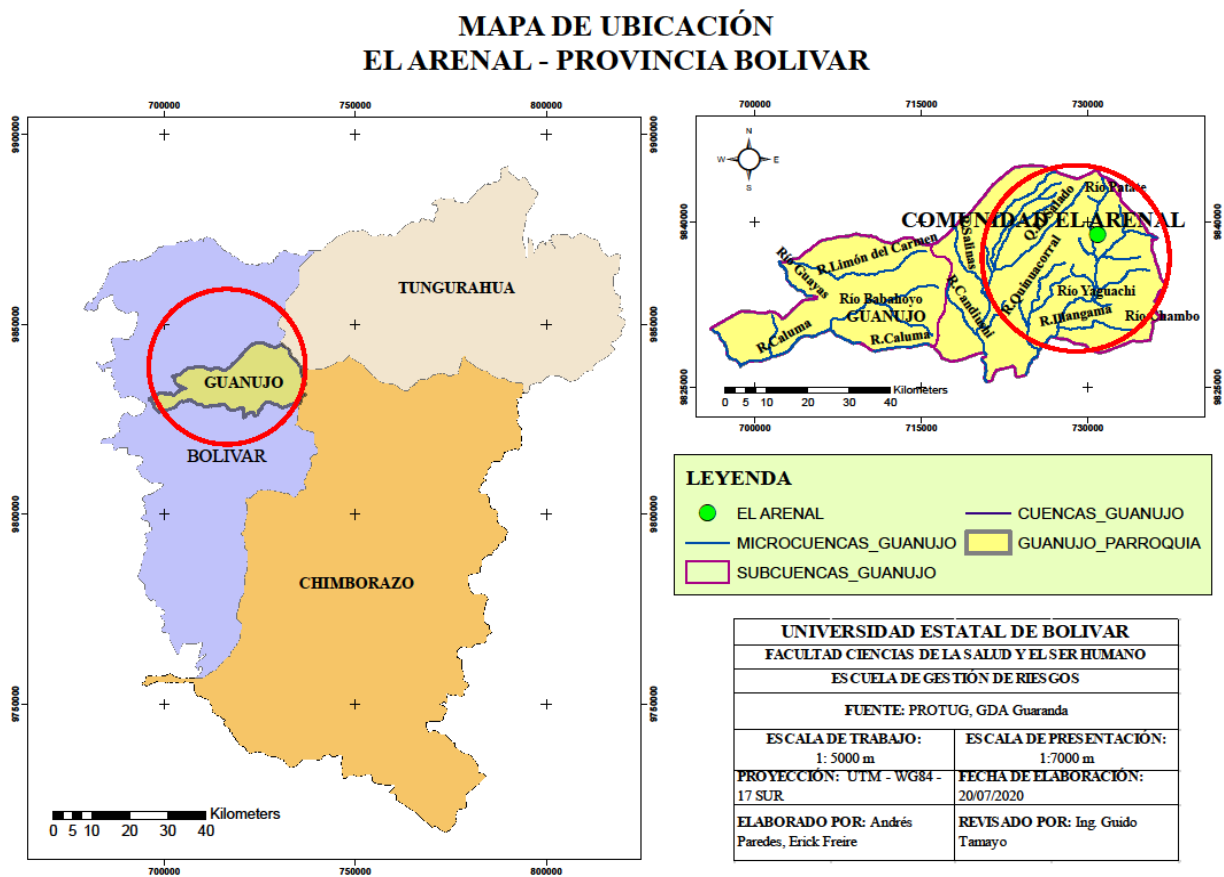


Figura 1: Mapa de la ubicación del proyecto

Elaborado por: Paredes & Freire, 2020

2.1.1. Población

Los asentamientos humanos situados en los páramos Cruz del Arenal, al norte y al este del cantón, en los sectores: Culebrillas, Corazón, Cruz de Ventana, Pimbalo, entre otras.

La comunidad Cruz Del Arenal está localizada en una altitud de +- 4000 m.s.n.m. compuesta en la actualidad por alrededor de 50 habitantes, aproximadamente 8 familias de etnia indígenas, fundada en 1998, al aumentar los años el nivel poblacional ha disminuido entre adultos mayores y por su actividad económica a lugares cercanos.

2.1.2. Clima

La zona estudiada se encuentra ubicada en la Cruz del Arenal, presenta una altitud aproximada de cuatro mil metros sobre el nivel del mar, la temperatura promedio es de aproximadamente ocho grados centígrados, Dichas temperaturas pueden llegar hasta los menos seis grados centígrados en épocas invernales (Coloma, 2016).

2.1.3. Economía y desarrollo

La economía de las familias de Cruz del Arenal se sustenta en el trabajo de los hombres, que laboran en calidad de jornaleros, en las ciudades de Ambato y Guaranda, pastoreo de borregos, que realizan los adultos, adolescentes y niños, estos últimos en sus horas libres, comercio, empleados públicos y privados, servicios de transporte, artesanías. (Gavilanes Betancour, 2012)

La principal fuente de actividad económica del sector es el turismo en el sector se ubica en los siguientes destinos: caseiches – arenal salinas desierto del interior minas de sal, bosque protector, elevaciones, cuevas y farrallones. (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014)

Otros atractivos turísticos que se deben mencionar son los siguientes según (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014)

- El punto focal es el volcán y su hielo, el estudio y observación de vegetación especializada en este tipo de clima, refugios de descanso, observación del paisaje circundante, acceso a la nieve y para un público especializado las subidas a los glaciares y la cúspide del volcán.

- Siguiendo un camino a través de este desierto interior, que ofrece magníficas vistas de los páramos nevados y circundantes.
- Cerca de El Arenal y en el camino a Chimborazo, hay dos refugios para visitantes interesados en actividades de escalada, para aquellos que desean visitar la nieve y observar el paisaje del volcán, con servicios de guía (Guardia Forestal).
- Fuera de los límites de la provincia, pero a pocos kilómetros de distancia, hay un criadero de llamas con el que la cría de este animal se reintroduce en los páramos de la región.
- A la inmensidad de los matorrales se agrega un nuevo elemento de contraste, la existencia de rocas extrañas y monumentales que crean una presencia espeluznante, especialmente por la noche, o rocas como nubes que a veces se confunden con retratos de personas o figuras de animales e incrustados como monumentos. La niebla también juega un papel importante al producir esa extraña variedad del mundo de los sueños y las irrealidades que llevan a Salinas y Facundo Vela a las profundidades de las estribaciones de la cordillera.

2.2. Antecedentes

Según (Delgado García, Trujillo González, & Torres Mora, 2017), los hogares de áreas rurales que no cuentan con sistemas adecuados de abastecimiento o tratamiento de las aguas, recurren a alternativas que pueden llevar a incurrir en esfuerzos económicos, estas alternativas son: conexiones ilegales a la red pública o directamente a los ríos, lagos, pozos profundos o camiones cisterna. La mayoría de estas soluciones representan altos costos para los usuarios y no garantizan la calidad del agua, lo que genera potencial riesgo de salud en los niños y adultos mayores especialmente con afectaciones ambientales a las fuentes hídricas.

En el estudio (Villegas Gallón & Vidal Tordecilla, 2009) mencionan que en los cascos urbanos la falta de tratamiento de las aguas residuales domésticas es un problema grave, más aún lo es en los territorios rurales donde los métodos de depuración al uso son

altamente ineficientes. Todo esto se traduce en impactos ambientales que inducen pérdida de calidad del agua, alta morbilidad por enfermedades de origen hídrico y degradación ecosistémica, y cuyo control, como reto importante que es para la sostenibilidad, constituye un problema de investigación para la gestión ambiental, sobre todo en los entornos rurales.

Las áreas rurales, son lugares que obtendrían un beneficio de las tecnologías sostenibles para la depuración del agua residual ya que son mecanismos que necesitan de grandes extensiones de terrenos para ser implementados y bajos caudales que no permiten las áreas urbanas. Dentro de las tecnologías sostenibles encontramos diferentes mecanismos para la depuración de agua residual. (Torres Forero, 2018).

La contaminación ambiental es un mal que está aquejando al mundo entero, y en el momento actual en el que nuestro país no se ve todavía gravemente afectado, es donde debemos tomar acciones para prevenir que nuestros ecosistemas no colapsen y el daño se vuelva irreparable. (Villacis Proaño, 2011).

La gestión incorrecta de las aguas residuales en los entornos rurales y en los espacios protegidos puede ocasionar serios problemas ambientales y sanitarios y alterar la fragilidad de los ecosistemas implicados, si no son recogidas y tratadas adecuadamente antes de devolverlas al medio sin riesgo (Toalongo Reyes E. , 2012).

De igual forma, la reinserción de estas aguas al ambiente se lo hace sin considerar los parámetros de descarga establecidos en el Anexo TULSMA (Texto Unificado de Legislación Ambiental), en especial en sectores de baja densidad poblacional, las cuales no cumplen en un alto porcentaje con los requerimientos normados sobre los límites de contaminantes de aguas residuales se lo toma como un asentamiento el cual no demanda atención, pero surge una de nuestras interrogantes, los humedales que son reservas de agua se encuentran al pie de esta comunidad en cuestión por lo que nos vemos en la obligación de contribuir con la reducción de los riesgos provocados por el hombre (Rojas, 2017).

2.3. Bases Teóricas

La situación mundial de los países desarrollados en el ámbito de la protección al medio ambiente, ha influido en la situación actual de crear modelos de selección de tecnología en el tratamiento de aguas residuales, protegiendo así el medio ambiente y generando así un mínimo impacto ambiental, así mismo existiendo en nuestro país normativas vigentes, reguladoras de los contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos, ha surgido la necesidad de dictar normas que regulen y controlen con mayor efectividad, para así alcanzar condiciones ambientales libres de contaminación.

Un estudio realizado por la Universidad San Ignacio de Loyola en Perú señala que la población de América Latina se encuentra concentrada en ciudades en más de un 80%, sin embargo, la provisión de agua es insuficiente. Además, el 70% de las aguas residuales no tienen tratamiento, lo cual dificulta alcanzar el ciclo del agua, particularmente por el reúso del agua debido a la contaminación que presenta y solo un 4.9% de las plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas se encuentran operativas, siendo relevante el problema de concentraciones considerables de arsénico (Larios, González, & Morales, 2015)

De acuerdo con estudios realizados por la OMS se conoce que una de las causas principales para las enfermedades que afectan a la salud humana, una de las preocupaciones de la contaminación del agua es la presencia de altos niveles de arsénico inorgánico, plomo, y cadmio, sus consecuencias en la salud humana son enfermedades que causan la muerte tales como el cáncer, diabetes mellitus, y enfermedades cardiovasculares, de esta manera y en forma silenciosa al de agua contaminada se está atentando contra la vida. Según un estudio realizado por la Secretaria Nacional del Agua, señala que el agua de los ríos contiene diferentes sustancias, referente al presente estudio se deduce que en el estanque donde emergen estas aguas sin su debido manejo puede generar altos riesgos a las fuentes hídricas.

2.3.1. Gestión de Riesgos Antrópicos

Los riesgos antrópicos son aquellos provocados por la acción del ser humano en la naturaleza, es decir, que se trata de las amenazas atribuibles a la acción humana en los

diferentes elementos de la naturaleza ya sean aire, agua y tierra estos problemas se ponen en grave peligro la integridad física y la calidad de vida de la colectividad (Coles, 2017).

Bravo (2020), menciona que este tipo de riesgos representan un peligro constante al que todos estamos sujetos y a pesar de ello se escapa del control e incluso llegan a cobrar vidas de los seres humanos y animales.

Cabe mencionar que uno de los efectos causados por el mal manejo de aguas residuales es la presencia de cianuro (CN); lo que compromete la calidad de líquido y no en la zona de vertimiento sino a toda su cuenca hidrográfica y la región estuarina donde vierte sus aguas: provocando problemas ambientales generados por la presencia de compuestos de nitrógeno (N) en el sistema acuático; problemas como el aumento de la acidez, el desarrollo de eutrofización y el aumento de las concentraciones hasta niveles tóxicos tanto en aguas superficiales como subterráneas que limitan su uso principalmente como fuentes de agua para consumo humano o en acuicultura, donde la acumulación de nitrógeno orgánico suele impedir la operación exitosa de sistemas de re-uso. (Cárdenas & Sánchez, 2013)

No obstante, otro factor a tener en cuenta es que, el panorama de toxicidad de cianuro (CN), también afecta al ser humano, pues la ingesta principalmente de nitritos y nitratos, puede inducir efectos adversos en la salud; y se ha comprobado que bebés menores de cuatro meses que consuman agua rica en nitratos pueden llegar a contraer la enfermedad denominada metahemoglobinemia, manifestando los síntomas típicos de cianosis, taquicardia, convulsiones, asfixia, y por último término la muerte. (Cárdenas & Sánchez, 2013)

2.3.2. Tratamiento de Aguas Residuales

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia o efluente tratado, reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o reutilización. Es muy común llamarlo depuración de aguas residuales.

2.3.3. Fosa séptica

Fosa séptica se le denomina a un recipiente de gran tamaño que se utiliza para el tratamiento de las aguas residuales domésticas y provenientes de actividades agrícolas o ganaderas. Dentro de este recipiente se realiza la separación y la transformación físico-química de la materia orgánica. La necesidad del uso de fosas sépticas en la comunidad el arenal corresponde a que el agua generalmente proviene de la actividad ganadera, lo cual la ausencia de redes de alcantarillado en la zona en la que puedan evacuar los deshechos.

2.3.4. Aguas Residuales

Las aguas residuales son formadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Éstas pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son generadas por tanques sépticos u otros medios de depuración, bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías y eventualmente a una planta de tratamiento municipal. Los esfuerzos para coleccionar y tratar las aguas residuales domésticas de la descarga están típicamente sujetos a regulaciones y estándares locales (regulaciones y controles). Se define como aguas que se descargan después de haber sido usadas en un proceso o producidas por este, y no tienen ningún valor inmediato para este proceso. Los contaminantes que describen el agua residual son generalmente una mezcla de compuestos orgánicos e inorgánicos. Se pueden clasificar de acuerdo a sus componentes en: físicos, químicos y biológicos.

El agua contaminada se describe por sus propiedades físicas como:

- **Color:** Determina cualitativamente el tiempo de las aguas residuales. Las aguas residuales recientes toman un color gris, en cambio en períodos prolongados de conservación, las aguas residuales se tornan de color negro (ausencia de oxígeno, proliferación de microorganismo anaeróbico).
- **Olor:** Los olores son debidos a los gases liberados durante procesos de descomposición de la materia orgánica. Estos tienen relación directa con la concentración de materia orgánica presente en aguas contaminadas y el entorno de degradación en que se descompone (entorno anaeróbico genera sulfuro de hidrogeno, componente característico de olores sépticos).

- **Temperatura:** Parámetro básico para el funcionamiento adecuado de los sistemas de tratamiento en su fase secundaria (tratamiento biológico).
- **Turbidez:** grado de turbidez del agua, los sólidos se presentan en suspensión debido a su densidad y características en el medio receptor.
- **Sólidos:** Se presentan como sólidos floculados, suspendidos y sedimentados. Estos pueden dar lugar al desarrollo de depósitos de fango y condiciones anaeróbicas en entornos acuáticos sin tratar. La remoción de sólidos sedimentados permite proteger los equipos (bombas, tuberías, etc.) de efectos de abrasión.

2.4. Diagnóstico ambiental

La comunidad el Arenal es un asentamiento informal ubicado al norte del cantón Guaranda, allí, convergen el límite entre las provincias Bolívar, Chimborazo, Tungurahua, las mismas se encuentran ubicadas aproximadamente a 4000 metros sobre el nivel del mar, de igual forma, en las zonas planas el tipo de relieve en la zona es predominantemente, y presenta una altura que oscila desde 4000m a los 6000 msnm, la pendiente predominante en la zona es del 70%, y se encuentra localizada en las faldas del volcán Chimborazo en el sector de el arenal. (Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia Bolívar, 2008-2010).

2.4.1. Demanda Hídrica

La comunidad el Arenal cuenta con un servicio de agua potable a gravedad, abastecido por aguas subterráneas que afloran en distintos sitios del sector denominado “El Arenal”, en las estribaciones del Chimborazo, Cuenta aproximadamente con 600 personas que se abastecen de agua. El proceso de potabilización se realiza mediante una planta de agua creada por los habitantes que constan de cuatro procesos básicos: aireación, sedimentación, filtración y desinfección (EMAPAG, 2014).

2.4.2. Calidad de las aguas

Los asentamientos humanos situados en los páramos Cruz del Arenal, al norte y al este del cantón, en los sectores: Culebrillas, Corazón, Cruz de Ventana, Pimbalo, entre otras, donde se encuentran las principales fuentes de provisión de agua para las poblaciones

Las fuentes hídricas que tenemos en el arenal son superficiales y no tenemos contaminación con metales pesados u otros contaminantes peligrosos más que los residuos de las actividades agrícolas y ganaderas (Flacso, 2015).

2.5. Fundamentación filosófica

Este proyecto de investigación se fundamenta en el paradigma crítico propositivo, crítico por lo que el objetivo de estudio se va a analizar el problema y propositivo por lo que se busca plantear la propuesta que brinde opciones de solución, en la conservación del medio ambiente, mediante la propuesta de inserción de tecnologías las cuales ayudaran a que las descargas de aguas sean menos contaminantes, mejorando la calidad de vida las personas que habitan en la comunidad del arenal.

Todos los elementos que constituyen parte de esta investigación forman un elemento, en el cual tiene propiedades diferentes en sus componentes, y si lo manejamos como un todo, el proyecto es de carácter aplicable que pretende solucionar la problemática que aumenta en el transcurrir de tiempo, es la dinámica de orden social, legal con la finalidad de ayudar a un mejor vivir.

Al evaluar el nivel de amenaza, es claro que se trata de un factor de riesgo externo representado por un fenómeno que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado que produce un impacto.

En cuanto a los niveles de exposición; es la situación en que se encuentran los componentes del sistema, sus capacidades de producción y otros activos tangibles como pueden ser; humanos, sociales, físicos, ambientales, los mismos que estarían ubicados en zonas expuestas; por lo que de aquí nace la probabilidad de ocurrencia de a amenaza. (Ordoñez & Arteaga, 2019)

Al hablar del nivel de riesgo; es claro que, se trata de la posibilidad de que se produzca destrucción, daños o inoperatividad en un componente o en el sistema en un período de tiempo concreto, que vienen determinados como una función de la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad. (Ordoñez & Arteaga, 2019)

En cuanto al nivel de intervención; es fundamental para delimitar y determinar los parámetros que son imprescindibles para el estudio (Grupo EPM, 2018).

Contaminación Multiescalar

Para nuestro caso, es crítica la situación de interacción entre los habitantes y los turistas afluentes en distintas fechas, lo que causa una contaminación cruzada y aumenta los niveles del contenido de aguas servidas por ende su capacidad de contaminación, generando así un incremento reflejado en avance multiescala de contaminación, el alcance de la presente investigación es la elección de un sistema adecuado de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales, en el estudio al basarse en el comportamiento de la gravedad es fácil determinar que el agua residual descargada en el estanque recolector de cada vivienda es infiltrado en el suelo el mismo que por la alta conductividad hidráulica de las arenas es muy probable que afecte a otras. El lugar de estudio se encuentra bajo toda la susceptibilidad de la geografía y medios físicos por su ubicación, es un lugar de características agrestes y de baja atención por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado de Guaranda, lo cual provoca que la población que desarrolla en dicho lugar su vida se vea en la necesidad de actuar en manera improvisada para de alguna manera mejor condición de vida, lo que en materia técnica generan contaminación inconsciente al ambiente, razón que sus necesidades biológicas y alimenticias descargan a fosas las mismas que se vierten al suelo siendo el foco de contaminación.

En España, en un estudio realizado por Sotelo (2018) menciona que se desarrolló una investigación en función a la aproximación a la compleja realidad de los riesgos, peligros, impactos y desastres acontecidos en la ciudadanía. Además, se recalca la importancia de valorar la creación de nuevos modelos de desarrollo que permitan resolver problemas sociales, económicos y ambientales, resultado de la existencia de riesgos, antrópicos y tecnológicos en el territorio. También establece que los riesgos se rigen, en ciertas circunstancias con la posibilidad de que el peligro se plasme en daños, de tal manera que puedan ser perjudiciales al medio ambiente y a la vida del ser humano mediante la contaminación a fuentes hídricas. En esta investigación se plantea el análisis de riesgos de tres tipos, antrópicos, naturales y tecnológicos a través del empleo de los indicadores observados como son: sociocultural, socioeconómico, ambiental, tecnológico, los que están sujetos al comportamiento de las personas frente a la realidad que les circunscripta.

Los principales problemas de calidad que presentan los biosólidos de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas –PTAR–, fue el estudio por parte de Torres,

Madera y Silva (2009), menciona que el contenido de microorganismos patógenos es clasificado como Clase B. Además, evaluaron la estabilización alcalina de los biosólidos de la PTAR Cañaveralejo en Cali, Colombia para mejorar su calidad microbiológica, en el cual emplearon dos tipos de cal (hidratada y viva). Los resultados que obtuvieron al colocar la cal se logró la reducción total de coliformes fecales, salmonella y huevos de helmintos, mientras que el poder alcalinizaste de las cenizas evaluadas fue insuficiente. El biosólido higienizado con cal presentó un alto potencial de uso agrícola por su calidad microbiológica y por el contenido final de materia orgánica y nutrientes que pueden beneficiar los suelos, pero es recomendable evaluar la optimización a escala piloto de la dosificación de cal y la aplicación del biosólido en diferentes tipos de suelos y cultivos.

En Ecuador, el autor Toalongo (2012) se analizó algunas instituciones vinculadas con los servicios de agua que se encuentran intranquilos por el abastecimiento de agua suficiente y de calidad a la población y por intensificar los sistemas de alcantarillado para aguas residuales, descuidando la unidad de gestión del agua constituida inicialmente por cada una de las familias. Hay que tener en cuenta que el ahorro de agua es fundamental, pero es aún mejor su optimización y reutilización en necesidades que demanden una menor calidad. Las aguas residuales domésticas provenientes de familias rurales se clasifican en aguas negras y aguas grises, que con un tratamiento de mínima inversión pueden convertirse en un aporte de agua para riego de pequeños huertos y parcelas de cultivo. El autor el planteó el diseño de un sistema de depuración familiar de aguas grises; captadas y canalizadas a un tratamiento primario constituido por una fosa séptica que excluye grasas y compuestos sólidos, complementando con la purificación en un humedal artificial, mediante oxigenación y descomposición de compuestos químicos restantes.

En el estudio realizado por Quiroz, Izquierdo & Menéndez (2018) se refiere al impacto ambiental causado por los vertimientos de aguas residuales en la cuenca del río Portoviejo, y se presentan consideraciones que se deben tomar en cuenta para la aplicación del modelo, la ubicación de los vertimientos y los parámetros del modelo ajustados a partir de los datos experimentales que muestran la variación de la concentración de oxígeno disuelto con respecto a la longitud corregida de la corriente tomando en cuenta la morfología del río. A partir de estos parámetros se calcularon los valores de las constantes de velocidad de reoxigenación y consumo de oxígeno, los cuales

se toman como base para la identificación de la sección del río más crítica y de los vertimientos que afectan más significativamente la capacidad de autodepuración.

En el estudio de Vinces (Vinces, 2018) se partió de un análisis de las descargas de aguas negras en el río Burro de la ciudad de Manta en la provincia de Manabí, Ecuador. La investigación se basó en la necesidad del cumplimiento de normativas vigentes, dado que el río presenta olores insoportables para los moradores de su rivera, además de colores extraños la autora identificó que existe una falta de toma de conciencia como también la toma de medidas para un saneamiento ambiental. La investigación contó con lo necesario para identificar y evaluar los impactos, utilizando el método inductivo, método cartográfico, método de campo y el método analítico para cumplir con el objetivo general en identificar los impactos ambientales de las descargas de aguas negras al río Burro de la ciudad de Manta. En los resultados del estudio se reveló que los impactos más relevantes fueron en el factor medio y biodiversidad por el proceso de eutrofización junto con otros impactos que permitieron realizar alternativas de saneamiento ambiental para mejorar la calidad de vida.

En la investigación realizada por Guerrero (2018) partió del análisis de la evaluación de impactos desarrolladas por la planta de Tratamiento de aguas servidas de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de la parroquia Quinchicoto, provincia de Tungurahua, donde presentaron que se generan impactos negativos siendo la mayoría de despreciables, además de estos existen impactos benéficos. Los impactos despreciables se los consideró para identificar las acciones que se detallaron en el Plan de Manejo Ambiental, la viabilidad del estudio fue significativa por los beneficios que trae para la calidad de vida de la población por el servicio de alcantarillado sanitario en el área de influencia tanto directa como indirecta. Este tipo de daños significativos se enfocaron en la alteración del suelo debido a las diferentes a la descarga directa que se produce en el cauce natural. En la etapa de cierre se identificó que existe un porcentaje de mejora alto, siendo la disminución de malos olores generados por la operación de la planta de tratamiento de aguas servidas.

2.5.1. Principios de Biorremediación

La biorremediación se entiende como cualquier proceso que utiliza organismos vivos ya sean microorganismos, hongos y plantas, por medio de agentes o compuestos derivados de ellos, para regresar un medio ambiente alterado por algún contaminante a su condición natural tanto en el suelo como en las aguas al 1989 citado por (Trujillo & Ramírez, 2012, pág. 38)

Esta terminología fue acuñada a principios de la década de los '80, proviene de la concepción de remediación que hace reseña a la aplicación de estrategias físico-químicas para evitar el daño y la contaminación del suelo. La biorremediación se centra en la remediación "biológica", es decir esta se basa substancialmente en la capacidad de los microorganismos para degradar en forma natural ciertos agregados contaminantes; los sistemas biológicos que se utilizan frecuentemente son microorganismos o vegetales. Dado que con estos se permite entonces reducir o remover los residuos potencialmente riesgosos presentes en el ambiente (Di Paola & Vicién, 2010).

La creciente contaminación industrial y agrícola ha llevado a una mayor necesidad de procesos que eliminen contaminantes específicos tales como compuestos de nitrógeno y fósforo, metales pesados y compuestos clorados. Los nuevos métodos comprenden procesos aeróbicos, anaeróbicos y físico-químicos en filtros de lecho fijo y biorreactores, en los cuales se retienen en suspensión materiales y microbios. Los costos del tratamiento de las aguas residuales pueden reducirse mediante la conversión de los residuos en productos útiles (Di Paola & Vicién, 2010)

Además, hay que tener en cuenta que el agua residual que provienen de residencias son uno de los principales problemas en la sociedad de consumo, es decir su eliminación es costosa y debe haber una atención prolija de la contaminación atmosférica y del agua. Sin embargo, la mayor parte son compuestos orgánicos rápidamente biodegradables que con un adecuado tratamiento se puede realizar procesos de saneamiento de estas aguas y desechos en general. A este respecto, como fuente de bio-residuos separados, logran convertirse en un excelente recurso mediante la generación de compost o la digestión anaeróbica.

A esto se suma que la naturaleza tiene mecanismos de autorregulación. Cuando un ecosistema es dañado o perturbado por la presencia de cualquier agente físico, químico o biológico, éste utiliza mecanismos de recuperación, como bacterias y hongos que pueden degradar a los agentes dañinos. La biorremediación puede definirse como el uso de organismos vivos, componentes celulares y enzimas libres, con el fin de realizar una mineralización, una transformación parcial, la humificación de los residuos o de agentes contaminantes y una alteración del estado redox de los metales, además, la biorremediación se clasificar en in situ o ex situ (El Agua de Madrid, 2010).

- In situ consiste en tratar el material contaminado en el lugar en que se encuentra sin trasladarlo a otra parte. Algunos ejemplos de estas tecnologías consisten en operaciones de compostaje, la ventilación biológica, la filtración por raíces o la estimulación biológica.
- En los procesos ex situ el material contaminado es trasladado a otro lugar para realizar o completar su descontaminación. El tratamiento se efectúa en un biorreactor donde se realiza el proceso en forma controlada, es decir se suministran nutrientes, se inoculan los microorganismos deseados, se mantiene una aireación continua y se controla el pH y la temperatura, en los valores adecuados para el crecimiento de los microorganismos.

Las principales fuentes antropogénicas de la contaminación del suelo son los químicos utilizados en actividades industriales, residuos domésticos, ganaderos y municipales (incluyendo aguas residuales), agroquímicos y productos derivados del petróleo. Estos químicos son liberados al ambiente accidentalmente, por ejemplo, por derrames petroleros o filtración de vertederos o, intencionalmente, como sucede con el uso de fertilizantes y plaguicidas, irrigación con aguas residuales no tratadas o aplicación al suelo de lodos residuales. La contaminación del suelo puede degradar gravemente los principales servicios a los ecosistemas provistos por el uso, además reduce la seguridad alimentaria al disminuir el rendimiento agrícola debido a los niveles tóxicos de los contaminantes y al ocasionar que las cosechas producidas en suelos contaminados sean peligrosas para el consumo de personas y animales (McLaughlin, 2019).

2.5.2. Contaminantes susceptibles a la biorremediación

Se ha manifestado en los últimos años un renovado interés en el suelo y en la ciencia del suelo, dado el reconocimiento de que los ciclos biogeoquímicos que ocurren en la superficie de la Tierra influyen el cambio climático global, la degradación y remediación de tierras, el destino y transporte de nutrientes y contaminantes por el agua de infiltración o aguas subterráneas, Figura 2, la conservación del suelo y el agua, el abastecimiento y la seguridad alimentaria, la capacidad de soporte global, la función de los humedales, y muchos otros aspectos pertinentes al manejo y a la conservación de los recursos de tierras y aguas (Brutti, Beltrán, & García, 2018, pág. 17)

Muchos compuestos químicos utilizados por el hombre tienen estructuras que raramente se encuentran en la naturaleza por lo que se los ha llamado xenobióticos. El uso a gran escala de estos compuestos, tanto orgánicos como inorgánicos, se ha convertido en un incremento importante de la contaminación ambiental, específicamente de agua y suelo. Estos contaminantes generan numerosos problemas ambientales, incluyendo el impacto perjudicial sobre los ciclos biogeoquímicos y la salud ambiental, y los efectos de impacto indirecto sobre flora y fauna. Dichos efectos dependen de la concentración en la que se encuentren las sustancias, de su persistencia y de su biodisponibilidad, pudiendo ocasionar desde el desplazamiento temporal de algunas especies, hasta la muerte de poblaciones enteras (Brutti, Beltrán, & García, 2018).

Existen un amplio rango de factores que reducen la habilidad de los microorganismos del suelo para degradar naturalmente los contaminantes, dentro de estos factores se incluye la cantidad de nutrientes, así tenemos algunas características, siendo estas:

- Temperatura,
- pH (6,5 – 8,5)
- Humedad,
- Oxígeno (7.0 y 8.0 mg/L)
- La biodisponibilidad y potencial tóxico de los contaminantes estratégicamente también en relación con la fuente y calidad de la materia orgánica.

- Las características del suelo y la biodisponibilidad del contaminante.
- Factores microbiológicos tales como presencia de microorganismos y aclimatación de las poblaciones microbianas.
- Concentración en suelos y aguas subterráneas.

figura 2: *Movimiento del agua en un medio subterráneo*



Fuente 2: Infogram, 2018.

El desarrollo sostenible requiere de la implementación de un enfoque de gestión que implique innovación y desarrollo de nuevas tecnologías para el control de la contaminación del ambiente, surgiendo el concepto de biorremediación. Los contaminantes citados son hidrocarburos, la actividad agropecuaria, biodiesel, metales pesados, la salinidad, petróleo, pesticidas, relleno sanitario (biogás y líquido lixiviado) (Brutti, Beltrán, & García, 2018, pág. 8).

Además, es importante recalcar que la creciente demanda de la sociedad de productos y el uso indiscriminado de agua, hacen necesaria la materialización de un marco legal y el establecimiento de restricciones cada vez más estrictas, ha impulsado, en la última década, la búsqueda de alternativas que contribuyan a solucionar estos problemas de

carácter ambiental. Siendo la biorremediación, una alternativa prometedora a las tradicionales técnicas físico-químicas para la remediación de los compuestos que contaminan un determinado lugar, ya que ha demostrado ser rentable y su capacidad de degradar selectivamente los contaminantes sin dañar su flora y fauna autóctonas es altamente eficiente, al respecto anuncia lo siguiente (Garzón, Rodríguez-, & Hernández, 2017).

La aplicación de la biorremediación es aún una opción sin estudiar en toda su extensión, esto pudiera estar dado por la complejidad de las comunidades microbianas o de plantas Fito remediadoras que conforman estos procesos. Se requiere del análisis previo de la factibilidad ecológica y económica, teniendo en cuenta las condiciones del ecosistema dañado y las posibilidades de aplicación de algún tipo de biorremediación (Garzón, Rodríguez-, & Hernández, 2017, pág. 316).

Entonces surge la biorremediación, como una tecnología que usa un elemento biológico, en la mayoría de los casos microorganismos, para eliminar contaminantes de un lugar, sea este suelo, sedimento, fango o mar. Esta tecnología se ha transformado en la colaboradora directa de la naturaleza, que no siempre es capaz de superar por sí sola grandes desequilibrios. La biorremediación le da una ayuda al medio ambiente en la mejora de los ecosistemas dañados, acelerando dichos procesos naturales. Lo que hacen los microorganismos es degradar los desechos en productos menos tóxicos, además de concentrar e inmovilizar sustancias tóxicas, metales pesados; minimizar desechos industriales y rehabilitar áreas afectadas con diversos contaminantes.

2.5.3. Técnicas de Biorremediación

Aun cuando los tratamientos físicos y buena parte de los químicos están basados en transferir la contaminación entre medios gaseoso, líquido y sólido, en la biorremediación se transfiere poca contaminación de un medio a otro, Tabla 1. Es una tecnología poco invasiva y generalmente no requiere componentes estructurales o mecánicos que signifiquen una amenaza para el medio. Comparativamente, es económica viable y al tratarse de un proceso natural, de tal forma que esta es una técnica muy aceptada por lo

tanto es importante distinguir varios métodos de biorremediación, dado que el tratamiento de suelos y agua contaminados representa un reto por las características del suelo, el tipo de contaminante y del entorno. En las siguientes líneas se presentará qué tecnologías disponibles existen (Suárez, 2013).

Tabla 1: Métodos de Biorremediación

BIORREMEDIACIÓN “IN SITU”		BIORREMEDIACIÓN “EX SITU”	
Método	Detalle	Método	Detalle
Bioventeo	Consiste en suministrar aire al terreno contaminado para promover la actividad de los microorganismos presentes en el subsuelo y biodegradar los hidrocarburos.	Landfarming	Es la técnica más usada para la Biorremediación de los lodos contaminados con hidrocarburos y de otros desechos de la industria petrolera.
Inyección de aire a presión	Consiste en inyectar aire a presión en la parte inferior para deslazar el agua de los espacios intersticiales de la matriz del suelo	Biopilas	La técnica consiste en la formación de pilas de material biodegradable de dimensiones variables, formadas por suelo contaminado y materia orgánica (compost) en condiciones favorables para el desarrollo de los procesos de biodegradación de los contaminantes.
Atenuación natural	Su característica principal es la utilización de los procesos fisicoquímicos de interacción contaminante-suelo y los procesos de	Biorreactor	El procedimiento consiste en excavar el suelo contaminado y luego introducirlo en un reactor añadiendo nutrientes, agua, y los cultivos microbianos adecuados para que se lleve a cabo la degradación.

	biodegradación que tienen lugar de forma natural en el medio.		
Bioestimulación	El agua subterránea es conducida a la superficie por medio de un sistema de pozos de extracción, se acondiciona en un reactor para volverla a inyectar y estimular la degradación bacteriana de los contaminantes del subsuelo y del acuífero.	La Fitorremediación	Constituye una variación de las técnicas de Biorremediación, que se basa en el uso de plantas verdes y los microorganismos asociados a ellas, así como las enmiendas del suelo y técnicas agronómicas dirigidas a liberar, contener, o transformar en compuestos inocuos a los contaminantes del suelo.
Bioaumentación	Esta técnica funciona en condiciones de laboratorio o biorreactor, el proceso inicia con la toma de muestras microbianas. La Bioaumentación es utilizada para el tratamiento de aguas residuales.		

Fuente: *Adaptado de (Suárez, 2013)*

Elaborado por: *Paredes & Freire, 2020*

2.6. Tratamiento de aguas residuales

El objetivo de este proceso de biorremediación se basa fundamentalmente en eliminar cualquier tipo de sustancia o materia, física, química o biológica, que se pueda encontrar en cualquier forma en el agua, esto se realiza con la finalidad de incrementar los niveles de calidad en el agua que es procesada, esto dependiendo de qué utilidad se le dará al agua que allá sido procesada, Figura 3. Para lograr procesar las aguas residuales se requiere de aplicación de procesos biológicos, químicos y físicos, que dependerán del tipo de agua a tratar y la finalidad que se le dará a la misma.

El principio de la conservación de la materia nos establece que si se retira materia del agua esta materia será transformada en otro tipo de material, por ende, todas las veces que se realice este tipo de procesos dará como resultados desperdicios, por transformación de la materia, dichos residuos dependerán en su mayoría del tipo de agua que es tratada (Nolaya, 2013).

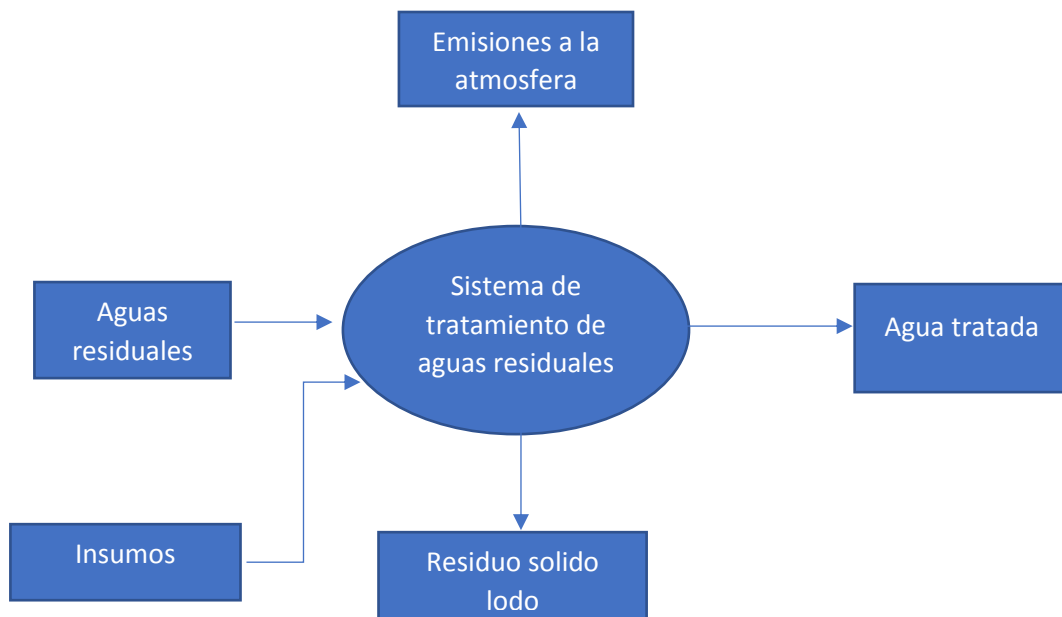


figura 3: *Esquema conceptual de un tratamiento de agua residual*

Fuente: UNAM, 2013

2.7. Técnicas de muestreo de aguas residuales

En la actualidad se han desarrollado diversidad de técnicas para la recolección de muestras de aguas residuales entre las más resaltantes se pueden encontrar.

2.7.1. Muestra simple

Este tipo de muestra es considerada la más sencilla de realizar dada las características de la misma la cual consiste en tomar agua de forma directa a un recipiente. Presenta la desventaja que los valores arrojados por estas muestras son del tipo instantáneo, es decir que solo corresponde a los parámetros obtenidos al momento de la muestra, los errores presentes durante la obtención de la muestra son significativos, este tipo de muestra solo se emplea si no hay tiempo suficiente para emplear otro tipo de técnica.

2.7.2. Muestra compuesta

Está basada en diferentes muestras del tipo simple, dichas muestras son tomadas en diferentes momentos para luego ser mezcladas entre sí. Se emplean generalmente para determinar las condiciones relativas en las que se encuentra el agua, normalmente son empleadas para diagnosticar los cambios en los niveles contaminantes presentes en el agua.

2.7.3. Muestra cualificada

Esta técnica es una variante de la técnica compuesta, se basa en tomar una serie de muestras, entre cada toma debe existir al menos una diferencia de tiempo de dos minutos. Tabla 2. El empleo de este tipo de técnica sirve para determinar el promedio de contaminación presente en el agua en un lapso de tiempo específico.

Tabla 2: Ejemplo de una toma de muestra cualificada

Número de la muestra	Hora de la toma
1	12:00
2	12:02
3	12:04
4	12:06
5	12:08

Fuente: Paredes & Freire, 2020.

2.7.4. Muestra para un análisis microbiológico

Esta técnica consiste en emplear un envase estéril, utilizando la técnica de muestreo simple recolectar la muestra, Figura 13. para esto es necesario extraer de forma directa la muestra al recipiente estéril, no se puede emplear otro medio para transferirlo, ya que esto puede contaminar la muestra y los resultados no serían fidedignos, en esta muestra no se debe llenar hasta el tope el envase estéril, se hace necesario dejar una parte de oxígeno para evitar con ello la muerte de los microorganismos. (Reutelshöfer, 2015)

2.8. Definición de Términos

- **Aguas negras / servidas:** Aguas con desperdicio orgánico descargadas desde las viviendas.
- **Sistemas de saneamiento:** Conjunto de redes depuradoras de aguas residuales.
- **Biorremediación:** Proceso biotecnológico que utilice microorganismos.
- **OMS:** Organización Mundial de la Salud
- **PTRA:** Planta de tratamiento de aguas residuales
- **PMA:** Planta de manejo ambiental
- **COA:** Código Orgánico del Ambiente
- **(CN):** Cianuro
- **(N):** Nitrógeno
- **(TULSMA):** Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente
- **(NR):** Nivel de Riesgo
- **(NC):** Nivel de consecuencia
- **(NP):** Nivel de probabilidad
- **(NE):** Nivel de exposición
- **(ND):** Nivel de deficiencia
- **(NE):** Nivel de eficiencia
- **(MD):** Muy deficiente
- **(D):** Deficiente
- **(EC):** Exposición continua
- **(EF):** Exposición frecuente
- **(EO):** Exposición ocasional

- **(EE):** Exposición esporádica
- **(MA):** Muy Alto
- **(A):** Alto
- **(M):** Media
- **(B):** Bajo
- **(UFC):** Unidad formadora de colonias
- **(ml):** Milímetros
- **(LMP):** Límite máximo permisible
- **(PH):** Potencial Hidrogeno
- **(OD):** Oxido disuelto
- **(DBO):** Demanda bioquímica de oxigeno
- **(TDS):** Solidos disueltos

2.9. Marco legal

Según la Constitución de la República del Ecuador en su Art. 14 manifiesta. “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay. Además, se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”

Las normas legales a las cuales, se regirá al análisis ambiental y de gestión de riesgos serán los siguientes:

1. Constitución de la República del Ecuador. Sección segunda. Art. 14.
2. Norma de Calidad Ambiental De Descarga de Efluentes: Recursos Agua, COA Decreto Ejecutivo 752 Registro Oficial Suplemento 507 de 12-jun-2019 Estado Vigente Título I: Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental

Capítulo I: Del Sistema Nacional Descentralizado De Gestión Ambiental

Constitución de la República del Ecuador, Sección Novena, Gestión de Riesgos

Art. 389.- El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los eventos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

El sistema nacional descentralizado de gestión de riesgos está compuesto por las unidades de gestión de riesgos de todas las instituciones públicas y privadas en el ámbito local, regional y nacional. El Estado ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la ley. Tendrá como funciones principales, entre otras:

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
2. Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.

4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.

6. Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.

7. Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del Sistema, y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgo.

Art. 390.- Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicar la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindaran el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad.

Según el **Art. 12** menciona que “El Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental. El Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental permitirá integrar y articular a los organismos y entidades del Estado con competencia ambiental con la ciudadanía y las organizaciones sociales y comunitarias, mediante normas e instrumentos de gestión. El Sistema constituirá el mecanismo de orientación, coordinación, cooperación, supervisión y seguimiento entre los distintos ámbitos de gestión ambiental y manejo de recursos naturales, y tendrá a su cargo el tutelaje de los derechos de la naturaleza y los demás establecidos en este Código de conformidad con la Constitución.

CAPITULO II: Instrumentos Del Sistema Nacional Descentralizado De Gestión Ambiental

En el **Art. 19.-** Sistema Único de Información Ambiental. El Sistema Único de Información Ambiental es el instrumento de carácter público y obligatorio que contendrá y articulará la información sobre el estado y conservación del ambiente, así como de los proyectos, obras y actividades que generan riesgo o impacto ambiental. Lo administrará la Autoridad Ambiental Nacional y a él contribuirán con su información los organismos y entidades del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental y del Estado en general, así como las personas, de conformidad con lo previsto en este Código y su normativa secundaria. El Sistema Único de Información Ambiental será la herramienta informática obligatoria para la regularización de las actividades a nivel nacional.

2.6.2 La ley de Recursos Hídricos Uso y Aprovechamiento del Agua. RO 305, Ley de Recursos Hídricos II Suplemento RO 305 6-08-204

Se toma como referencia principalmente a los siguientes artículos, ya que se relacionan con el presente estudio.

Capitulo II: De La Prevención Y Control De La Contaminación De Las Aguas

Art. 6.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

Art. 7.- Secretaría del Agua, en coordinación con los Ministerios de Salud y del Ambiente, según el caso, elaborarán los proyectos de normas técnicas y de las regulaciones para autorizar las descargas de líquidos residuales, de acuerdo con la calidad de agua que deba tener el cuerpo receptor.

1. Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización. Publicado en el RO N° 303 del 10 de octubre del 2010.
2. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. (Por el Art. 1 del D.E. 4217, R.O. 997,10-VII-88)
3. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULSMA), expedido mediante Decreto Ejecutivo N° 3399 y publicado en el Registro Oficial N° 358 del 16 de diciembre del 2002. Libro VI de la Calidad Ambiental, define los elementos regulatorios del Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA). Anexo 1.
4. Plan Nacional de Desarrollo en Ecuador 2017-2021: tiene el objetivo de desarrollo humano 4 orientado a “Promover un ambiente sano y sustentable, y garantizar el acceso a agua, aire y suelo seguros” y la correspondiente Meta 4.6 que apunta a “Promover la prevención del riesgo natural y antrópico”. Esta meta, a su vez, se sustenta en la Política 4.11. “Integrar el análisis y gestión del riesgo en los procesos de planificación, ordenamiento territorial, inversión, y gestión ambiental”.

2.10. Hipótesis de la Investigación

Gestión de riesgos antrópicos si aporta en el manejo y reinserción de aguas negras / servidas al ambiente en la comunidad el arenal.

2.11. Sistemas de Variables

- Gestión de riesgos antrópicos, Tabla 3-5.
- Manejo y reinserción de aguas negras / servidas, Tabla 4-5.

Variables: Dos dimensiones

- Riesgo antrópico en el descargo de agua negras / servidas domésticas, Tabla 3-5.
- Gestión de agua negras / servidas, Tabla 4-5.

2.12. Operacionalización de variables

Tabla 3: Operacionalización de variables

Variable	Dimensión 1	Factor de riesgo	Riesgo	Nivel de deficiencia	Nivel de exposición	Nivel de Probabilidad	Nivel de consecuencia	Nivel de riesgo	Nivel de intervención
Gestión de riesgos antrópicos	Riesgo antrópico en el descargo de aguas negras / servidas domesticas	sociocultural	Comportamiento referente al uso del agua	Mejorable (M)	2	8	10	80	III
		socioeconómico	Capacidad económica para adquirirlo y mantenerlo	Deficiente (D)	3	10	25	250	II
		ambiental	Capacidad de tratado	Muy Deficiente (MD)	4	30	100	3000	I
				Deficiente (D)					

Fuente: Adaptado del (Libro IV - Anexo I -TULSMA)

Elaborado por: Paredes & Freire, 2020.

Tabla 4: Operacionalización de variables

Variable	Dimensión 2	Factor de riesgo	Riesgo	Nivel de deficiencia	Nivel de exposición	Nivel de probabilidad	Nivel de consecuencia	Nivel de riesgo	Nivel de intervención
Manejo y reinsersión de aguas negras / servidas	Gestión de agua negras / servidas	Físicos	Sólidos suspendidos color	Deficiente (D)	3	8	25	200	II
		Químicos	radioactividad PH Sustancias consumidoras de oxígeno disuelto	Deficiente (D)	2	4	10	40	III
			Sustancias tóxicas Nutrientes	Deficiente (D)	3	20	25	500	II
		Microbiológicos	Coliformes Fecales por desperdicios de AR	Muy Deficiente (MD)	3	25	60	1500	I

Fuente: Adaptado del (Libro IV - Anexo I -TULSMA)

Elaborado por: Paredes & Freire, 2020.

Tabla 5: Coeficiente de correlación

RIESGOS ANTROPICOS		MANEJO DE AGUAS RESIDUALES		DIMENSIONES				
Factores	X	Factores	Y	$X-X^-$	$Y-Y^-$	$(X-X^-)^2$	$(Y-Y^-)^2$	$(X-X^-)(Y-Y^-)$
SOCIO CULTURAL	2	FISICOS	4	-3,3	-1,3	10,89	1,69	4,29
SOCIO ECONOMICO	6	QUIMICOS	6	0,7	-0,3	0,49	0,09	0,21
AMBIENTAL	8	MICRO BIOLOGICO S	8	2,7	1,7	7,29	2,89	4,59
	16		19			18,67	4,67	9,09

Elaborado por: Paredes & Freire, 2020

$$X^- = \frac{X}{N} \quad Y^- = \frac{Y}{N}$$

$$X^- = \frac{16}{3} \quad Y^- = \frac{19}{3}$$

$$X^- = 5,3 \quad Y^- = 6,3$$

$$S_{xy} = \frac{\sum(X - X')(Y - Y')}{N} \quad S_{xy} = \frac{9,09}{3} = 3,03$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(X - X')^2}{N}} \quad S_x = \sqrt{\frac{18,67}{3}} = 2,49$$

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum(Y - Y')^2}{N}} \quad S_y = \sqrt{\frac{4,67}{3}} = 1,24$$

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y} \quad r = \frac{3,03}{(2,49)(1,24)} = 0,98$$

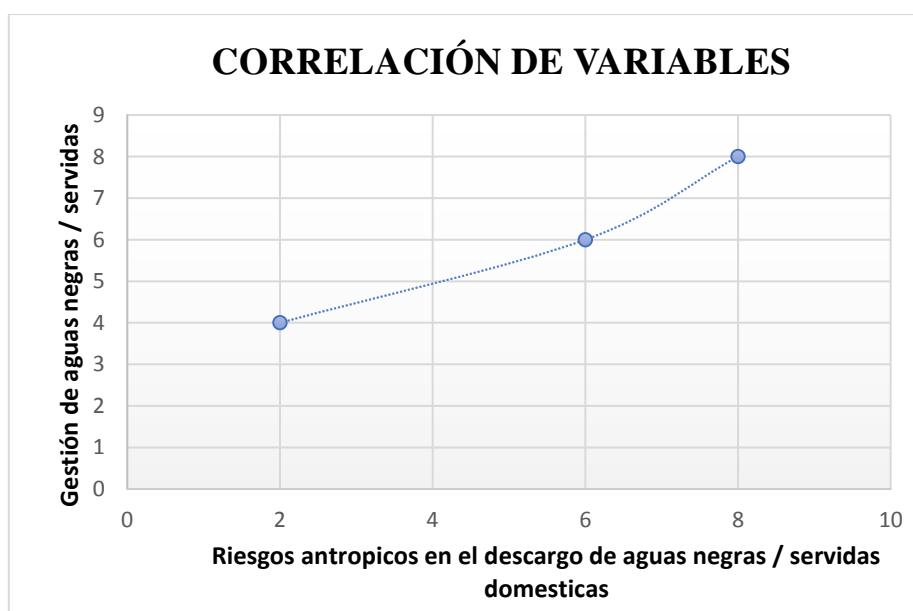
RANGOS A CONSIDERACION	
ROJO	8,1 a 10
NARANJA	5,1 a 8
AMARILLO	3,1 a 5
VERDE	1 a 3

Coeficiente de determinación:
$r^2 = 0,98^2 = 0,96 = 96\%$
EXISTE RELACION LINEAL CON UN 96% DE PRECISION

GESTIÓN DE RIESGOS ANTRÓPICOS EN EL MANEJO Y REINSERCIÓN DE AGUAS NEGRAS / SERVIDAS AL AMBIENTE EN LA COMUNIDAD EL ARENAL.

Las variables para nuestro caso de estudio se presentan en dos dimensiones las mismas que se las analizo conforme las características de la zona de estudio, para efecto de nuestra investigación realizamos el respectivo sistema de variables utilizando una herramienta estadística denominada coeficiente de correlación, con el resultado arrojado notamos que las variables funcionan conjuntamente, es decir: al incrementar el Riesgo antrópico en el descargo de aguas negras / servidas domesticas (dimensión 1) también incrementa la Gestión aguas negras / servidas (dimensión 2).

Las variables se comportan de manera correlativa se aportan una a otra para mitigar el riesgo al que está sujeto nuestro lugar de estudio, por lo que podemos definir que existe relación entre las variables.



CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1.1. Nivel de Investigación

El presente proyecto de investigación es: exploratoria, al ser un asentamiento informal nuestro sitio de estudio y no tener datos definidos sobre los niveles de consumo y eyección de aguas residuales los datos recolectados nos permiten tener una idea de la realidad a la que se expone el lugar por el mal manejo de las aguas negras / servidas.; descriptiva, debido a que se realiza la descripción de los fenómenos a investigar, tal como es y se manifiestan en el momento de realizar el estudio correspondiente, el cual nos permitirá resolver el problema planteado y cumplir con los objetivos propuestos; correlacional, al plantear una propuesta adaptable a nuestro caso la interacción entre las variables permite seleccionar una tecnología de manera viable de acuerdo con la situación real del sitio y a la vez soluciona el deficiente manejo de aguas negras/servidas.

3.1.2. Diseño de la investigación

Diseño no experimental porque no existe manipulación intencional de variables, además es transversal porque existe recolección de datos en único momento y no se comparan datos en el tiempo, los datos se los obtiene tal cual en estado natural como se los observa, es de tipo correlacional-causal por relacionar variables intrínsecamente entre ellas.

3.1.3. Metodología para los objetivos específicos.

El nivel de carga biológica y microbiológica se lo determino con un análisis de laboratorio (método analítico) el mismo que está calificado para realizar análisis de muestras de toda clase. Es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndole en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y sus efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia. El muestreo para el análisis microbiológico, físico, químico debe realizarse de acuerdo a

los métodos normalizados para agua potable y residual (Standard Methods for the examination of Water and Wastewater).

El muestreo para el análisis microbiológico, físico, químico realizamos de acuerdo a los métodos normalizados para el agua potable y residual. Para el análisis de agua del presente proyecto se tomó como base a la normativa INEN 1108, Tabla 5, y a los parámetros reglamentarios establecidos en el Libro VI anexo 1. 4.1.20, Tabla 7-8, Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico, por razones de cumplir uno de nuestros objetivos nos hemos visto en la necesidad de usar los datos estandarizados en las tablas en cuestión, asumiendo que únicamente requieren de tratamiento convencional, Tabla 6-7, TULSMA (Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente) y para su interpretación se tomaron en cuenta los siguientes parámetros.

Tabla 6: *Parámetros físicos, sustancias inorgánicas y radiactivas del agua potable*

	PARAMETROS	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMITIDO
Características físicas	Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
	Turbiedad	NTU	5
	Olor	-----	no objetable
	Sabor	-----	no objetable
Inorgánicos	Antimonio, Sb	mg/l	0,02
	Arsénico, As	mg/l	0,01
	Bario, Ba	mg/l	0,7
	Boro, B	mg/l	0,003
	Cadmio, Cd	mg/l	0,07
	Cianuros, CN ^o	mg/l	0,3 a 1,5 ¹⁾
	Cloro libre residual	mg/l	2
	Cobre, Cu	mg/l	0,05
	Cromo, Cr	mg/l	1,5
	Fluoruros	mg/l	0,4
	Manganeso, Mn	mg/l	0,006
	Mercurio, Hg	mg/l	0,07
	Niquel, Ni	mg/l	50
	Nitratis, NO ₃	mg/l	0,2
	Nitritos, NO ₂	mg/l	0,01
	Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total	Bg/l	0,1	
Selenio, Se	mg/l	0,01	

Fuente: (NTE INEN 1108, 2014)

Tabla 7: Análisis de Parámetros

Parámetros Tabla	Potencial Hidrógeno PH	Oxígeno Disuelto OD	Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO	SÓLIDOS DISUELTOS (TDS)
Límite máximo permisible (LMP) para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.	6-9	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l	DBO5 2,0 mg/l	1.000 mg/l
Límite máximo permisible (LMP) para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección	6-9	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l	DBO 5 2,0 mg/l	500mg/l
Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.	Agua fría 6, 5-9	Agua fría No menor al 80% y no menor a 6 mg/l	Agua fría -	Agua fría -
	Agua Cálida dulce 6, 5-9	Agua Cálida dulce No menor al 60% y no menor a 5 mg/l	Agua Cálida dulce -	Agua Cálida dulce -
Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola	6-9	-	-	3.000,0 mg/l
Criterios de calidad para	6,5 – 8,5	No menor al 80% de	-	-

aguas destinadas para fines recreativos		Concentración de saturación y no menor a 6 mg/l		
Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto secundario	6,5 – 8,5	No menor al 80% de Concentración de saturación	-	-
Límites de descarga al sistema de alcantarillado público	5-9	-	DBO 500mg/l DBO 5 250mg/l	-
Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	5-9	-	DBO 5 100mg/l	-

Fuente: *Adaptado del (Libro IV - Anexo I -TULSMA)*

Elaborado por: *Paredes & Freire, 2020.*

Tabla 8: Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional

PARAMETROS	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMITIDO
Color	Unidades de color	100
Turbiedad	UTN	100
Olor	-----	Es permitido olor y sabor removible por tratamiento convencional
Sabor	-----	
Amoniaco	mg/l	1,0
Arsénico, As	mg/l	0,1
Bario, Ba	mg/l	1,0
Amonio	mg/l	0,05
Cadmio, Cd	mg/l	0,0
Cianuros, CN°	mg/l	0,1
Cloruro Cl	mg/l	250
Cobre, Cu	mg/l	1,0
Cromo, Cr hexavalente	mg/l	0,1
Fluoruros	mg/l	1,5
Manganeso, Mn	mg/l	0,1
Mercurio, Hg	mg/l	0,0
Nitrato, NO ₃	mg/l	10,0
Nitrito, NO ₂	mg/l	1,0
Plomo, Pb	mg/l	0,1
Sólidos disueltos	mg/l	1000
Selenio, Se	mg/l	0,01

Fuente: (Ministerio de Ambiente, 2016)

Mediante este método se realizó la descripción de cada uno de los parámetros del objeto de estudio referentes a la gestión de riesgos y se procedió a catalogar la información obtenida para que sirva como base de posteriores estudios, además, se obtuvo datos precisos mediante cálculos realizados para identificar todos los parámetros necesarios y así proceder a interpretar los resultados de manera clara, mediante la adaptación de una matriz de riesgos con los parámetros a detallar, Tabla 9-10-11-12-13-14.

Tabla 9: *Matriz de Evaluación de Riesgos-Nivel de Eficiencia*

Nivel de Eficiencia	ND	Significado
Muy deficiente (MD)	10	Se han detectado factores de riesgo significativos que determinan como muy posible la generación de fallos. El conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo resulta ineficaz.
Deficiente (D)	6	Se ha detectado algún factor de riesgo significativo que precisa ser corregido. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes se ve reducida de forma apreciable.
Mejorable (M)	2	Se han detectado factores de riesgo de menor importancia. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo no se ve reducida de forma apreciable.
Aceptable (B)	0	No se ha detectado anomalía detectable alguna. EL riesgo está controlado. No se valora.

Elaborado: *por Paredes & Freire, 2020.*

Fuente: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Tr)

Tabla 10: *Matriz del Nivel de Exposición*

Nivel de Exposición	NE	Significado
Continuada (EC)	4	Continuamente. Varias veces con tiempo prolongado.
Frecuente (EF)	3	Algunas veces, aunque sea con tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	De vez en cuando puede suceder
Esporádica (EE)	1	Irregularmente.

Elaborado: *por Paredes & Freire, 2020.*

Fuente: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Tr)

Tabla 11: *Matriz de Probabilidad de Ocurrencia de la Amenaza*

Nivel de Probabilidad		Nivel de Exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de Eficiencia (NE)	10	MA-40	MA-30	A-20	A-10
	6	MA-24	A-18	A-12	M-6
	2	M-8	M-6	B-4	B-2

Elaborado: *por Paredes & Freire, 2020.*

Fuente: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Tr)

Tabla 12: *Matriz de Probabilidad de Ocurrencia de la Amenaza*

Nivel de Probabilidad	NP	Significado
Muy alta (MA)	Entre 40y24	Situación deficiente con exposición continuada, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alta (A)	Entre 20y10	Situación deficiente con exposición esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces
Media (M)	Entre 8y6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda varias veces
Baja (B)	Entre 4y2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Elaborado: *por Paredes & Freire, 2020.*

Fuente: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Tr)

Tabla 13: *Matriz del Nivel de Consecuencias*

Nivel de Consecuencias	NC	Significado
		Daños
Mortal o Catastrófico (M)	100	Destrucción total del sistema (difícil renovarlo).
Muy Grave (MG)	60	Destrucción parcial del sistema (compleja y costosa la recuperación).
Grave (G)	25	Se requiere de un proceso planificado para su recuperación
Leve (L)	10	Es posible recuperarlo fácilmente

Elaborado: *por Paredes & Freire, 2020.*

Fuente: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Tr)

Tabla 14: *Matriz del Nivel de Riesgo*

NR=NPxNC					
	Nivel de probabilidad (NP)				
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de riesgo (NR)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240 III 120
	25	I 1000-600	II 500-250	200-150	III 100-50
	10	II 400-240	II 200 III 100	III 80-60	III 40 IV 20

Elaborado: *Por Paredes & Freire, 2020.*

Fuente: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Tr)

Tabla 15: *Matriz del Nivel de Intervención*

Nivel de intervención	NR	Significado
I	4000-600	Situación crítica. Corrección urgente.
II	500-150	Corregir y adoptar medidas de control.
III	120-40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique.

Elaborado: *Por Paredes & Freire, 2020.*

Fuente: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Tr)

3.1.4. Población objeto de estudio

En la comunidad El Arenal existen ocho viviendas habitadas, la infraestructura se encuentra en condición precaria y sin ingeniería, es un asentamiento informal en donde se desarrolla la vida en condiciones agrestes debido a la característica propia del lugar. Cada una de las viviendas cuenta con su respectiva fosa común en donde puntualizamos nuestro el estudio, observando la característica empírica con la cual se intenta manejar las aguas negras / servidas, encontramos una deficiente atención por parte de los propietarios y lugareños a la transferencia de estas aguas al ambiente, la conducta de vida es lineal, realizan actividades normales de la convivencia familiar lo que demanda un consumo de agua el mismo que en su totalidad de manera unificada descargan en la fosa común sin ningún criterio de clasificación, no existe mantenimiento por parte de los propietarios para sus fosas comunes, tienen como idea que funcionara sin ningún problema por aproximadamente más de veinte años.

3.1.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el estudio se obtuvo datos informativos de tablas estandarizadas TULSMA, se tomó muestras simples de la fosa común, humedal, agua de la llave de la comunidad Quindigua Alto, Figura 13-14, con la finalidad de conocer la carga bacteriológica y microbiológica. Los mismos que se los llevaron al laboratorio para ser analizados los mismos que fueron reportados.

Se tomaron datos georreferenciados (Coordenadas UTM – WGS 84 - 17S) con un GPS de marca Garmin GS64, Figura 13.

3.1.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos (Estadístico utilizado), para cada uno de los objetivos específico

Para el procesamiento de los datos se toma tablas referenciales TULSMA (Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente), el análisis de los datos se lo realizo de manera inferencial usando las tablas que mantienen datos estandarizadas para límites permisibles de contaminación en agua, de esta manera se

comparó los límites permisibles adoptando estándares con el criterio de agua apta para el consumo humano por no existir en Ecuador una ley para manejo de aguas negras / servidas.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1. Datos actualizados sobre el nivel de carga Biológica y Microbiológica de las aguas residuales, Figura 10-11-12.

Para determinar el nivel de carga biológica y microbiológica de las aguas residuales en la fosa séptica empírica de la comunidad asentada en “El Arena” se tomó como referencia los límites máximos permisibles para las descargas de agua, los cuales se muestran en la tabla N° 15 que corresponden a lo establecido en el Libro VI anexo 1. 4.1.20 referentes a los criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren de tratamiento convencional. Tabla 1 del TULSMA (Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente), a continuación, se presentan los resultados obtenidos. Al no existir una tabla referencia de aguas residuales se toma los límites permisibles para agua de consumo humano.

Tabla 16: Resultados de muestras de agua potable

DETERMINACIONES	MÉTODO	UNIDADES	VALORES REFERENCIALES	RESULTADOS
Coliformes Totales	Filtración por membrana	UFC/100ml	<1.8	100
Coliformes Fecales	Filtración por membrana	UFC/100ml	<1.1	Ausencia 0
Aerobios mesófilos	Siembra en masa	UFC/ ml	100	32

Elaborado por: Paredes & Freire, 2020.

Mediante el análisis de los datos obtenidos de las muestras tomadas de las aguas residuales de las viviendas, se identificó que el Parámetro de coliformes totales justifican la contaminación a recurso hídrico, se obtuvo un valor de 100 UFC/100ml, es decir superior al valor referencial que corresponde a <1.8 UFC/100ml, con respecto a los coliformes fecales en el análisis se encontró ausencia de los mismos, mientras que el límite máximo de este parámetro corresponde a <1.1 UFC/100ml, finalmente para el Parámetro aerobios mesófilos se obtuvo un valor de 32UFC/ml teniendo como referencia. Es decir, para que la reinsersión de estas aguas primero se debe pasar por un proceso eliminando las cargas biológicas y microbiológicas para evitar daños al medio ambiente y a la salud del ser humano, Figura 3. Esto nos da un indicio de la falla del tratamiento del agua o de la contaminación por estar el recurso expuesto a la superficie. Tabla 16.

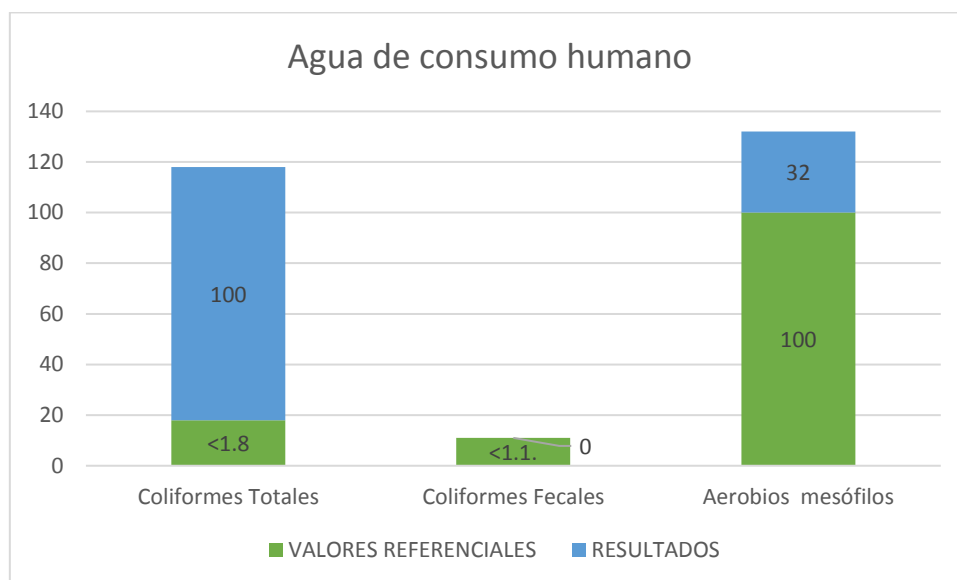


figura 4: *Resultados de muestras de agua potable*

Elaborado por: *Paredes & Freire, 2020.*

4.1.1. Agua de humedales

El análisis se realizó el 09 de agosto del 2020, en la localidad el Arenal a las 09:00 am, la temperatura fue de 16° C. Las coordenadas UTM WGS 84 – 17S corresponden: 729278.4350-9841896.6745

Una vez realizada la toma de la muestra necesaria, se procedió al traslado hacia la ciudad de Riobamba, al laboratorio SAQMIC, el análisis fue realizado por la (Dra. Gina Álvarez), responsable del laboratorio de análisis técnicos, donde se analizó coliformes totales, coliformes fecales y aerobios mesófilos. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 17.

Tabla 17: *Resultados de muestras para agua de humedales*

DETERMINACIONES	MÉTODO	UNIDADES	VALORES REFERENCIALES	RESULTADOS
Coliformes Totales	Filtración por membrana	UFC/100ml	<4000	24000
Coliformes Fecales	Filtración por membrana	UFC/100ml	<1000	1200
Aerobios mesófilos	Siembra en masa	UFC/ ml	-	400

Fuente: *Parámetros permisibles proporcionado por el laboratorio SAQMIC*

Elaborado por: *Paredes & Freire, 2020.*

En cuanto a las muestras obtenidas de los humedales mediante análisis de laboratorio se pudo observar qué para los parámetros de coliformes totales mediante método de filtración por membrana se obtuvo un resultado de 24,000 UFC/100ml; sin embargo los valores referenciales mencionan que el límite máximo permisible es <3000 nmp/100ml, lo que demuestran que los niveles para coliformes totales de están sumamente elevados en relación a los valores de referencia por otro lado y para el parámetro de coliformes fecales se obtuvo como resultado 12000 UFC/100ml, teniendo en cuenta que el valor referencial de límites máximos permisibles demuestran un valor menor a 1000 UFC/100ml, es decir que las muestras del agua fue tomada de agua que se encuentra contaminada ya sea por excremento o desechos, y finalmente en cuanto a los aerobios

mesófilos se obtuvo un resultado de 400 UFC/ml pero no existe un valor de referencia para determinar la calidad de agua según este parámetro en humedales. Figura 4.

Este tipo de coliformes tanto como fecales y totales guardan una estrecha relación con bacterias que son patógenas o dañinas para el ser humano, capaces de provocar enfermedades diarreicas que dependiendo del colectivo pueden desencadenar infecciones fuertes o a su vez la muerte. Por ello este análisis es de vital importancia para detectar las condiciones en que se encuentra el lugar de estudio y saber qué nivel de carga biológica y microbiológica que descargan al ambiente, también asumimos que la contaminación por coliformes fecales es por las aguas de infiltración las mismas que yacen de las fosas comunes de la comunidad El Arenal.

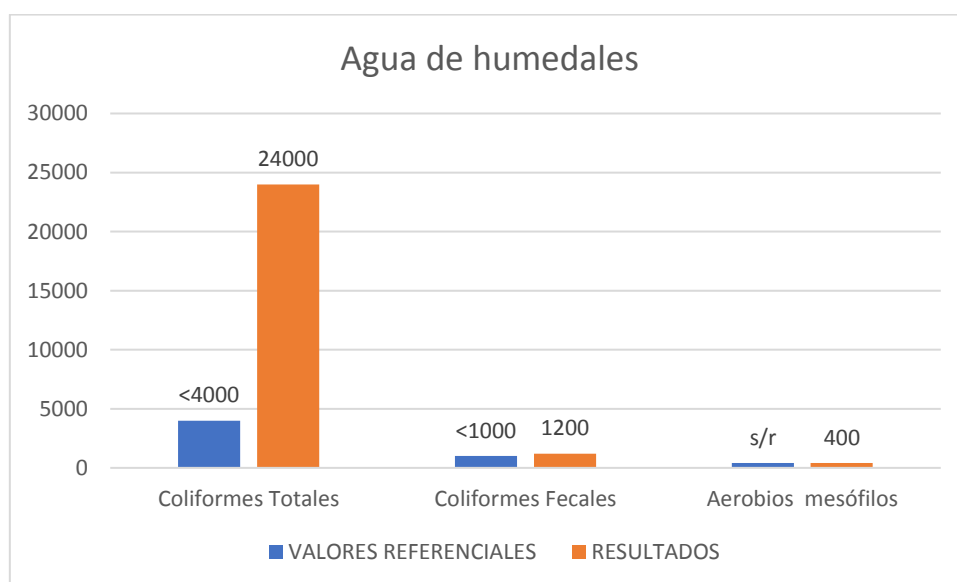


figura 5: Resultados de muestras para agua de humedales

Elaborado por: Paredes & Freire, 2020.

4.1.2. Agua residual

Las muestras analizadas fueron tomadas del afluyente que se encuentra a un extremo de la localidad debido a la dificultad de acceder a las fosas comunes, en uno de los intentos se causó daño a la infraestructura de la fosa común empírica lo que dificultó en sobremanera el acceder a tomar la muestra, por tal razón se tomó una muestra del

descargo de aguas negras / servidas del paradero turístico Humboldt en la comunidad El Arenal y a su vez fuera de una vivienda cercana al paradero turístico, en el cuál se observó un color amarillento en el agua, es decir que, a simple vista, tenía propiedades extrañas. Teniendo en cuenta que el afluente rodea varias comunidades las cuales dedican principalmente a la agricultura y ganadería.

Se consideró estos 4 parámetros los cuales tomamos en cuenta por el nivel de carga contaminante que tienen los coliformes y los riesgos que presentan al estar en contacto continuo con el ser humano, tendiendo consecuencias graves a la salud. Tabla 18.

Tabla 18: Resultados de muestras para agua residual

DETERMINACIONES	MÉTODO	UNIDADES	VALORES REFERENCIALES	RESULTADOS
Demanda Química de Oxígeno	5220- C	mg/l	250	315
Coliformes Totales	Filtración por membrana	UFC/100ml	$<2.0 \times 10^2$	2.0×10^5
Coliformes Fecales	Filtración por membrana	UFC/100ml	s/r ¹	3.1×10^3
Aerobios mesófilos	Siembra en masa	UFC/ ml	s/r	3000

Elaborado por: Paredes & Freire, 2020.

Fuente: (Ministerio de Ambiente, 2016)

¹ Sin Referencia s/r

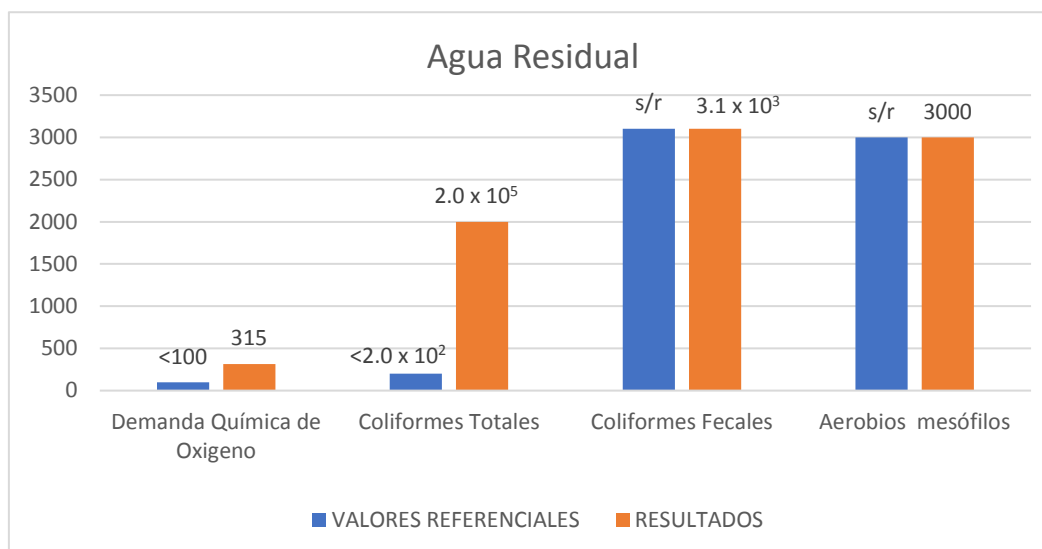


figura 6: Resultados de muestras para agua residual

Elaborado por: Paredes & Freire, 2020.

Con los análisis respectivos para cada muestra de agua, se determina haber cumplido con el alcance del objetivo planteado, hemos puesto en evidencia la contaminación que genera la actividad antrópica en nuestra zona de estudio lo que nos da indicios de ser una de las fuentes primarias de contaminación ambiental, la misma que por ser proveedora de recursos vitales pone en riesgo a la vida de quienes la consumimos.

Para identificar el riesgo asociado a la generación de aguas residuales se ha identificado 3 aspectos: físico, químico y microbiológico

Respecto al análisis físico, se ha considerado los sólidos totales y sólidos suspendidos, importantes en el control de procesos de tratamiento biológico y físico de aguas residuales.

Respecto al análisis químico, se ha considerado las sustancias disueltas al medio ambiente, exponiendo al ser humano y si su medio.

Finalizando como último análisis analizado es el factor microbiológico con riesgos asociados a los coliformes fecales que implica al ser humano un daño a la salud.

La matriz presentada a continuación nos ayudara a determinar qué nivel de riesgo se encuentra el sector en cuestión para poder realizar el análisis correspondiente a un nivel entre bajo, medio o alto, dependiendo cada una de los aspectos a tratar, Tabla 18.

Tabla 19: Matriz de Evaluación de Riesgos

Variable	Dimensión	Factor de riesgo	Riesgo	Nivel de deficiencia	Nivel de exposición	Nivel de probabilidad	Nivel de consecuencia	Nivel de riesgo	Nivel de intervención
Gestión de riesgos antrópicos en el manejo y reinscripción de aguas negras Servidas	Riesgo antrópico en el agua utilizada para el consumo humano: El agua de la zona se ve afectado producto de reinscripción de aguas negras por filtraciones en fosas sépticos improvisados	Físicos	Sólidos suspendidos	Deficiente (D) 2	3	8	25	200	II
		Químicos	PH	Deficiente (D)	2	8	25	200	II
			Sustancias consumidoras de oxígeno disuelto	Mejorable (M)	2	5	25	125	III
			Sustancias tóxicas	Mejorable (M)	3	3	25	75	III
			Nutrientes	Mejorable (M)	3	3	25	75	III
			Grasas y aceites	Deficiente (D)	4	20	60	1200	I
			Tensos activos	Mejorable (M)	2	6	10	60	III
		Microbiológicos	Coliformes Fecales por desperdicios de AR	Muy Deficiente (MD)	3	25	60	1500	I

Elaborado por: Paredes & Freire, 2020.

Fuente: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Tr) Matriz adaptada método riesgos laborales INSHT NTP 330.

Tabla 20: Matriz de las Medidas Preventivas

Variable	Dimensión	FACTOR DE RIESGO	RIESGO	MEDIDAS PREVENTIVAS
Gestión de riesgos antrópicos en el manejo y reinserción de aguas negras Servidas	Riesgo antrópico en el agua potable: El agua potable de la zona se ve afectado producto de reinserción de aguas negras por filtraciones en pozos sépticos improvisados	Físicos	Sólidos	Crear un sistema de recolección de sólidos
			suspendidos	Desarrollar pruebas al agua cada cierto tiempo para prevenir con ello un futuro incremento de este factor
		Químicos	PH	Desarrollar pruebas al agua cada cierto tiempo para prevenir con ello un futuro incremento de este factor
			Sustancias consumidoras de oxígeno disuelto	Desarrollar pruebas al agua cada cierto tiempo para prevenir con ello un futuro incremento de este factor
			Sustancias tóxicas	Desarrollar pruebas al agua cada cierto tiempo para prevenir con ello un futuro incremento de este factor
			Nutrientes	Desarrollar pruebas al agua cada cierto tiempo para prevenir con ello un futuro incremento de este factor
			Grasas y aceites	Desarrollar pruebas al agua cada cierto tiempo para prevenir con ello un futuro incremento de este factor
		Microbiológicos	Coliformes Fecales por desperdicios de AR	Desarrollar pruebas al agua cada cierto tiempo para prevenir con ello un incremento de este factor

Elaborado por: Paredes & Freire, 2020.

Fuente: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Tr)

Al analizar la matriz de riesgos es evidente que existe un nivel de alerta en bajo y medio en el caso de los factores de riesgo físicos y químicos debido a que no existe mayor demanda y su descarga es moderada para lo cual en las medidas de prevención nos recomienda tomar medidas correctivas que se las puede realizar como una medida sociocultural que sería de impacto inmediato, pero en el caso del factor de riesgo microbiológico la alerta es alta por lo que enfatiza en tomar medidas corrección urgente encontrarse en una situación crítica, es así que hemos planteado una propuesta para mitigar el riesgo al que está expuesto la zona de estudio y principalmente el recurso vital.

En el analiza y ponderación los riesgos existentes usamos las tablas 9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19, en base a los diferentes criterios que se establecen en las matrices, debido a que la matriz de riesgos permite registrar y cuantificar el conjunto de riesgos existentes del proyecto y establecer rangos de aceptabilidad. Las ponderaciones en las matrices se las realiza con un criterio matemático simple en el cual se toma en valor ascendente el nivel de alerta, en el caso de la probabilidad se toma a cien como un valor máximo que determina una alerta y a diez como un valor mínimo que determina una normalidad, a lo cual en esta escala se suman el criterio juzgador enfocado en mitigar el riesgo.

Mediante el método correlacional se realizó una comparación entre las variables para determinar la dependencia entre sí, de acuerdo al criterio de comportamiento de las variables se valora respectivamente de forma cualitativa a las tecnologías para escoger la tecnología que mejor se adapte tomando en consideración las características de nuestra zona de estudio.

Para comparar los sistemas de manejo de aguas negras / servidas consideramos en poner dos o más fenómenos, uno al lado de otro, para establecer sus similitudes y diferencias y de ello sacar conclusiones que definan un problema o que establezcan la eficiencia de cada tecnología. Mediante este método se establecen los diferentes sistemas de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales y así seleccionar la tecnología más adecuada.

Para realizar el diseño de la fosa séptica como solución al evidente problema usamos el método correlacional-causal porque mitiga los riesgos antrópicos a los que están expuestos elabora una propuesta como solución a un problema o necesidad de tipo práctico de acuerdo a nuestra zona geográfica en estudio, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y de las tendencias futuras, es decir, con base en los resultados de un proceso investigativo.

Se plantea el diseño de un sistema de tratamiento adecuado de aguas residuales para la comunidad el Arenal, para un caudal de 120 lt/día por habitante. OMS-UNICEF (2019)

4.2. Análisis de las diferentes tecnologías para plantear un sistema óptimo del manejo de Aguas residuales.

El bajo nivel de soluciones avanzadas en el campo de las aguas residuales indica que existe una necesidad urgente de implementar tecnologías que mejoren el tratamiento de las aguas residuales, teniendo en cuenta que los nuevos contaminantes emergentes evidencian que esta investigación es importante para comprender su naturaleza y las consecuencias que estos tienen en los recursos hídricos y el medio ambiente, así como para conseguir su absoluta eliminación, permitiendo el uso de las mismas, Tabla 21.

De acuerdo con la operacionalización de las variables y los resultados que este análisis arroja, nos permite decir que existe correlación entre sí, por lo tanto, asumiremos el comportamiento de las mismas para definir la tecnología más adaptable a las condiciones y a la necesidad de la zona en estudio.

Coefficiente de determinación:
$r^2 = 0,98^2 = 0,96 = 96\%$
EXISTE RELACION LINEAL CON UN 96% DE PRESICION

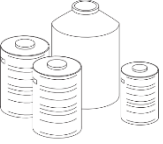
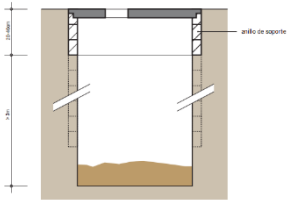
La correlación entre variables es positiva, es decir que las variables se comportan una en función de la otra y las dos se comportan de la misma manera, es decir para nuestro caso de estudio al realizar la comparación de las tecnologías nos basaremos en los factores de riesgo con los cuales se determinan las dimensiones de las variables. Al aumentar los asentamientos el comportamiento de las variables se va a mantener, funcionan a la par.

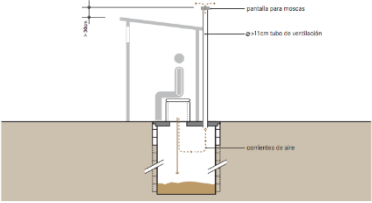
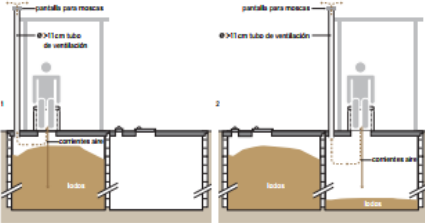
- Gestión de riesgos antrópicos, Tabla 3-5.
- Manejo y reinscripción de aguas negras / servidas, Tabla 4-5.

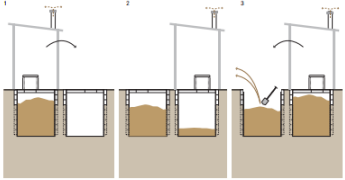
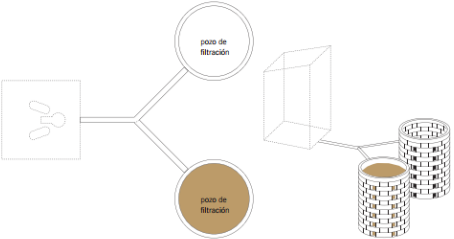
Dimensiones de las Variables

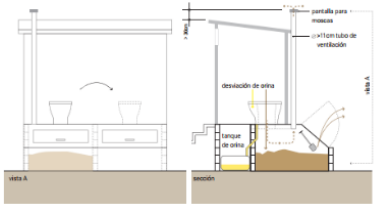
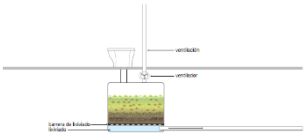
- Riesgo antrópico en el descargo de agua negras / servidas domésticas, Tabla 3-5
- Gestión de agua negras / servidas, Tabla 4-5

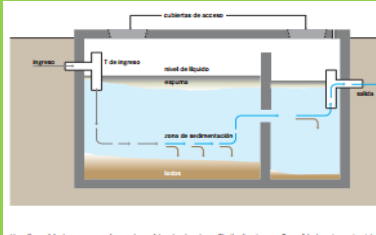
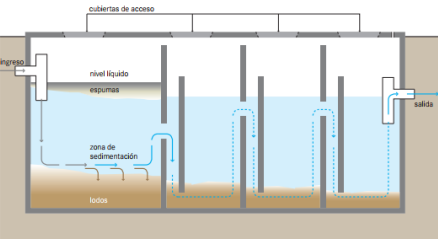
Tabla 21: Sistema de Tecnologías para Tratamiento de Aguas residuales

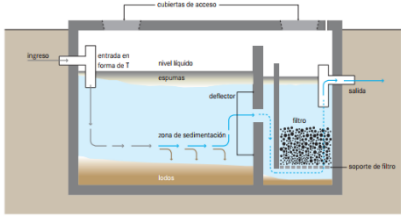
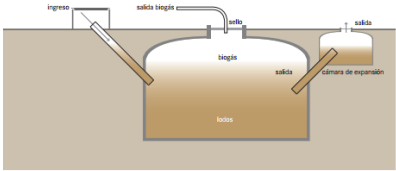
Tecnologías	Nivel de riesgo	Pros	Contras	Correlación entre variables (dimensiones)
<p>Tanque/Contenedor de Almacenamiento de Orina</p> 	<p>El riesgo de transmisión de patógenos es bajo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Puede ser construido y reparado con materiales disponibles localmente. • No requiere energía eléctrica. • Puede ser usado de inmediato. • Se requiere una pequeña área de terreno. • Bajos costos de capital y de operación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Olores regulares a fuertes cuando se abre y se vacía el tanque, dependiendo de las condiciones de almacenamiento. 	<p>Funciona pero no se adapta por la condición climática, y NO mitiga el riesgo sociocultural.</p>
<p>Pozo Simple</p> 	<p>El riesgo de transmisión de patógenos a los usuarios es limitado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Puede ser construido y reparado con materiales disponibles localmente. • No requiere un flete constante de agua. • Puede ser usado inmediatamente después de la construcción. • Costos de capital bajos dependiendo los materiales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las moscas y los olores son normalmente perceptibles. • Los lodos requieren tratamiento secundario y/o descarga adecuada. • Los costos de vaciado pueden ser significativos comparados con los costos de capital. • Baja reducción de DBO y de patógenos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Funciona, pero NO se adapta a mitigar el riesgo socioeconómica y ambiental • No mitiga el riesgo químico.

<p>Pozo Simple Mejorado Ventilado (VIP)</p> 	<p>El riesgo de transmisión de patógenos es limitado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las moscas y los olores son reducidos • No requiere una fuente constante de agua • Adecuado para todos los tipos de usuario. • Puede ser construido y reparado con materiales disponibles. • Puede ser usado inmediatamente después de la construcción • Costos de capital muy bajos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los lodos requieren tratamiento secundario y/o descarga adecuada. • Los costos de vaciado pueden ser significativos comparados con los costos de capital. • Baja reducción de DBO y de patógenos. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se adapta a mitigar el riesgo socioeconómico, sociocultural. • No mitiga el riesgo químico
<p>Pozos Doble Mejorados Ventilados</p> 	<p>El riesgo de transmisión de patógenos es bajo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vida útil más larga que el VIP simple. • Existe el potencial de usar la materia fecal almacenada como acondicionamiento de terrenos. • Las moscas y los olores son reducidos significativamente. • No requiere una fuente constante de agua. • Adecuado para todos los tipos de usuario 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción baja/moderada de patógenos • Costos de capital más alto que el de un VIP Simple. • Costos de operación reducidos si lo vacía el usuario. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se adapta a mitigar el riesgo socioeconómico. • No mitiga al riesgo físico de acuerdo a la necesidad.

<p style="text-align: center;">Fosa Alterna</p> 	<p>El riesgo de transmisión de patógenos es bajo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Puede ser construido y reparado con materiales disponibles. • Su vida útil es limitada • La excavación del humus es más fácil que los lodos fecales. • Las moscas y los olores son reducidos. • No requiere una fuente constante de agua. • Costos de capital muy bajos. • Se requiere una pequeña área de terreno. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere una fuente constante de material para cubrir: tierra, ceniza, hojas. • La basura puede arruinar las oportunidades de uso de la Composta. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se adapta al mitigar el riesgo ambiental de acuerdo a la capacidad de la zona para demandar los materiales de funcionamiento. • No mitiga el riesgo sociocultural.
<p style="text-align: center;">Pozos Dobles para Retrete con Arrastre Hidráulico</p> 	<p>El nivel de riesgo es limitado, no existe transmisión de patógenos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Puede ser construido y reparado con materiales disponibles localmente • Su vida útil es virtualmente limitada • La excavación del humus es más fácil que los lodos fecales. • Existe una posibilidad de usar la materia fecal almacenada para mejorar los suelos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las excretas requieren remoción manual. • Las obstrucciones en el retrete o en las tuberías son frecuentes cuando se usan materiales gruesos de limpieza. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se adapta mitigar el riesgo sociocultural. • No mitiga el factor de riesgo socioeconómico.

<p>Cámaras de Deshidratación</p> 	<p>El nivel de riesgo es bajo, baja transmisión de patógenos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pueden ser construida y reparadas con materiales disponibles. • Su vida útil es limitada. • Son buenas para áreas rocosas o que se inundan. • La excavación de las heces secas es más fácil. • No hay problema con moscas ni olores. • No requieren de una fuente constante de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere fuente de contantes de cenizas, arena o cal. • Requieren un punto de uso/descarga para la orina y las heces. • La orina y las heces se deben sacar manualmente. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se adapta mitigar el riesgo sociocultural. • No mitiga el riesgo físico
<p>Cámara de Compostaje</p> 	<p>Nivel de riesgo bajo, baja transmisión de patógenos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La composta que es sacada es segura para su manejo y puede ser usada como acondicionador de terreno. • Puede ayudar a reducir el volumen de los desperdicios sólidos. • Puede ser construido y reparado con materiales orgánicos. • Larga vida de servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requieren diseño experto y supervisión de construcción. • Puede recurrir algunas partes especializadas. • Puede requerir un largo tiempo de arranque. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se adapta a mitigar el riesgo sociocultural, socioeconómico. • No mitiga el riesgo químico de manera eficaz.

<p style="text-align: center;">Fosa Séptica</p> 	<p>Nivel de bajo riesgo, baja transmisión de patógenos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Puede ser construido y reparado con material disponible. • Larga vida de servicio • No hay problemas de moscas. • Bajos costos de capital. • Se requiere una pequeña área de trabajo. • Filtrado a través de los biomateriales con propiedades físicas naturales. • Bajo costo mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de patógenos, sólidos y materia orgánicos. • Descomposición al tiempo de materia orgánica por autodegradación • No requiere atención técnica • No requiere lodos ni sustancias químicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Se adapta a las necesidades del lugar. • Mitiga el riesgo químico, físico, microbiológico de forma amigable al ambiente. • Se adapta perfectamente a los riesgos socio cultural, socioeconómico y ambiental.
<p style="text-align: center;">Reactor Anaeróbico con Deflectores</p> 	<p>El nivel de riesgo es bajo. Escasa transmisión de patógenos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Resistente a cargar de choque orgánicas. • No requiere energía eléctrica. • Se pueden manejar las aguas grises. • Larga vida útil. • No hay problemas con moscas • Costos de capital moderados 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere una fuente constante de agua. • El efluente requiere tratamiento secundario • Baja eliminación de agua • Requiere diseño y construcción por expertos. • Se requiere pretratamiento para prevenir las obstrucciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se adapta a mitigar el riesgo socioeconómico, socio cultural.

<p style="text-align: center;">Filtro Anaeróbico</p> 	<p>El nivel de riesgo es bajo, escasa transmisiones patógenos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Resistente a cargas de choque orgánicas e hidráulicas. • No requiere energía eléctrica. • Puede ser construido y reparado con material disponible • Larga vida útil • Costos de capital moderados, costos de operación. <p>Alta duración de DBO y sólidos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere una fuente constante de agua. • El efluente requiere tratamiento o descarga adecuada. • Baja eliminación de patógenos y nutrientes. • Requiere diseño y construcción por expertos • Largo tiempo de arranque. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se adapta a mitigar el riesgo socioeconómico • No mitiga el riesgo químico, microbiológico y ambiental.
<p style="text-align: center;">Reactor Anaeróbico de Biogás</p> 	<p>El nivel de riesgo es bajo, escasa transmisión de patógenos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de una fuente de energía valiosa y renovable. • Bajos costos de capital y de operación • La construcción subterránea minimiza el uso de terreno. • Larga vida útil • No requiere energía eléctrica 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere diseño experto y construcción capacitada. • No es factible la producción de gas por debajo de los 15°C. • Los lodos dirigidos y el efluente requieren tratamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se adapta a la condición climática. • No mitiga el riesgo sociocultural y socioeconómico.

Fuente: (Park, 2011)

Elaborado por: Paredes & Freire, 2020.

De acuerdo al análisis llegamos a la conclusión que la tecnología más adaptable que se alinea a las necesidades de la zona de estudio por mitigar los factores de riesgo socioculturales, socioeconómicas, ambientales, físicas, químicas y microbiológicas, de acuerdo a las condicionantes del lugar se alinea a las dimensiones en las que focalizamos nuestro estudio, la tecnología que mejor se adapta es la fosa séptica, la misma que es de fácil construcción, bajo costo de implementación y mantenimiento, usa materiales que se encuentran en la zona y presta servicio por un largo tiempo sin necesidad de inversión.

Proponemos utilizar la tecnología de la fosa séptica, en este caso se la realizará de una forma sencilla usando material de fácil acceso, las paredes de la fosa se usará ladrillo mambro trabado, se colocara a 1m. de la superficie una malla electro soldada para fragmentar los sólidos de descarga, para el filtro natural se utilizara biomaterial en una altura de 0.30 m. por material; (piedra) también conocida como canto rodado su dimensión (64-256) mm lo que permitirá una rápida filtración a la segunda capa del filtro natural; (ripió) material triturado de roca su dimensión (< 51 mm) se lo encuentra con facilidad en el lugar de estudio; (carbón) es un material que se lo fabrica de manera artesanal por los lugareños; (arena fina) se la encuentra con abundancia en el lugar de estudio, su dimensión (0.125-0.25) mm es un material que se lo puede conseguir tamizando la arena que se encuentra en el lugar de estudio, por efecto de la gravedad todos los cuerpos tienden a descender y a infiltrarse como es en nuestro caso, nuestra propuesta de filtro natural permite que el suelo recibirá agua purificada en un % 80 reduciéndola contaminación al ambiente, Figura 9, en referencia al costo de la realización es relativamente bajo, al considerar biomateriales se los encuentra en la zona de estudio y la mano de obra se la puede utilizar por cada propietario de las viviendas y sus familiares lo que reduce efectivamente el costo y hace la implementación accesible, teniendo en cuenta que el número de habitantes es reducido, por lo que es un sistema adecuado para tratar el agua residuales y negras, Figura 6 – 7. Los procesos de sedimentación y anaeróbico reducen los sólidos. Además, hay que tener en cuenta que mediante esta tecnología el tiempo de retención debe ser de 48 horas para alcanzar el tratamiento adecuado. Con respecto a temas de salud, aunque no se eliminen todos los patógenos, la fosa es subterránea por lo que los usuarios no entran en contacto con las aguas residuales. También porque es una tecnología que puede ser instaladas en todo tipo de clima, aunque la fosa es impermeable no debe ser construida en áreas de alto nivel freático o donde ocurren inundaciones frecuentes.

4.3. Resultados del Objetivo

4.3.1. Diseñar el sistema de tratamiento adecuado para la comunidad de el Arenal

Para el diseño y construcción de la fosa séptica se necesita los siguientes materiales:

4.3.1.1. Talento Humano

- Propietario de viviendas (lugareños)

4.3.1.2. Recurso Materiales y Económicos

- Ladrillo mambron
- Piedra (canto rodado)
- Carbón
- Arena fina
- Cemento

Tabla 22: Costos

Rubro	Unidad	Precio Unitario	Precio
Ladrillo Mambron	500	\$ 0,28	\$ 140,00
Cemento	4	\$ 8,00	\$ 32,00
Malla Electrosoldada	2.25 m ²	\$ 2,65	\$ 5,96
Piedra	0.45 m ²	\$ 15,00	\$6,75
Ripio	0.45 m ²	\$ 15,00	\$6,75
Carbón	0.45 m ²	\$ 15,00	\$6,75
Arena Fina	0.45 m ²	\$ 15,00	\$6,75
Mano de Obra	3 c/días	\$ 20,00	\$ 45,00
Costos de Mantenimiento	1 c/3 años	\$ 10,00	\$ 10,00
COSTO FINAL			\$ 259,96

Elaborado por: Paredes & Freire, 2020.

4.3.1.3. Proceso diseño

La situación actual de nuestro lugar de estudio permitirá implementar con facilidad la solución al problema, en nuestro caso se utilizará los materiales existentes en las fosas sépticas, al encontrarse cavada la fosa permitirá optimizar el uso de recursos económicos, en cuanto a los materiales se encuentran en la zona de estudio y los pocos gastos que se generan es por movilización los mismos que están incluidos en los precios unitarios de cada rubro, Figura 8.

Cantidad de aguas residuales / negras descargada por vivienda. Datos:

Caudal por habitante (OMS) = 120 lt/día

Familia tipo del lugar de estudio = 4
integrantes

Descarga OMS de aguas residuales / negras por familia = $0.4 \text{ m}^3/\text{día}$

Descarga de aguas residuales / negras por familia = 480 lt/día
= 175200 lt/año

[8] ocho casas – familias transfieren aguas residuales / negras = 1401600 lt/año

= $1401.60 \text{ m}^3/\text{año}$

= $3.84 \text{ m}^3/\text{día}$

[1] una centro turístico - turistas transfieren aguas residuales / negras = 208571.42 lt/año

= $208.57 \text{ m}^3/\text{año}$

$0.57 \text{ m}^3/\text{día}$

Descarga de aguas residuales / negras al ambiente = $1600 \text{ m}^3/\text{año}$

= $4.38 \text{ m}^3/\text{día}$

Fórmula de cálculo fosa séptica:

$$V_u = 1.3 N (CT+100Lf)$$

$$V_u = 1.3 * (N) \text{ personas } [(C) \text{ lt/día } * (T) \text{ día } + (100) * (Lf) \text{ lt/día}]$$

V_u = Volumen útil

N = Número de contribuyentes o personas

C = Contribución de residuos líquidos
(litros/persona/día)

T = Periodo de atención por día

Lf = Contribución de lodos frescos
(litros/persona/día)

V_u = Volumen útil

$$V_u = 1.3 (4 \text{ personas}) [(120 \text{ lt/día})(0.125 \text{ día})+(100)(11\text{lt/día})]$$

$$V_u = (5.2 \text{ personas}) [(15 \text{ día})+(100\text{lt/día})]$$

$$V_u = (5.2 \text{ personas}) [115 \text{ lt}]$$

$$V_u = (5.2 \text{ personas}) [115 \text{ lt}] \quad V_u = 598 \text{ lt}$$

$$V_u = 0.59 \text{ m}^3$$

Considerando el volumen útil y la capacidad de absorción de suelo en nuestro lugar de estudio es factible realizar una fosa séptica de las siguientes dimensiones [largo * ancho * profundidad] m. [1.5*1.5*4.0] m. lo que permitirá un volumen de almacenamiento de 9 m³, en este caso la cantidad de volumen útil de descarga de aguas residuales / negras es totalmente inferior, referido al crecimiento poblacional de nuestro país y por la condicionante climática y geografía el valor que arroja el INEC en 2019 bordea el % 1.8 anual por lo que posiblemente pueda aumentar un miembro familiar en cada vivienda del lugar de estudio lo que no causará un fallo de la fosa séptica por su diseño al tiempo, se mantendrá funcionando por aproximadamente 20 años debido a la dureza de los

materiales y a la capacidad de transferencia de fluidos de los materiales al suelo, su capacidad de almacenamiento y filtrado permitirá un incremento del %20 de su capacidad total lo que significa que es el % 300 de su estado actual de descarga de aguas residuales de la vivienda.

La dimensión de ancho es $< 2/3$ de la profundidad, respetando el criterio de relación largo ancho.

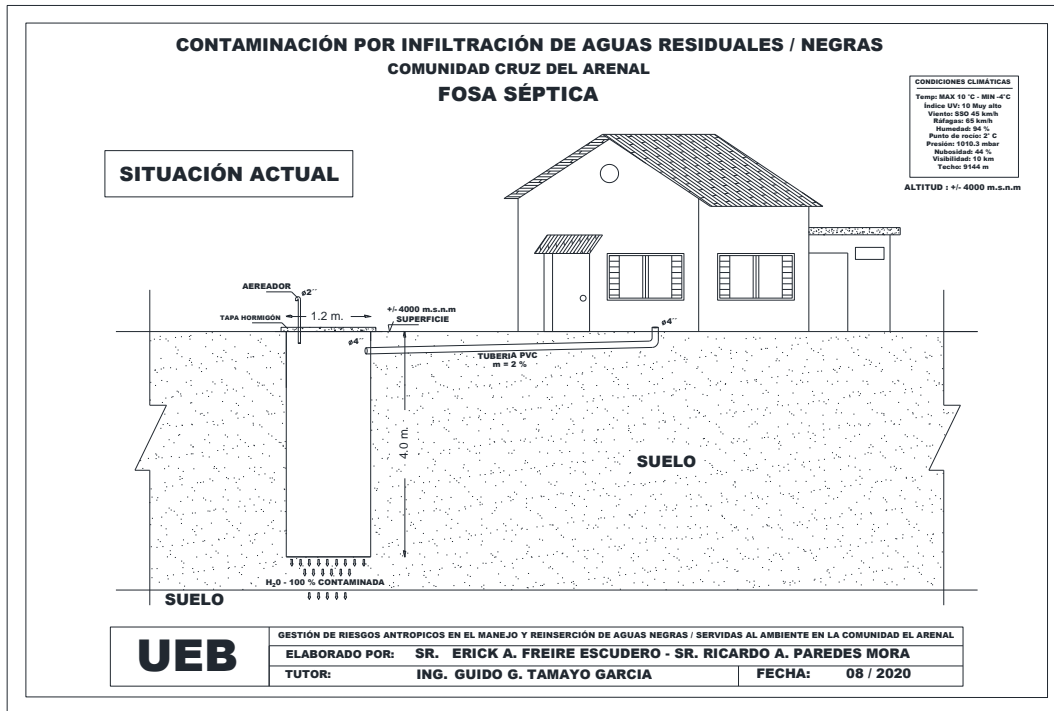
4.3.1.4. Proceso de armado

- Limpieza y acondicionamiento de la fosa en actual funcionamiento.
- Alzado de paredes con ladrillo mambro y cemento.
- Colocación de biomateriales por capa (piedra, ripio, carbón, arena fina).
- Colocación de la malla electro soldada.
- Tapado de fosa con tapa de hormigón (tapa existente).

4.3.1.5. Diseño

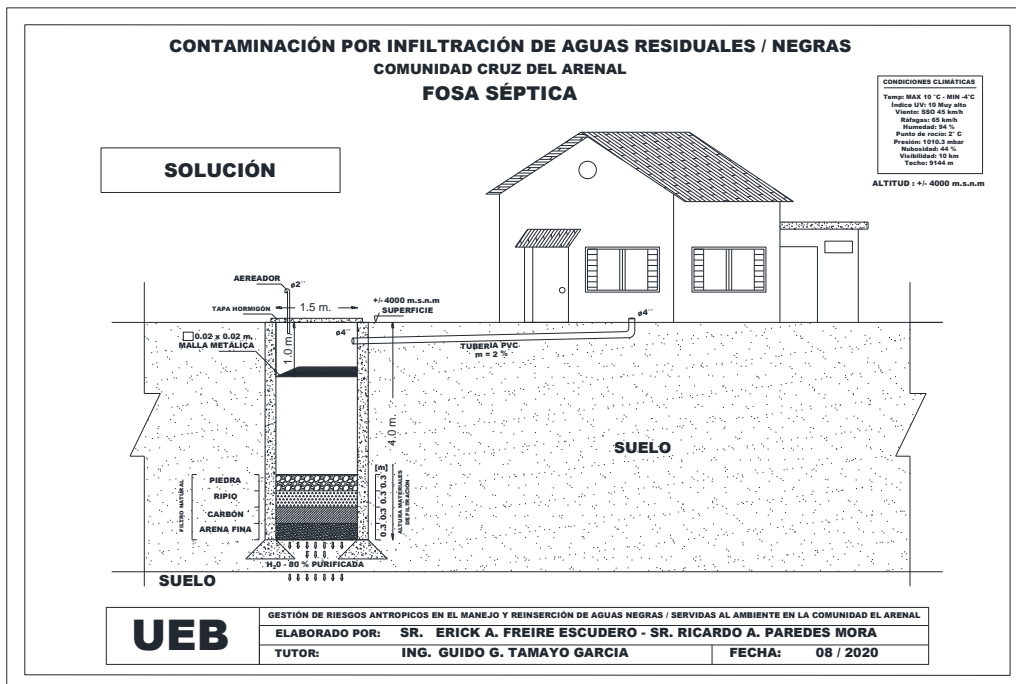
Propuesta de la construcción de la fosa séptica en la comunidad El Arenal, provincia de Bolívar, Figura 8 - 9.

figura 7: Estado actual Fosa Séptica - Comunidad el Arenal



Elaborado: Paredes & Freire, 2020.

figura 8: Solución Propuesta Fosa Séptica – Comunidad El Arenal



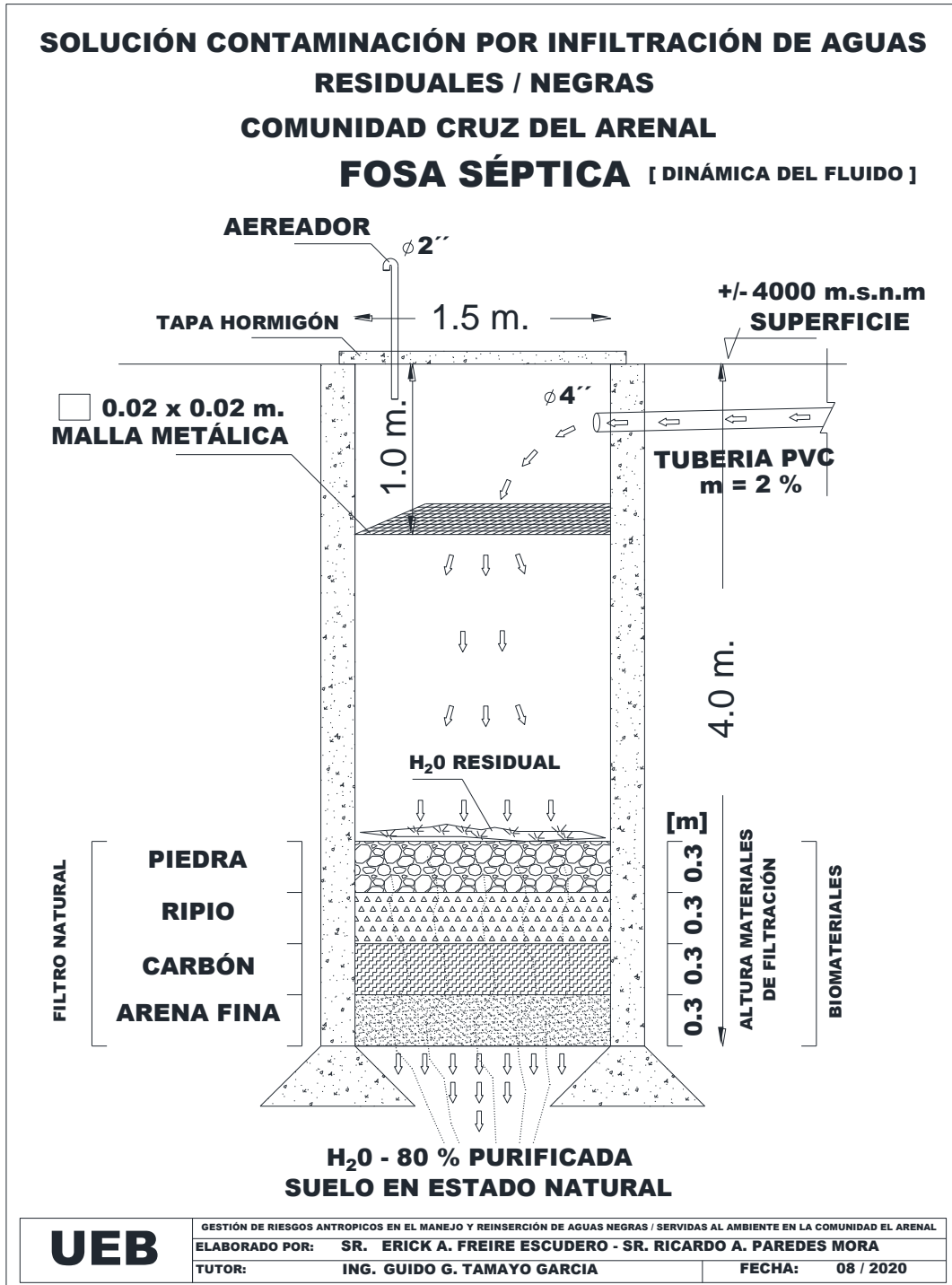
Elaborado: Freire & Paredes, 2020.

Figura 9: Propuesta diseño fosa séptica para las viviendas de la comunidad El Arenal.



Elaborado: Paredes & Freire, 2020.

Figura 10: Propuesta fosa séptica para viviendas de la comunidad EL Arena – Dinámica de Fluido



Elaborado: Paredes & Freire, 2020

5. CONCLUSIONES

Este estudio nos ayudó a conocer las condiciones en que se encontraban viviendo las personas del sector del arenal por varios años, expuestos a riesgos biológicos por el mal manejo de las aguas negras / servidas y por las descargas que se hacen al medio ambiente, para ello se pudo analizar varios aspectos los cuales mediante la implementación de tecnologías podrán disminuir el nivel de riesgo expuesto a la comunidad, mediante descargas de aguas con menos cargas biológicas y microbiológicas al exterior, salvaguardando la integridad de quienes habiten en la comunidad.

Mediante este estudio podemos saber que el agua potable tiene ligeras elevaciones de los parámetros evaluados lo que evidencia que se necesita de un tratamiento al recurso captado para que sea de mejor calidad y apta para el consumo humano, por lo que, es imprescindible mencionar que se han detectado factores de riesgo significativos que determinan como muy posible la generación de enfermedad a los seres humanos que la consumen, pues el conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo resulta ineficaz lo que demuestra que la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo no se ven reducidas de forma apreciable, en el análisis de la matriz de riesgos se evidencia que es muy influyente el comportamiento de los lugareños para potencializar el riesgo de contaminación al ambiente.

Con la finalidad de obtener datos actualizados sobre el nivel de carga biológica y microbiológica de las aguas negras / servidas de lugar de estudio se puede determinar la calidad actual del agua de lugar con lo que se pudo corroborar que existe cantidades elevadas de coliformes totales como demanda química de oxígeno puesto que los resultados de las muestras obtienen valores de elevados a los límites máximos permisibles. Sin embargo, también fue posible hacer un muestreo del agua potable del sector con lo que se determinó que para que el agua pueda ser consumida debe ingresar por un sistema de desinfección y a que presenta elevadas cantidades de coliformes totales. No obstante, al realizar un muestreo de los humerales se pudo obtener que existe un elevado contenido de organismos para coliformes totales y coliformes fecales de acuerdo a los límites máximos permisibles para la calidad de agua; lo que es evidencia en tal resultado es por la transferencia de las aguas negras / servidas mal manejadas, son aguas de infiltración que brotan en los humedales por efecto de la gravedad, los coliformes presentes en las muestras tomadas es por la presencia de animales en los sectores y al no

realizar las captaciones, almacenamiento, tratamiento y distribución de manera técnica, lo expuesto que se encuentran las fuentes hídricas a ser descargadas escurrientías superficiales y las aguas negras / servidas no tratadas justifica el contenido de patógenos.

En base a los resultados obtenidos y teniendo en cuenta que estos deben ser mejorados, se pudo demostrar distintos sistemas de biorremediación que permitirán la mejora en la calidad de estas aguas; los mismos que se detallan en dos perspectivas como son por un lado In Situ (el Bioventeo, Inyección de aire a presión, Atenuación natural, Bioestimulación, Bioaumentación), y por otro lado Ex Situ (Landfarming, Biopilas, Biorreactor, La Fito remediación), es así que para mayor detalle estos se encuentran adjuntos en la tabla 1, denominada como “métodos de biorremediación”. Lo que determina a este método es el comportamiento de los habitantes del sector su bajo nivel sociocultural y socioeconómico expone en forma potencial al riesgo de contaminación al ambiente y transversalmente a la vida humana.

En base a los resultados obtenidos de toda la investigación se pudo determinar una matriz de medidas preventivas acorde a las inconformidades evidenciadas en el estudio los mismos que se detallan en la tabla 21 del presente documento.

6. RECOMENDACIONES

Es necesario que se implementen nuevas estrategias para mejorar el tratamiento del agua, el agua que llega a cada uno de los hogares es utilizada principalmente para la preparación de alimentos, teniendo en cuenta que con el tiempo puede producir enfermedades graves en la población. Además, se debe tomar medidas adecuadas por las autoridades para que el agua residual no sean evacuada directamente creando focos para la generación de patógenos. cercanos.

Debido al alto nivel de microorganismos en el recurso hídrico, tanto en el agua utilizada para el consumo humano como en la de las afluentes, se debe realizar análisis frecuentemente por parte de las autoridades o representantes de la comunidad con el que puedan tomar medidas preventivas para mejorar la calidad del agua. Se sugiere lavar periódicamente los tanques de captación y limpiar las fuentes o tomas de agua.

En base al estudio realizado es indispensable trabajar en ordenanzas que permitan construir con una norma técnica en donde se detecten asentamientos informales, las instalaciones hidrosanitarias de las viviendas cumplan con el estándar para manejar las aguas negras / servidas de esta manera se reducirá el impacto al ambiente y mitigara el riesgo a los ser humanos que consumen esta agua para el desarrollo de la vida.

Al implementar la tecnología para el tratamiento de aguas residuales, es importante realizar un mantenimiento periódico del sistema, de esta manera incrementara la durabilidad de la fosa séptica.

Tomando en cuenta el estudio realizado en el sector antes de trabajar en proyectos de viviendas o asentamientos humanos se debe considerar estudios complementarios a la construcción de los mismos para identificar el riesgo existente y determinar los factores que influyen en la viabilidad del proyecto, en nuestro caso al identificar la afectación ambiental se puede mitigar desde la fuente el riesgo existente y reducir la exposición de la población a contraer enfermedades por consumo de aguas contaminadas.

Es primordial este tipo de estudios en pequeñas comunidades por lo que varias de ellas no cuentan con el servicio básico apropiado, lo que genera una acumulación de sustancias al no tener una descarga adecuada de aguas negras, lo cual se vio reflejado en el lugar de estudio, para ello es fundamental una inspección periódica en el lugar de estudio para

saber los cambios obtenidos desde la implementación de tecnologías que ayuden disminuir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia en pequeñas comunidades.

Se recomienda a la academia y de manera especial a la Universidad Estatal de Bolívar realizar la aplicación y ejecución de estudios como el nuestro para contribuir con la protección a la vida y al ambiente, a su vez mejorar la calidad de vida de las personas que viven en condiciones precarias.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, S. (14 de Marzo de 2019). Tratamientos primario, secundario y terciario en la depuración de agua residual. Recuperado el Mayo de 2020, de <http://axisima.com/tratamientos-primario-secundario-y-terciario-en-la-depuracion-de-agua-residual/>
- Bravo, M. (15 de Enero de 2020). *¿Qué es un riesgo antrópico y por qué deberías estar preocupado?* Obtenido de <https://www.fayerwayer.com/2020/01/riesgo-anthropico-deberias-preocupado/>
- Brutti, L., Beltrán, M., & García, I. (2018). *Biorremediación de los Recursos Naturales*. Buenos Aires: Ediciones INTA. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/libro_biorremediacion_de_los_recursos_naturales_1.pdf
- Cárdenas, L., & Sánchez, A. (Junio de 2013). Recuperado el Julio de 2020, de https://www.researchgate.net/profile/Gloria_Cardenas6/publication/262434460_Nitrogen_in_wastewater_origins_effects_and_removal_mechanisms_to_preserve_the_environment_and_public_health/links/5dc42364299bf1a47b1d2686/Nitrogen-in-wastewater-origins-effects-a
- Coles, A. (06 de Noviembre de 2017). *Amenazas de origen antrópico*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/lagestionderiesgosdedesastres/amenazas-y-su-clasificacion/amenazasdeorigen antropico>
- Coloma, V. (14 de 06 de 2016). *GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA DE BOLÍVAR*. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0260000170001_PDO T%20BOLIVAR%202015_02-09-2015_12-08-14.pdf
- Delgado García, S., Trujillo González, J., & Torres Mora, M. (2017). *GESTIÓN DEL AGUA EN COMUNIDADES RURALES; CASO DE ESTUDIO CUENCA DEL RÍO GUAYURIBA, META-COLOMBIA*. Colombia.
- Di Paola, M. M., & Vicién, C. (2010). *Biorremediación: vinculaciones entre investigación, desarrollo y legislación*. Buenos Aires: Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.
- El Agua de Madrid. (22 de Marzo de 2010). La biorremediación puede ser útil para la degradación de algunos contaminantes. España. Obtenido de <https://www.madrimasd.org/blogs/remtavares/2010/03/22/131435>
- EMAPAG. (2014).
- Fernández, L. (21 de junio de 2018). *OKDIARIO*. Obtenido de <https://okdiario.com/curiosidades/que-metodo-descriptivo-2457888#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20descriptivo%20es%20uno,de%20un%20n%C3%BAmero%20de%20variables.>
- Flasco. (2015). Obtenido de <https://biblio.flascoandes.edu.ec/libros/digital/56531.pdf>

- Garzón, J. M., & Rodríguez, J. P. (2015). Gestión ambiental de aguas residuales industriales con mercurio proveniente de la minería aurífera a nivel mundial: Estado del arte. *Universidad y Salud*, 17(1), 132-144. Recuperado el 31 de Marzo de 2020, de <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v17n1/v17n1a12.pdf>
- Garzón, J., Rodríguez, J. P., & Hernández, C. (2017). Aporte de la biorremediación para solucionar problemas de contaminación y su relación con el desarrollo sostenible. *Rev Univ. Salud*, 19(2), 309-318. Recuperado el Mayo de 2020, de <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v19n2/0124-7107-reus-19-02-00309.pdf>
- Gavilanes Betancour, E. E. (2012). MODELO TERRITORIAL ESPACIAL DE LAS RURALIDADES EN ECOSISTEMA DE PÁRAMO DEL ALTO GUANUJO, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR. Quito.
- Gestión de riesgos. (2018). *Proyecto de Ley Orgánica del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos de Ecuador*. Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos. Recuperado el 14 de Mayo de 2020, de <https://www.derecho-ambiental.org/Derecho/Legislacion/Proyecto-Ley-Gestion-Riesgos-Ecuador.html>
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda. (2014). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Guaranda, Bolívar, Ecuador. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0260000250001_PDO T%20SUBIDO%20A%20SENPLADES_13-04-2016_09-41-37.pdf
- Grupo EPM. (2018). Recuperado el Agosto de 2020, de https://www.grupo-epm.com/site/Portals/22/Docs/documentos_de_interes/ptar_bello/hta-a-rp-01-10-c05-r1.pdf?ver=2015-06-16-124545-963
- Guerreo, M. (2018). *ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA PARROQUIA QUINCHICOTO*. Tesis de Mestría, Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7695/1/tesis-030%20Maestr%C3%ADa%20en%20Agroecolog%C3%ADa%20y%20Ambiente%20-%20CD%20261.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Tr. (s.f.). MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS. Quito.
- Junk, W. (1969).
- Larios, F., González, C., & Morales, Y. (Noviembre de 2015). Recuperado el Agosto de 2020, de <https://pre-www.usil.edu.pe/sites/default/files/revista-saber-y-hacer-v2n2.2-1-19set16-aguas-residuales.pdf>
- Libro IV - Anexo I -TULSMA. (s.f.). Recuperado el 2020, de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf>
- McLaughlin, M. (21 de Noviembre de 2019). *ORGANIZACIÓN DE LA NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/I9183ES/i9183es.pdf>

- Ministerio de Ambiente. (2016). *Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente*. TULSMA. Obtenido de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf>
- Nolaya, A. (2013). seleccion de tecnologias para el tratamiento de aguas rsiduales. *UNAM*, 15. doi:978-607-02-4822-1
- Novoa, C. (05 de Marzo de 2017). El Arenal guarda tesoros ocultos a la vista del viajero. *El Telégrafo*. Recuperado el 2020, de <https://www.letelegrafo.com.ec/noticias/septimo/1/el-arenal-guarda-tesoros-ocultos-a-la-vista-del-viajero>
- NTE INEN 1108. (Enero de 2014). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA*. Obtenido de <http://www.pudeleco.com/files/a16057d.pdf>
- OMS. (2013). doi:ISBN 978 92 4 354822 7
- OMS. (2020). Saneamiento. Recuperado el 2020, de <https://www.who.int/topics/sanitation/es/>
- Ordoñez, J., & Arteaga, D. (Diciembre de 2019). Recuperado el Agosto de 2020, de https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Herramienta_para_la_evaluaci%C3%B3n_r%C3%A1pida_de_riesgos_y_vulnerabilidades_para_sistemas_de_agua_potable_alcantarillado_y_drenaje_pluvial_es.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). *La contaminación del suelo: una realidad oculta*. (F. & Org, Ed.) Recuperado el 14 de Mayo de 2020, de <https://books.google.com.ec/books?id=EjumDwAAQBAJ&pg=PA11&lpg=PA11&dq=La+eliminaci%C3%B3n+de+desechos+municipales+en+vertederos,+sean+ilegales+o+no,+y+las+aguas+residuales+no+tratadas+y+liberadas+al+medio+ambiente+son+fuentes+importantes+de+metales+pesado>
- Park, L. (2011). *Compendio de Sistemas y Tecnologías de Saneamiento*. Suiza: eawag.
- Prefectura Provincial. (2008-2010). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial dela provincia Bolívar. Guaranda, Bolívar, Ecuador. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0260000170001_PDO T%20BOLIVAR%202015_02-09-2015_12-08-14.pdf
- Quiroz, L. S., Izquierdo, E., & Menéndez, C. (2018). ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SOBRE LA CAPACIDAD DE AUTODEPURACIÓN DEL RÍO PORTOVIEJO, ECUADOR. *Centro Azúcar*, 45(2), 73-83. Recuperado el 31 de marzo de 2020, de <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v45n1/caz08118.pdf>
- Rendición de cuentas 2018 coordinación zonal 4. (Marzo de 2019). *Constitución de la República del Ecuador*. Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, Gestión de Riesgos, Quito. Recuperado el Mayo de 2020, de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/Informe-L%C3%BAdico-Z4.pdf>
- Reutelshöfer, T. (2015). aguas residuales. *senasba*, 13. doi:978-99974-47-91-3
- Robledo, V., Velázquez, M., Montañez, J. L., Pimentel, J., Vallejo, A., López, M., & Venegas, j. (2017). HIDROQUÍMICA Y CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUAS RESIDUALES

URBANO INDUSTRIALES DE MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO. *Rev. Int. Contam. Ambie*, 33(1), 221-235. doi:10.20937/RICA.2017.33.02.04

- Rodríguez, N., McLaughlin, M., & Pennock, D. (2019). *LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO: UNA REALIDAD OCULTA*. Roma: ORGANIZACIÓN DE LA NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA y FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/3/I9183ES/i9183es.pdf>
- Rodríguez, H. (13 de 03 de 2017). *Las aguas residuales y sus efectos contaminantes*. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>
- Rojas, M. (02 de Febrero de 2017). *Humedales para la reducción del riesgo de desastres*. Recuperado el 14 de Mayo de 2020, de <https://www.iagua.es/blogs/martha-rojas-urrego/humedales-reduccion-riesgo-desastres>
- Sánchez, R. (2011). Riesgo y peligro en las ciudades latinoamericanas. El caso del área metropolitana. *Revista Geográfica de América Central: XIII*, 2(47). Recuperado el 14 de Mayo de 2020, de <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2538>
- Sotelo Pérez, M. (2018). *Los nuevos modelos de desarrollo y los riesgos naturales, antrópicos y tecnológicos en España. Estudio de casos*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid. Obtenido de <https://eprints.ucm.es/48562/1/T40085.pdf>
- Soto y Reina. (2012). *Estudio Técnico: DNCA-DHN-12-01: Análisis de la Calidad del Agua en los ríos*. QUITO: SECRETARIA NACIONAL DEL AGUA.
- SPENA GROUP. (2018). *Sistemas y Soluciones para cada Tipo de Tratamiento de Aguas Residuales*. Villa Marina. Recuperado el Mayo de 2020, de <http://spenagroup.com/tipos-tratamiento-agua-aguas-residuales/>
- Suárez, R. (2013). *Guía de métodos de biorremediación para la recuperación de suelos con contaminados por hidrocarburos*. Tesis de maestría, Bogotá. Recuperado el Mayo de 2020, de <https://repository.unilivre.edu.co/bitstream/handle/10901/10607/TRABAJO%20FINAL%20cd.pdf?sequence=1>
- Toalongo Reyes, E. (2012). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN, DEPURACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA FINCAS AGROECOLÓGICAS FAMILIARES EN LA PARROQUIA EL VALLE – CANTÓN CUENCA*. Cuenca.
- Toalongo Reyes, E. R. (2012). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN, DEPURACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA FINCAS AGROECOLÓGICAS FAMILIARES EN LA PARROQUIA EL VALLE –CANTÓN CUENCA*. Cuenca. Recuperado el 31 de Mayo de 2020, de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3243/1/TESIS.pdf>
- Torres Forero, J. (2018). *EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE LAS ÁREAS RURALES COLOMBIANAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE FILTROS VERDES COMO TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL*. Bogota.

- Torres, P., Madera, C., & Silva, J. (2009). MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE BIOSÓLIDOS GENERADOS EN PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS. *Revista EIA*(11), 21-37. doi:<https://doi.org/10.24050/reia.v6i11.402>
- Trujillo, M. A., & Ramírez, J. F. (2012). Biorremediación en suelos contaminados con hidrocarburos en Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 3(2), 37-62.
- Villacis Proaño, A. (2011). Estudio de un Sistema de Depuración de Aguas Residuales para reducir la contaminación de Río Ambato y los sectores aledaños, en el sector de Pisocucho, de la parroquia Izamba, del Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua. Ambato.
- Villegas Gallón, M. M., & Vidal Tordecilla, E. E. (2009). GESTIÓN DE LOS PROCESOS DE DESCONTAMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DE TIPO RURAL EN COLOMBIA. Medellín.
- Vinces, D. V. (2018). *IMPACTOS AMBIENTALES DE LAS DESCARGAS DE AGUAS NEGRAS EN EL RÍO BURRO DE LA CIUDAD DE MANTA*. Jipijapa. Recuperado el 31 de Marzo de 2020, de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1298/1/TESIS%20DANIA%20VANE%20SSA.pdf>

8. ANEXOS.

Anexos 1: Análisis de laboratorio



CÓDIGO: 055.1-20

Análisis solicitado por: Erick Adrián Freire Escudero
Fecha de Análisis: 09 de agosto del 2020
Fecha de Entrega de Resultados: 11 de agosto del 2020
Tipo de muestras: Agua potable
Localidad: Quindigua Alto

Análisis Microbiológico

Determinaciones	Unidades	*Método	**Valores referenciales	Resultados
Coliformes totales	UFC/ 100ml	Filtración por membrana	<1.8	100
Coliformes fecales	UFC/ 100ml	Filtración por membrana	<1.1	Ausencia
Aerobios mesófilos	UFC/ ml	Siembra en masa	100	32

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

** Valores referenciales de agua para consumo

Observaciones: El agua para ser consumida requiere de un sistema de desinfección

Atentamente:

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

El resultado de análisis afecta solo la muestra analizada



Contáctanos: 0998580374-032924322
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes
Riobamba – Ecuador

Anexos 2: Análisis de Laboratorio



CÓDIGO: 055.2-20

Análisis solicitado por: Erick Adrián Freire Escudero
Fecha de Análisis: 09 de agosto del 2020
Fecha de Entrega de Resultados: 11 de agosto del 2020
Tipo de muestras: Agua de humedal
Localidad: Arenal

Análisis Microbiológico

Determinaciones	Unidades	*Método	Resultados
Coliformes totales	UFC/ 100ml	Filtración por membrana	24000
Coliformes fecales	UFC/ 100ml	Filtración por membrana	1200
Aerobios mesófilos	UFC/ ml	Siembra en masa	400

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

Observaciones: Elevado contenido de organismos Coliformes totales y Coliformes fecales

Atentamente:

Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS
El resultado de análisis afecta solo la muestra analizada



Contáctanos: 0998580374-032924322
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes
Riobamba – Ecuador

Anexos 3: Análisis de Laboratorio



CÓDIGO: 055.3-20

Análisis solicitado por: Erick Adrián Freire Escudero
Fecha de Análisis: 09 de agosto del 2020
Fecha de Entrega de Resultados: 11 de agosto del 2020
Tipo de muestras: Agua residual
Localidad: Quindigua Alto

Análisis Químico y Microbiológico

Determinaciones	Unidades	*Método	Resultados
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	315
Coliformes totales	UFC/ 100ml	Filtración por membrana	2.0×10^2
Coliformes fecales	UFC/ 100ml	Filtración por membrana	3.1×10^2
Aerobios mesófilos	UFC/ ml	Siembra en masa	3000

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

Observaciones: Valores referenciales de DQO para aguas que van a ser utilizadas en riego entre 20 y 100 mg/L.

Atentamente:

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

El resultado de análisis afecta solo la muestra analizada



Contáctanos: 0998580374-032924322
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes
Riobamba – Ecuador

Anexos 4: *Toma de Muestras, Erick Freire (2020)*



Anexos 5: *Humedales del sector*



Anexos 6: *Recolección de información, Andrés Paredes (2020)*



Anexos 7: *Evidencia de visita a la zona de estudio – Comunidad El Arenal (2020)*

