**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE QUITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

# TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE TANQUES SÉPTICOS, CON SU ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, EN LA COMUNA MANCHACASO DE LA PARROQUIA CANCHAGUA CANTÓN SAQUISILÍ PROVINCIA DE COTOPAXI

Trabajo de Titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniera Ambiental

AUTORA: PAMELA LISSBETH TRUJILLO CASTRO

TUTOR: EDUARDO ALBERTO MIGUEL ARAQUE ARELLANO

Quito – Ecuador

2022

.

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Pamela Lissbeth Trujillo Castro con documento de identificación N.º 1750984591 manifiesto que:

Soy la autora responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 23 de septiembre del año 2022

Atentamente,

Pamela Lissbeth Trujillo Castro

1750984591

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Pamela Lissbeth Trujillo Castro con documento de identificación No. 1750984591, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del Trabajo Experimental: "Tratamiento de Aguas Residuales mediante Tanques Sépticos, con su Estudio de Impacto Ambiental, en la comuna Manchacaso de la parroquia Canchagua cantón Saquisilí provincia de Cotopaxi", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniera Ambiental, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega final del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 23 de septiembre del año 202

Atentamente,

Pamela Lissbeth Trujillo Castro
1750984591

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Eduardo Alberto Miguel Araque Arellano con documento de identificación N.º 1707253090, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE TANQUES SÉPTICOS, CON SU ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, EN LA COMUNA MANCHACASO DE LA PARROQUIA CANCHAGUA CANTÓN SAQUISILÍ PROVINCIA DE COTOPAXI, realizado por Pamela Lissbeth Trujillo Castro con documento de identificación N.º 1750984591, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo Experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 23 de septiembre del año 2022

Atentamente,

Ing. Eduardo Alberto Miguel Araque Arellano M.Sc.
1707253090

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a:

A mis padres Galo y Piedad quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mi mami Carmen que con su enseña del trabajo duro y nunca dejar que nadie te menosprecie conseguirás lo que te propongas, gracias a ella por ser una cabeza de hogar y darnos una mejor calidad de vida. A mi papito Isaías que ahora tal vez no este conmigo, pero quiero agradecerle por siempre darme su amor.

A mi hermano y sobrinas por ser un apoyo moral y estar ahí cuando los he necesitado, especialmente mi hermano que a pesar de las diferencias que tengamos siempreestará ahí para cuando lo necesite. Finalmente, a mis amigos, que han sido de gran apoyo moral y también para llevar este proyecto adelante, gracias por acompañarme en esta travesía.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi docente tutor el Ing. Eduardo Alberto Miguel Araque Arellano, por su paciencia y sabiduría que implemento para guiar este proyecto de titulación, a los ingenieros de la carrera que han sido de gran apoyo con sus conocimientos, correcciones, sugerencias y ánimos, de la misma manera agradezco al personal del laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana, que gracias a sus conocimientos y a pesar de las adversidades se realizó los análisis de laboratorios requeridos. De igual manera, agradezco a mis compañeros de cursos superiores por su ayuda en base a su conocimiento solventaron dudas que se presentaron. Finalmente, agradezco a Dios, a mis padres, familia y amigos por ser de gran ayuda.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN ..... 15
ABSTRACT ..... 16
1. INTRODUCCIÓN ..... 17
1.1. Antecedentes ..... 18
1.2. Justificación ..... 20
1.3. Línea base ..... 21
*1.3.1. Descripción General ..... 21*
*1.3.2. Ubicación geográfica. ..... 21*
*1.3.3. Límites ..... 22*
*1.3.4. Relieve ..... 22*
*1.3.5. Geología. ..... 23*
*1.3.6. Uso y cobertura del suelo. ..... 23*
*1.3.7. Clima y temperatura ..... 24*
*1.3.8. Recursos Naturales ..... 25*
1.3.8.1. Flora. ..... 25
1.3.8.2. Fauna. ..... 27
*1.3.9. Áreas protegidas. ..... 29*
*1.3.10. Aire ..... 30*
*1.3.11. Amenazas, vulnerabilidad y riesgos. ..... 30*
*1.3.12. Componente Sociocultural ..... 32*
1.3.12.1. Análisis demográfico. ..... 32
1.3.13. *Educación* ..... 33
1.3.13.1. Analfabetismo. ..... 34
1.3.14. *Salud.* ..... 35
1.3.14.1. Morbilidad. ..... 36
*1.3.15. Organizaciones sociales ..... 36*
*1.3.16. Grupos étnicos ..... 37*
*1.3.17. Componente Económico Productivo ..... 38*
1.3.17.1. Problemática en el sector agrícola. ..... 38
1.3.17.2. Actividad productiva ..... 38

*1.3.18. Componente Asentamientos Humanos* ..... *39*
*1.3.19. Análisis Histórico de la Distribución de la población* ..... *39*
*1.3.20. Infraestructura y Acceso a Servicios Básicos, Déficit Electricidad, Agua, Saneamiento y Desechos.* ..... *39*
1.3.20.1. Infraestructura. ..... 39
1.3.21. *Acceso a Servicios Básicos* ..... 40
1.3.21.1. Electricidad ..... 40
1.3.21.2. Agua ..... 41
1.3.22. *Saneamiento* ..... 42
1.3.22.1. Alcantarillado ..... 42
1.3.22.2. Desechos ..... 43
1.4. Objetivos: ..... 45
*1.4.1. General* ..... *45*
*1.4.2. Específicos* ..... *45*
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA ..... 46
2.1. Aguas Residuales ..... 46
2.2. Clasificación De Las Aguas Residuales ..... 46
2.3. Contaminantes Del Agua Residual ..... 48
2.4. Características Del Agua Residual ..... 49
*2.4.1. Características Físicas De Las Aguas Residuales* ..... *49*
*2.4.2. Sólidos* ..... *49*
2.4.2.1. Sólidos Totales (ST). ..... 50
2.4.2.2. Sólidos sedimentables. ..... 50
2.4.2.3. Sólidos Suspendidos. ..... 50
2.4.2.4. Sólidos Volátiles ..... 50
2.4.3. Temperatura ..... 50
2.5. Turbidez ..... 51
2.6. Características Químicas Del Agua Residual ..... 51
2.6.1. *pH* ..... 51
2.7. *Conductividad* ..... 52
*2.7.1. Potencial de óxido reducción (POR)* ..... *52*
*2.7.2. Materia Orgánica* ..... *53*
*2.7.3. Oxígeno Disuelto (OD).* ..... *53*

*2.7.4. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).* ..... *54*
*2.7.5. Demanda Química de Oxígeno (DQO)* ..... *54*
2.8. Calidad Del Agua ..... 55
2.9. Muestreo de Aguas Residuales ..... 55
2.9.1.1. Tipos de Muestra ..... 56
2.9.2. Análisis In Situ. ..... 57
2.10. Fosa Séptica ..... 57
*2.10.1. Trampa De Grasas.* ..... *58*
*2.10.2. Campo De Oxidación* ..... *59*
2.11. Evaluación de Impacto Ambiental ..... 60
*2.11.1. Desarrollo Sostenible* ..... *60*
*2.11.2. Impacto Ambiental* ..... *61*
*2.11.3. Factores Ambientales* ..... *61*
*2.11.4. Aspecto Ambiental* ..... *62*
*2.11.5. Caracterización Ambiental Nacional (CAN)* ..... *62*
2.12. Marco Legal ..... 63
3. MATERIALES Y MÉTODOS ..... 76
3.1. Materiales ..... 76
*3.1.1. Materiales para el muestreo in situ* ..... *76*
*3.1.2. Materiales utilizados para los análisis de laboratorio.* ..... *76*
3.2. Metodología ..... 78
*3.2.1. Ubicación del sitio de muestreo.* ..... *78*
*3.2.2. Metodología en la fase de campo* ..... *78*
3.2.2.1. Muestreo del Agua Residual. ..... 78
*3.2.3. Medición de Caudal.* ..... *79*
*3.2.4. Metodología de análisis de laboratorio* ..... *80*
3.2.4.1. pH. ..... 80
*3.2.5. Temperatura* ..... *80*
*3.2.6. Conductividad* ..... *80*
*3.2.7. Oxígeno disuelto.* ..... *80*
*3.2.8. Determinación de sólidos* ..... *81*
3.2.8.1. Sólidos Totales (ST). ..... 81
3.2.8.2. Sólidos Suspendidos. ..... 82

3.2.8.3. Sólidos Sedimentables (SS) ..... 82
3.2.9. Demanda Química de Oxigeno ..... 83
3.2.10. ***DBO5*** ..... 84
3.2.10.1. Prueba de jarras ..... 86
3.3. Metodología del Diseño ..... 88
*3.3.1. Caudal de diseño ..... 89*
*3.3.2. Cálculo de la trampa de grasas ..... 90*
*3.3.3. Cálculos para el diseño de la criba ..... 92*
*3.3.4. Cálculo para el diseño del desarenador ..... 95*
*3.3.5. Cálculos para el diseño del tanque. ..... 97*
*3.3.6. Cálculo del tanque sedimentador ..... 100*
*3.3.7. Cálculo del tanque de cloración ..... 102*
*3.3.8. Determinación de la cantidad de cloro ..... 104*
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN ..... 105
4.1. Resultados de campo. ..... 105
*4.1.1. Análisis realizados en el laboratorio ..... 106*
*4.1.2. Resultados de prueba de jarras ..... 108*
4.1.2.1. Determinación del coagulante-floculante y la dosis óptima ..... 108
4.1.2.2. Análisis estadístico ..... 112
*4.1.3. Evaluación de impacto ambiental ..... 114*
*4.1.4. EIA por Método de Matriz de Importancia ..... 114*
*4.1.5. Metodología de Evaluación por fases de construcción con matriz de Importancia ..... 104*
*4.1.6. Plan de Manejo Ambiental ..... 113*
*4.1.7. Estudio Técnico y Social ..... 125*
*4.1.8. Discusión ..... 127*
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 129
5.1. Conclusiones ..... 129
5.2. Recomendaciones ..... 129
6. BIBLIOGRAFÍA ..... 131
7. ANEXOS ..... 136
7.1. Anexos de la medición de DBO ..... 139
7.2. Anexos del procedimiento de prueba de jarras ..... 141

# ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1** Pendiente y superficie de la parroquia canchagua....22
**Tabla 2** Cobertura vegetal ....24
**Tabla 3** Flora nativa de la parroquia Canchagua....25
**Tabla 4** Cultivos de la parroquia Canchagua. ....26
**Tabla 5** Frutales de la parroquia Canchagua....26
**Tabla 6** Árboles de la parroquia Canchagua ....27
**Tabla 7** Fauna doméstica de la parroquia Canchagua ....27
**Tabla 8** Fauna silvestre de la parroquia Canchagua. ....28
**Tabla 9** Flora de la parroquia de Canchagua....29
**Tabla 10** Amenazas Naturales que presenta la Parroquia Canchagua ....31
**Tabla 11** Comunidades de la parroquia. ....33
**Tabla 12** Unidades educativas existentes....34
**Tabla 13** Personas que leen y escriben ....35
**Tabla 14** Sectores productivos....38
**Tabla 15** Contaminantes principales de aguas residuales ....48
**Tabla 16** Materiales utilizados en la toma de muestra. ....76
**Tabla 17** Materiales utilizados en el laboratorio. ....77
**Tabla 18** Equipos utilizados para los análisis de laboratorios. ....77
**Tabla 19** Materiales, equipos y reactivos. ....86
**Tabla 20** Aceites y Grasas ....90
**Tabla 21** Características de las rejillas....93
**Tabla 22** Dimensiones de desarenador ....97
**Tabla 23** Análisis biológicos ....104
**Tabla 24** Resultados del muestreo in situ ....105
**Tabla 25** Resultados de aforo y medición del caudal....106
**Tabla 26** Resultados de la determinación de sólidos....107
**Tabla 27** Resultados de parámetros químicos obtenidos en el laboratorio ....107
**Tabla 28** Valores iniciales del agua residual....108
**Tabla 29** Resultados prueba de jarras ....109
**Tabla 30** Datos de ponderación ....119
**Tabla 31** Matriz de importancia de impactos ambientales ....120
**Tabla 32** Evaluación de impacto ambiental sobre movilización del Equipo de Protección Personal ....106
**Tabla 33** Estudio de impactos ambientales para transporte de materiales....106
**Tabla 34** Estudio de impactos ambientales para el mantenimiento de equipos y maquinaria ....107
**Tabla 35** Evaluación de impactos en la etapa de construcción ....107
**Tabla 36** Evaluación de impactos ambientales de la fase de desalojo material....108
**Tabla 37** Evaluación de impactos de la operación en la fase de inspección del estado de la planta....109
**Tabla 38** Evaluación de impactos en la operación de agentes biológicos ....109
**Tabla 39** Evaluación de impactos del mantenimiento de unidades ....110
**Tabla 40**....110
**Tabla 41** Evaluación de impactos de la etapa de cierre y abandono ....111
**Tabla 42**....111
**Tabla 43** Reforestactapa de cierre y abandono ....112

**Tabla 44**.....114
**Tabla 45** Plan de Contingencias .....115
**Tabla 46** Plan de capacitación .....117
**Tabla 47** Plan de Manejo de Desechos .....118
**Tabla 48** Plan de Relaciones Comunitarias .....120
**Tabla 49** Plan de Rehabilitación de Áreas afectadas.....121
**Tabla 50** Plan de Rescate de vida silvestre .....122
**Tabla 51** Plan de Cierre y Abandono.....123
**Tabla 52** Plan de Monitoreo y Seguimiento.....124

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1**.Ubicación del proyecto. .....21
**Figura 2**. Personas que saben leer y escribir. ..... **¡Error! Marcador no definido.**
**Figura 3**.Índice de morbilidad .....36
**Figura 4**.Organización social.....37
**Figura 6**.Agua .....41
**Figura 7**. Alcantarillado.....42
**Figura 8**.Desechos.....43

## ÍNDICE DE ECUACIONES

***Ecuación 1*** *Fórmula para calcular el caudal volumétrico*..... 64
***Ecuación 2*** *Fórmula para determinar la concentración de sólidos sedimentables.* ..... 67
***Ecuación 3*** *Fórmula para determinar la Demanda Bioquímica de oxígeno a los 5 días*..... 70
***Ecuación 4*** *Cálculo del caudal de diseño*..... 75
***Ecuación 5*** *Cálculo del Volumen de la trampa de grasas*..... 75
***Ecuación 6*** *Relaciones de tamaño.* ..... 76
***Ecuación 7*** *Dimensionamiento*..... 77
***Ecuación 8*** *Para pérdidas en rejillas, expresión clásica para orificios.* ..... 77
***Ecuación 9*** *Área específica* ..... 78
***Ecuación 10*** *Deducción del teorema de Pitágoras* ..... 78
***Ecuación 11*** *Ecuación 5 y 6 reemplazadas en ecuación 8*..... 78
***Ecuación 12*** *Número de barrotes.* ..... 79
***Ecuación 13*** *Cálculo del volumen del desarenador*..... 81
***Ecuación 14*** *Cálculo del área superficial* ..... 81
***Ecuación 15*** *Largo y ancho determinados por medio de relaciones adecuadas para dimensionar sedimentadores.* ..... 94
**Ecuación 16** *Índice de biodegradabilidad*..... 83
**Ecuación 17** *Cálculo de k*..... 83
**Ecuación 18** *Corregir k* ..... 83
**Ecuación 19** *Cálculo del volumen de la fosa séptica* ..... 83
**Ecuación 20** *Cálculo del volumen del sedimentador* ..... 85
**Ecuación 21** *Dimensiones del sedimentador*..... 86
**Ecuación 22** *Volumen del tanque de cloración.* ..... 87
**Ecuación 23**. *Volumen de cilindro*..... 88

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 2. Almacenamiento de la muestra .....136
Anexo 2. Almacenamiento de la muestra .....136
Anexo 3. Aforo caudal .....136
Anexo 4.Medición de parámetros fìsicos .....137
Anexo 5. Sólidos totales.....137
Anexo 6. Colocación de la muestra para proceso de sólidos .....138
Anexo 7. Medición de oxígeno disuelto .....138
Anexo 8. Medición de turbidez .....138
Anexo 9. Preparación de reactivos para agua de dilución.....139
Anexo 10. Agitación de la muestra .....139
Anexo 11. Colocación de los frascos Winkler en la incubadora. .....140
Anexo 12. Medición de oxígeno antes del proceso de incubación.....140
Anexo 13.Peso de los reactivos .....141
Anexo 14. Implementación del sitemas.....141
Anexo 15.Toma de muestra después de la corrida para medición de turbidez.....142
Anexo 16. Proceso de sidementación .....142
Anexo 17. *Plano del sistema de tratamiento FOSA SÉPTICA* .....142

## RESUMEN

El presente proyecto contiene el diseño de una fosa séptica, con su respectivo estudio de impactoambiental, realizado en un domicilio perteneciente a la parroquia de Canchagua en el Cantón de Saquisilí de la provincia de Cotopaxi, utilizando las normas técnicas para el diseño, las especificaciones y sus debidos ajustes. Para el desarrollo del trabajo se decidió realizar 3 muestreo en días diferentes, para que los resultados de los análisis presenten menos errores; se utilizó la NTE-INEM 1108, (2014), para la toma de muestra; se procede a realizar los análisis físicos, químicos y bacteriológicos para así poder conocer la calidad del agua y posteriormente comparar con los límites máximos permisibles establecidos en el Acuerdo Ministerial No.097-a, (2015). Una vez obtenidos los datos, se realizaron los cálculos de diseño para implementar la fosa séptica, en este caso se diseñó la trampa de grasas, el sistema de cribado, el sedimentador primario y el tanque de cloración; diseñado de esa manera para reusar el agua es sistemas de riego en agricultura. El programa SEWER CAD y los planos del programa de AUTOCAD son necesarias para que el GAD de la parroquia decida implementar el proyecto; de igual manera se presentan el estudio económico, técnico y social, para asegurar la factibilidad y sustentabilidad del proyecto. Para el estudio de impacto ambiental, se utilizó la matriz de importancia respecto alos impactos que el proyecto podría generar y se plantea el Plan de Manejo Ambiental en las fases de: construcción, operación y mantenimiento y cierre y abandono.



**Palabras clave:** Agua residual, fosa séptica, evaluación, impactos, Plan de Manejo Ambiental.

## ABSTRACT

This project contains the design of a septic tank, with its respective environmental impact study,conducted in a home belonging to the parish of Canchagua in the canton of Saquisili in the province of Cotopaxi, using the technical standards for the design, specifications, and their due adjustments. For the development of the work, it was decided to perform 3 sampling on differentdays, so that the results of the analysis present fewer errors; the NTE-INEM 1108, (2014), wasused for sampling; we proceed to perform the physical, chemical and bacteriological analyses inorder to know the water quality and subsequently compare with the maximum permissible limitsestablished in the Ministerial Agreement No.097- a, (2015). Once the data were obtained, the design calculations were made to implement the septic tank, in this case the grease trap, the screening system, the primary settler and the chlorination tank were designed in that way to reuse the water is irrigation systems in agriculture. The SEWER CAD program and the AUTOCAD program plans are necessary for the parish government to decide to implement the project, as well as the economic, technical, and social study to ensure the feasibility and sustainability of the project. For the environmental impact study, a matrix of importance was used regarding the impacts that the project could generate, and the Environmental Management Plan is presentedfor the construction, operation and maintenance, and closure and abandonment phases.


Key words: Wastewater, septic tank, evaluation, impacts, EnvironmentalManagement Plan

# 1. INTRODUCCIÓN

La parroquia de Canchagua, ubicada en el cantón Saquisili perteneciente a la provincia de Cotopaxi, posee una superficie de 2541.54 ha y una topografía que va desde 3064 a 35567 msnm. La parroquia en su economía se caracteriza por ser productora agrícola y ganadera, en la parte agrícola la producción se basa en el maíz; la papa; el frejol;chocho, etc. En el sector ganadero se crían ovejas; cerdos; cuyes; conejos y gallinas (Canchagua, 2020). Debido a este tipo de actividades económicas y el incremento de la población, en la parroquia se ha generado una degradación del ambiente, especialmente sobre los recursos hídricos y terrestres, por lo cual es necesario tomar medidas de prevención, mitigación y minimizar estos impactos ambientales.

El crecimiento de la población es proporcional a la demanda de agua, lo que provoca una disminución de la calidad de agua y un cambio en las propiedades fisicoquímicas y biológicas del agua después de su uso. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento de aguas residuales son necesarios para reducir los impactos ambientales, comola destrucción de los ecosistemas acuáticos y los cambios ambientales generados por el vertido de aguas residuales directamente a los fluentes de agua natural.

De acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial de la parroquia, el servicio de alcantarillado ha sido negado a la mayoría de las personas de la parroquia debido a la lejanía y dificultad de la zona donde se encuentran las comunidades.

En esta situación, la población de Canchagua necesita un cambio. Por tal motivo se propone la construcción de fosas sépticas como un tratamiento primario sencillo y económico para la evacuación de aguas servidas. Para el futuro, se recomienda mejorar las líneas de

alcantarillado e implementar plantas de tratamiento de aguas residuales para obtener un tratamiento más efectivo y así, poder prevenir enfermedades y plagas.

Realizar la evaluación del impacto ambiental de la obra civil es importante ya que podemos extraer conclusiones sobre los impactos que se pueden generar, los problemas que se puedan desarrollar y de la misma forma proponer alternativas de mitigación. Además de utilizar tecnologías de verificación y soporte de diseño como ServerCAD y AutoCAD, que permiten visualizar los avances y el diseño final de todo el sistema, inclusopara que el proyecto sea de ayuda a la comunidad se implementara la información adecuadapara que se obtenga el registro ambiental dentro del Sistema Único de Información Ambiental SUIA.

## 1.1. Antecedentes

El Ecuador se caracteriza por su riqueza en recursos naturales y su biodiversidad, pero al mismo tiempo se enfrenta a problemas medioambientales como la contaminación de los recursos hídricos. “Las aguas residuales domésticas producen un alto grado de contaminación donde se presentan los residuos sólidos, desechos orgánicos, grasas, tensoactivos que necesiten un tratamiento para ser eliminados” (Gómez, 2016).

El 65% del agua de los ríos pertenecientes a la región Sierra están contaminados debido a que reciben la descarga de las aguas residuales de las ciudades, lo que genera un innumerable problema (Maiza Siza, 2006)

Las aguas residuales no tratadas representan una amenaza para la salud de la población y ecosistemas acuáticos, debido a su alto contenido de materia orgánica, conduce a la eutrofización y falta de oxígeno en el agua, dificultando la restauración de las comunidades acuáticas, generando impactos sociales, económicos y ambientales (Varneroet al., 2012).

Debido a que, en algunas zonas rurales y urbanas no poseen sistemas de alcantarillado,

como solución a este problema se opta por la implementación de fosas sépticas que consta de un tanque de almacenamiento y su forma puede ser rectangulares o cilíndricos, en la actualidad se construyen generalmente de hormigón, fibra de vidrio, plástico y entre otros. Estos sistemas suelen estar diseñados para el tratamiento de aguas residuales donde el tiempo de retención dure de 36 a 72 horas, lo cual permite la separación de partículas en suspensión. En este sistema los sólidos flotantes, las grasas y el aceite se acumulan con facilidad, donde crean una capa flotante de espuma o crema, mientras se asienta el lodo en la profundidad del tanque, en cambio la materia orgánica recibe un tratamiento biológico de descomposición anaerobia en donde se reducen el volumen de lossólidos a la mitad y se obtiene metano, dióxido de carbono y sulfuro de hidrogeno (Pliego-Arreaga et al., 2013).

Aguirre Solís et al.( 2018) en su investigación desarrollada en la urbanización de Lurigancho-Lima, donde se buscó mejorar de la calidad del agua, considerando los parámetros fisicoquímicos (sólidos suspendidos totales, turbiedad, pH, oxígeno disuelto, conductividad y la Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días, para la construcción de un tanque séptico, el estudio fue realizado en una propiedad privada dentro de la urbanización que está localizada al margen de la ciudad, se aplicó la norma técnica peruana I.S. 0.20 para el diseño y dimensionamiento correcto de las fosas sépticas. El tanque se cubrió con una capa de plástico y una plancha de Tecnopor (1.05 x 0.75 m), como medida de seguridad se elaboró una tapa de madera. Los parámetros fisicoquímicos y biológicos se analizaron en laboratorio. Se deduce que el modelo a escala real de la fosa séptica tiene una eficacia de 63.12 % de funcionamiento con un periodo de retención de 3 días, un caudal de 4.624x106 m3 /s y un volumen depositado de 0.216 m3.Esta investigación permitirá comparar los resultados obtenidos de acuerdo con el objetivo general del estudio.

## 1.2. Justificación

Este estudio de investigación toma importancia porque busca mejorar la calidad devida de los habitantes de la parroquia de Canchagua, situado en el cantón Saquisili, provincia de Cotopaxi, por lo cual es importante recolectar, tratar y eliminar adecuadamente las aguas residuales. El Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia, junto con los habitantes del sector, serán los responsables de llevar a cabo el proyecto de diseño; sistema de evacuación de aguas servidas por medio de fosas sépticas, y así se podrá evitar la generación de nuevas enfermedades. De esta manera, se promueve un ambiente libre de olores y el desarrollo económico. También se utilizará la herramienta tecnológica SewerCad y AutoCAD que nos permitirán visualizar el diseño final que nos proporcionará información adecuada para la obtención del registro ambiental dentro del Sistema Único de Información Ambiental SUIA.

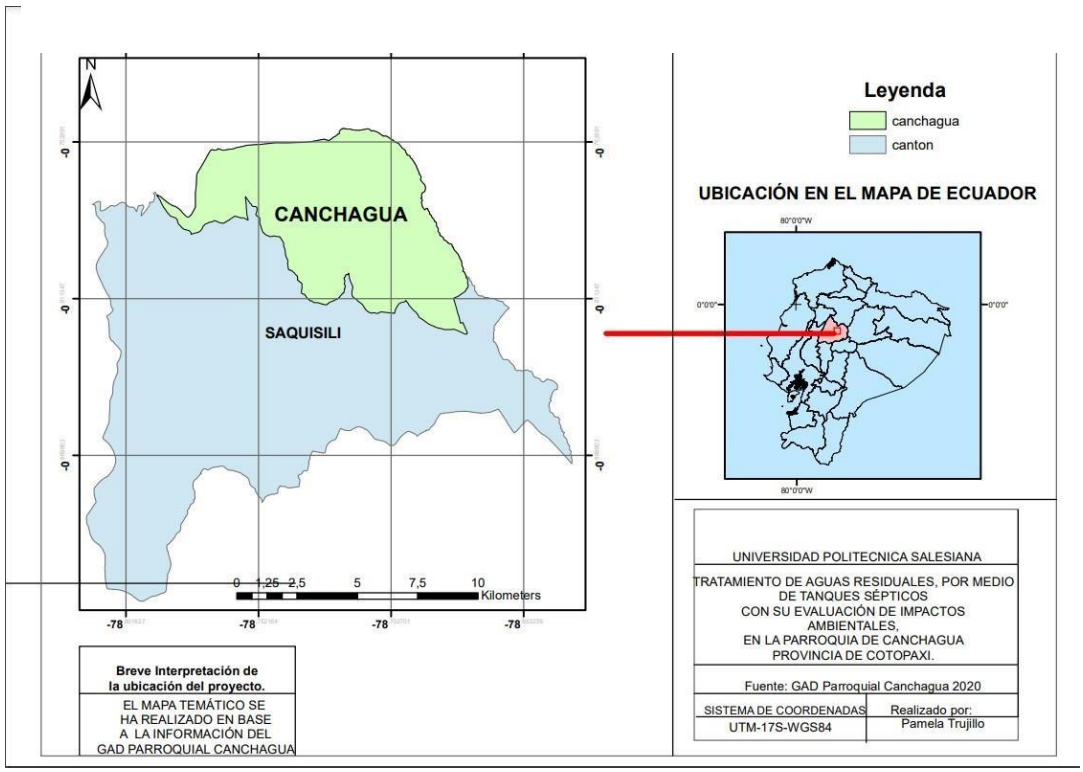
Finalmente, el proyecto será un aporte a corto plazo para mejorar la calidad de vidade los residentes y de los futuros habitantes de la parroquia de Canchagua.

## 1.3. Línea base

### *1.3.1. Descripción General*
### *1.3.2. Ubicación geográfica.*

La parroquia de Canchagua se encuentra ubicada al norte del cantón Saquisilí, provincia de Cotopaxi, tiene una superficie de 2541,54 Ha; ocupa el 27,4% del territorio cantonal, sus coordenadas en UTM son: 757639 E – 9910532 N, con un rango altitudinal de 3064.4msnm (GADPR CANCHAGUA, 2020).

Figura 1.*Ubicación del proyecto.*




***Nota*:** La figura 1, muestra la ubicación de donde se llevará a cabo el proyecto. Elaborado por: La autora

### *1.3.3. Límites*

Al norte: la parroquia rural de Canchagua.

Al sur: el cantón de Latacunga.

Al este: la cabecera cantonal Saquisilí.

Al oeste: los cantones Sigchos y Pujilí.

### *1.3.4. Relieve*

Las pendientes y ondulaciones naturales son útiles para determinar el suelo apto para los asentamientos poblacionales. La parroquia de Canchagua tiene diferentes grados de pendiente, principalmente: moderadamente ondulado y colindado con una superficie de 801,77 hectáreas que representan al 31,5% del área global, en la parte inferior se encuentran pendientes, plano y casi plano, con una superficie de 669,71ha correspondiente al 26,4%. Seguido por una pendiente escarpada con 485,45ha, con 19.1%de la superficie total. Finalmente se encuentran pendientes no tan pronunciadas con superficies de 356,49ha, en un 14% y una pendiente irregular con un terreno de 228.12 ha que aborda el 9% del territorio.

**Tabla 1**
*Pendiente y superficie de la parroquia canchagua*

| Relieve | Superficie (ha) | Pendiente | Altura (msnm) |
|---|---|---|---|
| Plano y casi plano | 669,71ha | 0 a 5% | 3000 a 3200 |
| Ligeramente ondulada | 356,49 ha | 5 a 12% | 2800 a 2000 |
| Pendientes irregulares | 228,12 ha | 12 a 25% | 3200 a 3400 |
| Moderadamente ondulado y colindado. | 801,77 ha | 25 a 50% | 3400 a 3600 |

| Relieve | Superficie (ha) | Pendiente | Altura (msnm) |
|---|---|---|---|
| Escarpada | 485,45 ha | 50 a 70% | 3600 a 3800 |
| **Superficie Total** | 2541,54 ha | | |

*Nota*: La tabla 1, representa los datos de pendiente y superficie. Fuente: Sistema Nacional de Información (SHP textura del suelo 2019). Elaborado por: La autora.

### *1.3.5. Geología.*

Según los datos del Programa Nacional de Regionalización Agraria (PRONAREG), es de tipo "Dystrandepts", a causa de su formación con materiales volcánicos como ceniza,piedra pómez y otros, producto de una erupción volcánica, debido a que la parroquia colinda con el volcán Cotopaxi. El principal tipo de suelo en la parroquia es franco areno y arenoso (GADPR CANCHAGUA, 2020).

### *1.3.6. Uso y cobertura del suelo.*

Una gran parte del suelo está ocupado por plantaciones de maíz, cuya intención es la alimentación de la población. Así mismo el área es destinada para la producción de pastizales el cual se usa para la alimentación del ganado. Finalmente, las plantaciones de eucalipto se utilizan para producir madera, que es comercializada a las microempresas del sector. El chaparro está ubicado a orillas del rio Pumacunchi, el cual se utiliza para protección, pero principalmente del pastoreo de ovejas que poseen algunas familias del sector (GADPR CANCHAGUA, 2020).

La parroquia se caracteriza por los cultivos de ciclo corto, además de las actividades agrícolas en áreas de paramo, trayendo consigo problemas de erosión y causando pérdidas de la calidad de estos, sumándole las áreas dedicadas a plantaciones industriales especialmente como eucalipto, la cobertura del suelo actual:

**Tabla 2**
*Cobertura vegetal*

| Cobertura vegetal del suelo | Superficie (ha) | Porcentaje |
|---|---|---|
| Bosque | 6.69 | 0,12 |
| Vegetación arbustiva | 794.92 | 14,13 |
| Pastizal | 415.73 | 7,39 |
| Cultivos | 4.339,27 | 77,16 |
| Sin vegetación | 67,65 | 1,20 |
| **Total:** | 5.624,26 | 100,00 |

***Nota*:** La tabla 2, representa los tipos de vegetación de cubrición del suelo. Fuente: (GADPR CANCHAGUA, 2020). Elaborado por: La autora

### *1.3.7. Clima y temperatura*

La parroquia de Canchagua cuenta con 2 tipos de climas los cuales son: Clima Ecuatorial de Alta Montaña y Clima Ecuatorial Meso térmico seco-húmedo.

a) Clima Ecuatorial de Alta Montaña

El clima ecuatorial de alta montaña corresponde a zonas situadas por encima de los 3000 metros sobre el nivel del mar, la temperatura media depende de la altitud, pero fluctúa alrededor de los 8ºC, la precipitación anual varia de los 50 a 600mm, la humedad relativa en invierno supera el 70%, este tipo de clima corresponde al 89,44% de su territorio, especialmente en las comunidades Tiliche, Chilla San Antonio y Chilla Chico (GADPR CANCHAGUA, 2020).

b) Clima Ecuatorial Meso térmico seco-húmedo

El clima ecuatorial meso térmico sema-húmedo es el más frecuente en los valles dela sierra principalmente en altitudes menores a 3000 a 3200 metros, con excepción de los valles más profundos. Usualmente este clima marca 2 estaciones lluviosas, se registran precipitaciones que

oscilan entre 500 y 2000 mm; con una temperatura media entre 10 y 20ºC y una humedad relativa de 65 a 85%, las precipitaciones anuales son menores a 450mm/año.

### *1.3.8. Recursos Naturales*

#### 1.3.8.1. Flora.

**Tabla 3**
*Flora nativa de la parroquia Canchagua.*

| Nombre común | Nombre científico |
|---|---|
| Chuquiragua | *Chuquiragajussieui* |
| Achupalla | *Puya Hamata* |
| Paja | *Pappophorumpappiferum* |
| Cola de caballo | *Equisetum arvense* |
| Grama | *Cynodondactylon* |
| Llantén | *Plantagomajor* |
| Diente de león | *Taraxacumofficinale* |
| Sigse | *Gyneriumargenteum* |
| Cabuya negra | *Agave americana L.* |
| Manzanilla | *Chamaemelumnobile* |
| Cedrón | *Aloysiacitrodora* |
| Guanto | *Brugmansiaarborea* |
| Marco | *Ambrosia peruviana* |
| Altamisa | *Artemisia vulgaris* |
| Menta | *Mentha* |
| Chilca | *Baccharis latifolia* |

*Nota***:** La tabla 3 muestra la vegetación endémica de la parroquia. Fuente: GADPR CANCHAGUA (2020). Elaborado por: La autora.

**Tabla 4**
*Cultivos de la parroquia Canchagua.*

| Nombre común | Nombre científico |
|---|---|
| Maíz | *Zea mays L. var. rugosa* |
| Morocho | *Zea maysamylosaccharata* |
| Chulpi | *Zea mays p arancelaria.* |
| Frejol | *Phaseolusvulgaris* |
| Haba | *Vicia faba* |
| Arveja | *Pisumsativum* |
| Vicia | *Vicia sativa* |
| Papa | *Solanumtuberosum* |
| Melloco | *Ullucustuberosus* |
| Mashua | *Tropaeolumtuberosum* |
| Oca | *Oxalis tuberosa* |

***Nota*:** En la tabla 4 se establecen las diferentes plantaciones agrícolas que usan para su alimentación.
Fuente: GADPR CANCHAGUA (2020). Elaborado por: La autora.

**Tabla 5**
*Frutales de la parroquia Canchagua*

| **Nombre común** | **Nombre científico** |
|---|---|
| Capulí | *Prunussalicifolia* |
| Durazno | *Prunuspersica* |
| Pera | *Pyruscommunis* |
| Manzana | *Malussylvestris* |
| Mora | *Rubusulmifolius* |
| Tuna | *Opuntia ficus-indica* |

**Nota:** Datos obtenidos del plan de ordenamiento territorial de la parroquia de Canchagua (Quimiag, 2019). Elaborado por: La autora

**Tabla 6**
*Árboles de la parroquia Canchagua*

| Nombre común | Nombre científico |
|---|---|
| Pino | *Pinus radiata* |
| Ciprés | *Cupressus* |
| Eucalipto | *Eucalyptus* |

***Nota*:** La tabla 6, muestra los árboles que se encuentran en la parroquia. Fuente: GADPR CANCHAGUA (2020). Elaborado por: La autora

#### 1.3.8.2. Fauna.

Dentro de la parroquia existen varias especies, en lo que se refiere a la fauna doméstica se puede identificar:

**Tabla 7**
*Fauna doméstica de la parroquia Canchagua*

| Nombre común | Nombre científico |
|---|---|
| Bovino | *Bosprimigeniustaurus* |
| Gallina | *Gallusgallusdomesticus* |
| Conejo | *Oryctolaguscuniculus* |
| Cuy | *Cavia porcellus* |
| Borrego | *Ovisaries* |
| Perro | *Canis lupus familiaris* |
| Gato | *Feliscatus* |

*Nota*: Datos obtenidos del plan de ordenamiento territorial de la parroquia de Canchagua. Fuente: GADPR CANCHAGUA (2020). Elaborado por: La autora.

Al igual existe una exuberante fauna silvestre, que se encuentran en los distintos ecosistemas, entrelos más comunes tenemos:

**Tabla 8**
*Fauna silvestre de la parroquia Canchagua.*

| Nombre común | Nombre científico |
|---|---|
| Conejo de páramo | *Sylvilagusbrasiliensis* |
| Lobos | *Lycalopexculpaeus* |
| Tórtolas | *Streptopeliaturtur* |
| Perdices | *Alectoris rufa* |
| Chucuri | *Mustela frenata* |
| Raposa | *Didelphimorphia* |
| Quilico | *Falco sparverius* |
| Curiquingue | *Phalcoboenuscarunculatus* |
| Guarro | *Caracaraplancus* |

*Nota***:** En la tabla 8 se nombran los animales no domésticos que se encuentran en la parroquia. Fuente: GADPR CANCHAGUA (2020). Elaborado por: La autora.

**Tabla 9**
*Flora de la parroquia de Canchagua*

| Ecosistema | Superficie (ha) | Intervención Humana para conservación (ha) | Amenaza (ha) | Prioridad de mantener en conservación (ha) |
|---|---|---|---|---|
| Páramo perteneciente a Yanahurcu. | 1.200 | 1.200 | 35 | 1200 |
| Páramo perteneciente a la Aso. Trab. Autónomos Chilla Grande Buena Ventura. | 225 | 225 | 0 | 225 |
| Bosque de matorrales y árboles que bordea el río Almuerzo pugru. | 10 | 10 | 0 | 10 |
| Matorrales que están en las riberas del río Pumacunchi y sus afluentes | 168,08 | 0 | 168,08 | 168,08 |
| **Total** | 1.603,08 | 1.435 | 203,08 | 1.603,08 |

**Nota:** Datos obtenidos del plan de ordenamiento territorial de la parroquia de Canchagua (GAD CANCHAGUA y Cruz, 2019).
Elaborado por: La autora

### *1.3.9. Áreas protegidas.*

En el territorio de la parroquia de Canchagua se encuentra a 9km la Reserva Ecológica Los Ilinizas, de esto bosques y paramos los cuales están parcialmente protegidos por cooperativas de comunas locales como la Cooperativa Cotopilaló, la asociación Huahuaco La Merced y la cooperativa producción agropecuaria Rasayacu. Estos espacios se caracterizan por paramos de pajonal y bosque alto andinos. En la parroquia, Chilla San Antonio se encuentran los páramos herbáceos que ocupan alrededor del 40% del área, y se localizan a partir de los 3.500m de altitud,

también se establece el páramo perteneciente a Yanahurco con un área de 1200 hectáreas, sin embargo, el GAD parroquial ha optado por proteger y conservar el área de paramo de Chilla San Antonio, ya que es indispensable para la captación de agua por medio de la cobertura vegetal de paja (GADPR CANCHAGUA, 2020).

### *1.3.10. Aire*

Aunque en la parroquia no se presentan estudios de calidad de aire, pero se recalcaque la contaminación se debe a la transferencia de gases (moléculas suspendidas en el aire en forma de gas), debido al uso de pesticidas en cultivos de brócoli, flores y papas. Otra fuente de contaminación es el depósito final de las excretas, producidas del centro parroquial, lo cual no cumple con los requerimientos adecuados para el tratamiento, produciendo olores desagradables (GADPR CANCHAGUA, 2020).

### *1.3.11. Amenazas, vulnerabilidad y riesgos.*

Un estudio realizado por BBC Mundo reveló que el 90% de los sismos que se produjeron en la zona conocida como Cinturón de Fuego del Pacifico, que abarca 40.000 kilómetros cuadrados, situada en Ecuador, por lo cual es propenso a que se sufre fenómenos naturales.

a. Sismos: Información obtenida de la consulta de los habitantes de los distintos barrios pertenecientes a la parroquia, se puede concluir que los efectos del sismo entre 1973 y 1974 fueron severos ya que se mezclaron los muros de las estructuras que existían en ese momento. Seguido a este ocurrió el sino de marzo de 1996, más conocido por afectar severamente a Pujilí.
b. Sequía: Actualmente la parroquia de Canchagua enfrenta un problema de sequía, este año por

falta de riego, causado por el calentamiento global, los lechos de los ríos o quebradas que abastecen a los sectores cercanos a la parroquia se han dañado,mermando su rendimiento, afectando gravemente a los agricultores.

c. Erosión del suelo: existen 2 clases de erosión, como la erosión física y química, laprimera se ocasiona por el deslave del suelo, debido a las precipitaciones y corrientes de viento; la erosión química en cambio se da por el arrastre de nutrientes, también se presenta por el mal manejo del suelo por la aplicación de químicos, que provocan la infertilidad del suelo.

d. Heladas: La helada representa un fuerte descenso de temperatura afectando los cultivos, la parroquia es muy sensible ante este fenómeno natural, especialmente enlas partes altas de la parroquia, existen temperaturas que pueden ser iguales o inferiores a 0ºC.

e. Riesgo volcánico: Canchagua se ubica entre los volcanes Cotopaxi y Quilotoa, lo que implica una amenaza, estos volcanes están activos, lo cual la zona está sujeta a caída de ceniza. El volcán Cotopaxi es uno de los volcanes más activos del mundo,sus erupciones en el pasado a menudo destruyeron pueblos, granjas y pequeñas industrias dejando muertes.

**Tabla 10**

*Amenazas Naturales que presenta la Parroquia Canchagua*

| Amenazas Socio/naturales | Ubicación | Ocurrencia |
|---|---|---|
| Movimientos en masa | Canchagua Chico, Tiliche, Chilla San Antonio, Chilla Chico y Chilla Grande, Manchacaso. | Baja |
| Sismos | Toda la Parroquia | Baja |

| Amenazas Socio/naturales | Ubicación | Ocurrencia |
|---|---|---|
| Sequía | Toda la Parroquia | Alta |
| Helada | Toda la Parroquia | Alta |
| Amenazas antrópicas | Toda la Parroquia | Media |
| Erosión de los suelos | Zona media y alta | Alta |
| Contaminación del aire. | Zona Baja Canchagua Zona urbana de la parroquia | Alta |

**Nota:** Datos obtenidos del plan de ordenamiento territorial de la parroquia de Canchagua (Quimiag, 2019). Elaborado por: La autora.

### *1.3.12. Componente Sociocultural*

#### 1.3.12.1. Análisis demográfico.

Teniendo como base el informe técnico de Factibilidad para la modificación del límite territorial entre las parroquias rurales Canchagua y Cochapamba, el GAM -Saquisilí decidió aprobar la modificación del límite territorial, una vez emitida la ordenanza de deslinde de la parroquia y compilación de todos los documentos pertinentes, para la aprobación de CONALI, la que asegura que la ordenanza sea efectiva y legalmente valida, donde las comunidades de Cachiloma y Yanahurco pertenecerían legalmente a la parroquiade Canchagua, la parroquia en la actualidad se compone por 3800 habitantes (GADPR CANCHAGUA, 2020).

**Tabla 11**
*Comunidades de la parroquia.*

| COMUNIDAD | VIVIENDA | FAMILIA PDYOT 2010 | FAMILIA PDYOT 2020 | HABITANTES 2020 |
|---|---|---|---|---|
| Canchagua | 281 | 67 | 365 | 1370 |
| Canchagua Chico | 85 | 27 | 90 | 410 |
| Chilla Chico | 200 | 230 | 195 | 1390 |
| Chilla Grande | 227 | 40 | 186 | 1087 |
| Manchacaso | 30 | 35 | 35 | 211 |
| Tiliche | 29 | 5 | 50 | 156 |
| Chilla San Antonio | 38 | 38 | 32 | 310 |
| Cachiloma | 105 | 71 | 124 | 120 |
| Yanahurco | 340 | 203 | 350 | 1320 |
| **TOTAL** | 1335 | 716 | 1427 | 6374 |

**Nota:** Datos obtenidos del plan de ordenamiento territorial de la parroquia de Canchagua (Quimiag, 2019).

Elaborado por: La autora

### *1.3.13. Educación*

Canchagua en la actualidad ubica a seis unidades educativas, en el centro parroquial se encuentra la Unidad Educativa Milenio, así como en las diferentes comunidades que detallan a continuación, los estudiantes de la comunidad Cachiloma se dirigen hacia el Unidad Educativa del Milenio Charles Darwin, en la comunidad de Yanahurco, se encuentran de igual forma

establecimientos educativos fiscales los cuales permiten la disminución del analfabetismo (GADPR CANCHAGUA, 2020).

**Tabla 12**
*Unidades educativas existentes*

| UNIDADES EDUCATIVAS | N° ALUMNOS | COMUNIDAD |
|---|---|---|
| Unidad Educativa del Milenio | 508 estudiantes | CANCHAGUA |
| Escuela Camilo Gallegos y Soto | 59 estudiantes | CHILLA CHICO |
| Escuela Taconque | 6 estudiantes | CHILLA SAN ANTONIO |
| Escuela Jacinto Bartolomé Sancho | 56 estudiantes | CHILLA GRANDE |
| Escuela Hernando de Magallanes | 12 estudiantes | TILICHE |
| Unidad Educativa del Milenio Charles Darwin | 311 estudiantes | YANAHURCO |

**Nota:** Datos obtenidos del plan de ordenamiento territorial de la parroquia de Canchagua (Quimiag, 2019). Elaborado por: La autora.

#### 1.3.13.1. Analfabetismo.

Con estudios recientes dentro de la población se puede determinar que el 9% no sabe leer ni escribir a comparación al año 2010 que existía un 20% en la parroquia, en los 10 años siguientes se ha logrado disminuir este porcentaje gracias a los diferentes programas de alfabetización y la implementación de unidades educativas del milenio.

Anexo 1. Toma de muestra

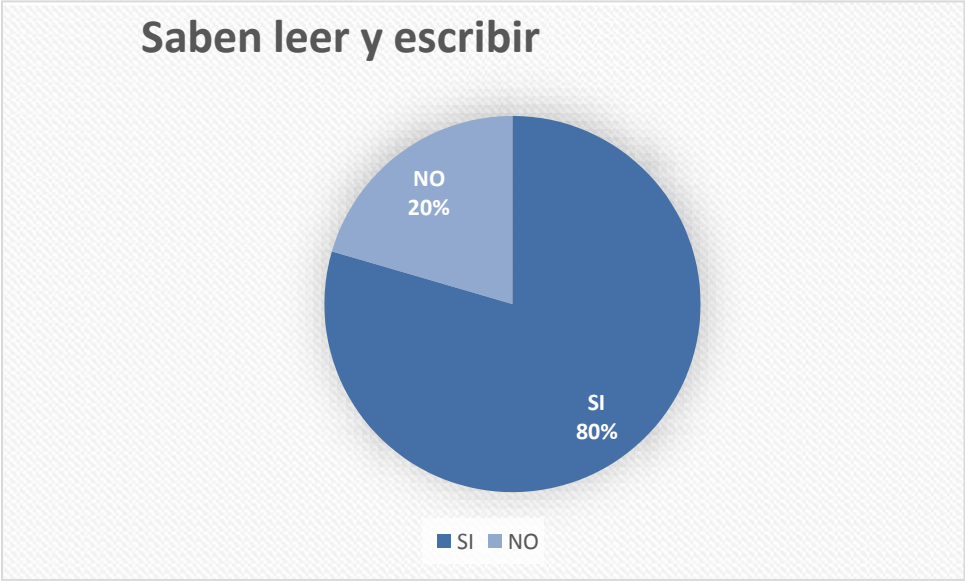



**Tabla 13**
*Personas que leen y escriben*

| SABER LEER Y ESCRIBIR | |
|---|---|
| SI | 3792 |
| NO | 977 |
| TOTAL | 4769 |

*Nota: La tabla 13 muestra los valores porcentuales del analfabetismo en la parroquia. Fuente: INEC (2010). Elaborado por: La autora.*

### *1.3.14. Salud.*

La parroquia cuenta con un subcentral de salud, no cuenta con atención al cliente y no tiene áreas de especialización para los diferentes tipos de enfermedades que se pueden presentar, por este motivo se realizan transferencias a otros establecimientos de salud.

#### 1.3.14.1. Morbilidad.

Se presentan las 20 primeras causas de morbilidad donde se encuentran las infecciones respiratorias altas, enfermedades diarreicas, parasitarias y obesidad, que son prevenibles por medio de la educación de la población. Por este motivo tanto en el momento de la consulta como en instituciones educativas, reuniones donde se busque educar sobre el correcto lavado de manos y medidas de prevención.

*Figura 2.Índice de morbilidad*

***Nota:*** *La figura muestra el perfil epidemiológico- general de las 20 primeras causas de morbilidad dentro del C.S. Canchagua de enero del 2020. Fuente: Subcentro de Salud Canchagua 2020.*

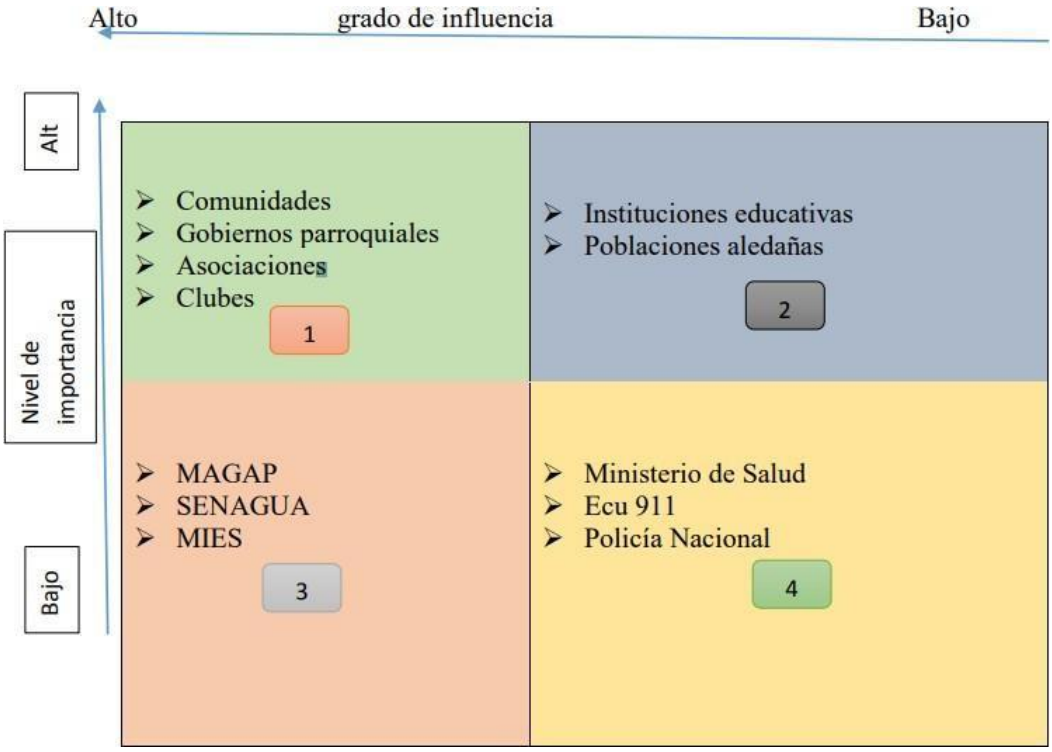
### *1.3.15. Organizaciones sociales*

En el marco del análisis global de la parroquia de Canchagua, cuyo objetivo es fortalecer la gobernabilidad, se necesita identificar a los beneficiarios que hacen parte de la estrategia y

contribuir a una planificación clara estableciendo alianzas y acciones a favorde todos los barrios y las comunidades que componen la parroquia (GADPR CANCHAGUA, 2020).

Los actores aportan una parte importante al desarrollo turístico en el área de estudio, porque los actores prioritarios se encuentran el GAD parroquial de Canchagua, la tenencia política, la junta de agua potable, la junta de riego, los clubes adolescentes, club de adultos mayores, clubes deportivos y diferentes asociaciones.

**Figura 3**.*Organización social*




***Nota:*** *La figura muestra la organización social de la parroquia de Canchagua. Fuente: GADPR-Canchagua 2020*

### *1.3.16. Grupos étnicos*

Dentro de la parroquia existe una serie de grupos étnicos minoritarios, de los cuales son mayoritariamente indígenas, constituyendo la mayoría desde las comunidades más altas (3500 msnm), hacia las medias (3200 a 3500 msnm), la población mestiza, se ubica en el centro de la

parroquia (2.800 a 3.200 msnm) y se encuentra disperso en los tramos medio y alto (GADPR CANCHAGUA, 2020).

### *1.3.17. Componente Económico Productivo*

#### 1.3.17.1. Problemática en el sector agrícola.

El principal problema que se presenta en la parroquia, es el no disponer de agua para riego en ciertas comunidades, por lo que las actividades agrícolas se limitan, y se debe espera hasta la temporada de lluvia para sembrar, generando un costo de producción alto, al igual que la mano de obra, actualmente las familias que se especializan en la agricultura han emigrado a las grandes ciudades en busca de mejores oportunidad de vida, otro inconveniente es el sistema de carreteras que impide llevar con facilidad sus productos al Mercado de la Asociación. La agricultura debe generar suficientes ingresos para que los agricultores tengan un nivel de vida similar a partir de actividades fuera de la graja y puedan ahorrar y reinvertir en sus negocios (GADPR CANCHAGUA, 2020).

#### 1.3.17.2. Actividad productiva

La parroquia de Canchagua se considera como la tierra del maíz, es una zona principalmente dedicada a la producción agrícola y pecuaria. De 6770 habitantes de la parroquia el, 75% se dedica a esta producción.

**Tabla 14**
*Sectores productivos*

| Sectores | Producción |
|---|---|
| Primario | El 75,20% producción agropecuaria |
| Secundario | El 15,4% producción de materia prima (industria, artesanía y construcción). |

| | |
|---|---|
| Terciario | El 9,4% centros educativos, comercio y transporte. |

**Nota:** Datos obtenidos del plan de ordenamiento territorial de la parroquia de Canchagua (Quimiag, 2019). Elaborado por: La autora

### *1.3.18. Componente Asentamientos Humanos*

Cuando hablamos de asentamiento humano, nos estamos refiriendo a los que forman una población en un espacio físico determinado, en este caso la población que se desarrolla en la parroquia de Canchagua, donde se les permite desarrollarse como entidades productivas de sociedad, pero el tema va mucho más allá del hecho de ocupar un lugar pararealizar actividades de la vida diría, pues se enfatiza lo positivo y negativo que los asentamientos humanos han sido para los habitantes, la convivencia, el entorno y donde prosperan.

### *1.3.19. Análisis Histórico de la Distribución de la población*

De acuerdo con el análisis histórico de la población de la parroquia de Canchagua,a través de los resultados obtenidos de los censos de los años 1990, 2001 y 2010, podemosevaluar que el crecimiento demográfico en la zona no es muy fuerte, una de las razones es que la distribución demográfica de esta parroquia se caracteriza por las áreas rurales, por lo que tenemos un incremento de crecimiento de la población de década a década, la otra es muy diferente.

### *1.3.20. Infraestructura y Acceso a Servicios Básicos, Déficit Electricidad, Agua, Saneamiento y Desechos.*

#### 1.3.20.1. Infraestructura.

El buen funcionamiento de una comunidad depende de diversas variantes que le permitan desarrollar libremente sus capacidades como ente productivo de la comunidad, en este caso la propia infraestructura ambiental importante porque permite conocer qué tienen y que necesitan. De acuerdo con lo analizado con la comunidad, poseen lossiguientes servicios:

| | INFRAESTRUCTURA | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Iglesia | Casa Comunal | Infocentro | Cementerio | Escuela | Estadio Canchas | Coliseo | Centros Turísticos | Vivero | Jefatura Parroquial | GAD Parroquial |
| **Canchagua Centro** | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| **Canchagua Chico** | | x | | | | | | | | | |
| **Chilla Chico** | x | X | | | x | | | | | | |
| **Chilla San Antonio** | x | X | | | | | | | | | |
| **Chilla Grande** | x | X | | | | x | x | | | | |
| **Manchacaso** | x | X | | | | x | | | | | |
| **Tiliche** | | X | | | x | | | | | | |
| **Cachiloma** | x | x | | | | | | | | | |
| **Yanahurco** | x | x | | | x | x | | | | | |

*Nota: La siguiente figura muestra los diferentes tipos de infraestructura que se encuentran en la parroquia de Canchagua.*
*Fuente: GAD CANCHAGUA y Cruz, 2019*

De esta manera podemos observar que la mayoría de la comunidad tiene una o 2 iglesias, debido a que la población profesa dos religiones, de las cuales la gran mayoría son católicas, pero también hay quienes son protestantes, de igual manera los que profesan la religión evangélica. Se presentan casas comunales en todas las áreas, se utilizan para las reuniones para abordar temas de mejora en la calidad de vida (GADPR CANCHAGUA, 2020).

### *1.3.21. Acceso a Servicios Básicos*

#### 1.3.21.1. Electricidad

Según el censo de 2010, Canchagua tienen un acceso difícil a este servicio y debido a la lejanía de la comunidad, se dificulta el acceso a este servicio y la disponibilidad y que el mismo sea de buena calidad. Pero en la actualidad a pesar de altibajos en la distribución por la lejanía del

sector, el 100% disfruta de este servicio, todos tienen acceso a este servicio, simplemente las nuevas construcciones no poseen el servicio, pero están en trámite (GADPR CANCHAGUA, 2020).

#### 1.3.21.2. Agua

El servicio de agua potable en esta zona ciertamente es deficiente, el problema es la dificultad para acceder a las diferentes áreas que conforman la parroquia, la distancia y la dificultad de la topografía lo hacen complicado.

*Figura 4.Agua*

Anexo 2. Almacenamiento de la muestra

| | De red pública | De pozo | De río, vertiente, acequia o canal | De carro repartidor | Otro (Agua lluvia/ albarrada) | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CANCHAGUA | 411 | 7 | 769 | 2 | 42 | 1.231 |
| | 33,39 % | 0,57 % | 62,47 % | 0,16 % | 3,41 % | 100,00 % |

*Nota: La siguiente figura muestra el porcentaje de agua que recibe la parroquia en el censo del 2010.*
*Fuente: INEC, 2010.*

Del 100% de población registrado ese año, solo el 33,39% de la población tenía servicio de agua potable, refiriéndose directamente a la en la zona cabecera parroquial de Canchagua, el resto de los valores indican que 0,57% lo hace mediante un pozo, 0,16% lo hace de un carro repartidor, un 3,41% lo obtenía de la lluvia y un 62,47% de la población que es más de la mitad de la población lo hacía mediante vertiente acequia o canal debido a la cercanía de sus viviendas a estos.

Por ahora el asunto no ha cambiado mucho, pero hoy en día hay concesiones autorizadas por SENAGUA 2020, demostrando que el nivel de acceso de la población es difícil (GADPR CANCHAGUA, 2020).

### *1.3.22. Saneamiento*

#### 1.3.22.1. Alcantarillado

Este servicio se le ha negado a la mayoría de las personas porque no cuentan con elservicio de saneamiento en su perímetro, el problema es la lejanía y dificultad similar del lote donde viven las comunidades, de acuerdo con el censo del 2010.

*Figura 5. Alcantarillado*

| | Alcantarillado | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CANCHAGUA | Conectado a red pública de alcantarillado | Conectado a pozo séptico | Conectado a pozo ciego | Con descarga directa al mar, río, lago o quebrada | Letrina | No tiene | Total |
| | 86 | 283 | 423 | 4 | 64 | 371 | 1.231 |
| | 6,99 % | 22,99 % | 34,36 % | 0,32 % | 5,20 % | 30,14 % | 100,00 % |

*Nota: La siguiente figura muestra la falta del sistema de alcantarillado de la parroquia de Canchagua. Fuente: Plan deordenamiento Territorial de la Parroquia de Canchagua, 2019.*

Según el censo 2010, los sistemas de conexión de alcantarillado publico solo lo disponen el 6.99% de los habitantes de la zona centro de la parroquia, el 22,9% de la población tienen conexiones con tanques sépticos, el 34% va a pozo ciego, el 0.32% son vertidos en cuerpos de

agua, 5,20% va a letrinas y el 30% no tiene ninguno de estos mediosde desecho ya mencionados. En la actualidad, la realidad no ha cambiado mucho ya que lamayoría de las áreas no cuentan con el sistema de alcantarillado, solo se quedaron en estudios (GADPR CANCHAGUA, 2020).

#### 1.3.22.2. Desechos

El tema de los desechos manejados a nivel parroquial y nacional es una problemática aún más si estos no reciben un tratamiento adecuado y su eliminación final, podría causar graves daños al medio ambiente, por eso es importante conocer la cantidad de desechos producidos

*Figura 6.Desechos*

| | DESECHOS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Por carro recolector | La arrojan en terreno baldío o quebrada | La queman | La entierran | La arrojan al río, acequia o canal | De otra forma | Total |
| CANCHAGUA | 100 | 101 | 792 | 222 | 8 | 8 | 1.231 |
| | 8,12 % | 8,20 % | 64,34 % | 18,03 % | 0,65 % | 0,65 % | 100,00 % |

dentro de la comunidad por parte del Censo del 2010 se obtuvo la siguiente información:

*Nota: La siguiente figura muestra la cantidad de desechos sólidos producidos y su disposición finalFuente: Plan de ordenamiento Territorial de la Parroquia de Canchagua, 2019.*

El manejo de los desechos también se presentó como un problema para la comunidad ya que en su momento no se atendió al manejo de estos, por lo que se tiene unvalor cuantitativo que equivale al 8,12% de la población de la parroquia tiene acceso al camión de basura, el 8,20% lo arroja a terrenos baldíos y efluentes de agua, el 18,03% losentierra, el 0,65% los tira a cuerpos de

agua, el 0,65% no tiene una forma clara de manejode los desechos, pero el principal problema es que el 64,34% los dispone a través de la incineración dando paso a la contaminación atmosférica y la erosión de los suelos donde se lleva a cabo. La autoridad de gestión de residuos debe tomar medidas inmediatas para la mitigación de este tipo de acciones y simplemente perfeccionar el manejo de los desechos (GADPR CANCHAGUA, 2020).

## 1.4. Objetivos:

### *1.4.1. General*

Realizar el sistema de tratamiento de aguas residuales en la población de Manchacaso, por medio del uso de fosas sépticas con su respectivo estudio de impacto ambiental, para garantizar la calidad de las fuentes de agua dulce en la zona del proyecto.

### *1.4.2. Específicos*

Dimensionar el sistema de evacuación de las aguas residuales, por medio de tanques sépticos y campos de infiltración, con ayuda de la Norma técnica ecuatoriana INEN 1754 y la Norma técnica I.S.020 tanques sépticos, para un diseño óptimo y que cumpla con todos los lineamientos requeridos.

Evaluar el impacto ambiental del sistema de evacuación de las aguas servidas urbanas, por medio de la recopilación de información, interpretaciones y análisis de las actividades realizadas durante el proyecto, para sustentar su sostenibilidad.

Caracterizar las aguas residuales de la parroquia de Canchagua, mediante el análisisde los parámetros físicos, químicos y biológicos con el fin de que se determine su aptitud para el tratamiento con fosas sépticas.

# 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

## 2.1. Aguas Residuales

Se definen como las aguas residuales provenientes de las actividades y usos humanos y los animales que contienen materia orgánica y/o patógena, que se consideran peligrosas y deben ser desechadas, por lo mismo deben ser eliminados por el sistema de alcantarillado.

De acuerdo con Tomasini (s.f.), define a las aguas residuales como las aguas que se constituyen por líquidos y residuos líquidos procedentes del uso de la población y que han sido alterados por el uso resultante de actividades como: domésticas, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, ganadería, etc. Por su naturaleza al momento de su vertido, no pueden ser reutilizadas en los procesos que los generaron, y si se vierten a un medio receptor sin tratamiento previo, pueden provocar la alteración de los ecosistemas terrestres y acuáticos, así como afectarían a la salud humana. (p.1-2, 5, 8,28).

Debido a los impactos ambientales que causan estas aguas contaminadas deben ser debidamente canalizadas, tratadas y tener una disposición final un cuerpo receptor donde no sobrepase sus límites de autodepuración.

## 2.2. Clasificación De Las Aguas Residuales

Aguas residuales domésticas: Son generados por las actividades domésticas diarias, por ejemplo, la limpieza, preparación de alimentos, etc. Estos residuos contienen una gran cantidad de detergentes, grasas y materia orgánica. Su composición varía según los hábitos de la población que los produce, el agua contiene al menos 1% de sólidos (López M, 2018).

Aguas residuales municipales: Provienen de aguas residuales domésticas, de las pequeñas industrias y de otras actividades económicas desarrolladas en el área urbana como: mercados, oficinas, negocios, restaurantes, etc., que aumentan los contaminantes que pueden ser perjudicables para los tratamientos tradicionales (Lazcano, 2016).

Aguas residuales agrícolas: Las aguas residuales agrícolas son el resultado del drenaje combinado del agua de lluvia y del agua de riego, de los productos utilizados en la agricultura como el abono o los pesticidas. Los abonos pueden contener compuestos orgánicos como: compost, estiércol, fangos y los inorgánicos que contienen nitrógeno y el fosforo que en abundancia de estos puede incrementar la productividad de las algas y afectar la cadena trófica además de ser persistentes en el medio natural (Haro Martínez, 2014).

Aguas residuales industriales: Provienen de los procesos industriales o comerciales, el contenido dependerá del tipo de la industria y sus procesos, los compuestos orgánicos e inorgánicos contienen sustancias que no pueden ser eliminados por un proceso convencional, sea por su naturaleza química o las elevadas concentraciones (Barrera, 2021).

Aguas residuales de origen minero-metalúrgico: Provienen de las actividades mineras y se las consideran las más contaminadas debido a que las componen metales pesados como el plomo (Pb), mercurio (Hg), Cadmio (Cd), Zinc (Zn), etc., y metaloides como el Antimonio (Sb) y Arsénico (As). Estos son perjudiciales para la salud humana y para el ecosistema marino, ya que pueden causar cáncer, produce mutaciones, son tóxicos y teratogénico; antes de un tratamiento se deben evaluar los desagües para caracterizar los componentes recalcitrantes los cuales deben minimizarse (Lazcano, 2016).

## 2.3. Contaminantes Del Agua Residual

El agua residual influye en la calidad de agua de su cuerpo receptor. No obstante, el agua residual produce contaminación solo cuando esta convierte a su cuerpo receptor en inaceptable para el uso (Romero Rojas, 2010). En la tabla 1 se presentan los principales contaminantes del agua residual.

**Tabla 15**
*Contaminantes principales de aguas residuales*

| Contaminantes | Parámetro de medida | Impacto ambiental |
|---|---|---|
| Materia orgánica biodegradable | DBO, DQO | Desoxigenación del agua, generación de olores indeseables. |
| Materia suspendida | SST, SSV | Causa turbiedad en el agua, deposita lodos. |
| Patógenos | CF | Hace el agua insegura para consumo y recreación. |
| Fósforo | Ortofosfatos | Pueden estimular el crecimiento de algas. |
| Materiales tóxicos | Cada material toxico especifico | Peligros para la vida vegetal y animal. |
| Sales inorgánicas | SDT | Limita los usos agrícolas e industriales del agua. |
| Energía térmica | Temperatura | Reduce la concentración de saturación del oxígeno en el agua, acelera el crecimiento de organismos acuáticos. |
| Nutrientes | C, N y P | El C, N y P son nutrientes. Cuando se descargan en las aguas residuales pueden producir crecimiento de vida acuática indeseable. Cuando se descargan en cantidades excesivas sobre el suelo pueden producir polución del agua subterránea. |
| Sólidos inorgánicos disueltos | Ca, Na y $SO_4^{2}$ | Algunos como el calcio, sodio y sulfatos con agregados al suministro doméstico original como resultado del uso y es posible que deban ser removidos para reusó del agua. |

| Contaminantes | Parámetro de medida | Impacto ambiental |
|---|---|---|
| Iones de hidrógeno | pH | Riesgo potencial para organismos acuáticos. |

Nota: La tabla muestra los contaminantes de importancia en aguas residuales y su impacto ambiental. Adaptado de: Romero (2016, p.25). Elaborado por: La autora.

## 2.4. Características Del Agua Residual

Es de esencial importancia conocer las características del agua residual ya que estas ayudaran a determinar el tratamiento óptimo según los componentes del agua. Se destaca que no todas las aguas residuales son iguales, debido a sus componentes dependiendo de los usos que hayan tenido. El análisis de las aguas residuales se lo lleva a cabo por medio de métodos cuantitativos que determina la composición química, como el método físico, gravimétrico y volumétrico, los métodos cualitativos identifican las características físicas y biológicas (Haro Martínez, 2014).

### *2.4.1. Características Físicas De Las Aguas Residuales*

Las propiedades físicas del agua residual son el contenido total de sólidos, es decir, los sólidos suspendidos, la sedimentados, coloidales y disueltos. Otras propiedades físicas son la temperatura, el olor, la densidad, el color y la turbidez (Zaragoza, 2010).

### *2.4.2. Sólidos*

Los sólidos se identifican por las partículas que son visibles y coloidales que se pueden encontrar en el aguay están formados por sustancias orgánicas como: carbohidratos, lípidos, proteínas, etc., células de organismos vivos y muertos, partículas defibras: celulosa, quitina, etc.; sustancias químicas orgánicas e inorgánicas disueltas, entre otras (Lazcano, 2016).

Según APHA (2001) la clasificación de los sólidos es la siguiente:

#### 2.4.2.1. Sólidos Totales (ST).

Se definen como el material residual restante del recipiente que tras de la evaporación de la muestra y el posterior secado de en un horno a la temperatura determinada.

#### 2.4.2.2. Sólidos sedimentables.

Al colocar la muestra del agua residual en el cono Imhoff durante 1 hora, se identifican los sólidos que se depositan en el extremo del cono como sedimentación, siendo un método para medir la cantidad de lodo removible por sedimentación simple (Romero, 2016) son de fácil eliminación por procesos físicos (Lazcano, 2016).

#### 2.4.2.3. Sólidos Suspendidos.

Son los sólidos resultantes de la filtración del agua residual por medio de un filtro de fibra de vidrio de 1,2 μm de tamaño de poro (Lazcano, 2016). Esta clasificación incluye partículas flotantes grandes, como arcilla, estiércol, papel triturado, madera en descomposición, alimentos y desechos, de los cuales el 70% son orgánicos y el 30% son inorgánicos (Metcalf and Eddy, 1995).

#### 2.4.2.4. Sólidos Volátiles.

Se definen como la fracción orgánica de los sólidos que se volatiliza después de que los ST se calcinen a 550 ºC.

### *2.4.3. Temperatura*

Es parámetro de importancia debido a su influencia en las características del agua residual, así como los procesos de funcionamiento y tratamiento final. La temperatura del agua residual es superior al agua de la red potable, por suministro de agua caliente procedente de las tareas del

hogar y de igual manera es mayor a la temperatura del aire. Varia de 10 ºC a 21ºC, con un valor medio de unos 15 ºC. Debido a esta premisa se determina que por tener temperaturas más altas que sus aguas receptoras, puede llegar a su flora y fauna, y dar lugar al crecimiento no deseado de algas, hongos, etc. Además, un aumento de la temperatura puede contribuir al agotamiento del oxígeno disuelto, ya que la solubilidad del oxígeno disminuye al aumentar la temperatura (García et al., n.d.).

## 2.5. Turbidez

La turbidez es una característica o resultado óptico provocado por la separación e interferencia de los rayos de luz al atravesar una muestra de agua; en las aguas residuales, es un parámetro que indica la calidad por materia residual y en suspensión. Se mide comparando la intensidad de la luz dispersada en la muestra con la intensidad de la luz registrada en una suspensión estándar en las mismas condiciones (Zaragoza, 2010). Los valores de turbidez se utilizan para determinar el grado de purificación que requiere una fuente de agua natural, así como la eficiencia de los procesos de coagulación, sedimentación y filtración para determinar la potabilidad del agua (Romero Rojas, 2010).

## 2.6. Características Químicas Del Agua Residual

### *2.6.1. pH*

El pH se define como una medida de iones de hidrógeno en el agua; determina el grado de acidez o alcalinidad que posee el agua; se expresa como $pH = -log_{10}[H^+]$. Es una propiedad importante que puede influir en muchas reacciones químicas y biológicas. Cuando los valores de pH son atípicos, pueden afectar a la biota del cuerpo receptor y ser perjudiciales para los microorganismos. El valor del pH óptimo para los tratamientos y para la presencia de vida

biológica, es de 6,5 a 8,5 generalmente, si las aguas poseen un pH menor a 6 da espacio al crecimiento de hongos mayor al de bacterias (Romero Rojas, 2010).

## 2.7. Conductividad

La conductividad se define como la capacidad de conducción de corriente eléctrica de una solución por medio de una expresión numérica. Este parámetro varía de acuerdo con la presencia de iones, la concentración total, movilidad, valencia y su concentración relativa y de igual forma depende de la temperatura de medición. Las soluciones de los ácidos, bases y sales poseen una conductividad aceptable, para la medición física se lo hace en base a la resistencia medida en ohmios o megohmios, en unidades del Sistema Internacional de Unidades (SIU) el equivalente de ohmio es el siemens y se expresa en milisiemens por metro (APHA-AWWA-WPCF, 1992). Existirá un cambio en el valor de la conductividad si la cantidad de sustancias disueltas, la movilidad de los iones disueltos y su valencia varían, por lo que este parámetro se usa para determinar la cantidad de solidos disueltos (Romero Rojas, 2010)

### *2.7.1. Potencial de óxido reducción (POR)*

Este parámetro calcula la cantidad de sustancias oxidas y reducidas, es decir, la capacidad de sumar o restar electrones. Si la lectura da valores de POR entre +50 a -50 mV, nos indica que se encuentra en condiciones anoxicas con NO3-, para condiciones aerobias los valores serán de 50 y 300 mV de la misma forma indican estas condiciones con oxígeno y nitratos quienes aceptan electrones; las lecturas de -100 mV indican que están en condiciones anaerobias (Romero Rojas, 2010).

### *2.7.2. Materia Orgánica*

La materia orgánica se compone de ciertos elementos como las proteínas (40- 60%), los hidratos de carbono (25- 50%) y grasas y aceites (10%). En las aguas residuales existe la presencia de urea y amoniaco que son fuentes principales de nitrógeno, de igual forma la materia orgánica se compone de azufre, hierro y fosforo (García et al., n.d.). Pueden presentarse en las aguas residuales cantidades mínimas de diferentes moléculas orgánicas sintéticas que su estructura puede ser simple o compleja como agentes tensoactivos, fenoles y pesticidas, la presencia de estos componentes complican el tratamiento de aguas residuales, debido a que estas sustancias no son biodegradables o se demoran en degradarse.

### *2.7.3. Oxígeno Disuelto (OD).*

El oxígeno disuelto es muy importante ya que es el factor que determina la eficacia de condiciones aerobias o anaerobias en un entorno determinado. La cantidad de oxígeno puede verse reducido por la respiración de microorganismos, algas y organismos macroscópicos; puede ser afectado por el aumento de temperatura y de las reacciones químicas, limitando la capacidad de autodepuración de los cuerpos de agua y se hace imprescindible el tratamiento de aguas residuales para una buena disposición final (Vaca y Montalván, 2015). Sin embargo, el oxígeno es poco soluble, por lo que la cantidad real se determina por los siguientes aspectos: solubilidad del gas; presión atmosférica; temperatura y pureza del agua (Zaragoza, 2010).

Según Romero (2010), la determinación del oxígeno disuelto es necesaria para calcular la demanda bioquímica de oxígeno y evaluar las condiciones aerobias del agua, todo proceso aerobio precisa de concentraciones de OD mayores a 0,5 mg/L. Al determinar este parámetro en los tratamientos biológicos aerobios y cuerpos receptores de agua ayudaran a establecer el diseño,

operación y evaluación del sistema de tratamiento utilizado (pp.64-65).

### *2.7.4. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).*

La demanda bioquímica de oxígeno se utiliza para determinar la contaminación orgánica de las aguas residuales y superficiales corresponde a una D.B.O. a los 5 días. Es una medida de la cantidad de oxígeno disuelto consumido por los microorganismos en la oxidación bioquímica de la materia orgánica y ayuda a determinar la cantidad de oxígeno utilizado por litro de agua analizada, depende de la temperatura, el tipo de microorganismos y nutrientes presentes en el ambiente. Para determinar el valor de DBO se cuantifica a 20ºC, se realiza a los 5 días de incubación y se expresa con valores numéricos en mg/L. La DBO indica que se necesitan grandes cantidades de oxígeno para descomponer la materia orgánica en el agua. La determinación de la DBO es una de las pruebas más importantes para determinar el potencial del contaminante en los cuerpos receptores, en las aguas residuales y en los residuos industriales. Es un indicador de la cantidad de agua de dilución que es necesaria para una correcta disposición final y procesos de tratamiento óptimos (DAVID SALAZAR y ESTEBAN SÁNCHEZ, 2015).

### *2.7.5. Demanda Química de Oxígeno (DQO)*

La demanda química de oxígeno se utiliza para determinar el contenido de materia orgánica presente en una muestra de agua natural como residual mediante oxidación química, donde se hace uso de un agente químico oxidante fuerte, generalmente este suele ser dicromato de potasio en solución ácida. Para permitir la oxidación de ciertos compuestos orgánicos es necesario emplear un catalizador (sulfato de plata), porque algunos compuestos orgánicos interfieren con la reacción. Se presenta la siguiente oxidación química, de manera esquemática, del siguiente modo:

Materia orgánica (Ca Hb Oc) + 〖Cr〗_2 O_7^ (-2) + H^+ (Catalizador)/ (Calor) + 〖C〗^ (+3) +

$$CO_2 + H_2O$$

De acuerdo con (García Guillero, 2014), “La DQO del agua residual suele ser mayor que el valor de la DBO, debido al mayor número de compuestos cuya oxidación tiene lugar química frente a los que se oxida por vía biológica” (p.33). Se puede establecer una correlación entre los valores de DBO y DQO, ya que la determinación de DQO puede realizarse en un periodo de 3 horas, mientras que la DBO requiere 5 días. Las aguas residuales domésticas tienen un valor medio de 200 a 1000 mg/L de DQO, los valores de la relación varían entre 1.2 y 2.5.

## 2.8. Calidad Del Agua

Desde un punto de vista funcional, la calidad del agua puede entenderse como la capacidad del aguapara satisfacer los usos previstos que se le dan. La Directiva Marco de las Aguas define a la calidad del agua como las condiciones que debe cumplir el recurso para mantener su equilibrio y permitir que un ecosistema pueda desarrollarse. Es decir, el conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas que la definen (Bosch, 1999). El deterioro de la calidad del agua una preocupación a nivel global, y es consecuencia de la expansión de la actividad agrícola e industrial incidiendo en la amenaza del cambio climático alterando el ciclo hidrológico, de igual forma se genera un impacto negativo en las actividades económicas, debido al aumento de los costos de tratamiento de agua y de la reducción de los valores de propiedad (Gómez, 2016).

## 2.9. Muestreo de Aguas Residuales

El muestreo de aguas residuales, se debe tomar una muestra representativa del agua residual que se analizará (efluente industrial, agua residual, etc.), se analizaran las variaciones

fisicoquímicas de interés. El agua colectada es transportada hasta el lugar de almacenamiento el cual debe ser refrigerado, se transfiere al laboratorio para el análisis, conservando las características del material original (Instituto de Toxicología de la Defensa, 2016).

### *2.9.1. Muestra.*

La muestra se define como una porción del material seleccionado de una cantidad mayor ya sea liquida, solida o gaseosa, es importante que sea representativa para todos los análisis que se llevarán a cabo.

#### 2.9.1.1. Tipos de Muestra

Los datos analíticos se obtienen determinando parámetros tales como: concentraciones de sustancias inorgánicas, minerales o químicos disueltos, gases disueltos, orgánicos disueltos y materia orgánica en suspensión y sedimentación, en un lugar específico y tiempo determinado, son importantes para determinar la calidad de agua. Por lo que se recomienda separar las muestras para Los diferentes análisis sean químicos, microbiológicos y biológicos debido a que los procedimientos, manipulación y equipos para la toma de muestra son diferentes (Norma Técnica 2176. Calidad de Agua, Muestreo, Técnicas de Muestreo, 1998).

**Muestra simple:** Se define como una muestra que se toma en un tiempo corto, es fácil de llevar a cabo, ya que se toma con un recipiente de una caída de agua. Una de sus desventajas es que solo muestra la composición del agua en el momento de su recolección, además los errores no son relativos (Reutelshofer, 2015).

**Muestra compuesta:** La muestra compuesta se puede obtener de forma manual o automática, independientemente del tipo de muestreo. Dependiendo del flujo, tiempo, el volumen o la ubicación. Se tomaron muestras continuas y se agruparon para obtener muestras compuestas.

Antes de mezclar las muestras, se debe verificar que sean los datos requeridos o que los parámetros de interés no cambien apreciablemente durante el período de muestreo (Norma Técnica 2176. Calidad de Agua, Muestreo, Técnicas de Muestreo, 1998).

### *2.9.2. Análisis In Situ.*

Es fundamental realizar pruebas in situ para evitar errores de estimación y valores inequívocos de determinados parámetros. Los que requieren dicho análisis son: Temperatura, turbidez, pH, oxígeno disuelto y conductividad.

## 2.10. Fosa Séptica

Se determina que uno de los problemas que afrontan las comunidades rurales y marginadas es la polución del recurso hídrico, las cosechas y el medio ambiente, por el vertido de desechos a la intemperie, debido a la falta de sistemas de saneamiento adecuados para el tratamiento o que la conexión al sistema de alcantarillado les resulta costosa por la lejanía, el problema se exacerba durante la temporada de lluvias, ya que las heces se arrastran hacia las fuentes de agua, por esta razón, las tecnologías de saneamiento de bajo costo, como las fosas sépticas, son opciones que pueden ayudar a reducir los riesgos para la salud y mejorar la salud de las personas.

El tanque séptico es un tanque impermeable implementado para recibir aguas residuales domésticas, separar los sólidos del líquido y proporcionar una digestibilidad limitada de los compuestos orgánicos atrapados, almacena el sólido y finalmente el agua clarificada será descargada para su tratamiento y posterior descarga final (Carballo Matos et al., 1999).

El principal objetivo del diseño del tanque séptico es crear una condición hidráulicamente estable en su interior, que permite que por la gravedad de partículas pesadas exista sedimentación. Los sólidos pueden asentarse en las aguas residuales sin tratar formando una capa de lodo en el

fondo del tanque séptico (Rodríguez Gamarra, 2012). Para que los sólidos se asienten deberá ser por lo menos de 24 horas; algunos sólidos se quedan en el tanque, otros se eliminan o se descargan; hasta el 50% de los sólidos que se almacenan en el tanque se deshacen; el resto se convierte en lodo y se necesita bombeo en el tanque. Lo que principalmente constituye una fosa séptica son: el tanque séptico y el campo de Oxidación; en la primera etapa, el lodo sedimenta y la materia orgánica se estabiliza debido al trabajo de las bacterias anaerobias, en la segunda etapa, el agua se oxida y se elimina por la percolación en el suelo (Rodríguez Gamarra, 2012).

Si se usa correctamente, el sistema de campo absorbente y el tanque séptico funcionarán bien. El sistema de reduce dos proporciones comúnmente utilizado para medir la contaminación; demanda bioquímica de oxígeno, más de 65% de reducción; y un total de sólidos en suspensión, una reducción de más del 70% en comparación con, aceites y grasas generalmente reducidos en un 70-80%. El uso de un tanque séptico para pre tratar las aguas residuales también hace que otros sistemas de tratamiento secundario sean más eficientes. El agua residual de la fosa séptica es suave,homogénea, fácil de transportar y puede ser fácilmente tratada por procesos aeróbicos (con oxígeno libre) o anaeróbicos (sin oxígeno libre) (Lesikar y Enciso, 2019).

Según Romero Rojas (2010), los criterios para localizar un tanque séptico son: para proteger los cuerpos de agua es necesario que el tanque se ubique a más de 15 m de cualquier fuente de agua dulce; no puede a inundarse y debe disponerse un espacio apto para la construcción del sistema de tratamiento de disposición final, finalmente se debe asegurar el fácil acceso para la limpieza y mantenimiento (p.668).

### *2.10.1. Trampa De Grasas.*

Se define como el sistema con mayor facilidad de uso a la hora de eliminar aceites y grasas no emulsificadas. Una trampa de grasas es una cámara de flotación en la que la grasa es separada

y emerge a la superficie y es retenida, mientras que el agua más clara es descargada (Romero Rojas, 2010). Se colocan solo cuando las grasas se retiran en grandes cantidades, como el caso de hoteles, restaurantes, cuarteles rurales, etc., se colocan antes de la fosa séptica; deben diseñarse con una tapa liviana para limpieza y debe ser regular. Si es posible, deben colocarse en áreas sombreadas para mantener bajas temperaturas. Para controlar su capacidad en tratamiento de aguas residuales en pequeñas comunidades, el coste por persona debe ser de 8 litros y la capacidad no debe ser inferior a 120 litros (Rodríguez Gamarra, 2012).

### *2.10.2. Campo De Oxidación*

En la fosa séptica, las aguas residuales se oxidan y se eliminan por infiltración. Para conseguir un funcionamiento óptimo del campo de oxidación, es necesario elegir la forma de realizar una prueba de infiltración. Consiste en realizar varias excavaciones en la zona definida, todas ellas con una sección transversal de 30 x 30 cm. Hasta la profundidad prevista para las zanjas de absorción (será inferior a 90 cm). En estas zanjas abiertas, la grava fina se depositará en el fondo a una altura de 5 cm y, a continuación, llenar con agua hasta una altura de 30 cm por encima de la grava. 24 horas después, si el agua sigue estancada o no se ha infiltrado completamente, el suelo no es apto para un campo de infiltración, el agujero debe rellenarse hasta una altura de 15 cm por encima de la grava.

De lo contrario, llene el agujero hasta una altura de 15 cm y mida el tiempo de percolación del agua. Dividido por 6 da la tasa de absorción por 0,025 m de profundidad utilizada para determinar la longitud de las tuberías. Utilizada para determinar la longitud de las tuberías en el campo (Rodríguez Gamarra, 2012).

## 2.11. Evaluación de Impacto Ambiental

En la década de 1970, con las primeras conferencias, reuniones y encuentros ambientales (la primera cumbre ambiental se realizó en Estocolmo en 1972), se reconoció que se debe incluir la variable ambiental como un factor donde se asegure el desarrollo, ya que se inició un agravamiento en problemas ambientales en todos los niveles (regional, nacional local, etc.) en el planeta. La evaluación ambiental se define como una herramienta para proteger el medio ambiente, apoyada por organizaciones de acuerdo con las necesidades de los diferentes países, potenciando la capacidad de toma de decisiones en temas relacionados sobre política, planes, programas y proyectos, combinando nuevas variables para llevar a cabo proyectos de inversión.

Busca la forma de evitar o minimizar los impactos ambientales que surgen de las actividades humanas, sobre el medio ambiente y sobre la población. Se considera como un proceso de análisis que predice los efectos tanto negativos como positivos de determinadas actividades, permitiendo seleccionar alternativas, para el diseño de instalaciones y controles para prevenir los efectos indeseables. La experiencia desarrollada en diferentes países permite su aplicación no solo a grandes proyectos de inversión, sino también a planes, programas de ordenamiento territorial, políticas y alternativas de acción. Sin embargo, cabe señalar que, en esta situación, la evaluación debe ser flexible y acorde con las realidades nacionales, regionales o locales (Luz y Maza, 2007).

### *2.11.1. Desarrollo Sostenible*

El desarrollo sostenible se refiere al uso y la gestión de los recursos naturales, con el objetivo de lograr un equilibrio natural. Al articular estos aspectos, pretendemos un marco de referencia de desarrollo más cercano a las necesidades de la realidad, por lo que las propuestas se centran en este enfoque.

Algunos autores han definido el desarrollo sostenible como el proceso de cambio gradual de la calidad de vida de las personas, situándolas en el centro y como eje del desarrollo, mediante un crecimiento económico acompañado de justicia social, una transformación de los métodos y modelos de producción y la creación de una nueva sociedad socialmente equitativa. Los métodos de producción y los patrones de consumo basados en el equilibrio ecológico y el apoyo vital al medio ambiente son el equilibrio ecológico y el sustento de la región (Muñoz, 2008).

### *2.11.2. Impacto Ambiental*

El impacto ambiental se refiere al efecto causado por una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus diversos aspectos. Técnicamente, es un cambio dela línea de base (medio ambiente), debido a acciones humanas o eventos naturales. Hay 2 tipos de impactos: Impactos en el entorno natural de las actividades económicas, guerras yotras acciones humanas, reforzado por la demografía y el crecimiento económico, un impacto negativo. Estos a menudo incluyen la pérdida de biodiversidad, en forma de ecosistemas empobrecidos, la reducción de los rangos de especies e incluso la extinción derazas locales o especies enteras. Y los impactos globales: La mayor parte de la energía utilizada en diferentes países proviene del petróleo y el gas natural. La contaminación por petróleo es un problema que preocupa a las naciones marítimas, sean o no productoras de petróleo, así como a las empresas industriales involucradas en la extracción y comercialización de este producto. Desde entonces, se han tomado grandes precauciones legales y técnicas internacionales para evitar o reducir la ocurrencia de estos problemas (Gutiérrez y Sánchez, 2009).

### *2.11.3. Factores Ambientales*

Los factores ambientales tienen una influencia significativa en la salud humana. Sepueden

clasificar en biológicos (bacterias, virus, protozoos, toxinas, hongos, alérgenos), químicos orgánicos e inorgánicos (metales pesados, pesticidas, fertilizantes, bifenilos policlorados, dioxinas y furanos), no mecánicos (ruido, vibración, radiaciones ionizantes yno ionizantes, calor, luz, microclima) o mecánicas ( lesiones provocadas de forma intencionada, no intencionada y auto inducida) y psicosociales (estrés, tabaquismo, alcoholismo, conductas sexuales de riesgo, drogadicción y violencia) (Placeres et al., 2007).

### *2.11.4. Aspecto Ambiental*

El aspecto ambiental se refiere a un elemento de la actividad, producto o servicio de una organización que interactúa con el medio ambiente, y el impacto se refiere al cambio que se produce en el medio ambiente como resultado del aspecto, las organizaciones empresariales deben definir los procesos de producción y los procesos en general, su relación con el medio ambiente y su impacto (Gutiérrez y Sánchez, 2009).

### *2.11.5. Caracterización Ambiental Nacional (CAN)*

Según el Acuerdo Ministerial N.º Según el Acuerdo Ministerial N.º 068 (2013), se trata de un proceso de cribado, filtrado, jerarquización, evaluación y estratificación de los proyectos según los impactos que generan, ya sea bajo para la certificación ambiental, medio para el registro ambiental o alto para el licenciamiento ambiental.068 (2013), se trata de un proceso de cribado, filtrado, jerarquización, evaluación y estratificación de los proyectos según los impactos que generan, ya sea bajo para la certificación ambiental, medio para el registro ambiental o alto para el licenciamiento ambiental.

## 2.12. Marco Legal

La Constitución Política de la República del Ecuador

Conforme a lo establecido en la Constitución de la República del Ecuador [CRE] (2008), publicado en el Registro Oficial No. 449 el 20 de octubre de 2008.

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

Art. 15.- "El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. En el Capítulo Séptimo que trata de Los Derechos de la Naturaleza establece" (Constitución, 2008).

Art. 71.- "La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos" (Constitución, 2008).

Art. 72.- "La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados" (Constitución, 2008).

Art. 73.- EI Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional (Constitución, 2008).

Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado. Los servicios ambientales no serán susceptibles a aprobación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado. En el Capítulo Tercero Garantías jurisdiccionales, la Sección Segunda Acción de protección (Constitución, 2008).

Art. 88.- La acción de protección tendrá por objeto el amparo directo y eficaz de los derechos reconocidos en la Constitución, y podrá interponerse cuando exista una vulneración de derechos constitucionales, por actos u omisiones de cualquier autoridad pública no judicial; contra políticas públicas cuando supongan la privación del goce o ejercicio de los derechos constitucionales; y cuando la violación proceda de una persona particular, si la violación del derecho provoca daño grave, si presta servicios públicos impropios, si actúa por delegación o concesión, o si la persona afectada se encuentra en estado de subordinación, indefensión o discriminación (Constitución, 2008).

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: 4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley (Constitución, 2008).

Art. 276.- "El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: 1. Mejorar la calidad y esperanza de vida, y aumentar las capacidades y potencialidades de la población en el marco de los principios y derechos que establece la Constitución" (Constitución, 2008).

Tratado de Rio 1992

El desarrollo del evento de la cumbre de la tierra que fue celebrada en Rio de Janeiro en Brasil en 1992 de cual sale el tratado internacional en el cual todos los Estados que firman, según la capacidad y los recursos de que dispongan, y mediante la cooperación bilateral o multilateral, según proceda, las Naciones Unidas y otras organizaciones competentes, podrían ejecutar las siguientes actividades:

A) Protección y conservación de los recursos hídricos: III) Elaborar planes nacionales para protegery conservar los recursos hídricos;
B) Control y prevención de la contaminación del agua: i) Aplicar, cuando proceda, a todos los tiposde fuentes, el principio de que quien contamina paga, así como el saneamiento in situ y ex situ; II) Promover la construcción de instalaciones de tratamiento para las aguas servidas domésticas y fluentes industriales y desarrollar tecnologías apropiadas, teniendo en cuenta los métodos autóctonos y tradicionales validos; VIII) Fomentar y promover la utilización de aguas residuales debidamente tratadas y purificadas en la agricultura, acuicultura, industria y otros sectores(Tratado de Rio, 1992).

Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente

Trata de la calidad ambiental, en el que reglamenta dirige y organiza toda la información ambiental en el Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA), donde se encargan de “la elaboración de estudios, evaluaciones, controles y límites permisibles en cuanto a impacto ambiental” (TULSMA, 2018).

Art. 1.- Establecen las siguientes políticas básicas ambientales del Ecuador: 1) Reconociendo que el principio fundamental que debe trascender el conjunto de políticas es el compromiso de la sociedad de promover el desarrollo hacia la sustentabilidad. La sociedad ecuatoriana deberá

observar permanentemente el concepto de minimizar los riesgos e impactos negativos ambientales mientras se mantienen las oportunidades sociales y económicas del desarrollo sustentable. (TULSMA, 2018)

Art. 8.- Los proyectos deberán contener la siguiente información: Nombre del proyecto, Área precisa donde se llevará a cabo la investigación, Justificación, Objetivos, Técnicas de observación, Sitios de muestreo y toma de muestras, Materiales y equipos, Resultados esperados, Impactos ambientales potenciales del proyecto, Cronograma de trabajo, incluyendo fecha de entrega de los informes parciales, cuando la investigación tiene más de un año de duración, y del informe (TULSMA, 2018).

Art. 7.- Competencia de evaluación de impacto ambiental. - Le corresponde a la Autoridad Ambiental Nacional el proceso de evaluación de impacto ambiental, el cual podrá ser delegado a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales, metropolitanos y/o municipales a través de un proceso de acreditación conforme a lo establecido en este Libro (TULSMA, 2018).

Art. 8.- Competencia en el control y seguimiento. - La Autoridad Ambiental Nacional es competente para gestionar los procesos relacionados con el control y seguimiento de la contaminación ambiental, de los proyectos obras o actividades que se desarrollan en el Ecuador; esta facultad puede ser delegada a los Gobiernos Autónomos Descentralizados provinciales, metropolitanos y/o municipales, que conforme a la ley están facultados para acreditarse ante el SUMA a través del proceso previsto para la acreditación (TULSMA, 2018).

Art. 19.- Seguimiento ambiental. - El Seguimiento Ambiental de una actividad o proyecto propuesto tiene por objeto asegurar que las variables ambientales relevantes y el cumplimiento de los planes de manejo contenidos en el estudio de impacto ambiental. El Seguimiento Ambiental puede consistir en varios mecanismos: Monitoreo interno, Control, Auditoría, Vigilancia

comunitaria (TULSMA, 2018).

Art. 20.- Participación ciudadana.- La participación ciudadana en la gestión ambiental tiene como finalidad considerar e incorporar los criterios y las observaciones de la ciudadanía, especialmente la población directamente afectada de una obra o proyecto, sobre las variables ambientales relevantes de los estudios de impacto ambiental y planes de manejo ambiental, siempre y cuando sea técnica y económicamente viable, para que las actividades o proyectos que puedan causar impactos ambientales se desarrollen de manera adecuada, minimizando y/o compensando estos impactos a fin de mejorar las condiciones ambientales para la realización de la actividad o proyecto propuesto en todas sus fases (TULSMA, 2018).

CAPITULO III

DE LA REGULARIZACION AMBIENTAL

Art. 21.- Objetivo general. - "Autorizar la ejecución de los proyectos, obras o actividades públicas, privadas y mixtas, en función de las características particulares de éstos y de la magnitud de los impactos y riesgos ambientales" (TULSMA, 2018).

Art. 22.- Inicio y determinación de la necesidad de un proceso de evaluación de impactos ambientales. - Antes de iniciar su realización o ejecución, todas las actividades o proyectos propuestos de carácter nacional, regional o local, deberán someterse al proceso de evaluación de impacto ambiental, de acuerdo con las demás normas pertinentes y a la Disposición Final Tercera de este Título. El promotor presentará a la autoridad ambiental de aplicación responsable (AAA):

A) la ficha ambiental de su actividad o proyecto propuesto, en la cual justifica que dicha actividado proyecto,

B) el borrador de los términos de referencia propuestos para la realización del correspondiente estudio de impacto ambiental (TULSMA, 2018).

Art. 24.- Registro Ambiental. - Es el permiso ambiental otorgado por la Autoridad Ambiental Competente mediante el SUIA, obligatorio para aquellos proyectos, obras o actividades considerados de bajo impacto y riesgo ambiental. Para obtener el registro ambiental, el promotor deberá llenar en línea el formulario de registro asignado por parte del Ministerio del Ambiente para lo cual deberá cumplir con el siguiente procedimiento:

1. Realizar los pagos por servicios administrativos en los lugares indicados por la Autoridad Ambiental Competente.
2. Ingresar la información requerida por la Autoridad Ambiental Competente en el registro automático elaborado para el efecto y disponible en línea. Una vez obtenido el registro ambiental,será publicado por la Autoridad Ambiental Competente en la página web del Sistema Único de Información Ambiental. El Sujeto de control deberá cumplir con las obligaciones que se desprendan del permiso ambiental otorgado (TULSMA, 2018).

Art. 28.- De la evaluación de impactos ambientales. - La evaluación de impactos ambientales es un procedimiento que permite predecir, identificar, describir, y evaluar los potenciales impactos ambientales que un proyecto, obra o actividad pueda ocasionar al ambiente; y con este análisis determinar las medidas más efectivas para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos, enmarcado en lo establecido en la normativa ambiental aplicable (TULSMA, 2018).

Art. 32.- Del Plan de Manejo Ambiental. - El Plan de Manejo Ambiental consiste en varios sub-planes, dependiendo de las características de la actividad o proyecto. El Plan de Manejo Ambiental contendrá los siguientes sub-planes, con sus respectivos programas, presupuestos, responsables,

medios de verificación y cronograma (TULSMA, 2018).

a) Plan de Prevención y Mitigación de Impactos;

b) Plan de Contingencias;

c) Plan de Capacitación;

d) Plan de Seguridad y Salud ocupacional;

e) Plan de Manejo de Desechos;

f) Plan de Relaciones Comunitarias;

g) Plan de Rehabilitación de Áreas afectadas;

h) Plan de Abandono y Entrega del Área;

i) Plan de Monitoreo y Seguimiento.

Art. 34.- Estudios Ambientales Ex Ante (EsIA Ex Ante). - Estudio de Impacto Ambiental. - Son estudios técnicos que proporcionan antecedentes para la predicción e identificación de los impactos ambientales. Además, describen las medidas para prevenir, controlar, mitigar y compensar las alteraciones ambientales significativas (TULSMA, 2018).

CAPITULO VIII

CALIDAD DE LOS COMPONENTES BIOTICOS Y ABIOTICOSSECCIONIDISPOSICIONES GENERALES

Art. 192.- Obligación. - Todas las personas naturales o jurídicas públicas o privadas, comunitarias o mixtas, nacionales o extranjeras están en la obligación de someterse a las normas contenidas en este Libro, previo al desarrollo de una obra o actividad o proyecto que pueda alterar negativamente los componentes bióticos y abióticos con la finalidad de prevenir y minimizar los impactos tanto

si dicha obra, actividad o proyecto está a su cargo, como cuando es ejecutada por un tercero (TULSMA, 2018).

SECCION II

CALIDAD DE COMPONENTES BIOTICOS

Art. 203.- De la minimización de impactos. - Para aquellos proyectos que afecten de forma directa o indirecta áreas con cobertura vegetal primaria, bosques nativos, áreas protegidas, ecosistemas sensibles, se deberá analizar todas las alternativas tecnológicas existentes a nivel nacional e internacional para minimizar los impactos; para el análisis de alternativas se contemplará principalmente el aspecto ambiental (TULSMA, 2018).

Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (RCOA)

El reglamento fue emitido por la Presidencia de la República bajo Decreto #752 el 12 de junio del 2019 en el cual "se permite basarse en la actualidad a como trabajar con respecto al medio ambiente como ciudades sostenibles, bioseguridad, calidad y gestión ambiental" (RCOA, 2019), es aquí donde establece:

BRO PRELIMINARTITULO I

CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE

Art. 3.- Fines. Son fines de este Código: 5. Regular las actividades que generen impacto y daño ambiental, a través de normas y parámetros que promuevan el respeto a la naturaleza, a la diversidad cultural, así como a los derechos de las generaciones presentes y futuras; 7. Prevenir, minimizar, evitar y controlar los impactos ambientales, así como establecer las medidas de

reparación y restauración de los espacios naturales degradados; (RCOA, 2019)

Art. 5.- Derecho de la población a vivir en un ambiente sano. El derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado comprende: 7. La obligación de toda obra, proyecto o actividad, en todas sus fases, de sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental (RCOA, 2019).

Art. 8.- Responsabilidades del Estado. Sin perjuicio de otras establecidas por la Constitución y la ley, las responsabilidades ambientales del Estado son: 5. Promover y garantizar que cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios, asuma la responsabilidad ambiental directa de prevenir, evitar y reparar integralmente los impactos o daños ambientales causados o que pudiera causar, así como mantener un sistema de control ambiental permanente (RCOA, 2019).

Art. 9.- Principios ambientales. En concordancia con lo establecido en la Constitución y en los instrumentos internacionales ratificados por el Estado, los principios ambientales que contiene este Código constituyen los fundamentos conceptuales para todas las decisiones y actividades públicas o privadas de las personas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, en relación con la conservación, uso y manejo sostenible del ambiente. Mejor tecnología disponible y mejores prácticas ambientales. El Estado deberá promover en los sectores público y privado, el desarrollo y uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto, que minimicen en todas las fases de una actividad productiva, los riesgos de daños sobre el ambiente, y los costos del tratamiento y disposición de sus desechos. Deberá también promover la implementación de mejores prácticas en el diseño, producción, intercambio y consumo sostenible de bienes y servicios, con el fin de evitar o reducir la contaminación y optimizar el uso del recurso natural (RCOA, 2019).

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 (RCOA, 2019).

Art. 141. Áreas de protección hídrica. -La Autoridad Única del Agua establecerá y delimitará las áreas de protección hídrica. La Autoridad Ambiental Nacional las integrará al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, mediante declaratoria; y determinará la categoría de manejo y el subsistema que les corresponda (RCOA, 2019).

LIBRO TERCERO

DE LA CALIDAD AMBIENTALTITULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Art. 159.- Carácter sistémico de las normas ambientales. Las normas ambientales serán sistémicas y deberán tomar en consideración las características de cada actividad y los impactos que ellas generan. El diseño, la elaboración y la aplicación de las normas ambientales deberán garantizar la calidad de los componentes físicos del ambiente, con el propósito de asegurar el buen vivir y los derechos de la naturaleza (RCOA, 2019).

Art. 162.- Obligatoriedad. Todo proyecto, obra o actividad, así como toda ampliación o modificación de estos, que pueda causar riesgo o impacto ambiental, deberá cumplir con las

disposiciones y principios que rigen al Sistema Único de Manejo Ambiental, en concordancia con lo establecido en el presente Código (RCOA, 2019)

Art. 165.- Competencias de los Gobiernos Autónomos Descentralizados. Las competencias referentes al proceso de evaluación de impactos, control y seguimiento de la contaminación, así como de la reparación integral de los daños ambientales deberán ser ejercidas por los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales, Metropolitanos y Municipales, a través de la acreditación otorgada por la Autoridad Ambiental Nacional, conforme a lo establecido en este Código (RCOA, 2019).

CAPITULO V

CALIDAD DE LOS COMPONENTES ABIOTICOS Y ESTADO DE LOS COMPONENTES BIOTICOS

Art. 192.- De la calidad visual. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados competentes controlarán que las obras civiles que se construyan en sus circunscripciones territoriales guarden armonía con los lugares donde se las construya en especial de los espacios públicos, con el fin de minimizar los impactos visuales o los impactos al paisaje, de conformidad con la normativa expedida para el efecto (RCOA, 2019).

CAPITULO II

GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS

Art. 229.- Alcance y fases de la gestión. La gestión apropiada de estos residuos contribuirá a la prevención de los impactos y daños ambientales, así como a la prevención de los riesgos a la salud humana asociados a cada una de las fases. Las fases de la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos serán determinadas por la Autoridad Ambiental Nacional (RCOA, 2019).

Art. 317.- Infracciones graves. Las siguientes infracciones se considerarán graves y se les aplicará,

además de la multa, las siguientes: 13. El inicio de un proyecto, obra o actividad categorizada como de mediano impacto sin la autorización administrativa. Para esta infracción aplicará la multa; 14. El no informar dentro del plazo de 24 horas a la Autoridad Ambiental Competente por parte del operador de la obra, proyecto o actividad acerca de situaciones de emergencia, accidentes e incidentes que hayan ocasionado o pudiesen ocasionar daños ambientales. Para esta infracción se aplicará, según corresponda, la sanción contenida en el numeral 4 del artículo 320; 16. El incumplimiento del plan de manejo ambiental en el cual no se hayan aplicado los correctivos ordenados por la Autoridad Ambiental Competente. Para esta infracción se aplicará, según corresponda, la sanción contenida en el numeral 5 del artículo 320 (RCOA, 2019).

Art. 626.Obligaciones. - Los generadores tienen las siguientes obligaciones: a) Manejar adecuadamente residuos o desechos peligrosos y/o especiales originados a partir de sus actividades; b) Identificar y caracterizar, de acuerdo con la norma técnica correspondiente; c) Obtener el Registro de generador de residuos o desechos peligrosos y/o especiales ante la Autoridad Ambiental Nacional, y proceder a su actualización en caso de modificaciones en la información. El Registro será emitido por proyecto, obra o actividad sujeta a regularización ambiental (RCOA, 2019).

Art. 758. Control municipal. -Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales en cuya jurisdicción se encuentren zonas de playa y franja adyacente de titularidad del Estado controlarán,

en el marco de sus competencias, que no se incurra en las prohibiciones previstas en el Código Orgánico del Ambiente. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales podrán establecer otras prohibiciones y regulaciones con fines de preservación del patrimonio natural y cultural, siempre y cuando no se contrapongan o reduzcan el ámbito de acción de la norma

nacional. Los eventos turísticos o artísticos que se realicen en dicha zona y franja deberán contar con los respectivos permisos y autorizaciones emitidas por las autoridades competentes, conforme la legislación vigente (RCOA, 2019).

Art. 759. Descargas. -Se prohíbe la descarga de desechos a las playas, la franja adyacente de titularidad del Estado y el mar. No se podrán descargar aguas residuales operacionales que no cumplan lo establecido en las normas nacionales que regulan los límites permisibles de descarga, y los convenios internacionales. Las aguas de lastre deberán ser descargadas tomándose como referencia lo establecido en el Convenio sobre la Gestión de Aguas de Lastre y Sedimentos (RCOA, 2019).

# 3. MATERIALES Y MÉTODOS

## 3.1. Materiales

Los materiales utilizados se establecen en 2 etapas, la primera representa a la fase de campo y medición de caudal, la segunda es la etapa referente a los análisis de laboratorio como: demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, turbidez, sólidos suspendidos, totales y sedimentables.

### *3.1.1. Materiales para el muestreo in situ*

Para el muestro en la fase de campo y medición de caudal se utilizaron los siguientes materiales que visualiza en la Tabla 16:

**Tabla 16**
*Materiales utilizados en la toma de muestra.*

| Materiales | Características |
|---|---|
| Jarra | Capacidad de 400 ml |
| Cuerda | Longitud 2 m |
| Botellas plásticas recicladas | Capacidad entre 300 ml a 5 L |
| Marcador | Permanente |
| Cinta adhesiva | |
| Guantes | Látex |
| Teléfono inteligente | |

Elaborado por: La autora.

### *3.1.2. Materiales utilizados para los análisis de laboratorio.*

Los materiales que se presentan en la Tabla 17 corresponden a los utilizados para el análisis de laboratorio que se llevaron a cabo en la Universidad Politécnica Salesiana y que la misma proporciono para su uso.

**Tabla 17**
*Materiales utilizados en el laboratorio.*

| Material | Características |
|---|---|
| Pipetas | Capacidad 2,5 y 10 mL |
| Probetas | Capacidad 50 mL |
| Vasos de precipitación | Capacidad 50 a 400 mL |
| Jeringuillas | Capacidad 2 mL |
| Cono Imhoff | Capacidad 100 mL |
| Crisoles | Capacidad 50 mL |
| Balones aforados | Capacidad 1000 mL |
| Agitador magnético | |
| Pinza | |
| Piceta | Capacidad 500 mL |
| Desecador | |
| Elementos de protección personal como gafas, guantes de quirúrgicos, bata y tapabocas. | |
| Pera de hule | |

*Elaborado por: La autora*

### *1.1.1. Equipos utilizados en laboratorio*

A continuación, se presentan los equipos usados para el análisis de lascaracterísticas del agua residual, de detallan en la Tabla 18

**Tabla 18**
*Equipos utilizados para los análisis de laboratorios.*

| EQUIPO | MODELO |
|---|---|
| pH – metro | Hanna Intruments |
| Turbidímetro | Orbeco Hellige |

| EQUIPO | MODELO |
|---|---|
| Equipo OD | Mettler Toledo |
| Mufla | Hanna Intruments |
| Estufa | Boekel |
| Balanza Analítica | Mettler Toledo |
| Espectrofotómetro de absorción atómica | |
| Medidor de DQO | Hanna Intruments |
| Plancha de agitación | |

Elaborado por: La autora.

## 3.2. Metodología

### *3.2.1. Ubicación del sitio de muestreo.*

El presente proyecto se llevó a cabo en la parroquia de Canchagua perteneciente alcantón Saquisilí, para el punto del muestreo se determinó una familia que no tenga fosa séptica instalada en su hogar, el punto de muestreo se tomó en el sistema de alcantarillado antes del efluente a la quebrada ubicada en la parroquia, cuyas coordenadas UTM son 757987.27E y 9909038.35N.

### *3.2.2. Metodología en la fase de campo*

#### 3.2.2.1. Muestreo del Agua Residual.

Antes de iniciar con la toma de muestra, es necesario usar un GPS o un teléfono inteligente que le permita usar una aplicación con las mismas funciones, para determinar las coordenadas UTM del lugar y de la misma manera lo usaremos para tomar la temperatura en los diferentes días de muestreo.

El método de muestreo dependerá de los aspectos y recursos disponibles, se busca obtener una muestra representativa y conocer las características del agua residuales, para esto se consideran 4 aspectos necesarios, como: el lugar de muestreo, el horario adecuado de la muestra, el clima y la técnica óptima para la recolección de la muestra.

Para esta investigación se utilizó un muestreo compuesto para lo cual se recolecto 5 muestras simples de 5 alícuotas de 1L en intervalos de 30 min desde las 6h30 am hasta 8h30 pm en tres días de semanas diferentes. Se recolecto el agua residual con ayuda de una jarra con capacidad de 400 mL, que se lavó previamente con el agua residual por tres ocasiones, para que se adapte a las condiciones del efluente, posterior a esto se almaceno el agua residual en botellas plásticas y se transportó en un contenedor previamente con hielo a los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana.

### *3.2.3. Medición de Caudal.*

Para la determinación del caudal de la parroquia de Canchagua, se utilizó el método volumétrico. Este método consiste en llenar un recipiente de volumen conocido y tomar eltiempo de llenado con ayuda de un cronometro, para así determinar el caudal del lugar. Para la medición del caudal se utiliza la siguiente fórmula.

*Ecuación 1. Fórmula para calcular el caudal volumétrico*

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde,

$Q: Caudal, \left[\frac{L}{s}\right]$

*V: Volumen del recipiente, [L]*

*T: Tiempo de llenado, [s]*

Se realizaron 10 repeticiones para obtener un valor más exacto del caudal en el punto de muestreo. Estas repeticiones se realizaron cada 5 min, durante 2 días en horarios de la 6h30 a 8h30 am.

### *3.2.4. Metodología de análisis de laboratorio*

#### 3.2.4.1. pH.

Primero se colocó 3 vasos de precipitación con la muestra del día 1, con un volumende 200 mL de esta manera se obtienen las 3 repeticiones. Para la medición de este parámetro se utilizó un pH – metro de la marca **HANNA INSTRUMENTS Combo pH y ORP**; se introdujo el electrodo en la muestra; se presiona el botón "SET / HOLD" y se espera a que el reloj pare y se obtiene el valor del pH.

### *3.2.5. Temperatura*

Se utilizó el mismo equipo anteriormente usado en el pH, que al colocarlo en la muestra se muestra en el lector, y se toma el valor pasado 1 min.

### *3.2.6. Conductividad*

Se utiliza el mismo equipo **HANNA INSTRUMENTS Combo pH y ORP,** para la determinación de la conductividad debemos presionar "SET/HOLD" para cambiar a las medidas de este parámetro que son µS/cm; se introduce el equipo y se mide la conductividad.

### *3.2.7. Oxígeno disuelto.*

Para la determinación del oxígeno se utilizó el equipo de la marca **Horiba Scientific 9HMOO14**, y de igual forma se colocó tres vasos de precipitación para simular las 3 repeticiones; se introduce la sonda y se presiona el botón "MEAS", en la pantalla aparece

HOLD y cuando este se detiene se puede tomar el valor.

### *3.2.8. Determinación de sólidos*

#### 3.2.8.1. Sólidos Totales (ST).

Para determinar la cantidad de sólidos totales se llevó a cabo un proceso evaporización de una muestra compuesta de agua residual en tres crisoles de porcelana de 100 ml.

Se procedió a colocar los crisoles en la estufa a una temperatura de 105ºC por 2 horas, luego se lo coloca en el desecador y se deja enfriar por 20 min y se pesa en la balanza analítica

Posteriormente se añaden en cada uno de los crisoles 50 ml del agua residual y se los coloca en una estufa a una temperatura constante de 105ºC, donde se evaporará el agua residual en 20 horas. Finalmente se deja enfriar la mezcla durante 20 minutos en un desecador y se pesa.

La fórmula para determinar la concentración de los sólidos totales es:

$$ST\ (^{mg}/_{L}) = \frac{(A - B) * 1000}{V\ (l)}$$

Siendo,

A: peso de la cápsula + la muestra seca, (mg)

B: peso de la cápsula vacía, (mg)

V: volumen de la muestra, (mL).

#### 3.2.8.2. Sólidos Suspendidos.

Para la determinación de sólidos suspendidos, se usó el papel filtro cualitativo (5) con porosidad baja 3-5UMPK/100 de la marca CHMLAB, por cada muestra se utilizó tresfiltros, antes de su uso se debe colocarlos en la estufa a una temperatura de 105ºC por 24horas. Pasado este tiempo se los deja enfriar en el desecador y posteriormente se los pesa. Para el proceso de filtración se utiliza una bomba de vacío, para instalar es necesario colocar vaselina en el inicio del matraz y en la entrada de la manguera para que luego del proceso se pueda desinstalar con mayor facilidad.

Se coloca el filtro entre el embudo de infiltración y el matraz, se enciende la bomba, y se vierte 100 mL de la muestra a través de la lámina de papel filtro.

Cuando el filtro se encontraba seco, se desinstala la bomba de vacío y se lo retira, y finalmente se pesa.

#### 3.2.8.3. Sólidos Sedimentables (SS).

Para determinar los sólidos sedimentables, se usó los conos Imhoff, se llena el volumen total del cono, en este caso 1000mL de la muestra, se lo deja en reposo por un período de 60 min; pasado el tiempo se toma los valores de sedimento, en este caso se utilizó 3 conos para solventar las repeticiones necesarias.

Para la determinar la concentración de sólidos sedimentables se utiliza la siguiente formula.

*Ecuación 2. Fórmula para determinar la concentración de sólidos sedimentables.*

$$SS = \frac{Volumen\ sedimentado\ (mL)}{Volumen\ de\ la\ muestra\ en\ el\ cono\ Im\square off\ (L * h)}$$

### *3.2.9. Demanda Química de Oxigeno*

Para determinar la DQO, se usan viales Chemical Oxygen Demand, COD MR (rango medio 15-1200 mg/L) -HANNA. Para realizar el análisis de las 3 repeticiones se siguió el siguiente procedimiento:

**1)** Se precalienta el digestor de DQO DigiPREP CUBE-SCP SCIENCE hasta que llegue a una temperatura de 150 ºC presionando el botón <┘**.**

**2)** Para este tipo de muestra se optó por hacer dilución 1:1 de agua destilada con agua de la muestra de agua residual.

**3)** Se debe preparar el blanco, para ello utilizamos una jeringa de 1 mL, tomamos 2 mL de agua residual asegurándonos que no se hayan producido burbujas y se coloca en el vial previamente destapado a una inclinación a 45º, ce cierra el vial y para obtener una mezcla homogénea se lo agita tres veces.

**4)** Para la preparación de los tres viales de la muestra de agua residual, se coloca la muestra diluida y homogenizada en tres diferentes vasos de precipitación para tomar en cuenta las tres repeticiones, se usó la jeringa y se colocó 2 mL de la muestra en cada vial a una inclinación de 45º evitando la producción de burbujas, de igual manera se agito los viales para asegurarnos que la muestra será homogénea. (*Nota: es importante señalar los viales con el número de muestra y también diferenciar el blando para evitar confusiones*).

**5)** Una vez el digestor llego a los 150º C que es su temperatura deseada, se colocó los viales de las muestras juntamente con el blanco, optando por este colocarlo al centro de los demás,

permanecen por un período de 2 horas.

**6)** Una vez finalizado el tiempo solicitado, es necesario apagar el equipo y retirar los viales, posterior a esto, se colocó los viales en una gradilla por 20 minutos para su enfriamiento y posterior lectura.

**7)** Para la lectura de la DQO se utiliza el fotómetro Multiparameter Photometer with COD y se selecciona "demanda química de oxígeno en rango medio".

**8)** Se colocó el adaptador del vial en el equipo y se procedió a introducir el vial del blanco para poder encerar el equipo, se presionó la tecla "CERO" para que el equipo lo lea y se muestre en la pantalla "-0.0- ", así se podrá colocar los otros viales. (*Nota: es necesario llevar a cabo este procedimiento antes de colocar cada vial correspondiente a la muestra).*

**9)** Se retira el blanco y se introduce el primer vial hasta el fondo esperando escuchar un sonido similar al "clic", se oprime el botón "Leer" y el equipo muestra el valor del parámetro en mg/L, del cual se toma lectura, este procedimiento se realiza por cada vial.

### *3.2.10. DBO5*

Para la determinación de la $DBO_5$, se utilizó el método "Winkler", plasmado en las Normas APHA-AWWA-WPCF, 1992, para el análisis de las tres repeticiones se utilizó como guía el siguiente procedimiento.

1. Primeramente, se preparó el agua de dilución, la cual señala que, por cada litro de agua de dilución se debe añadir un mililitro 1 mL de las siguientes soluciones; regulador de fosfatos pH 7.2; sulfato de magnesio ($MgSO_4$); cloruro de calcio ($Ca\ Cl_3$) y cloruro de hierro ($Fe\ Cl_3$), para la recolección se utiliza una pipeta de 1 mL y se afora el agua de dilución colocada en un vaso de precipitación hasta los 1000 mL.
2. Una vez preparada el agua de dilución, se coloca el vaso de precipitación sobre una plancha de

agitación magnética por 30 min a 7 rpm y sin temperatura, esto se realiza para airear el agua. Finalmente, se lo colocó en un balón aforado de 1000 mL, este procedimiento se realizó hasta obtener 6000 mL del agua de dilución.

3. Como técnica de dilución, se optó por preparar 2 frascos para la muestra y uno para el blanco, para prepararlos, se deben añadir cantidades adecuadas de muestra a los frascos Winkler de acuerdo con la $DBO_5$, para este análisis los volúmenes de alícuotas se utilizaron 2 y 5 mL de agua residual debido a los valores que oscilan entre 120 a 300 por ello se optó por ambos volúmenes para elegir cual es el mejor.
4. El procedimiento consta en colocar 150 mL del agua de dilución en un vaso de precipitación y colocar los volúmenes de la alícuota con ayuda de una jeringuilla de 1mL asegurándose que no se produzcan burbujas, después se mide con el equipo de OD para determinar el oxígeno disuelto considerado como la DBO inicial, para ello se presiona el botón "MEAS", en la pantalla se reflejaron varias medidas, pero la lectura se realiza cuando el "HOLD" se haya detenido. Finalmente, se colocó en el frasco Winkler y se aforo con agua de dilución hasta que la muestra se derrame y se coloca el tapón que viene con el frasco.
5. Como último paso se procede a colocar en la incubadora que debe está en los 20ºC ± 1ºC, se debe tomar el la hora y fecha que se ingresó las botellas, para que pasado los 5 días se haga la medición en los mismos horarios.
6. Para la lectura de los valores, se los tomo al pasar 5 días, se retira los frascos Winkler fuera de la incubadora y en este caso por el tamaño de la sonda, se optó por traspasar el contenido para poder utilizar el equipo OD, que indica la cantidad de DBO expresada en mg/L, para ello se coloca la sonda; se presiona "MEAS" y se espera a que el "HOLD" se detenga y ese sería el valor del parámetro medido. (*Nota*; en este proyecto se realizó de esta manera por el tamaño de la sonda

que impide insertarlo en el frasco Winkler, por lo mismo se recomienda verter el contenido del frasco lo más despacio posible).

7. Para determinar el valor de la DBO se utilizó la siguiente formula:

*Ecuación 3. Fórmula para determinar la Demanda Bioquímica de oxígeno a los 5 días*

$$DBO\ \left(\frac{mg}{L}\right) = \frac{(D_1 - D_2) - (B_1 - B_2)f}{P}$$

D1 = OD de la muestra diluida inmediatamente después de su preparación, [mg/l] D2 = OD de la muestra diluida después de 5 días de incubación a 20º C, [mg/l]

P = fracción volumétrica decimal de la muestra utilizada.

B1 = OD del control de simiente antes de la incubación, [mg/l] B2 = OD del control de simiente después de la incubación, [mg/l]

f = proporción de la simiente en la muestra diluida con respecto a la del control de simiente = (% de simiente en la muestra diluida) / (% de simiente en el control de simiente).

#### 3.2.10.1. Prueba de jarras

***Tabla 19***
*Materiales, equipos y reactivos.*

| Equipo | Marca |
|---|---|
| Prueba de jarras | Velp Scientifica |
| Equipo | Marca |
| Balanza Analítica | Mettler Toledo |
| pH metro | Hanna Instruments |
| Sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)$ | |
| PAC | |

***Nota*:** Materiales para la prueba de jarras. Elaborado por: La autora

Procedimiento:

1. Se mezcló el agua residual para tener una muestra homogenizada.
2. Se tomó los valores de pH para ver si no se excedía los límites permitidos en este tratamiento, si fuese el caso se utilizó ácido sulfúrico para rebajar la muestra.
3. Posterior a esto se pesó las dosis elegidas de cada uno de los coagulantes en este caso se optó por 10pmm, 100 ppm y 500 ppm de Sulfato de Aluminio $Al2(SO4)$ y PAC (COAGULANTE INORGÁNICO A BASE DE SAL POLIMERICA DE POLICLORURO DE ALUMINIO).
4. Se procede a bajar las paletas de agitación y a preparar con jeringas las soluciones de coagulante-floculante y sus diferentes dosis.
5. Se configuro la velocidad rápida de 100rpm por 3 minutos y se inició la corrida, de igual manera se dosifico el coagulante – floculante que en las tres primeras jarras fueron $0.01g, 0.1g$ y 5g de PAC y en las otras tres restantes se utilizó las mismas cantidades, pero de sulfato de aluminio, se presentan en concentraciones de 10 ppm, 100ppm y 500ppm.
6. Finalizado la velocidad rápida se procedió a reducir la velocidad a 20 rpm y se lo dejo por 20

minutos.

7. Pasado el tiempo se deja sedimentar por 30 minutos y después se mide los valores de pH y turbidez, y se eligió mejor dosis de coagulante- floculante donde se presente menor turbidez.
8. Se realizó el mismo procedimiento, pero ahora mezclando el Sulfato de Aluminio y el PACen las mismas cantidades ya mencionadas para determinar si la mezcla nos daría menor turbidez.

### 3.3. Metodología del Diseño

Para el diseño del tanque séptico se realizó en un predio de una familia perteneciente a la comunidad, la familia consta de 10 integrantes se estable que para la construcción se debe utilizar hormigón armado de la misma manera se recomienda se recubra con geo textil con la finalidad de garantizar su impermeabilidad. La duración de estas unidades de tratamiento se ha previsto por lo menos 15 años tiempo en el cual ya se tendrá el sistema hidráulico municipal para conducir dichas aguas hasta la planta de tratamiento.

Para la evacuación de las aguas servidas de la zona consolidada de Manchacaso se ha considerado un sistema hidráulico con tuberías de poli vinil cloruro PVC que conducirá el flujo hasta la planta de tratamiento. Para el diseño de este sistema hidráulico de tuberías se utilizó el programa SewerCad el mismo que determina el diámetro óptimo de las tuberías previo a comprobar que se cumpla las normas de diseño como son: velocidad mínima de flujo, cobertura mínima de las tuberías, pendiente longitudinal mínima, tipo de flujo que se genera y los resaltos hidráulicos que se producen al momento de variar las pendientes longitudinales en las zonas de influencia de los pozos de revisión.

### *3.3.1. Caudal de diseño*

Para calcular el caudal de diseño, es necesario determinar los tipos de aguas residuales que lleganal sistema de alcantarillado, en el caso de las comunidades se presentan:

- Aguas residuales domésticas
- Conexiones clandestinas
- Contribución por infiltración

El caudal medio diario de los sistemas de aguas residuales sanitarias para las aguas residuales domésticas se calcula al principio y al final del periodo de diseño y es igual al producto de la población contribuyente y el suministro de agua potable multiplicado por el coeficiente de retorno.

*Ecuación 4. Cálculo del caudal de diseño*

$$Qm = C\frac{PD}{86400}$$

Donde:

Qm = Caudal medio diario [l/s]

C = coeficiente de retorno [0.8]

P = Población [hab]

D = Dotación [l/hab/día]; la dotación establecida en el PDOT de la parroquia es de 60.

$$Qm = 0.8\frac{20*60}{86400} = 0.0056\ l/s$$

$$0.005556\frac{l}{s} * \frac{1\ m^3}{1000l} = 1.11 * 10^{-5}\frac{m^3}{s}$$

### *3.3.2. Cálculo de la trampa de grasas*

**Tabla 20**
*Aceites y Grasas*

| Parámetros | Unidades | Muestra |
|---|---|---|
| Aceites y grasas | mg/L | 68 |

La trampa de grasas se calcula a través de las siguientes ecuaciones:

*Ecuación 5. Cálculo del Volumen de la trampa de grasas*

$$V_{trampa\ grasa} = t_v * 2C_{GYA} * Q$$

Donde:

$V_{trampa\ grasa}$: Volumen para la trampa de grasa, $[m^3]$

$t_v =$ Tiempo de vaciado de la trampa de grasa, $[día]$

$C_{GYA} =$ Concentración de grasas y aceites, $[\frac{mg}{l}]$

$$V_{trampa\ grasa} = 15\ días * 2 * 68\ \frac{mg}{L} * 0.96\frac{m^3}{día} * \frac{1000La}{1m^3a} * \frac{0.001m^3G}{700gG} * \frac{1gG}{1000mgG}$$

$$V_{trampa\ grasa} = 2.80x10^{-3}$$

$$V_{caja\ pequeña} = \frac{2.80x10^{-3}m^3}{2}$$

$$V_{caja\ pequeña} = 1.4x10^{-3}m^3$$

*Ecuación 6. Relaciones de tamaño. Fuente: (Sánchez y Martínez, 2015).*

$$L = 2a = 3h$$

Se reemplaza valores:

$$L * \frac{L}{3} * \frac{L}{2} = 1.4x10^{-3}$$
$$L = \sqrt[3]{1.4x10^{-3} * 6}$$
$$L = 0.20$$
$$a = \frac{L}{2}$$
$$a = \frac{0.20\ m}{2}$$
$$a = 0.1m$$
$$h = \frac{L}{3}$$
$$h = \frac{0.20}{3}$$
$$h = 0.06m$$

*Ecuación 7. Dimensionamiento. Fuente: (Romero, 2016).*

$$V_{trampa\ grasa} = o * m * n$$

Donde:
m:2/3 h

n: 2/3 L

o: a

Reemplazo valores:

$$o = a$$

$$o = 0.1m$$

$$m = \frac{2}{3}h$$

$$m = \frac{2}{3}(0.06m)$$

$$m = 0.04m$$

$$n = \frac{2}{3}L$$

$$n = \frac{2}{3}(0.20m)$$

$$n = 0.1m$$

### *3.3.3. Cálculos para el diseño de la criba*

En el diseño de la criba se han utilizado las siguientes:

*Ecuación 8. Para pérdidas en rejillas, expresión clásica para orificios. Fuente: (Romero, 2016,p. 289).*

$$h = \frac{1}{2g} * (\frac{Q}{c * Ae})^2$$

Donde:
h: Altura, [m]
g: Gravedad, [9.81 m/$s^2$]
Ae: Área específica, [$m^2$]
c: Coeficiente de descarga, [0.003]
Q: Caudal de agua residual, [$m^3/s$]

*Ecuación 10. Deducción del teorema de Pitágoras. Tomado de: (Metcalf y Eddy, 1995).*

$$A_e = L * a$$

Donde:

Ae: Área específica, [$m^2$]

L: Largo, [m]

a: Ancho, [m]

*Ecuación 11. Ecuación 5 y 6 reemplazadas en ecuación 8. Tomado de: (Metcalf y Eddy, 1995).*

$$L = \sqrt[3]{\frac{1.4142}{2g} * (\frac{Q}{c * a})^2}$$

Reemplazar valores:

$$L = \sqrt[3]{\frac{1.4142}{2g} * (\frac{Q}{c * a})^2}$$

$$L = \sqrt[3]{\frac{1.4142}{2(9.81\frac{m}{s^2})} * (\frac{1.11x10^{-5}\ m^3/s}{0.003 * 0.4m})^2}$$

$$L = 0.018m$$

$$A_e = L * a$$

$$A_e = 0.018 * 0.4$$

$$A_e = 0.0073$$

$$h = \frac{L}{1.4142}$$
$$h = \frac{0.018}{1.4142}$$
$$h = 0.012\ m$$

**Tabla 21**

*Características de las rejillas*

| **Características** | **De limpieza manual** | **De limpieza mecánica** |
|---|---|---|
| Ancho de las barras | 0.5 – 1.5 cm | 0.5 – 1.5 cm |
| Profundidad | 2.5 – 7.5 cm | 2.5 – 7.5 cm |
| Abertura o espaciamiento | 2.5 – 5.0 cm | 1.5 – 7.5 cm |
| Pendiente con la vertical | 30º - 40º | 0º - 30º |
| Velocidad de acercamiento | 0.3 – 0.6 m/s | 0.6 – 1 m/s |
| Perdida de energía permisible | 0.5 – 1.5 cm | 0.5 – 1.5 cm |

*Nota*: En la siguiente tabla se muestran los valores característicos de las rejillas.

Fuente: Adaptado de Romero (2016, p.288).

*Ecuación 12. Número de barrotes. Fuente: (Romero, 2016).*

$$n = \frac{a - t}{t + b}$$

Donde:

n: Número de barrotes

a: Ancho del canal, [m]

t: Separación entre barras, [0.025m]

b: Ancho de barras, [0.015m]

Se reemplaza valores:

$$n = \frac{0.4 - 0.025}{0.025 + 0.015}$$

$$n = 9$$

### *3.3.4. Cálculo para el diseño del desarenador*

El desarenador es un tanque profundo cuya finalidad es separar la arena y los sólidos gruesos en suspensión de las aguas residuales mediante un proceso de sedimentación en un tiempo pre calculado. El tanque de la misma manera tiene una cámara que ralentiza y reduce la velocidad del afluente para mejorar las características de sedimentación, de la misma forma se utiliza para retener las partículas más grandes que no fueron retenidas por los tamices (Rogel y Gallardo, 2014).

El diámetro de las partículas a sedimentar debe incluir valores iguales o superiores a 0,2 mm (Romero Rojas, 2010).

El diseño del desarenador se calcula a partir del caudal y tiempo de sedimentación.

Q: Caudal, $[m^3/s]$

T: Tiempo de sedimentación; 900 segundo, [s]

$$V_{tamque\ desarenador} = Caudal\ x\ tiempo, [m^3]$$

*Ecuación 13. Cálculo del volumen del desarenador*

$$V_{tanque\ desarenador} = Q * T$$

$$V_{tanque\ desarenador} = 1.11x10^{-5}\frac{m^3}{s} * 900s * 6$$

$$V_{tanque\ desarenador} = 0.06\ \frac{m^3}{s}$$

Área superficial

El área superficial se determina a partir del valor del volumen y de la profundidad que tendrá el desarenador, el valor de calado es de 1.2 metros así no habrá problemas al momento de retirar lodos (Rogel y Gallardo, 2014).

*Ecuación 14. Cálculo del área superficial*

$$A = \frac{V}{P}$$

Donde:

V: volumen, [$m^3$]

P: calado, [m]

$$A = \frac{0.06m^3}{1.2\ m}$$

$$A = 0.05m^2$$

Relación largo/ancho

*Ecuación 15. Largo y ancho determinados por medio de relaciones adecuadas para dimensionar sedimentadores. Fuente: Romero (2010).*

$$\frac{3}{1} = \frac{L}{a}$$

Donde

L: largo

A: ancho

$$L = 3 * a$$

$$A = L * a$$

$$A = 3a^2$$

$$a = 0.4m; L = 1.2m$$

**Tabla 22**
*Dimensiones de desarenador*

| **Parámetro** | **Medida** |
|---|---|
| Caudal | $1.11x10^{-5}$ |
| Tiempo de sedimentación | 15 min |
| Tiempo de retención hidráulica | 1.2 horas |
| Profundidad | 1.2 m |
| Volumen | $0.06m^3$ |
| Área superficial | 1.2 $m^2$ |
| Ancho | 0.4 |
| Largo | 1.2 m |

*Nota*: La tabla 22 muestra las dimensiones del desarenador. Elaborado por: La autora.

### *3.3.5. Cálculos para el diseño del tanque.*

Para los datos de dotación se los tomó de la información del Plan de Ordenamiento Territorial actual de la parroquia de Canchagua. Las fórmulas se obtuvieron de Metcalf y Eddy "Wastewatter Engineering".

Los datos de DBO5 y DQO se obtuvieron del promedio de los análisis realizados.

Datos para el diseño

| | | |
|---|---|---|
| Población | 10 | hab |
| Dotación | 60 | L/hab * dia |
| DQO | 455 | mg/L |
| DBO 5 | 266 | mg/L |
| DBO10 | 290 | mg/L |
| AR | 70 | % |
| Saquisili | 10 | C |
| Norma | 100 | mg/L |
| Valor de k | 0,23 | d-1 |

Valores de DBO5 y DQO para obtener el tiempo

| DQO | | | DBO 5 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 455 | - | | 266 | 189 |
| DQO | | | DBO10 | | |
| | 455 | - | | 290 | 165 |

Ìndice de biodegradabilidad *Ecuación 1. Ìndice de*

Ìndice de biodegradabilidad = 0,58

*Ecuación 2. Cálculo de k*

$$k = -\frac{\ln(\frac{C}{C_o})}{2}$$

$$K = -\frac{\ln(\frac{165}{189})}{2} = 0{,}067d^{-1}$$

*Ecuación 3. Corregir k*

$$k_{20} = 0{,}067 * 1{,}135^{(10-20)}$$

$$K_{20} = 0{,}018d^{-1}$$

$$t_5 = -\frac{\ln(\frac{50}{189})}{0{,}018} + 5 = 78.87$$

$$t_{10} = -\frac{ln(\frac{50}{165})}{0{,}018} + 10 = 76{,}3200$$

*Ecuación 4. Cálculo del volumen de la fosa séptica*

$$V = Dotación \ * \text{hab} * \%\text{AR} * \text{t}[m^3]$$

$$V = \frac{60\ lts}{hab * día} * 10\ hab * 0{,}7 * 76.3 * \frac{1m^3}{1000lts}$$

$$V = 32{,}0544m3$$

$$L = 2a = 3h$$

$$h \geq 3m$$

$$32.0544 = L * \frac{L}{2} * \frac{L}{3}$$

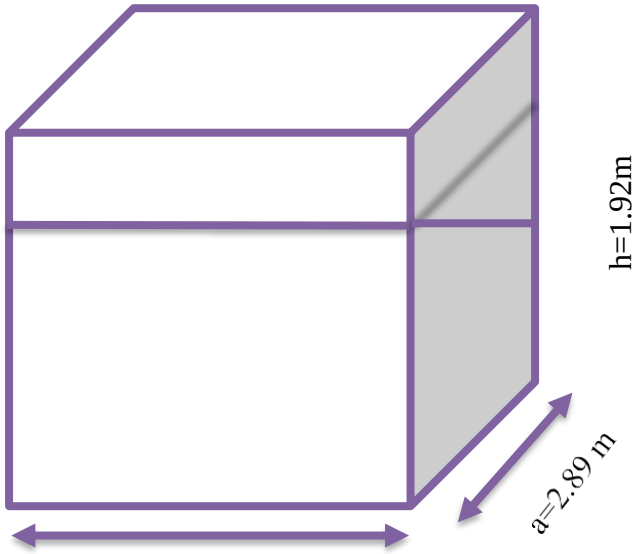
$$L = \sqrt[3]{6 * 32.0544}$$

$$L = 5.7723m$$

$$a = \frac{5.7723}{2} = 2.8862\ m$$

$$h = \frac{7{,}2726}{3} = 1.9441$$

Dimensiones del Tanque




### *3.3.6. Cálculo del tanque sedimentador*

Según Metcalf y Eddy para el diseño del sedimentador primario es necesario emplear un tiempo de retención de 15 minutos.

*Ecuación 20. Cálculo del volumen del sedimentador*

$$V = Q * T_r$$

Donde:

V: volumen, $[m^3]$

Q: caudal de diseño, $[\frac{m^3}{min}]$

$t_r$: $tiempo\ de\ retencion, [min]$

$$V = 0.010m^3$$

Dimensiones de acuerdo Sánchez Martínez, (2015):

*Ecuación 21. Dimensiones del sedimentador. Fuente Sánchez Martínez (2015)*

$$L = 5h = 2a$$

$$V = a * L * h$$

$$V = \frac{L}{2} * L * \frac{L}{5}$$

$$V = \frac{L^3}{10}$$

$$L = \sqrt[3]{10 * V}$$

$$L = \sqrt[3]{10 * 0.010m^3}$$

$$L = 0.46m$$

Entonces:

$$a = \frac{L}{2}$$

$$a = \frac{0.46m}{2}$$

$$a = 0.23m$$

$$h = \frac{L}{5}$$

$$h = \frac{0.46m}{5}$$

$$h = 0.09m$$

La tolva se encuentra en la parte inferior del sedimentador primario. La tolva tiene una inclinación de 40º.

$$M = L * \tan(40)$$

$$M = 0.46m * \tan(40)$$

$$M = 0.38m$$

Volumen de la tolva

$$V = \frac{0.46m * 0.38m}{2} * 0.23m$$

$$V = 0.020\ m^3$$

### *3.3.7. Cálculo del tanque de cloración*

Primero se calculó la capacidad del tanque de cloración a diseñar mediante la siguiente fórmula:

*Ecuación 22. Volumen del tanque de cloración. Fuente: (Gortaire, 2015, p.20).*

$$V = Q * t$$

Donde:

V: Volumen del tanque de cloración, [$m^3$]

Q: Caudal de agua residual, [$m^3/día$]

t: Tiempo de retención, [día]

Se reemplazó los valores

$$V = 6.66x10^{-4}\ m\ /_{días} * 0.021días$$

$$V = 1.40x10^{-5}m^3$$

A continuación, se calculó el radio mediante la fórmula del volumen del cilindro, partiendo de una altura de 2 metros, ya que ésta es la medida estándar para los encofradosde construcción en Ecuador (Arrieta Goyes y Chica Santos, 2019).

*Ecuación 23. Volumen de cilindro. Fuente: (Romero, 2016, p.643).*

$$V = \pi * r^2 * h$$

*Ecuación 24. Fórmula despejada: radio cilindro. Fuente: Espinosa y Lizano, 2019.*

$$r = \sqrt{\frac{V}{\pi * h}}$$

Donde:

V: Volumen del cilindro, [$m^3$]

h: Altura del cilindro, [m]

Reemplazar las ecuaciones:

$$r = \sqrt{\frac{1.40x10^{-5}m^3}{\pi * 2}}$$

$$r = 1.49x10^{-3}m; \emptyset = 2.98x10^{-3}m$$

### *3.3.8. Determinación de la cantidad de cloro*

**Tabla 23**
*Análisis biológicos*

| Parámetros | Unidades | Resultados | Método |
|---|---|---|---|
| Coliformes fecales | NMP/100 mL | $5.4x10^8$ | MMI-11/SM 9221- B MODIFICADO |
| Coliformes totales | NMP/100 mL | $9.2x10^{10}$ | MMI-11/SM 9221- E MODIFICADO |

Nota: En la tabla 23 se muestran los datos obtenidos de coliformes fecales y totales. Tomado de Andrea Quisaguano y Víctor Herrera (2020).

$$\frac{N_t}{N_0} = (1 + 0.23 * C_t * t)^{-3}$$

$$C_t = \frac{\sqrt[3]{\frac{N_0}{N_t} - 1}}{0.023 * t}$$

Donde:

$N_t$: $Número\ de\ organismos\ coliformes\ en\ el\ instante\ t, [\frac{UFC}{100} mL]$

$N_0$: $Número\ de\ organismos\ coliformes\ en\ el\ instante\ t_0, [\frac{UFC}{100} mL]$

$C_t$: $cloro\ residual\ medido\ en\ el\ instante\ de\ tiempo\ t, [\frac{mg}{L}]$

$t$: $tiempo\ de\ permanencia, [min]$

Se reemplaza en la ecuación:

$$C_t = \frac{\sqrt[3]{\frac{9.2x10^{10}}{5.4x10^8} - 1}}{0.023 * 30}$$

$$C_t = 8.02 \text{ mg}$$

# 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se presentan a través de las siguientes tablas.

## 4.1. Resultados de campo.

Muestreo in situ “Condiciones iniciales”

**Tabla 24**
*Resultados del muestreo in situ*

| PARÁMETROS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Alícuotas | Potencial de hidrógeno | Temperatura | Potencial de óxido reducción [mV] | Oxígeno Disuelto[mg/L] | Conductividad [ µS/cm] | Turbidez [NTU] |
| 1 | 8,57 | 14,7 | -16 | 0,29 | 1755 | 150 |
| 2 | 8,61 | 14,47 | -15,33 | 0,38 | 1716 | 108 |
| 3 | 8,58 | 15 | -36,67 | 0,7 | 1647 | 121 |
| **Total** | 8,59 | 14,72 | -22,67 | 0,46 | 1706 | 126 |
| **Límites de la Norma 097-A** | 6-9 | Condición Natural ± 3 | - | - | 3 | - |

Nota: Los resultados obtenidos se comparan con Acuerdo 097-A Reforma del Texto Unificado de la Legislación, Secundaria, en el Libro VI, Anexo- Norma de Calidad Ambiental y descarga de efluentes. Elaborado: La autora

En relación con la Norma mencionada se afirma que el valor de pH está dentro de lo dictaminado, en el caso del oxígeno disuelto se comparó con la tabla de límites permisibles para riego agrícola el cual, si cumple con la norma, de la misma forma con la temperatura que se presenta en lo establecido, los valores de Turbidez, Potencial y el Potencial de Oxígeno Reducción cumple con las características del agua residual.

**Tabla 25**
*Resultados de aforo y medición del caudal*

| Volumen 0,003 [mL] | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tiempo [s] | 9,55 | 9,6 | 10,65 | 11,44 | 12,04 | 10,68 | 11,27 | 10,61 | 12,36 | 12,1 |
| Promedio | 11,03 | | | | | | | | | |

**Nota:** El aforo se realizó con una botella de 300mL, y se tomó el tiempo de llenado por varias repeticiones.
Elaborador por: La autora.

Caudal

$$\boldsymbol{Q = \frac{V}{t}}$$

$$\boldsymbol{Q = \frac{0.0003}{11.03}}$$

$$\boldsymbol{Q = 0.00002\,\frac{m^3}{s}}$$

A continuación, se presentan los datos obtenidos en el laboratorio de Calidad y Tratamientode Aguas de la Universidad Politécnica Salesiana.

*Nota*: Cada dato resultado obtenido es el promedio de 3 repeticiones.

### *4.1.1. Análisis realizados en el laboratorio*

**Tabla 26**
*Resultados de la determinación de sólidos*

| Parámetros | Muestra | | | Promedio | Límites permisibles | Cumple la Normativa |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 | | | |
| Sólidos Totales [mg/L] | 475 | 456 | 439 | 457 | 1600 | SI |
| Sólidos Suspendidos Totales [mg/L] | 101 | 80 | 70 | 84 | 130 | SI |
| Sólidos Sedimentables [mL/L] | 0,012 | 0,006 | 0,005 | 0,008 | 20 | SI |

**Nota:** Los resultados obtenidos se comparan con Acuerdo 097-A Reforma del Texto Unificado de la Legislación, Secundaria, en el Libro VI, Anexo- Norma de Calidad Ambiental y descarga de efluentes. Elaborado: La autora

Los valores de Sólidos Totales que se obtuvieron en el laboratorio muestran un promedio de 457 mg/L. El Acuerdo 097-A marca el límite en 1600 mg/L, con lo cual se encuentra en un valor aceptable y no incumple la normativa.

**Tabla 27**
*Resultados de parámetros químicos obtenidos en el laboratorio*

| Parámetros | Muestra | | | Promedio | Límites permisibles | Cumple |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 | | | |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno [mg/L] | 277 | 262 | 259 | 266 | 100 | NO |
| Demanda Química de Oxígeno [mg/L] a los 5 días | 464 | 407 | 496 | 495 | 200 | NO |

**Nota:** Los resultados obtenidos se comparan con Acuerdo 097-A Reforma del Texto Unificado de la Legislación, Secundaria, en el Libro VI, Anexo- Norma de Calidad Ambiental y descarga de efluentes. Elaborado: La autora

Los resultados de DQO obtenidos en el laboratorio tienen un promedio de 266 mg/L, lo cual incumple con la norma de 200 mg/L establecida en el Acuerdo 097-A. Límites de descarga a

un cuerpo de agua dulce. Bajo la misma norma se analizaron los valores de DBO5 obtenidos indican un incumplimiento de la normativa, ya que se supera el valor de 100 mg/L.

### *4.1.2. Resultados de prueba de jarras*

Para llevar a cabo la presentación de resultados de la prueba de jarras se midieron valores del agua residual de los parámetros de pH inicial, turbidez, antes de iniciar con las pruebas de tratabilidad con el objetivo de comparar con los valores finales que se obtuvieron al terminar con la prueba de jarras. La Tabla 28 contiene los parámetros medidos.

**Tabla 28**
*Valores iniciales del agua residual*

| Repeticiones | pH inicial | Turbidez inicial [NTU] |
|---|---|---|
| **1** | 7 | 83 |
| **2** | 7,13 | 76 |
| **3** | 7,34 | 121 |
| **Total, promedio** | **7,15** | **93.33** |

*Nota*: Se presentan los datos iniciales del agua residual antes de iniciar la prueba de jarras. Elaborado por: La autora.

Es importante tener en cuenta que después de cada corrida de jarras se analizaron de nuevo los parámetros de pH y turbidez con sus tres repeticiones. Y la jarra de agua residual que presentaba menores valores de turbidez se interpretó como la mejor.

#### 4.1.2.1. Determinación del coagulante-floculante y la dosis óptima

Para llevar a cabo esta primera corrida de jarras se utilizó 2 coagulantes-floculantes, los cuales fueron el Sulfato de Aluminio y el PAC (un coagulante inorgánico a base de sal polimérica de policloruro de aluminio), de la misma manera se realizó la con Sulfato + PAC, cada uno en 3

jarras bajo diferentes dosis. Los valores obtenidos se detallan en la Tabla 29:

**Tabla 29**
*Resultados prueba de jarras*

| # de Jarras | Dosis del Coag. (ppm) | Resultados finales | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tipo de Coagulante-floculante: Sulfato de Aluminio | | | | | |
| | | pH | | Turbidez (NTU) | | DQO (mg/L) | |
| | | Valores | $\overline{X}$ | Valores | $\overline{X}$ | Valores | $\overline{X}$ |
| **1** | 10 | 6,87 | 6,84 | 3.7 | 3.48 | - | - |
| | | 6,82 | | 3.6 | | - | |
| | | 6,85 | | 3.14 | | - | |
| **2** | 100 | 6,75 | 6,73 | 1.6 | 1.75 | - | - |
| | | 6.68 | | 1.69 | | - | |
| | | 6,78 | | 1,97 | | - | |
| **3** | 500 | 6,64 | 6,57 | 3.9 | 3.43 | - | - |
| | | 6,59 | | 3.3 | | - | |
| | | 6,48 | | 3.12 | | - | |
| **# de Jarras** | **Dosis del Coag. (ppm)** | **Tipo de Coagulante-floculante: PAC** | | | | | |
| | | **pH** | | **Turbidez (NTU)** | | **DQO (mg/L)** | |
| | | **Valores** | $\overline{X}$ | **Valores** | $\overline{X}$ | **Valores** | $\overline{X}$ |
| **4** | 10 | 6.98 | 6.91 | 2.84 | 2.47 | - | - |
| | | 6.89 | | 2.44 | | - | |
| | | 6.86 | | 2.12 | | - | |
| | | 6.90 | | 2.9 | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **5** | 100 | 6.95 | 6.98 | 2.62 | 2.59 | | |
| | | 7.1 | | 2.26 | | | |
| **6** | 500 | 6.66 | 6.66 | 0.7 | 0.77 | - | - |
| | | 6.7 | | 0.78 | | - | |
| | | 6.62 | | 0.84 | | - | |

| **# de Jarras** | **Dosis del Coag. (ppm)** | **Tipo de Coagulante-floculante: PAC + SULFATO** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **pH** | | **Turbidez (NTU)** | | **DQO (mg/L)** | |
| | | **Valores** | **$\overline{X}$** | **Valores** | **$\overline{X}$** | **Valores** | **$\overline{X}$** |
| **1** | 10 | 6.76 | 6.52 | 3.20 | 3.16 | - | - |
| | | 6.67 | | 3.25 | | - | |

| | **Dosis del Coag. (ppm)** | **Valores** | **$\overline{X}$** | **Valores** | **$\overline{X}$** | **Valores** | **$\overline{X}$** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | 10 | 6,87 | 6,84 | 3.7 | 3.48 | - | - |
| | | 6,82 | | 3.6 | | - | |
| | | 6,85 | | 3.14 | | - | |
| **2** | 100 | 6,75 | 6,73 | 1.6 | 1.75 | - | - |
| | | 6.68 | | 1.69 | | - | |
| | | 6,78 | | 1,97 | | - | |
| **3** | 500 | 6,64 | 6,57 | 3.9 | 3.43 | - | - |
| | | 6,59 | | 3.3 | | - | |
| | | 6,48 | | 3.12 | | - | |

| # de Jarras | Dosis del Coag. (ppm) | Tipo de Coagulante-floculante: PAC | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | pH | | Turbidez (NTU) | | DQO (mg/L) | |
| | | Valores | $\overline{X}$ | Valores | $\overline{X}$ | Valores | $\overline{X}$ |
| **4** | 10 | 6.98 | 6.91 | 2.84 | 2.47 | - | - |
| | | 6.89 | | 2.44 | | - | |
| | | 6.86 | | 2.12 | | - | |
| **5** | 100 | 6.90 | 6.98 | 2.9 | 2.59 | | |
| | | 6.95 | | 2.62 | | | |
| | | 7.1 | | 2.26 | | | |
| **6** | 500 | 6.66 | 6.66 | 0.7 | 0.77 | - | - |
| | | 6.7 | | 0.78 | | - | |
| | | 6.62 | | 0.84 | | - | |

| # de Jarras | Dosis del Coag. (ppm) | Tipo de Coagulante-floculante: PAC + SULFATO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | pH | | Turbidez (NTU) | | DQO (mg/L) | |
| | | Valores | $\overline{X}$ | Valores | $\overline{X}$ | Valores | $\overline{X}$ |
| **1** | 10 | 6.76 | 6.52 | 3.20 | 3.16 | - | - |
| | | 6.67 | | 3.25 | | - | |
| | | 6.13 | | 3.05 | | - | |
| **2** | 100 | 6.76 | 6.68 | 1.7 | 1.80 | | |
| | | 6.59 | | 1.82 | | | |
| | | 5.68 | | 1.87 | | | |
| **3** | 500 | 5.35 | 5.56 | 1.4 | 1.49 | - | - |
| | | 5.64 | | 1.58 | | - | |
| | | 5.68 | | 1.48 | | - | |

*Nota: La tabla representa las mediciones de pH y turbidez de la prueba de jarras donde determinamos el tipode coagulante-floculante y su dosis óptima. La simbología X representa el promedio de las 3 repeticiones*

#### 4.1.2.2. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se plantea el análisis de varianza **ANOVA**, donde se parte de una muestra de datos, en este caso la turbidez, obtenida de análisis de la prueba detratabilidad en base a las diferentes corridas y medidas de coagulante – floculante en este caso de PAC y Sulfato Aluminio.

| **Tipo de coagulante** | **Dosis Coagulante** | **Turbidez 1** | **Turbidez 2** | **Turbidez 3** | **Turbidez 4** | **Turbidez 5** | **Turbidez 6** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sulfato de alumino | 100 | 33,6 | 34,65 | 34,45 | 34,09 | 34,86 | 34,52 |
| Sulfato de alumino | 500 | 21 | 18,5 | 17,6 | 19,64 | 17,98 | 17,54 |
| Sulfato de alumino | 800 | 14,8 | 13,4 | 15,45 | 12,63 | 13,4 | 13,65 |
| PAC | 100 | 8,7 | 7,8 | 8,69 | 8,62 | 8,74 | 8,46 |
| PAC | 500 | 3,21 | 3,12 | 3,64 | 3,45 | 3,26 | 3,41 |
| PAC | 800 | 1,64 | 1,62 | 1,63 | 1,56 | 1,56 | 1,67 |

Datos otorgados por el programa INFOSTAT

SUMMARY

| *Groups* | *Count* | *Sum* | *Average* | *Variance* |
|---|---|---|---|---|
| Turbidez 1 | 6 | 82,95 | 13,825 | 146,18 |

| *Groups* | *Count* | *Sum* | *Average* | *Variance* |
|---|---|---|---|---|
| Turbidez 2 | 6 | 79,09 | 13,1816667 | 150,6187 |
| Turbidez 3 | 6 | 81,46 | 13,5766667 | 144,1465 |
| Turbidez 4 | 6 | 79,99 | 13,3316667 | 145,923 |
| Turbidez 5 | 6 | 79,8 | 13,3 | 149,2338 |
| Turbidez 6 | 6 | 79,25 | 13,2083333 | 144,9665 |

ANOVA

| *Source of Variation* | *SS* | *df* | *MS* | *F* | *P-value* | *F crit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Between Groups | 1,864922222 | 5 | 0,372984444 | 0,00254 | 0,99999916 | 2,533554548 |
| Within Groups | 4405,342133 | 30 | 146,8447378 | | | |
| Total | 4407,207056 | 35 | | | | |

Realizado el análisis estadístico y basándonos en los datos otorgados por el programa podemos concluir que, por el valor de factibilidad, la hipótesis correcta es la hipótesis alterna donde se referencia que el PAC tiene mayor efecto en el sistema y nos otorga lo esperado menor turbidez.

### *4.1.3. Evaluación de impacto ambiental*

El proceso de la evaluación de impactos ambientales consta de la identificación, del pronóstico y de la lectura de impactos que son producidos por una obra, actividad, proyecto por el tiempo de operación, mantenimiento y posible riesgo técnico del proyecto (Garza Almanza et al., 2014). La metodología empleada para la evaluación de impacto depende en del estado actual en el que se encuentre el ambiente al momento de la operación.

La evaluación de impactos ambientales (EIA) diferencia los efectos beneficiosos de los perjudiciales. Siendo los positivos aquellos que mejoran el medio ambiente y los negativos los que se descomponen, también se establecen como impactos temporales establecidos en un período concreto de tiempo, mientras que los permanentes son propios de las etapas de ejecución en los que los impactos desaparecen en el proyecto, directo es el efecto causado de forma evidente al medio ambiente, el indirecto es aquel que suma el daño con otras causas y por último, los controlables son aquellos en los que se puede determinar cuándo y cómo ocurre el impacto, mientras los incontrolables son inherentes al proceso y no permite la interacción; la información se transfiere a una matriz de evaluación de impactos estructurada, en la que se adjuntan las referencias de las actividades del proyecto; clasificación, magnitud y características de los impactos (Garza Almanza et al., 2014).

### *4.1.4. EIA por Método de Matriz de Importancia*

La Matriz, es el método de análisis para asignar un significado apropiado de importancia (I) a cada posible impacto ambiental de la operación de un proyecto en cada una de sus etapas, a través del análisis de relación entre los impactos que se caracterizaron en base a la magnitud e importancia para obtener una visión general. Este método pertenece a Vicente Conesa Fernández-

Vitora (1997).

Los datos obtenidos del análisis de la calidad del agua residual de la Parroquia de Canchagua, son los siguientes:

Demanda química de oxígeno es 455 mg/L

Demanda bioquímica de oxígeno es 266 mg/L

Sólidos Totales 457 mg/L

Sólidos Suspendidos Totales 84 mg/L

Sólidos Sedimentables 0.008 mL/ L

Una vez se determinó las características de las aguas residuales domésticas y una vez definidos los medios de evacuación mediante un sistema de tuberías de PVC colocadas en medio del terreno para que sean conducidas a un efluente de agua dulce o que logre llegar a la Planta de Tratamiento de Saquisilí; y habiendo establecido la metodología de tratamiento primario por medio de fosas sépticas a nivel del predio, se realizó en la evaluación de impacto ambiental a través de la matriz de importancia.

La siguiente ecuación se utiliza para el cálculo de la Importancia (I) del impacto ambiental:

$$I = \pm[3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MAC]$$

Donde,

$\pm = Naturalza\ del\ impacto$

El signo representa al carácter sea beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que actúan sobre los distintos factores ambientales, se estudian principalmente los impactos perjudiciales para la prevención o mitigarlos.

$\boldsymbol{i} = Intensidad\ o\ grado\ probable\ de\ destrucción$

Hace referencia al grado de incidencia de la acción sobre el grado de destrucción. Los valores se comprenden entre 1 y 12, donde 12 representa una destrucción total del componente y 1 una afectación mínima.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Baja (1) | Media (2) | Alta | (4) |
| | Muy Alta (8) | | |

$\boldsymbol{EX} = Extensión\ o\ área\ de\ influencia\ del\ impacto$

Se refiere al área de influencia teórica del impacto con relación a la actividad.

| | | |
|---|---|---|
| Puntual (1) | Parcial | (2) |
| | Extenso (4) | |

$\boldsymbol{MO} = Momento\ o\ tiempo\ entre\ la\ acción\ y\ la\ aparici$ón del impacto

Especifica el tiempo transcurrido entre la ocurrencia de la acción y el inicio del efecto sobre el factor del medio considerado.

| | |
|---|---|
| Largo Plazo (1) | Mediano plazo (2) |

Inmediato (4) Crítico (8)

$\boldsymbol{PE} = Persistencia\ o\ permanencia\ del\ efecto\ provocado\ por\ el\ impacto$

Se refiere al tiempo de permanencia del efecto desde su inicio y partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

Fugaz si dura 1 año (1) Si dura entre 1 a 10 años (2) Permanente si es mayor a 10 años (4)

$\boldsymbol{RV} = Reversibilidad$

Hace referencia a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado como consecuencia de la acción producida, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medios naturales, si esta acción deja actuar sobre el medio.

Corto plazo (1) Medio Plazo (2)

Irreversible (4)

$\boldsymbol{SI} = Sinergia\ o\ reforzamiento\ de\ 2\ o\ más\ efectos\ simples$

Contempla el reforzamiento de 2 o más efectos simples, provocados por acciones ocasionadas por la realización del proyecto.

Sin Sinergismo (1) Sinergismo moderado (2) Altamente sinérgico (4)

$\boldsymbol{AC} = Acumulación\ o\ efecto\ de\ incremento\ progresivo$

Representa el incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada la acción que lo genera.

No acumulativo (1) Acumulativo (4)

$\boldsymbol{EF} = Efecto\ (tipo\ directo\ o\ indirecto)$

Se evalúa la relación causa – efecto, ósea la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de la acción.

Directo (4) Indirecto (1)

$\boldsymbol{PR} = Periocidad$

Regularidad de la manifestación del efecto.

Efecto irregular (1) Efecto periódico (2) Efecto continuo (4)

$\boldsymbol{MC} = Recuperabilidad\ o\ grado\ posible\ de\ reconstrucción\ por\ medios\ humanos$

Es la posibilidad de reconstrucción del lugar afectado como consecuencia de la acción producida, es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones iniciales por medio de la acción antrópica.

Corto plazo (1) Medio plazo (2) Mitigable (4) Irrecuperable (8)

Se definen los componentes de la Matriz Sintética de Impacto, que se integra por el valor dado en el modelo de importancia según la atribución a los componentes, teniendo en cuenta que cada factor representa una parte del medio ambiente. Los factores que resultan de cada impacto de las actividades analizadas se clasifican de acuerdo con la siguiente tabla.

**Tabla 30**
*Datos de ponderación*

| Valor Ponderado | Calificación | Categoría |
|---|---|---|
| 25 | BAJO | |
| 25 a 50 | MODERADO | |
| 50 a 75 | SEVERO | |
| ≥75 | CRITICO | |

Los valores con signo + se consideran de impacto nulo

*Nota*: La tabla muestra las diferentes categorías según los valores obtenidos con relación a cada impacto. Elaborado por: La autora.

Con ayuda de la Tabla 30 categorizar los resultados de los impactos potenciales directos e indirectos, estableciéndolo a través de su promedio.

**Tabla 31**

*Matriz de importancia de impactos ambientales*

MATRIZ DE IMPORTANCIA

| N° | Impactos ambientales | NATURALEZA | | INTENSIDAD (I) | | | | EXTENSION (EX) | | | MOMENTO (MO) | | | PERSISTENCIA (PE) | | | REVERSIBILIDAD (RV) | | | RECUPERABILIDAD (MC) | | | | SINERGIA (SI) | | | ACUMULACION (AC) | | EFECTO (EF) | | PERIODICIDAD (PR) | | | IMPORTANCIA | CATEGORIA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Impacto positivo (+) | Impacto negativo (-) | Muy alta(8) | Alta (4) | Media (2) | Baja (1) | Puntual (1) | Local (2) | Regional (4) | Largo plazo (1) | Mediano plazo (2) | Corto plazo (4) | Fugaz (1) | Temporal (2) | Permanente (4) | Corto plazo (1) | Mediano plazo (2) | Irreversible (4) | Inmediato (1) | Recuperable (2) | Mitigable (4) | Irrecuperable (8) | Sin sinergismo (1) | Sinérgico (2) | Muy sinérgico (4) | Simple (1) | Acumulativo (4) | Indirecto (1) | Directo (4) | Irregular (1) | Periódico (2) | Continuo (4) | INDICE DE IMPORTANCIA | |
| 1 | Incremento de material particulado en las calles. | | - | | 4 | | | | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 2 | | | | 4 | | 1 | | | | 4 | | 4 | | 2 | | -27 | |
| 2 | Modificación temporal del tráfico peatonal y vehicular. | + | | | | | 1 | 1 | | | | | 4 | 1 | | | 1 | | | 1 | | | | | 2 | | 1 | | 1 | | | 2 | | +15 | |
| 3 | Incremento de la resistencia del suelo. | + | | | | 2 | | | 2 | | 1 | | | | 2 | | | 2 | | | | 4 | | | | 4 | 1 | | | 4 | | | 4 | +26 | |
| 4 | Cambios en el nivel freáticos por fugas o derrames. | | - | | 4 | | 1 | | | | 1 | | | | 2 | | | | 4 | | | 4 | | | 2 | | | 4 | | 4 | | | 4 | -30 | |
| 5 | Alteración de la calidad de vida la comunidad. | + | | | | | 1 | | | 4 | 1 | | | | | 4 | | 2 | | | | 4 | | | | 4 | 1 | | | 4 | | 2 | | -27 | |
| 6 | Incremento de empleo | + | | | | 2 | | | 2 | | | | 4 | | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 1 | | | 1 | | 4 | | 1 | | | +21 | |
| 7 | Modificación de áreas verdes por medio de rehabilitación. | + | | 8 | | | | | 2 | | 1 | | | | | 4 | | 2 | | 1 | | | | 1 | | | | 4 | | 4 | | | 4 | +31 | |
| 8 | Verificación de beneficios de un sistema de recolección de aguas residuales. | + | | | | 2 | | | 2 | | | | 4 | | 2 | | 1 | | | | 2 | | | | 2 | | 1 | | | 4 | 1 | | | +21 | |
| 9 | Incremento en la generación de olores. | | - | | 4 | | | | 2 | | 1 | | | | 2 | | | 2 | | | 2 | | | | | 2 | | 4 | | 4 | | 2 | | -25 | |
| 10 | Incremento de vectores | | - | | 4 | | | | | 2 | | 2 | | | 2 | | | | 2 | | 2 | | | | 2 | | | 4 | 1 | | | | 4 | -26 | |

Con los resultados obtenidos en los cuales se identificaron los impactos directos e indirectos, podremos elegir el tratamiento óptimo que sea adecuado para mitigar y prevenir el impacto. En este caso los resultados del sistema de tratamiento de evacuación de aguas residuales domestica de la población de Canchagua fueron en promedio 24.9 donde se verifica que hay un índice de importancia de 25 con una calificación bajo y el nivel de importancia es de color verde oscuro.

### *4.1.5. Metodología de Evaluación por fases de construcción con matriz de Importancia*

Además de la evaluación general, se evalúan y los respectivos procesos que se producirán durante la ejecución del proyecto, el análisis se basa en las características del suelo, el aire, el agua y el medio ambiente encontradas en la línea de base, con los respectivos cambios e impactos que pueden resultar.

La metodología de la EIA se ha basado principalmente en la fase de construcción, fase de operación y la fase de cierre y abandono; tanto de la estación depuradora de aguas residuales a nivel de predio como de las obras de derivación de las aguas residuales de la zona consolidada de Canchagua la estación depuradora.

Cabe destacar que las plantas de tratamiento de aguas residuales y el sistema hidráulico de evacuación son instalaciones sanitarias con procesos de construcción similares, por lo que sólo se presenta un conjunto de matrices de impacto ambiental.

**Tabla 32**

*Evaluación de Impactos ambientales de la fase de construcción de la obra*

| FASE DE CONSTRUCCION DE LA OBRARETIRO DE VEGETACION ELEMENTOS ALTERARADOS | | | | | | | | | | | | | | Observación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | *Fiaura 2.Índice d* | | | | **Naturaleza** | | **Importancia** | |
| Calidad del recurso suelo | 8 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 2 | Moderado | - | 29 | |
| Contaminación acústica | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | Compatible | - | 14 | |
| Cobertura vegetal | 3 | 2 | 1 | | | | | | | | Compatible | - | 22 | |
| Peligro para especies | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | Compatible | - | 19 | |
| Contaminación visual | 3 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | Compatible | - | 19 | |
| Seguridad y Salud Ocupacional | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | Compatible | - | 15 | |
| Empleo a la población | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | Compatible | + | 21 | |

*Nota*: La siguiente tabla muestra los valores de importancia en la fase de construcción de la obra en elretiro de vegetación. Elaborado por: La autora.

**Tabla 33**

*Evaluación de impacto ambiental en excavación*

| ELEMENTOS ALTERADOS | EXCAVACION PARA LA CONSTRUCCION DE LA OBRA | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **3 I** | **2 EX** | **MO** | **PE** | **RV** | **SI** | **AC** | **EF** | **PR** | **MC** | **Naturaleza** | **Signo** | **Importancia** | **Observación** |
| Calidad del suelo | 8 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | Moderado | - | 38 | |
| Calidad del aire | 3 | 4 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | Moderado | - | 28 | |
| Contaminación acústica | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | Compatible | - | 16 | |
| Cobertura vegetal | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 1 | 2 | Compatible | - | 21 | |
| Seguridad y Salud Ocupacional | 3 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | Compatible | - | 18 | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Empleo | 8 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | Moderado | + | 29 |

*Nota*: Se muestra en la tabla 33 los resultados del EIA para excavación del suelo.

**Tabla 32**

*Evaluación de impacto ambiental sobre movilización del Equipo de Protección Personal*

| ELEMENTOS ALTERADOS | MOVILIZACION DE EQUIPO Y PERSONAL | | | | | | | | | | Naturaleza | Signo | Importancia | Observación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 I | 2 EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | | | | |
| Contaminación acústica | 3 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | Compatible | - | 18 | |
| Seguridad y Salud Ocupacional | 8 | 1 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | Compatible | - | 24 | |
| Empleo | 8 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | Compatible | + | 22 | |

*Nota:* La tabla 34 muestra los valores obtenidos en el EIA sobre el transporte de EPP
Elaborado por: La autora

**Tabla 33**

*Estudio de impactos ambientales para transporte de materiales*

| ELEMENTOS ALTERADOS | TRANSPORTE DE MATERIALES | | | | | | | | | | Naturaleza | Signo | Importancia | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 I | 2 EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | | | | |
| Calidad del aire | 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | Compatible | - | 18 | |
| Contaminación acústica | 3 | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 4 | Compatible | - | 24 | |
| Empleo | 6 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | Moderado | + | 31 | |

*Nota*: La siguiente tabla muestra los valores de importancia realizados para el transporte de materiales. Elaborado por: La autora

**Tabla 34**

*Estudio de impactos ambientales para el mantenimiento de equipos y maquinaria*

| ELEMENTOS ALTERADOS | MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y MAQUINARIA | | | | | | | | | | Naturaleza | Signo | Importancia | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 I | 2 EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | | | | |
| Seguridad y Salud Ocupacional | 3 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Compatible | - | 16 | |
| Empleo | 8 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 8 | Moderado | + | 33 | |

***Nota*:** La siguiente tabla muestra los resultados de importancia en relación con el mantenimiento de equipos y maquinaria. Elaborado por: La autora.

**Tabla 35**

*Evaluación de impactos en la etapa de construcción*

| ELEMENTOS ALTERADOS | CONSTRUCCION DE LA OBRA | | | | | | | | | | Naturaleza | Signo | Importancia | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 I | 2 EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | | | | |
| Calidad del agua | 3 | 4 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | Moderado | - | 34 | |
| Calidad del aire | 8 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | Moderado | - | 33 | |
| Contaminación acústica | 8 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | Moderado | - | 33 | |
| Cobertura vegetal | 8 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | Moderado | - | 27 | |
| Especies amenazadas | 8 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | Compatible | - | 20 | |
| Vistas, paisajes atractivos | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | Compatible | - | 19 | |
| Vida cotidiana | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | Compatible | - | 21 | |
| Seguridad y Salud Ocupacional | 1 | 2 | 8 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | Moderado | - | 27 | |
| Empleo | 3 | 4 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | Compatible | + | 23 | |

***Nota*:** La tabla 37 muestra los valores de importancia obtenidos para la construcción de la obra. Elaborado por: La autora.

**Tabla 36**

*Evaluación de impactos ambientales de la fase de desalojo material*

| DESALOJO DE ESCOMBROS MATERIALES | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ELEMENTOS ALTERADOS** | **3 I** | **2 EX** | **MO** | **PE** | **RV** | **SI** | **AC** | **EF** | **PR** | **MC** | **Naturaleza** | **Signo** | **Importancia** | **Observaciones** |
| Calidad del suelo | 8 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | Moderado | - | 29 | |
| Presión sonora | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | Compatible | - | 22 | |
| Vida cotidiana | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | Compatible | - | 24 | |
| Seguridad y salud laboral | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Compatible | - | 13 | |
| Empleo | 3 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | Compatible | + | 21 | |

*Nota*: La tabla 38 establece los niveles de importancia para el desalojo de escombros de materiales.Elaborado por: La autora.

**Tabla 39**

*Evaluación de impactos de la fase de operación de la planta*

| FASE DE OPERACIÓN DE LA PLANTA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ELEMENTOS ALTERADOS** | **3 I** | **2 EX** | **MO** | **PE** | **RV** | **SI** | **AC** | **EF** | **PR** | **MC** | **Naturaleza** | **Signo** | **Importancia** | **Observación** |
| Calidad del aire | 8 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | Moderado | - | 34 | |
| Presión sonora | 8 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | Moderado | - | 28 | |
| Empleo | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | Compatible | + | 22 | |

*Nota*: La tabla 39 muestra los niveles obtenidos de la operación de la planta. Elaborado por: La autora.

**Tabla 37**

*Evaluación de impactos de la operación en la fase de inspección del estado de la planta*

| ELEMENTOS ALTERADOS | INSPECCION DEL ESTADO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO | | | | | | | | | | Naturaleza | Signo | Importancia | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 I | 2 EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | | | | |
| Calidad del agua | 3 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | Moderado | - | 32 | |
| Empleo | 8 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | Compatible | + | 22 | |

*Nota*: Se muestran los resultados obtenidos de la inspección de la planta. Elaborado por: La planta.

**Tabla 38**

*Evaluación de impactos en la operación de agentes biológicos*

| ELEMENTOS ALTERADOS | OPERACIÓN DE LOS AGENTES BIOLOGICOS | | | | | | | | | | Naturaleza | Signo | Importancia | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 I | 2 EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | | | | |
| Calidad del agua | 8 | 4 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | Moderado | - | 37 | |
| Calidad del aire | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | Compatible | - | 23 | |
| Seguridad y salud laboral | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | Compatible | - | 16 | |
| Empleo | 8 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | Compatible | + | 25 | |

*Nota*: En la tabla 41 se muestran los valores de importancia en la fase de operación de los agentes biológicos. Elaborado por: La autora.

**Tabla 39**

*Evaluación de impactos del mantenimiento de unidades*

| FASE DE OPERACIÓN MANTENIMIENTO DE UNIDADES | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ELEMENTOS ALTERADOS** | **3 I** | **2 EX** | **MO** | **PE** | **RV** | **SI** | **AC** | **EF** | **PR** | **MC** | **Naturaleza** | **Signo** | **Importancia** | **Observaciones** |
| Calidad del agua | 8 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | Moderado | - | 32 | |
| Presión sonora | 8 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | Compatible | - | 25 | |
| Seguridad y salud laboral | 3 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Compatible | - | 18 | |
| Empleo | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | Compatible | + | 19 | |

*Nota*: Se establecen los elementos alterados en función de los niveles de importancia. Elaborado por: La autora.

**Tabla 40**

*Evaluación de impactos en la colocación de cobertura vegetal*

| FASE DE OPERACIÓN COLOCACI COLOCACIÓN CERCA VIVA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ELEMENTOS ALTERADOS** | **3 I** | **2 EX** | **MO** | **PE** | **RV** | **SI** | **AC** | **EF** | **PR** | **MC** | **Naturaleza** | **Signo** | **Importancia** | **Observaciones** |
| Calidad del suelo | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | Compatible | - | 23 | |
| Seguridad y salud laboral | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | Compatible | - | 13 | |
| Empleo | 8 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | Compatible | + | 25 | |
| Calidad del aire | 3 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | Compatible | + | 22 | |

*Nota*: Se muestran los resultados obtenidos para la cerca viva. Elaborado por: La autora.

**Tabla 41**

*Evaluación de impactos de la etapa de cierre y abandono*

| FASE DE CIERRE Y ABANDONO DESMONTAJE DE EQUIPOS | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ELEMENTOS ALTERADOS** | **3 I** | **2 EX** | **MO** | **PE** | **RV** | **SI** | **AC** | **EF** | **PR** | **MC** | **Naturaleza** | **Signo** | **Importancia** | **Observaciones** |
| Contaminación acústica | 12 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | Moderado | - | 30 | |
| Seguridad y salud laboral | 1 | 1 | 8 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | Compatible | - | 23 | |
| Empleo | 1 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | Compatible | + | 15 | |

*Nota*: Se representan los valores de la importancia sobre el retiro de equipos del área.

**Tabla 42**

*Evaluacióne las obras de excavación.*

| FASE CIERRE Y ABANDONO RELLENO DE OBRAS EXCAVADAS | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ELEMENTOS ALTERADOS** | **3 I** | **2 EX** | **MO** | **PE** | **RV** | **SI** | **AC** | **EF** | **PR** | **MC** | **Naturaleza** | **Signo** | **Importancia** | **Observaciones** |
| Vista paisaje | 8 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | Moderado | - | 30 | |
| Empleo | 3 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Compatible | + | 15 | |
| Calidad de aire | 3 | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | Compatible | - | 20 | |
| Calidad del suelo | 12 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | Moderado | - | 40 | |

*Nota*: Se reflejan los resultados en la fase de cierre y abandono por el relleno de obras excavadas.
Elaborado por: La Autora.

**Tabla 43**
*Reforestactapa de cierre y abandono*

| ELEMENTOS ALTERADOS | FASE CIERRE Y ABANDONO REFORESTACION | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 I | 2 EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | Naturaleza | Signo | Importancia | Observaciones |
| Introducción de especies plantas. | 8 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | Moderado | - | 29 | |
| Empleo | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | Compatible | + | 13 | |
| Vegetación nativa | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | Compatibilidad | + | 21 | |

*Nota*: La tabla representa los niveles de impacto al introducir especies a la hora de reforestar con plantar especies nativas. Elaborado por: La autora.

### *4.1.6. Plan de Manejo Ambiental*

El Plan de Manejo Ambiental es un instrumento que describe las medidas para prevenir y mitigar los impactos negativos que se puedan presentar durante la ejecución del proyecto, obra o actividad, en las fases de: construcción, operación y mantenimiento; finalmente la etapa de cierre y abandono, el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (2019), en el Art. 435 define al Plan de Manejo Ambiental como:

El plan de manejo ambiental es el documento que contiene las acciones o medidas que se requieren ejecutar para prevenir, evitar, mitigar, controlar, corregir, compensar, restaurar y reparar los posibles impactos ambientales negativos, según corresponda, al proyecto, obra o actividad.

El plan de manejo ambiental según la naturaleza del proyecto, obra o actividad contendrá, los siguientes sub-planes, considerando los aspectos ambientales, impactos y riesgos identificados:

a) Plan de prevención y mitigación de impactos;

b) Plan de contingencias;

c) Plan de capacitación;

d) Plan de manejo de desechos;

e) Plan de relaciones comunitarias;

f) Plan de rehabilitación de áreas afectadas;

g) Plan de rescate de vida silvestre, de ser aplicable;

h) Plan de cierre y abandono; y,

i) Plan de monitoreo y seguimiento.

**Tabla 44**

*Plan de Prevención y Mitigación de Impactos*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Objetivo** | Reducir los efectos en la integridad de trabajadores y entorno socio ambiental por la ocurrencia de incidentes / accidentes / contingencias. Minimizar la incidencia de impactos sobre el medio abiótico del área de influencia del proyecto. | | | | | | |
| **Lugar de aplicación** | ÁREA DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
| **Aspecto Ambiental** | **Impacto Identificado** | **Actividad** | **Indicador** | **Medios de Verificación** | **Periodicidad** | **Costo Aproximado** | **Responsable** |
| Producción de contaminación acústica. | Modificación de las fuentes de ruido. | Entregar equipos de protección personal para los trabajadores. | Número de EPP entregados/ Número de EPP disponibles | Fotografías del personal con el EPP. | 8 meses | Médico otorrinolaringólogo: $2000. Médico ocupacional: $42 | Jefe de Seguridad y Salud Ocupacional |
| GENERACIÓN DE POLVO. | ACUMULACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO. | IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE SEDIMENTACIÓN | Área libre de polvo/ Área contaminada total | FOTOGRAFÍAS DE LA ZONA DESPEJADA | 1 MES | SEDIMENTADOR: $1500. TÉCNICO ESPECIALIZADO: $200. JEFE DE MANTENIMIENTO: $ 7,50 | Jefe de mantenimiento |
| Eliminación por Demolición Mixta | Incremento de la contaminación del aire. | Se deberá proveer a los trabajadores el EPP óptimo para manejar los residuos de construcción. | Ton de residuos de demolición generado/ Ton de residuos de demolición gestionados | Libro de obra Registro fotográfico | 3 mes | EPP Entregados: $100 Transporte especializado: $30 | Contratista |

*Nota*: La Tabla 47 muestra las actividades sugeridas para ser implementadas en el subplan de Prevención y Mitigación de Impactos. Adaptado de

(TECNICAS, 2020)

**Tabla 45**
*Plan de Contingencias*

| **Objetivo** | Establecer un sistema de respuesta efectiva y oportuna, para prevenir incidentes y/o accidentes que puedan ocurrir durante el desarrollo de las actividades del proyecto, cuyas consecuencias pueden poner en riesgo los recursos abióticos, bióticos y socioeconómicos del medio ambiente y la infraestructura comunitaria del lugar. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Etapa de Construcción | | | | | | | |
| **Aspecto Ambiental** | **Impacto Identificado** | **Actividad** | **Indicador** | **Medios de Verificación** | **Periodicidad** | **Costo Aproximado** | **Responsable** |
| Generación de descargas líquidas no domésticas (derrame de combustible) | Alteración del recurso hídrico. | Comprar un kit antiderrames y colocarlo el área de almacenamiento: de sustancias químicas | # Kits instalados | Fotografías dela instalación del kit. Facturade la compra del Kit. | 6 meses | Costo del kit: $200. Encargado de mantenimientoo: $5 | Jefe de mantenimiento |
| Consumo de combustible. | Modificación del hábitat | Aplicar el protocolo de limpieza establecido enla empresa. | #Instrumento sutilizados | Fotografías dela zona intervenida y presentación del protocolo de acción. | 7 meses | Encargado de salud y ambiente: $60. Mano de obrade 2 trabajadores: $ 42,50 | Jefe del departamento de Seguridad, Salud y Ambiente (SSA) |

| Aspecto Ambiental | Impacto Identificado | Actividad | Indicador | Medios de Verificación | Periodicidad | Costo Aproximado | Responsable |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Uso de residuos especiales | Incremento de la contaminación n del suelo. | Es necesario que los recipientes donde se depositen estos residuos estén debidamente etiquetados. | # de especificaciones en este plan/ # de especificaciones realizadas | Registro fotográfico | 1 mes | Jefe del departamento de Seguridad, Salud y Ambiente (SSA): $12,5 Etiquetas por recipiente: $13 | Jefe del departamento de Seguridad, Salud y Ambiente (SSA) |
| Generación de incendios | Alteración de la salud de los trabajadores y pérdidas materiales | Compra de extintores tipo AB y C en lugares más vulnerables a incendios a una altura máxima de 1,70 m | #Extintores implementados/ # Extintores requeridos | Factura de compra | 2 meses | Técnico especializado: $30 Extintores (6): $123 | Jefe de mantenimiento |

*Nota*: La Tabla 48 muestra las actividades sugeridas para ser implementadas en el subplan de Contingencias. Adaptado de (TECNICAS, 2020)

***Tabla 46***
*Plan de capacitación*

| **Objetivo** | Facilitar al personal los conocimientos necesarios para la gestión y ejecución de procesos para prevenir ymitigar impactos ambientales. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Fase de Construcción | | | | | | |
| **Aspecto Ambiental** | **Impacto Identificado** | **Actividad** | **Indicador** | **Medios de Verificación** | **Periodicidad** | **Costo Aproximado** | **Responsable** |
| Disposición insegura de desechos peligrosos. | Incremento de vulnerabilidades con respecto a una contaminación cruzada. | Dar a conocer al personal sobre la correcta disposición. | Personal capacitado / Personal no capacitado | Entrevistas al personal. | 3 meses | SERVICIOS PROFESIONALES DE TÉCNICO ESPECIALIZADO: $1200 | Jefe del departamento de Seguridad, Salud y Ambiente (SSA) |
| Uso adecuado del Equipo de Protección Personal. | Disminución de accidentes laborables. | Capacitar al personal sobre el correcto uso del EPP. | Personal capacitado / Personal no capacitado | Informe de las entrevistas realizadas al personal sobreel uso adecuado de los EPP. | 6 meses | Jefe de Seguridad y Salud Ocupacional: $120 | Jefe de Seguridady Salud Ocupacional |

*Nota:* La Tabla 49 muestra las actividades sugeridas para ser implementadas en el subplan de Capacitación. Adaptado de (TECNICAS, 2020)

**Tabla 47**
*Plan de Manejo de Desechos*

| **Objetivo** | Promover un sistema adecuado de manejo de residuos generados durante las actividades del proyecto aejecutarse, para minimizar el impacto que pueden causar los desechos generados por las mismas. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Lugar de aplicación** | Área de producción y bodega. | | | | | | |
| **Aspecto Ambiental** | **Impacto Identificado** | **Actividad** | **Indicador** | **Medios de Verificación** | **Periodicidad** | **Costo Aproximado** | **Responsable** |
| Producción de escombros | Alteración del paisaje natural | Construir un cerramiento provisional para disposición de los desechos de construcción | Cantidad de escombros dispuestos correctamente/ cantidad de escombros generados | Comprobante de entrega por parte del gestor. | 11 meses | SERVICIOS PROFESIONALES DEL GESTOR VERIFICADO: $250 | Jefe del departamento de Seguridad, Salud y Ambiente (SSA) |
| Generación de residuos especiales. | Alteración de la calidad del suelo | Contratar un gestor especializado para la entrega del residuo especial. | Residuos Especiales entregados (gal) / Residuos especiales dispuestos (gal) | INFORME DEL REGISTRO MENSUAL DEL ACEITE GENERADO EN SUS PROCESOS PRODUCTIVOS. MATRIZ MENSUAL DE GALONES GENERADOS | 1 mes | ENCARGADO DE SALUD Y AMBIENTE: $10,42 | Jefe del departamento de Seguridad, Salud y Ambiente (SSA) |

| Aspecto Ambiental | Impacto Identificado | Actividad | Indicador | Medios de Verificación | Periodicidad | Costo Aproximado | Responsable |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Disposición final de desechos generados en la obra | Alteración del recurso suelo. | Los filtros de aceites y guaipes se deberán colocar en un recipiente especial y se deberán entregar a un gestor. | Cantidad de desechos generados/ Cantidad de desechos entregados | COMPROBANTE ENTREGADO POR EL GESTOR. | 6 meses | SERVICIOS PROFESIONALES DEL GESTOR VERIFICADO: $250 | Jefe del departamento de Seguridad, Salud y Ambiente (SSA) |

*Nota:* La Tabla 50 muestra las actividades sugeridas para ser implementadas en el subplan de Manejo de Desechos. Adaptado de (TECNICAS, 2020).

**Tabla 48**
*Plan de Relaciones Comunitarias*

| **Objetivo** | Establecer relaciones participativas y de cooperación con la población local y evitar conflictos que pudieran afectar al desarrollo normal del proyecto. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FASE DE CONSTRUCCIÓN** | | | | | | | |
| **Aspecto Ambiental** | **Impacto Identificado** | **Actividad** | **Indicador** | **Medios de Verificación** | **Periodicidad** | **Costo Aproximado** | **Responsable** |
| Demanda de la apreciación ciudadana | Incremento del conflicto social | Realizar charlas de socialización con la comunidad sobre el Proyecto y Plan de Manejo Ambiental, para difundir las actividades. | # Charlas de socialización a la comunidad/ # charlas de socialización planificadas | Registro de asistencias de charlas | 6 meses | RESPONSABLE DEL ÁREA DE SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE: $5 | Jefe del departamento de Seguridad, Salud y Ambiente (SSA) |
| | Incremento de la calidad de vida de la comunidad del sector | Implementar un Buzón de Sugerencias para atender sus denuncias. | # Denuncias presentadas/ # denuncias atendidas | Informe de respuesta a las denuncias | 6 meses | Jefe del departamento de Seguridad, Salud y Ambiente: $120 | Jefe del departamento de Seguridad, Salud y Ambiente (SSA) |

*Nota:* La Tabla 51 muestra las actividades sugeridas para ser implementadas en el subplan de Relaciones Comunitarias. Adaptado de (TECNICAS, 2020)

**Tabla 49**

*Plan de Rehabilitación de Áreas afectadas*

| **Objetivo** | Implantar un programa de rehabilitación de manera que en caso de que se produzca una emergencia ambiental, el área afectada serárehabilitada adecuada y oportunamente. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Lugar de aplicación** | FASE DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
| **Aspecto Ambiental** | **Impacto Identificado** | **Actividad** | **Indicador** | **Medios de Verificación** | **Periodicidad** | **Costo Aproximado** | **Responsable** |
| ELIMINACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL | INCREMENTO DE FLORA. | INVERTIR EN LA COMPRA DE ÁRBOLES PARA INCREMENTAR LA COBERTURA VEGETAL DENTRO DE LA EMPRESA. | Área con cobertura vegetal/ Área sin cobertura vegetal | FOTOGRAFÍA Y VISITAS AL LUGAR REFORESTADO | 3 meses | COMPRA DE ÁRBOLES: $200. MANO DE OBRA: $80 | Jefe del departamento de Seguridad, Saludy Ambiente (SSA) |
| Disposición del recurso suelo | Incremento de contaminación visual | Rehabilitación de áreas de suelo afectados por las actividades propias de la construcción del proyecto | # de áreas rehabilitadas/# de áreas planificadas a ser rehabilitadas | INFORME FOTOGRÁGICO DE LOS EXTERIORES | 10 meses | TÉCNICO ESPECIALIZADO: $1000. | Jefe del departamento de Seguridad, Saludy Ambiente (SSA) |

*Nota:* La Tabla 52 muestra las actividades sugeridas para ser implementadas en el subplan de Rehabilitación de áreas afectadas. Adaptado de (TECNICAS, 2020)

**Tabla 50**

*Plan de Rescate de vida silvestre*

| **Objetivo** | Evitar la pérdida de fauna silvestre que se presenten en las inmediaciones de la empresa. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Lugar de aplicación** | FASE DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
| **Aspecto Ambiental** | **Impacto Identificado** | **Actividad** | **Indicador** | **Medios de Verificación** | **Periodicidad** | **Costo Aproximado** | **Responsable** |
| Disposición de vida silvestre en peligro de extinción. | Modificación del hábitat de la especie. | Contactar con el MAATE para que la puedan transportar a una zona segura. | Vida silvestre presente en la empresa (unidades). | Certificados por parte del MAATE y fotografías de la entrega. | 7 días | ENCARGADO DE SEGURIDAD, SALUD y AMBIENTE: $12,5 | Jefe del departamento de Seguridad, Salud y Ambiente (SSA) |
| Acumulación de vectores (roedores) | Alteración de las condiciones óptimas para el desarrollo de vida | Colocar trampas | # Trampas colocadas /# Trampas disponible | fotografías de las trampas colocadas | 7 días | MANO DE OBRA CALIFICADA: 300 | Jefe de mantenimiento |
| Generación de olores | Incremento de presencia animal | Colocación de extractores de olores | # Extractor colocado/ # Extractores disponibles | Fotografías de la colocación de extractores. | 1 mes | ADQUISICIÓN DE EXTRACTORES (3 EXTRACTORES): $900 PERSONAL DE MANTENIMIENTO(1 EMPLEADOS): $30 | Jefe de mantenimiento |

*Nota:* La Tabla 53 muestra las actividades sugeridas para ser implementadas en el subplan de Rescate de vida Silvestre. Adaptado de (TECNICAS, 2020)

**Tabla 51**
*Plan de Cierre y Abandono*

| **Objetivo** | Instaurar los lineamientos generales que se deberá tener en cuenta para el retiro de las instalaciones y equipos usados durante la construcción y operación del proyecto | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Lugar de aplicación** | FASE DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
| **Aspecto Ambiental** | **Impacto Identificado** | **Actividad** | **Indicador** | **Medios de Verificación** | **Periodicidad** | **Costo Aproximado** | **Responsable** |
| Disposición de la instalación civil y campamento | Incremento de polvo. Alteración de la calidad del aire. | Desmontaje y retiro de las instalaciones provisionales implementados en la fase de construcción. | Inventarios de equipos y estructuras desmontadas | Registro fotográfico | 10 meses | MANO DE OBRA CALIFICADA PARA DESMANTELAR EL ÁREA: $ 2000. TRANSPORTE PESADO PARA RETIRAR LOS ESCOMBROS: $1000. LIMPIEZA DE LA ZONA: $500. JEFE DE MANTENIMIENTO: $ 420 | Jefe de mantenimiento |
| Generación de residuos peligrosos | Incremento dela contaminación ambiental | Entregar los residuos peligrosos a un gestor calificado | Cantidad de residuos generados / cantidad de residuos entregados | Registro fotográfico | 10 | GESTOR VERIFICADO: $1000 | Jefe de mantenimiento |

*Nota*: La Tabla 54 muestra las actividades sugeridas para ser implementadas en el subplan de Cierre y Abandono. Adaptado de (TECNICAS, 2020).

**Tabla 52**
*Plan de Monitoreo y Seguimiento*

| **Objetivo** | Establecer medidas para monitorear la calidad de los componentes agua, suelo y aire en caso requerido, descargas líquidas yemisiones al suelo y agua, así como al seguimiento de las medidas establecidas PMA. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Lugar de aplicación** | FASE DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | |
| **Aspecto Ambiental** | **Impacto Identificado** | **Actividad** | **Indicador** | **Medios de Verificación** | **Periodicidad** | **Costo Aproximado** | **Responsable** |
| Generación de accidentes laborables | Alteración de la salud de los trabajadores | Realizar un seguimiento técnico en seguridad. Y realizar charlas de riesgos. | # Personal de obra/ # Personal de obra por accidentes laborables | Registro de accidentes | 8 meses | Jefe del departamento de Seguridad, Salud y Ambiente (SSA): $12,5 | Jefe del departamento de Seguridad, Saludy Ambiente (SSA) |
| Producción del deterioro de la salud de las personas y del medio ambiente | Incremento de la contaminación ambiental | Seguimiento a la aplicación del Plan de Manejo Ambiental a cargo de un técnico. | # de tareas diseñadas / # de tareas realizadas | Registro de mantenimiento | 11 meses | Técnico ambiental: $150 | Jefe del departamento de Seguridad, Salud y Ambiente (SSA) |

*Nota*: La Tabla 55 muestra las actividades sugeridas para ser implementadas en el subplan de Monitoreo y Seguimiento. Adaptado de (TECNICAS, 2020)

### *4.1.7. Estudio Técnico y Social*

Para hacer el proyecto, tuvimos que establecer un diagnóstico que nos permitiera tener un breve historial de las necesidades de la población.

También es necesario conocer la población actual y hacer un pronóstico para el futuro cercano, a los menos 20 años según el proyecto. Cuando se implementa un sistema de recolección de aguas residuales, como un sistema de drenaje de aguas residuales. La vida útil del sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales es de unos 25 años, ya que es de tubería de PVC y de serie es ampliable para incluir nuevos ramales.

Las relaciones industriales en el GAD de Canchagua en cierta medida toman en cuenta las relaciones económicas, el empleo, los recursos naturales y el medio ambiente. El objetivo de un proyecto es sopesar los pros y los contras de hacerlo, si es un proyecto, si es una carga o un beneficio.

"El diseño de un proyecto debe incluir no solo la viabilidad del proyecto, sino también su sostenibilidad. Por lo tanto, el diseño debe incluir medidas para incidir en los factores que influyen en la sostenibilidad" (López, 2018).

Los objetivos incluyen:

Determinar los costos de capital de construcción, operación y mantenimiento durante la vida del proyecto

Determinar el beneficio para los usuarios en términos de retorno de lainversión.

Evaluar el desempeño operativo tomando en cuenta la gestión administrativa, financiera, económica, social y técnica para identificar las brechas

Analizar la relación directa o indirecta entre el presupuesto de gestión parroquial y el desempeño

del proyecto.

Analizar la relación directa o indirecta entre el proyecto y áreas como salud, educación, empleo, vivienda.

El sistema de alcantarillado y alcantarillado pluvial existente en la parroquia de Canchagua se encuentra en mal estado. Canchagua se encuentra en mal estado ya que su vida útil casi ha terminado debido a la falta de mantenimiento y conexiones obsoletas. Están llenos de escombros, se ven pocos pozos porque están cubiertos de adoquín y asfalto y el nivel del agua es bajo, en algunos casos el sistema de alcantarillado existente sigue siendo aceptable. A medida que aumentan las precipitaciones, los caudales no se mantienen, y es aquí donde estas previsiones debenabordarse con un nuevo enfoque.

Esta recolección, transporte y pre tratamiento serán confiables para asegurar untratamiento adecuado de las aguas grises. Tratar adecuadamente las aguas grises, las aguas residuales y las aguas residuales industriales para evitar impactos ambientales significativos en los cuerpos de agua adyacentes. Para el diseño de la tubería, la norma NTE INEN2059-2015 establece que se deben utilizar tuberías de PVC para las redes principal y secundarias.

La Evaluación se ocupa de los impactos analizados utilizando el triplete de sostenibilidad para mantener un equilibrio entre los aspectos económicos, técnicos y ambientales. El análisis utiliza un método de puntuación/ponderado para determinar la idoneidad de un proyecto. Si este enfoque conduce a un aumento del bienestar socialde toda la parroquia, se considera factible sobre la base de los trece criterios a analizar. Para que un proyecto sea viable, debe alcanzar una puntuación de 66,6 o superior. De los trece niveles de análisis, a cada criterio se le asigna una puntuación basada en lascaracterísticas del proyecto.

### *4.1.8. Discusión*

El sistema de tratamiento para la parroquia de Canchagua en la comuna de Manchacaso, fue la implementación de fosa séptica, debido a que las poblaciones rurales no tienen acceso al sistema de alcantarillado, se establece en el Plan de Ordenamiento territorial de la parroquia del año 2020, que solo el 6.66 % de la población tiene acceso a alcantarillado. Por lo cual es necesario implementar alternativas menos costosas y que sean factibles y sustentables para el tratamiento de aguas residuales, en el proyecto de decidió implementar: el sistema de cribado, el tanque de trampa de grasas, el desarenador, el sedimentador primario y el tanque de cloración para que el agua pueda ser utilizada en los sistemas de riego.

Para analizar el funcionamiento de la fosa se decidió simular la misma, durante 15 días en los cuales cada 5 días se analizaba los parámetros físicos y químicos, y al final se tomó el valor de los microbiológicos, debido a tema de costos. Donde se analizan los porcentajes de remoción, Según Seabloom y col., 1982; Bitton, (2005), afirma que los valores de eficiencias en la remoción de demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) entre 46- 68%, de 30 a 81% para solidos suspendidos totales (SST), de 20 a 65% para fosfatos y de 25 a 66% para coliformes fecales; en el caso de los virus, no se reportan inactivaciones perceptibles después del ´ tratamiento biológico, aunque las eficiencias varían mucho en función de la operación, el mantenimiento y las condiciones climáticas. (p.95).

Parámetros físicos y químicos obtenidos en la evaluación de la simulación de la fosa séptica para la Comuna de Manchacaso.

| **Muestra** | **pH** | **ST (mg/L)** | **SSV (mg/L)** | **DQO (mg/L)** |
|---|---|---|---|---|
| Afluente | 8.59 | 457 | 536 | 495 |

| Muestra | pH | ST (mg/L) | SSV (mg/L) | DQO (mg/L) |
|---|---|---|---|---|
| Efluente | 7.79 | 83 | 312 | 298 |
| % remoción | - | 80.96 | 41.79 | 39,79 |

*Nota*: valor bajo, valor alto de acuerdo con la NOM-001-SERMARNAT-1996

De acuerdo con lo ya antes mencionado se puede concluir que los datos de remoción en el estudio mayores o iguales al estudio realizado por (Lucho-Constantino et al., 2015), asegurándonos una mayor efectividad de la fosa séptica y de la misma forma afirmamos que según las características analizadas de calidad del agua en el laboratorio, se puede implementar el proyecto en la Comuna de Manchacaso ubicada en Cotopaxi.

# 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1. Conclusiones

Los conceptos de tratamiento definitivos que se aplicarán se elegirán en función del primer concepto a nivel de emplazamiento en las zonas de alta densidad y del segundo concepto en la zona de población consolidada.

Las fosas sépticas se revisan cada tres años y el material extraído de las fosas se drena para producir una cantidad importante de humus que puede utilizarse en las propias fincas, cuya principal actividad productiva es la agricultura.

Con base en el análisis anterior, es posible concluir que la evaluación socioeconómica del proyecto "Planificación y evaluación de impacto ambiental del sistema de saneamiento del municipio de Canchagua" demuestra la viabilidad y sostenibilidad de su construcción a uncosto de 30.000 USD.

La evaluación del impacto ambiental del sistema de aguas residuales de la comunidadde Canchagua se llevará a cabo según una matriz de significación durante las fases de diseño, construcción y demolición del proyecto.

## 5.2. Recomendaciones

Esta obra contiene las condiciones necesarias para la implementación del proyecto enel municipio de Canchagua, para lo cual se debe considerar su ejecución a través del presupuesto anual del gobierno autónomo descentralizado de Canchagua para el año 2022, con el fin de mejorar la calidad de vida de la población.

Se recomienda que la administración municipal celebre un debate sobre lo que debe verterse en el sistema de alcantarillado, ya que se han encontrado grandes cantidades de residuos en las redes de alcantarillado, lo que impide un tratamiento adecuado.

Se recomienda que la estructura sea implementada en base al diseño para así poder darle un mejor uso a las aguas residuales, en este caso se recomienda se implemente en los sistemas de riego para la agricultura.

Se recomienda al GAD dar el seguimiento a la planta de lagunas de estabilización que poseen ya que la infraestructura se encuentra un colegio, y está afectando gravemente a la población estudiantil con el tema olores.

# 6. BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE SOLIS, S., VARGAS URBANO, M., ZERON CANCHA, M., CRUZ HUARANGA, M., y FLORES GÓMEZ, S. (2018). Tratamiento primario de aguas servidas mediante tanque séptico en urbanización de Lurigancho, Lima. Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo, 4(2), 29–41. https://doi.org/10.17162/rictd.v4i2.1095

Arocutipa Lorenzo, J. (2013). Evaluación y propuesta técnica de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Massiapo del distrito de Alto Inambari - Sandia. Universidad Nacional Del Altiplano-Puno, 81.http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4516/Arocutipa_Lorenzo_Ju an - Hipolito.pdf?sequence=1

Arrieta Goyes, R. A., y Chica Santos, K. A. (2019). DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON TECNOLOGÍA DE LODOS ACTIVOS, PARA LA PARROQUIA DE SAN JOSÉ DE AYORA, CAYAMBE. In *Tesis*. http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf

Barrera, J. (2021). Universidad de Ambato. 33–35. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5913/1/Tesis Lcda. Jeaneth Barrera Cueva.pdf

Bosch, J. R. (1999). La calidad de las aguas. Revista de Obras Públicas, 146(3388), 103– 104.

Carballo Matos et.al, (1999). Septic Manual-Pasos para construir tu propia fosa septica. Septic System Construction Handbook.

DAVID SALAZAR, y ESTEBAN SÁNCHEZ. (2015). EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE CHURUGUZO, PARROQUIA TARQUI, CANTÓN CUENCA, PROVINCIA DEL AZUAY. GADPR CANCHAGUA. (2020). GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PARROQUIA DE CANCHAGUA: Vol. PDOT Quimi. http://app.sni.gob.ec/snilink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0160027550001_DEFIN ITIVO DIAG PDOT ZHIDMAD_30-10-2015_17-20-42.pdf

García Guillero, R. H. (2014). Caracterización y propuesta de tratamiento de las aguasresiduales de la industria de galvanizado de lámina por inmersión en caliente. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0375_MT.pdf

García et.al, (n.d.). Aguas Residuales. Composición. Garza Almanza, V et.al, (2014). Indicadores para la evaluación del impacto al ambiente y la salud de las aguas residuales municipales no tratadas. Repositorio Institucional de La Universidad Técnica de Ambato, 247. https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/12640

Gómez, E. B. (2016). Calidad del Agua Final. Bcn, 56, 11. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/23747/2/Calidad del Agua Final.pdf Gutierrez, J., y Sánchez, L. (2009). IMPACTO AMBIENTAL. Universidad Los

Ángeles de Chimbote, 1–12.

Haro Martínez. (2014). Aguas Residuales: Clasificación, características y composición. (Issue 1961, pp. 11–44).

https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6087/5/CAPITULO 2.pdf

Instituto de Toxicología de la Defensa. (2016). Protocolo de Toma de Muestras de Agua Residual. In Www.Defensa.Gob. Lesikar, B., y Enciso, J. (2019). Fosa séptica y campo de absorción. Texas Ay M AgriLife Extension Service, 1–4.

Lazcano, C. (2016). *Biotecnología Ambiental de Aguas y Aguas Residuales* (2.ª ed.). Ecoe Ediciones Ltda.

López M, E. (2018). Mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito El Alto, Talara Piura. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo - USAT. http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/1289/1/TL_LopezMestanzaEnrique.pdf.pdf%0Ah

ttp://tesis.usat.edu.pe/handle/usat/1289

Lucho-Constantino et.al, (2015). Diseño de fosas sépticas rectangulares mediante el uso de la herramienta FOSEP. Revista Mexicana de IngenieríaQuímica, 14(3), 757–765. www.rmiq.org

Luz, C., y Maza, D. (2007). Evaluación de Impactos Ambientales. 579–607.

Maiza Siza, F. R. (2006). Plantas de tratamiento en el sistema de alcantarillado para el barrioLa Armenia en la parroquia de Nanegalito cantón Quito. 1–98.

Metcalf and Eddy. (1995). Ingeniería de aguas residuales. Volumen 1: Tratamiento, vertido y reutilización.

Muñoz, A. (2008). Caracterización y tratamiento de aguas residuales. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, 305. http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Especialidad/Modulo1_PDF/Gen12/ESTEM01T01 E08.pdf

Norma técnica 2176. Calidad de agua, muestreo, técnicas de muestreo, (1998).

Placeres et.al, (2007). Los factores ambientales como determinantes del estado de salud de la población. Revista Cubana de Higiene y Epidemiologia, 45(2).

Pliego-Arreaga et.al, (2013). Diseño de Fosas Sépticas Rectangulares Mediante el Uso de la Herramienta FOSEP. Revista Mexicana de Ingeniería Química, 12(3), 505–511. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62029966013

Reutelshofer, T. et al. (2015). Guía para la toma de muestras de agua residual. In Senasba(Vol. 1).

Rodriguez Gamarra, J. (2012). Capítulo I. Fosas Sépticas (pp. 4–16).

Rogel, K., y Gallardo, M. (2014). Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. In Tesis. http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13224%0Ahttp://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf

Romero Rojas, J. A. (2010). Tratamiento de Aguas Residuales Teoría y principios de diseño.

TECNICAS, C. (2020). Intervención en la Infraestructura Existente y Propuesta para la Repotenciación de la Unidad Educativa Quevedo, Ubicada en el Cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos. https://educacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2020/08/Plan-de-Manejo-Ambiental-UE-Quevedo.pdf

Vaca, H., y Montalván, S. (2015). Manual De Operación Y Mantenimiento De La Planta De Tratamiento De Aguas Residuales, Centro Poblado Nono Ubicado En La Zona Noroccidente De La Ciudad De Quito Parroquia Nono.

Varnero, M. T., Carú, M., Galleguillos, K., y Achondo, P. (2012). Tecnologías disponibles para la purificación de biogás usado en la generación eléctrica. Información Tecnológica,23(2), 31–40. https://doi.org/10.4067/S0718-07642012000200005

Zaragoza. (2010). Características de las aguas residuales. http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/Caracteristicas.PDF

# 7. ANEXOS

Anexo 1. Toma de muestra

Anexo 2. Almacenamiento de la muestra

Anexo 3. Aforo caudal

Anexo 4.Medición de parámetros fìsicos

Anexo 5. Sólidos totales

Anexo 6. Colocación de la muestra para proceso de sólidos

Anexo 7. Medición de oxígeno disuelto

Anexo 8. Medición de turbidez

## 7.1. Anexos de la medición de DBO

Anexo 9. Preparación de reactivos para agua de dilución

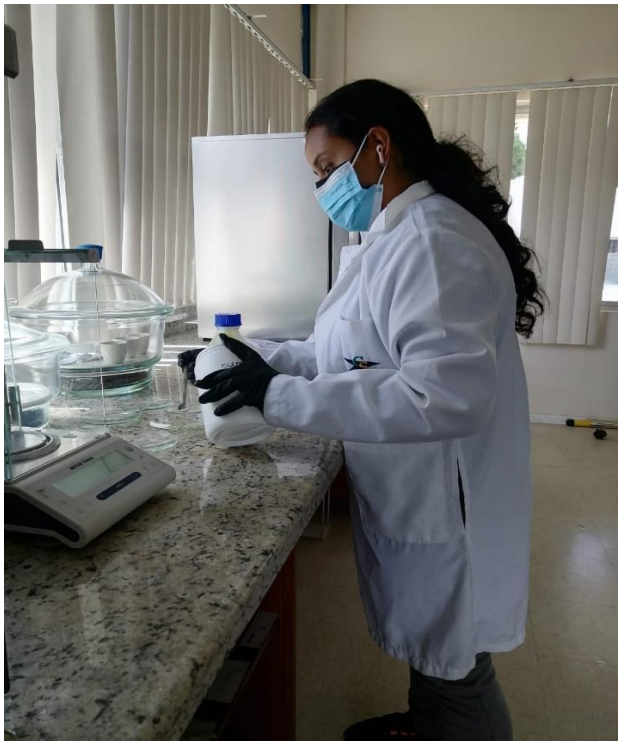
Anexo 10. Agitación de la muestra

Anexo 12. Medición de oxígeno antes del proceso de incubación

Anexo 11. Colocación de los frascos Winkler en la incubadora.

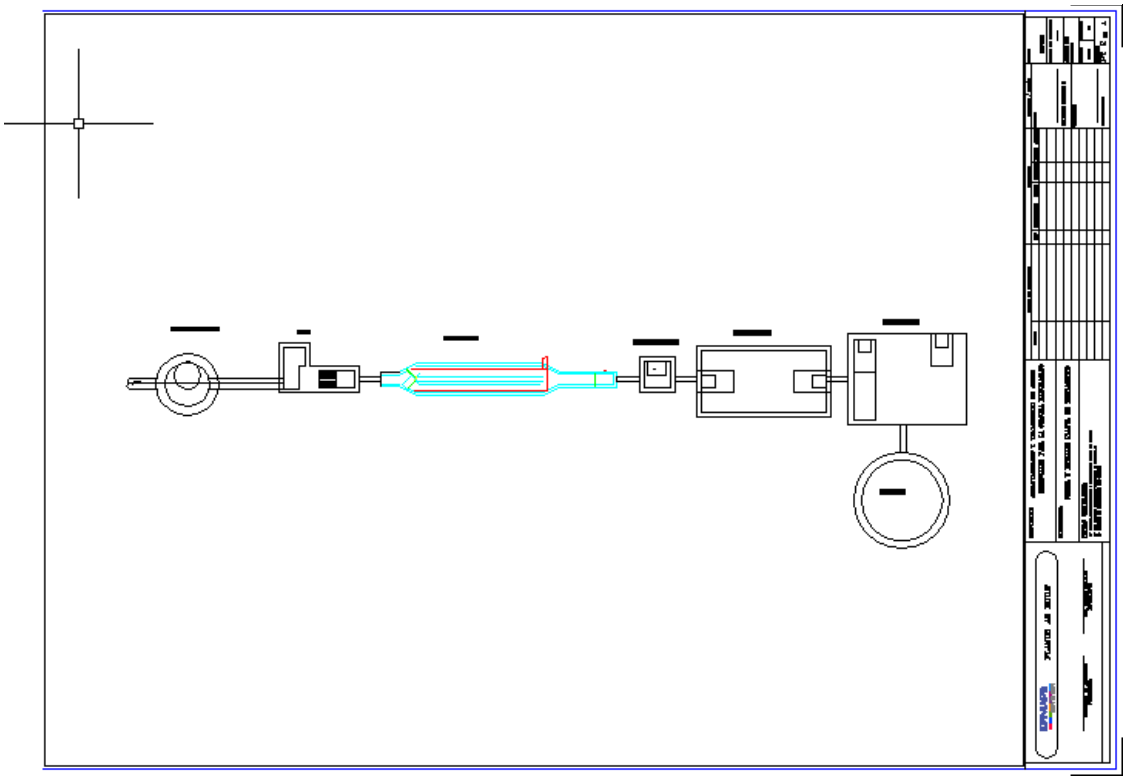
## 7.2. Anexos del procedimiento de prueba de jarras.

Anexo 13.Peso de los reactivos



Anexo 14. Implementación del sitemas

Anexo 16. Proceso de sidementación

Anexo 15.Toma de muestra después de la corrida para medición de turbidez

Anexo 17. *Plano del sistema de tratamiento FOSA SÉPTICA*