



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

**"PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL PARA LA DISPOSICIÓN
FINAL DE LODOS GENERADOS EN LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL
SECTOR MIRIUMI, CANTÓN SUCÚA"**

Trabajo de Titulación
Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar por el grado académico de:
INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTOR: JORGE ANDRÉS BAUTISTA SAMANIEGO

DIRECTOR: Ing. MIGUEL ÁNGEL OSORIO RIVERA Mgs.

Macas - Ecuador

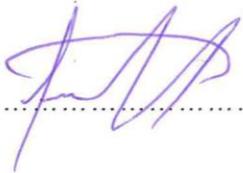
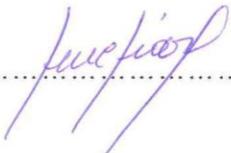
2019

©2019, Jorge Andrés Bautista Samaniego

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo técnico: **“PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LODOS GENERADOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL SECTOR MIRIUMI, CANTÓN SUCÚA”**, de responsabilidad del señor: Jorge Andrés Bautista Samaniego, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Miguel Ángel Osorio Rivera. M. Sc DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2019-07-22
Ing. Teresita Jackelín Mejía Reinoso. M. Sc MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2019-07-22
Dr. Fausto Manolo Yaulema Garcés PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2019-07-22

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Jorge Andrés Bautista Samaniego, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

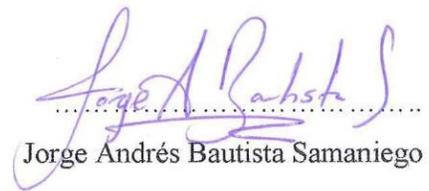
Macas, 22 de julio de 2019



Jorge Andrés Bautista Samaniego

C.I. 140047238-5

Yo, Jorge Andrés Bautista Samaniego, soy responsable de las ideas, datos y resultados expuestos en el presente documento y el patrimonio intelectual del proyecto técnico de titulación pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.



Jorge Andrés Bautista Samaniego

C.I. 140047238-5

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre en el cielo, Rosa Felicia y mis hermanos en la tierra, Favian, Liliam y Gabriela por su apoyo incondicional y moral para finalizar esta etapa, y a mi Padre Dios Misericordioso, que está en el cielo por darme una oportunidad de cumplir mis metas y objetivos de lo que me resta de mi vida.

Jorge

AGRADECIMIENTO

Expreso una enorme gratitud a la Mgs. Lina Morales por propiciar este logro a través de su apoyo moral, a mi madre por ser el motor de mi vida y por brindarme su apoyo para cumplir con satisfacción mi carrera.

Un agradecimiento al Ing. Miguel Osorio, Ing. Teresita Mejía, al Ing. Rommel Trujillo que apoyaron con sus valiosos consejos y conocimientos para la culminación del mismo.

Jorge

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	13
SUMMARY	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO I	17
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	17
1.1. Agua residual	17
1.1.1. Aguas residuales domésticas	17
1.2. Características del agua residual	17
1.2.1. Características físicas.....	17
1.2.2. Características químicas	19
1.2.3. Características biológicas	20
1.2.4. Clases de aguas residuales	20
1.2.5. Subproductos en el tratamiento de aguas residuales	21
1.2.6. Lodo residual	21
1.2.7. Características y composición del lodo residual	21
1.2.8. Tratamiento de lodos residuales.....	25
1.2.9. Disposición de lodos residuales	25
1.3. Gestión Ambiental	26
1.3.1. Definición	26
1.3.2. Objetivo de un sistema de Gestión Ambiental	26
1.3.3. Herramientas de Gestión Ambiental.....	27
1.3.4. Legislación Ambiental aplicable.....	34
CAPÍTULO II	38
2. MARCO METODOLÓGICO	38
2.1. Tipo de estudio.....	38
2.2. Revisión Ambiental Inicial (RAI).....	38
2.2.1. Localización	38
2.2.2. Geológico, clima, hidrología, y uso de suelo	39
2.2.3. Calidad de agua y lodos (Muestreo de efluentes)	39
2.2.4. Preservación y envío (Cadena de custodia).....	42
2.2.5. Análisis de laboratorio	43

2.2.6. Identificación de procesos y actividades.....	43
2.2.7. Elaboración de un programa de manejo de lodos en el Plan de Gestión Ambiental de la PTARD Sector Miriumi	49
CAPÍTULO III.....	50
3. RESULTADOS.....	50
3.1. Revisión Ambiental Inicial	50
3.1.1. Localización del área de estudio	50
3.1.2. Población beneficiaria.....	51
3.1.3. Geológico.....	52
3.1.4 Clima.....	54
3.1.5 Hidrología	55
3.1.6. Diagnóstico de las estructuras de la PTARD Sector Miriumi.....	56
3.1.7 Identificación de los impactos socio – ambientales	61
3.1.8 Análisis de los impactos socio – ambientales identificados.....	62
3.1.9. Interpretación de la matriz de Leopold	66
3.1.10. Análisis de Agua (Agosto 2018 – Enero 2019).....	68
3.1.11. Análisis de Lodos.....	72
3.1.12. Variación de sólidos suspendidos	74
3.1.13. Variación de sólidos totales	75
3.1.14 Propuesta de Tratamiento 1: Lechos de secado	77
3.1.15. Propuesta de Tratamiento 2: Estabilización alcalina (Tratamiento químico)	78
3.1.16 Propuesta de Disposición Final 1: Relleno Sanitario – Mono rellenos.....	79
3.1.17 Propuesta de Disposición Final 2: Acondicionador de suelo.....	79
3.1.18 Fase de Planificación del Programa de Manejo Integral de Lodos	80
3.2 Programa de Gestión Ambiental	82
3.3. Manual para el manejo y disposición final de lodos generados en la PTARD Sector Miriumi, Cantón Sucúa	94
3.3.1. Procedimiento Generales de Operación	94

CONCLUSIONES
RECOMENDACIONES
BIBLIOGRAFÍA
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Composición física y química típica de un lodo residual	22
Tabla 2-1. Principales grupos de organismos patógenos y parásitos contenidos en los lodos residuales.....	25
Tabla 3-1. Criterios microbiológicos desechos no peligrosos.....	34
Tabla 4-1. Niveles máximos permitidos en el manejo de desechos sólidos no peligrosos	35
Tabla 5-1. Límites máximos permisibles para metales pesados en biosólidos	36
Tabla 6-1. Límites máximos permisibles para patógenos y parásitos en biosólidos.....	36
Tabla 7-1. Límites máximos permisibles para patógenos y parásitos en biosólidos.....	37
Tabla 8-1. Características típicas de materia prima para un compost.....	37
Tabla 1-2. Formato de etiquetado para identificación de la muestra	41
Tabla 2-2: Parámetros analizados y metodología de biosólidos	41
Tabla 3-2: Ficha de registro de actividades en la PTARD Sector Miriumi	43
Tabla 4-2: Ficha de registro de Actividad 1 en la PTARD Sector Miriumi.....	44
Tabla 5-2: Ficha de registro de actividad 2 en la PTARD Sector Miriumi.....	45
Tabla 6-2: Ficha de registro de actividad 3 en la PTARD Sector Miriumi.....	46
Tabla 7-2: Ficha de registro de actividad 4 en la PTARD Sector Miriumi.....	47
Tabla 8-2: Ficha de registro de actividad 5 en la PTARD Sector Miriumi.....	48
Tabla 9-2: Formato de la medida a tomar para desarrollar el programa de manejo de lodos residuales.....	49
Tabla 1-3: Datos Geográficos de la PTAR Sector Miriumi	50
Tabla 2-3: Características climáticas de Sucúa.....	54
Tabla 3-3: Matriz de Identificación de Efectos.....	63
Tabla 6-3: Resultados de análisis de aguas residuales tratadas en la PTAR (Agosto).....	68
Tabla 7-3: Resultados de análisis de aguas residuales tratadas en la PTAR (Septiembre)	69
Tabla 8-3: Resultados de análisis de aguas residuales tratadas en la PTAR (Octubre)	69
Tabla 9-3: Resultados de análisis de aguas residuales tratadas en la PTAR (Noviembre)	70
Tabla 10-3: Resultados de análisis de aguas residuales tratadas en la PTAR (Diciembre)	71
Tabla 11-3: Resultados de análisis de aguas residuales tratadas en la PTAR (Enero).....	72
Tabla 12-3: Caracterización físico-química y microbiológica de lodo residual húmedo de la PTARD Sector Miriumi	72
Tabla 13-3: Variación de la carga de sólidos suspendidos en la muestra de agua tratada.	74
Tabla 14-3: Variación de la carga de sólidos totales disueltos en la muestra de agua tratada.	75
Tabla 15-3: Programa de Manejo Integral para la disposición final de Lodos Generados en la PTARD del Sector Miriumi, Cantón Sucúa – Lodos (A)	83
Tabla 16-3: Programa de Manejo Integral para la disposición final de Lodos Generados en la PTARD del Sector Miriumi, Cantón Sucúa – Evaluación Lodos (B).....	85
Tabla 17-3: Programa de Manejo Integral para la disposición final de Lodos Generados en la PTARD del Sector Miriumi, Cantón Sucúa – Residuos Sólidos (C)	87
Tabla 18-3: Programa de Manejo Integral para la disposición final de Lodos Generados en la PTARD del Sector Miriumi, Cantón Sucúa – Evaluación Residuos Sólidos (D).....	89
Tabla 19-3: Programa de Manejo Integral para la disposición final de Lodos Generados en la PTARD del Sector Miriumi, Cantón Sucúa – Seguridad Laboral y Evaluación (E)	90

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2: Pasos de un proceso de muestreo.....	39
Gráfico 2-2: Diagrama para determinación de caudales en la PTARD Sector Miriumi	44
Gráfico 3-2: Diagrama para el mantenimiento de la cámara de retención de sólidos.....	45
Gráfico 4-2: Diagrama para el retiro de lodos	46
Gráfico 5-2: Diagrama para la limpieza de tuberías	47
Gráfico 6-2: Diagrama para el mantenimiento de lechos de secado	48
Gráfico 1-3: Ubicación de la PTARD Sector Miriumi (Vista Satelital)	51
Gráfico 2-3: Ubicación del Alcantarillado Sanitario y Pluvial del Barrio La Cruz (Vista Satelital).....	51
Gráfico 3-3: Mapa geológico del proyecto	52
Gráfico 4-3: Mantenimiento del tratamiento preliminar: Rejilla	58
Gráfico 5-3: Mantenimiento del tanque séptico.....	59
Gráfico 6-3: Mantenimiento del filtro anaerobio y obtención de la muestra de lodos.....	61
ACCIONES ANTRÓPICAS.....	63
Gráfico 7-3: Variación de la carga de sólidos suspendidos vs. Tiempo.	75
Gráfico 8-3: Variación de la carga de sólidos totales disueltos vs. Tiempo.	76
Gráfico 9-3: Variación de la carga de sólidos totales disueltos vs. Sólidos suspendidos.	76
Gráfico 10-3: Lechos de secado de la PTARD – Sector Miriumi (Estado Actual).....	78
Gráfico 11-3: Prueba de alcalinidad para los lodos secos.....	79
Gráfico 12-3: Excavadora	97
Gráfico 13-3: Cargador Frontal.....	97
Gráfico 14-3: Excavadora	98

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO LA CRUZ

ANEXO B: SISTEMA PLUVIAL DEL BARRIO LA CRUZ

ANEXO C: PLANOS PTARD SECTOR MIRIUMI

ANEXO D: ANÁLISIS CESTTA AGUA Y LODOS

ANEXO E: CRONOGRAMA DE PROPUESTA DEL PROGRAMA DE MANEJO DE LODOS

ABREVIATURAS

C.f	Coliformes fecales
ESPOCH	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
EP – MAPA S	Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Sucúa
G	Gramos
H	Horas
L	Litros
M.O	Materia Orgánica
M	Metros
MI	Mililitros
Mm	milímetros
PTARD	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas
Ph	Potencial de Hidrógeno
TULSMA	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente
DBO	Demanda Biológica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno

RESUMEN

El presente trabajo de titulación de enfoque técnico tuvo como objetivo general realizar un programa de manejo integral para la disposición final de lodos generados en la planta de aguas residuales domésticas (PTARD) del Sector Miriumi, Cantón Sucúa. Se elaboró la revisión ambiental inicial donde se caracterizó los procesos y actividades de la PTARD, para determinar cuantitativa y cualitativamente los lodos generados, con esta información se procedió a realizar una evaluación de impacto ambiental, aplicando la Matriz de Leopold encontrándose 8 impactos positivos y 16 impactos negativos en la generación y manejo de la PTARD – Sector Miriumi y a su vez se valoró la importancia y magnitud a la relación entre los componentes y categorías ambientales. Luego este lodo fue sometido a los análisis físico-químico y microbiológicos (Arsénico, Cromo, Cadmio, Cobre, Níquel, Plomo, Zinc, Mercurio, Coliformes Fecales, Salmonella SP, Huevos de Helminto, Aceites y grasas, Materia Orgánica, Nitrógeno, Fósforo, Potasio) necesarios para la clasificación, tratamiento, y disposición final de los lodos residuales establecidos en la NOM-004-SEMANART-2002. Los resultados obtenidos demostraron que los lodos generados en la PTARD no contenían metales pesados de importancia, por lo que según la metodología de la norma ISO 14001, se establecieron propuestas enfocadas a los objetivos, metas y actividades para la disposición final de los lodos en gestión conjunta con los procesos del relleno sanitario resumidas en programas de manejo de residuos y seguridad laboral.

PALABRAS CLAVE: <BIOTECNOLOGÍA>, GESTION AMBIENTAL> <PROGRAMA DE GESTION INTEGRAL> <LODO RESIDUAL> <MANEJO DE RESIDUOS> <SEGURIDAD LABORAL>

SUMMARY

The objective of this technical focus work was to carry out a comprehensive management program for the final disposal of sludge generated in the domestic wastewater plant (PTARD) of the Miriumi Sector, Sucúa Canton. The initial environmental review was prepared where the processes and activities of the PTARD were characterized, to quantitatively and qualitatively determine the sludge generated, with this information an environmental impact assessment was carried out, applying the Leopold Matrix, finding 8 positive impacts and 16 negative impacts on the generation and management of the PTARD - Miriumi Sector and at the same time the importance and magnitude to the relationship between the components and environmental categories was valued. This mud was then subjected to physical-chemical and microbiological analyzes (Arsenic, Chromium, Cadmium, Copper, Nickel, Lead, Zinc, Mercury, Fecal Coliforms, Salmonella SP, Helminth Eggs, Oils and fats, Organic Matter, Nitrogen, Phosphorus , Potassium) necessary for the classification, treatment, and final disposal of waste sludge established in NOM-004-SEMANART-2002. The results obtained showed that the sludge generated in the PTARD did not contain heavy metals of importance, so according to the methodology of ISO 14001, proposals were established focused on the objectives, goals and activities for the final disposal of sludge in management in conjunction with the landfill processes summarized in waste management and occupational safety programs.

KEY WORDS: <BIOTECHNOLOGY>, ENVIRONMENTAL MANAGEMENT> <INTEGRAL MANAGEMENT PROGRAM> <RESIDUAL SLUDGE> <WASTE MANAGEMENT> <LABOR SAFETY>

INTRODUCCIÓN

Según (CRUZ, 2017 pág. 5) en su tesis; Obtención de Bioabono a partir de Lodo Residual procedente de una Planta De Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas: “Se estima que estos lodos puedan presentar una alta concentración de sustancias químicas, de organismos patógenos y de materia orgánica, razón por la cual pueden ser altamente contaminantes y tóxicas. El hecho de presentar una alta carga de materia orgánica lo hace susceptible de ser reutilizado para actividades agrícolas como mejorador de suelos, pero para poder darles este uso antes deben ser tratados para eliminar tanto los organismos patógenos como aquellas sustancias químicas que puedan ser perjudiciales para el ambiente y/o para las personas.”

La PTAR Sector “Miriumi” (Provincia de Morona Santiago, Cantón Sucúa, Parroquia Sucúa, Barrio La Cruz), es administrada por la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Sucúa (EP MAPA S). Se trata de una estación depuradora de aguas residuales domésticas cuyo sistema de tratamiento es parcialmente cerrado debido a que en él se generan subproductos perjudiciales para el ambiente.

Los lodos residuales generados a partir de sus fosas sépticas y de sus filtros biológicos de flujo ascendente, son depositados en un lecho de secado donde sufren un proceso de deshidratación natural por efecto de la presión atmosférica y de la temperatura ambiente como único tratamiento. Se considera que este tratamiento es insuficiente y no aprovecha de ninguna manera un posible uso potencial que posee este lodo residual.

OBJETIVOS

General

Realizar un programa de manejo integral para la disposición final de lodos generados en la planta de tratamiento de aguas residuales del Sector Miriumi, cantón Sucúa.

Específicos

- Elaborar un diagnóstico inicial de la PTARD Sector Miriumi, cantón Sucúa.
- Caracterizar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los lodos generados en la planta a través de análisis externos y ensayos internos.
- Proponer alternativas para la disposición final de lodos generados en la planta de aguas residuales.
- Elaborar un manual para el manejo y disposición final de lodos generados en la PTARD Sector Miriumi, cantón Sucúa.

CAPÍTULO I

1.MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Agua residual

Se conoce como agua residual aquella proveniente de lluvias, viviendas, industrias, comunidades, etc., las mismas que están contaminadas con desechos orgánicos e inorgánicos u otros componentes del cual se originan. (Lazcano Carreño, 2016 pág. 7)

1.1.1. Aguas residuales domésticas

Es aquella proveniente de los efluentes domésticos y de toda actividad urbana sea esta comercial, laboral, etc., que aumenta los contaminantes indeseables en el tratamiento de aguas residuales. (Lazcano Carreño, 2016 pág. 4)

1.2. Características del agua residual

Se debe conocer las características de las aguas residuales para poder ser acondicionadas de tal manera que cumplan con los estándares de calidad en referencia a la normativa legal vigente en cada país. (Lazcano Carreño, 2016 pág. 8) (Romero Rojas, 2009 pág. 16)

1.2.1. Características físicas

1.2.1.1. Olor

Se dice que el olor de las aguas residuales recientes se le denomina *sui generis*, cuya propagación es casi inofensiva, pero cuando estas se encuentran en un estado séptico da paso a la liberación de gases resultado de la descomposición aerobia y anaerobia que propaga un olor fétido o putrefacto. (Lazcano Carreño, 2016)

1.2.1.2. Temperatura

La temperatura característica de las aguas residuales con respecto al agua potable es siempre mayor, ya que en esta primera se vierten líquidos que son calientes. También se dice que esta es mayor que la temperatura del aire, notable en las temporadas frías. Esta característica permite conocer más acerca de la biodegradabilidad de la materia orgánica contenida en las aguas residuales. (Lazcano Carreño, 2016)

1.2.1.3. Color

El color de las aguas residuales es debido a las partículas que contiene. Podemos decir que un color café claro es indicativo de una agua residual de no más de 6 horas de su descarga, también el color gris claro denota un agua residual de más de 6 horas y finalmente un color gris oscuro o negro nos dice que es un proveniente de un agua residual séptica, con indicios de descomposición. (Lazcano Carreño, 2016)

1.2.1.4. Turbiedad

La turbiedad es una propiedad ocasionada por la dispersión de los rayos de luz que pasan a través de una muestra de agua, y que disminuyen la transparencia causada por una variedad de partículas en suspensión pudiendo ser estas partículas coloidales hasta partículas gruesas. (Romero Rojas, 2009)

1.2.1.5. Sólidos

Carbohidratos, proteína, lípidos, etc., son materia orgánica que pueden encontrarse en el cuerpo de agua así como también células vivas e inertes, sustancias químicas entre otras que conforman partículas visibles y coloidales. (Lazcano Carreño, 2016)

Se pueden distinguir varios tipos de sólidos:

Sólidos totales: Son aquellos residuos que quedan al poner la muestra bajo procesos de evaporación y secado a 105 °C durante veinticuatro horas. (Lazcano Carreño, 2016)

Sólidos sedimentables: Cuyo nombre corresponde son los sólidos que se sedimentan en un cono Imhoff al reposar la muestra de 1 litro durante una hora (mL/L). (Lazcano Carreño, 2016) (Romero Rojas, 2009)

Sólidos disueltos: Su importancia radica en que ayudan como indicadores de la eficiencia de los procesos que se aplican a las aguas residuales siendo estas sometidas a tratamientos biológicos o físicos. (Lazcano Carreño, 2016)

Sólidos suspendidos: Son aquellos sólidos directamente causantes de la turbidez en el agua. Estas generalmente pueden ser: Arcilla, papel, madera, basura, etc. (Lazcano Carreño, 2016)

Sólidos volátiles y sólidos fijos: los sólidos volátiles y sólidos fijos son resultado de calcinar a 500 °C a los sólidos disueltos, y que están constituidos por materia orgánica, sales y materia inorgánica. (Lazcano Carreño, 2016)

1.2.2. Características químicas

1.2.2.1. Potencial de Hidrógeno (pH)

Es el grado de acidez o alcalinidad cuyo grado o determinación depende de la cantidad de iones de hidrógeno que posee. (Lazcano Carreño, 2016)

1.2.2.2. Alcalinidad

Se define como la capacidad que posee el agua para neutralizar los ácidos o que puede reaccionar con iones de hidrógeno, podemos decir que las aguas residuales que poseen alcalinidades menores son más susceptibles a la contaminación, puesto que no tienen la capacidad de oponerse a los cambios de pH (acidificación). (Lazcano Carreño, 2016)

1.2.2.3. Nitrógeno y Fósforo

El nitrógeno es esencial para el crecimiento de microorganismos al igual que el fósforo cumple la función de ser nutrientes para estos. (Lazcano Carreño, 2016) (Romero Rojas, 2009)

1.2.2.4. Oxígeno disuelto (OD)

El oxígeno disuelto permite conocer la presencia de aeróbicas y facultativas y también la presencia de microorganismos acuáticos. (Lazcano Carreño, 2016)

1.2.2.5. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

Es la cantidad de oxígeno disuelto que ha de ser consumido por microorganismos presentes en la oxidación de materia orgánica e inorgánica. Para poder determinarla se mide el oxígeno disuelto inicial, para posteriormente incubarla durante 5 días tomando el resultado de oxígeno disuelto al término de la misma. (Lazcano Carreño, 2016)

1.2.3. Características biológicas

Las aguas crudas y tratadas, presentan una variedad de organismos vivos tales como:

- Patógenos al hombre (Virus, Bacterias, etc.)
- Indicadores de contaminación fecal (coliformes, *E. Coli*)
- Bacterias biodegradantes de la materia orgánica (bacterias heterotróficas)
- Bacterias nitrificantes (Nitrosomas, Nitrobacter)

1.2.4. Clases de aguas residuales

Las clases o tipos de agua residual están relacionados con la fuente de origen así como también de su composición física, química y biológica mezclada directamente al ambiente. (Lazcano Carreño, 2016)

Los tipos de agua residual son:

1.2.4.1. Agua residual doméstica o urbana

Son una combinación de los desechos líquidos sanitarios de la población que incluye: heces y orina, desechos líquidos residuales de la cocina, lavandería, es decir de un hogar o una comunidad. (Lazcano Carreño, 2016)

1.2.4.2. Agua residual industrial

Son aquellas originarias de fuera de las áreas urbanas en donde se encuentran las industrias o parques industriales. (Lazcano Carreño, 2016)

1.2.5. Subproductos en el tratamiento de aguas residuales

Las plantas de tratamiento de aguas residuales tratan un gran volumen de agua como producto de las diversas actividades antropogénicas, cuya acumulación da paso a los lodos compuestos de materia orgánica e inorgánica. (Menéndez Gutiérrez, y otros, 2007)

1.2.6. Lodo residual

Los lodos residuales son el resultante de separar el agua residual de todo el componente líquido que se encuentra en la misma. (Ralmaho, 2009)

1.2.7. Características y composición del lodo residual

Las características que se deben considerar en los lodos residuales son:

Características físicas: conductividad eléctrica, humedad.

Características químicas: potencial hidrógeno, nitrógeno orgánico, materia orgánica, calcio, fósforo, potasio, relación Carbono: Nitrógeno.

Características biológicas: microorganismos patógenos (bacterias). (Ortiz Ramos, 2013)

Dicha composición está relacionada directamente con su origen y el tipo de tratamiento que ha recibido. (Ortiz Ramos, 2013)

Antes de saber cuál sería su disposición final es necesario evaluar los componentes contaminantes. En la Tabla 1-1 se resume la composición típica presente en estos lodos, debiendo considerarse tanto el tratamiento del mismo como el del líquido separado durante el procesamiento.

Tabla 1-1. Composición física y química típica de un lodo residual.

Concepto	Unidades	Lodo
Sólidos secos totales	%	2 - 8
Sólidos volátiles	% ST	60 - 80
Proteína	% ST	20 - 30
Nitrógeno (N)	% ST	1.5 - 4
Fósforo (P ₂ O ₅)	% ST	0.8 - 2.8
Potasio (K ₂ O)	% ST	0 - 1
pH	u. pH	5 - 8
Alcalinidad	mg CaCO ₃ / L	500 - 1500
Ácidos orgánicos	mg HAc / L	200 - 2000
Contenido energético	MJ ST / Kg	23000 - 29000

Fuente: (Metcalf & Eddy, 1996)

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

1.2.7.1. Características físicas

- **Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica se define como la “*habilidad de una solución acuosa para transportar corriente eléctrica*”, es decir, mide la presencia de sales en solución. (CRUZ, 2017)

- **Humedad**

La humedad o contenido de humedad, es la relación expresada como porcentaje del peso de agua en una masa dada de suelo, es decir, al peso de las partículas sólidas. (CRUZ, 2017)

1.2.7.2. Características químicas

- **Potencial hidrógeno (pH)**

El potencial hidrógeno (pH) del lodo influye en la solubilidad de los metales, en la acción biológica del lodo, así como también en la alcalinidad del suelo. (Ortiz Ramos, 2013)

Así:

- **pH básico (> 11.5):** elimina bacterias.
- **pH ácido (< 8.6):** ayuda a que los metales pesados queden fuera de la solución del suelo limitando su disponibilidad para ser absorbidos por las raíces de las plantas.
- **pH neutro:** inmoviliza metales pesados. (CRUZ, 2017) (Ortiz Ramos, 2013)

- **Materia orgánica**

La materia orgánica en el lodo es vital ya que ayuda en el mejoramiento del suelo, reduce la erosión, regula la temperatura del suelo, ayuda a almacenar la humedad mejorando la fertilidad y las propiedades del suelo, además es un alimento necesario para los organismos del suelo. (CRUZ, 2017)

- **Calcio**

El calcio es un nutriente secundario indispensable para el crecimiento y fortalecimiento de la raíz y tallo de la planta, además reduce la acidez del suelo favoreciendo la absorción de nitrógeno. (FAO, 2002, p. 1)

- **Fósforo**

El fósforo es un elemento esencial en el crecimiento de las plantas, formación y abundancia de raíces resistentes, además contribuye en la formación y maduración de los frutos y semillas. (CRUZ, 2017)

- **Nitrógeno**

El nitrógeno es el elemento químico de mayor importancia para la formación de proteínas, nutrición y desarrollo de las plantas y ayuda en la coloración verde del follaje. (FAO, 2002)

- **Potasio**

El potasio es un macronutriente primario importante en la síntesis de carbohidratos y proteínas, aumentando su resistencia a condiciones adversas (sequía, heladas y salinidad). Una cantidad de adecuada de potasio protege a la planta de enfermedades. (FAO, 2002)

- **Relación Carbono: Nitrógeno**

La relación Carbono: Nitrógeno es la cantidad de carbono en relación con la cantidad de nitrógeno presente en un material. (CRUZ, 2017)

1.2.7.3. Características biológicas

- **Bacterias patógenos**

Universalmente existen algunos tipos de bacterias que producen enfermedades en el hombre, transmitidas de los animales al hombre o por el manejo y uso de agua, son causantes de enfermedades gastrointestinales, en la piel, o inocuos a infecciones. (Lazcano Carreño, 2016)

Los microorganismos considerados como patógenos que se encuentran son:

- **Salmonella spp:** perteneciente a la familia Enterobacteriaceae, esta se conforma por bacilos Gram (-) y rodeada de flagelos peritricos que no fermentan la lactosa, y producen ácido sulfhídrico cuando descomponen la glucosa. (Lazcano Carreño, 2016)
- **Coliformes totales y fecales:** Son enterobacterias que se originan en el tracto intestinal del ser humano y animales, sus especies varían pudiendo pertenecer al suelo y las aguas. (Lazcano Carreño, 2016)
- **Nematodos:** Habitan todo tipo de agua y suelo, contribuyen a la degradación de la materia orgánica, su presencia determina un indicador de la eficiencia en el tratamiento de agua. (Lazcano Carreño, 2016)

Algunos de los organismos parásitos y patógenos mostrados en la Tabla 2-1 están presentes en estos lodos, debiendo considerarse en el tratamiento del mismo.

Tabla 2-1. Principales grupos de organismos patógenos y parásitos contenidos en los lodos residuales.

Grupos	Agentes	Efectos en la salud
<i>Bacterias</i>	<i>Salmonella Typhi</i>	Fiebre tifoidea, paratifoidea
	<i>Salmonella paratyphi A y B</i>	Disentería bacilar
	<i>Shigella p.</i>	Cólera
	<i>Vibrio cholerae</i>	Gastroenteritis agudas, diarreas
	<i>Escherichia coli</i>	Diarreas
	<i>Salmonella sp.</i>	
	<i>Giardia lamblia intestinales</i>	Gastroenteritis
<i>Helminfos</i>	<i>Taenia saginata</i>	Cisticercosis
	<i>Ascaris lumbricoides</i>	Ascariasis
	<i>Tricheuris trichiuria</i>	Tricocfalosis o tricuriasis
	<i>Toxocara spp.</i>	Toxoplamosis

Fuente: (Ortiz Ramos, 2013)

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

1.2.8. Tratamiento de lodos residuales

La operación más costosa y complicada de una planta es en sí la disposición de lodos y su tratamiento previo, relacionado a la calidad de lodos obtenidos.

1.2.9. Disposición de lodos residuales

- Acondicionamiento químico: Mediante el uso de acondicionadores químicos como la cal, este facilitar que la parte líquida se separe de la sólida en un proceso de deshidratación.
- Secado con calor: Mediante la inyección de calor y presión adecuados, actúa de forma que pierda su naturaleza sólido-líquida a un estado sólido.

- Lecho de secados: Es la práctica más común, debido a la sencillez de operación y mantenimientos en plantas que son pequeñas.

1.3. Gestión Ambiental

1.3.1. Definición

La Gestión Ambiental es el conjunto de acciones y estrategias mediante las cuales se organizan las actividades antrópicas que influyen sobre el ambiente con el fin de lograr una adecuada calidad de vida previniendo o mitigando los problemas ambientales. Partiendo del concepto de desarrollo sostenible se trata de conseguir el equilibrio adecuado para el desarrollo económico, crecimiento de la población, uso racional de los recursos y protección y conservación del medio ambiente. Es un concepto integrador que abarca no solo las acciones a implementarse sino también las directrices, lineamientos, y políticas para su implementación. Una adecuada Gestión Ambiental debería seguir los lineamientos de la Agenda 21 (Massolo, 2015).

1.3.2. Objetivo de un sistema de Gestión Ambiental

Según el Prontuario de Gestión Medioambiental (SEPI, 2000) los sistemas de Gestión Ambiental permiten regularizar las relaciones entre las diversas áreas funcionales u organizativas de una empresa o negocio a través de actividades de gestión y posibilitan:

- La identificación y el control de los aspectos medioambientales significativos y de sus impactos.
- La identificación de las oportunidades medioambientales significativas (como por ejemplo la reducción del consumo de recursos y de energía, la reducción de la contaminación o el reciclado de residuos).
- La identificación de los requisitos establecidos por la legislación medioambiental aplicable.
- El establecimiento de una adecuada política medioambiental y las metas para la gestión del medio ambiente,
- El establecimiento de prioridades, la determinación de objetivos y la definición de las actuaciones necesarias para su consecución.

- El control del funcionamiento, la evaluación de la eficacia del sistema y la introducción de las modificaciones necesarias para adaptarse a los cambios del entorno de operación de la empresa.

Los modelos de sistema de gestión medioambiental especificados por el Reglamento EMAS o por la Norma Internacional ISO 14001 hacen hincapié en la prevención de las consecuencias medioambientales adversas y disponen de mecanismos para lograr la mejora continua, cuyo ritmo de aplicación y extensión debe ser determinado por la organización, de acuerdo con sus circunstancias económicas y de otro tipo (SEPI, 2000).

La introducción y puesta en práctica de un sistema de gestión medioambiental puede contribuir a que se alcancen resultados óptimos para todas las partes interesadas, como consecuencia de la adopción de un enfoque estructurado y lógico. Sin embargo, un sistema de gestión medioambiental no garantiza por sí mismo la consecución de unos resultados medioambientales óptimos (Prontuario de Gestión Medioambiental (SEPI, 2000).

1.3.3. Herramientas de Gestión Ambiental

La mayor efectividad de las herramientas de Gestión Ambiental se logra cuando son aplicadas a priori, no sólo en términos ambientales sino también económicos y sociales, logrando una mayor eficiencia en el uso de materias primas y energía, y una reducción en la generación de emisiones y el costo asociado a su tratamiento. Además, permiten evitar posibles conflictos socio ambientales que generan diversos problemas, entre ellos el deterioro de la imagen de la organización como así también altos costos para su solución (Massolo, 2015).

Entre las distintas herramientas e instrumentos de la política y la Gestión Ambiental podemos mencionar:

1.3.3.1. Educación Ambiental

La educación ambiental es un proceso educativo, integral e interdisciplinario que considera al ambiente como un todo y que busca involucrar a la población en general en la identificación y resolución de problemas a través de la adquisición de conocimientos, valores, actitudes y habilidades, la toma de decisiones y la participación activa y organizada (Velázquez Cantor, 2017).

La educación ambiental debe ser vista como un proceso de formación que permite la toma de conciencia ambiental, además, que promueve en la comunidad el desarrollo de valores y nuevas

actitudes que contribuyan al uso racional de los recursos naturales y a la solución de los problemas ambientales que enfrenta la comunidad. Es importante precisar que, a través de una educación ambiental adecuada, se puede generar en los seres humanos responsabilidades y conciencia y cultura frente al medio ambiente (Velázquez Cantor, 2017).

1.3.3.2. Etiquetado ecológico

El etiquetado ecológico es la posibilidad de poner un determinado logotipo en la etiqueta del producto que indica que se ha fabricado siguiendo procedimientos regulados y controlados por normas internacionales. La etiqueta ecológica o eco etiqueta es un distintivo, de carácter voluntario, concedido a los productos que demuestren que tienen impactos reducidos sobre el ambiente, en las diferentes fases de su ciclo de vida. Con este instrumento se persigue prevenir la contaminación en origen, promoviendo una política de fomento de productos más "limpios" (Massolo, 2015).

1.3.3.3. Sistemas de Gestión Ambiental

Un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) es un proceso lógico encaminado a la búsqueda de soluciones que nos permita administrar adecuadamente el ambiente, asegurando un equilibrio ecológico, con el objetivo de organizar actividades estableciendo acciones y conductas que aseguren la calidad de vida de las personas, la preservación de los recursos naturales y el control de la contaminación ambiental (Aviles León, 2014)

Hoy en día existen diversas maneras de establecer los procesos y procedimientos para desarrollar un SGA, sin embargo es la Organización Internacional de Normalización (ISO) los que estandariza los procesos que deben llevar a cabo en SGA, las normativas básicas se encuentran establecidos en la ISO 14001 (Aviles León, 2014)

1.3.3.4. Elementos básicos del Sistema de Gestión Ambiental

Política Ambiental: Toda Política Ambiental se debe cumplir con una serie de características básicas tales como: ser apropiadas a las actividades que se desarrollan en la empresa, estar basada en los principios de mejora continua y prevención de la contaminación, incluir obligatoriedad en cumplir con la normativa legal vigente, ser lo más clara y concisa posible. La Política Ambiental es algo “vivo” que puede y debe modificarse frecuentemente (Puga Sánchez, 2004).

Planificación: es una etapa vital para el cumplimiento de la Política Ambiental. En esta fase es cuando se condicionan todos los aspectos necesarios para la implantación del Sistema de Gestión Ambiental. Dentro de la planificación se realiza las siguientes actividades: definir la estructura y las responsabilidades, identificar los aspectos ambientales, Programa de Gestión Ambiental y la identificación de requisitos legales (Liberato, 2017).

Implementación y funcionamiento: en esta fase es cuando se pone en marcha el Sistema de Gestión Ambiental y para ello se sigue los siguientes pasos: distribución y puesta en funcionamiento de la documentación, formación del personal y seguimiento. (Liberato, 2017)

Control y acción correctiva: en esta fase se deberá evaluar si el plan se está desarrollando correctamente. A tal efecto las Auditorías Ambientales son una herramienta muy útil de evaluación. Con los resultados obtenidos se deberán desarrollar acciones correctivas y de mejora continua. En caso de ser necesario establecer acciones correctivas, las mismas deben identificar cuando reaccionar, quien debe responder y que acciones se deben tomar (Massolo, 2015)

Revisión de la gestión: a intervalos regulares la dirección debe revisar todo el SGA para evaluar su eficacia para decidir si se modifica o se cambia el SGA existente para el cumplimiento de sus metas. Estas revisiones deben estar correctamente documentadas (Massolo, 2015)

1.3.3.5. Principales normas de calidad utilizadas en los SGA

Normas ISO: son normas voluntarias que se desarrollan en respuesta a las necesidades del mercado basadas en el consenso de todas las partes interesadas. Son normas reconocidas internacionalmente. La serie de normas ISO14000 establecen un conjunto amplio de herramientas normalizadas para la Gestión Ambiental en cualquier ámbito empresarial. La ISO, Organización Internacional de Normalización, cuenta con un comité técnico dedicado especialmente al desarrollo de normas sobre Gestión Ambiental, el ISO/TC 207. La norma ISO 14001 está vinculada con los SGA constituyendo una de las normas más conocidas de la serie ISO 14000, además de ser la única norma certificable del grupo. Sin embargo, cabe aclarar que dicha serie es un conjunto de más de 25 normas que cubren otras áreas como auditorías ambientales, declaración ambiental, análisis del ciclo de vida, comunicación ambiental, verificación de gases de efecto invernadero, entre otros. Estas normas son herramientas que las organizaciones pueden utilizar para hacer Gestión Ambiental, para administrar las relaciones que existen entre las actividades de la organización y su entorno (Massolo, 2015).

Normas IRAM: son un conjunto de normas argentinas desarrolladas siguiendo los lineamientos de las normas ISO. El IRAM, Instituto Argentino de Normalización y Certificación, como representante de ISO en la Argentina, cuenta con un comité espejo del ISO/TC 207. De esta forma se participa activamente del proceso de desarrollo de las normas nacionales adoptándose luego las Normas ISO como Normas ISO/IRAM (Massolo, 2015)

EMAS: Eco-Management and Audit Scheme (Reglamento Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría de la Unión Europea). Es una normativa voluntaria de la Unión Europea que reconoce a aquellas organizaciones que han implementado un SGA y han adquirido un compromiso de mejora continua, verificado mediante auditorías independientes. Las organizaciones reconocidas con el logotipo EMAS tienen una Política Ambiental definida, aplican un sistema de Gestión Ambiental y dan cuenta periódicamente del funcionamiento de dicho sistema a través de una declaración ambiental verificada por organismos independientes. Dicho logotipo garantiza la confiabilidad y veracidad de la información declarada por la organización (Massolo, 2015)

1.3.3.6. Revisión ambiental inicial

En la fase de revisión ambiental se debe establecer, implementar, y mantener un procedimiento para realizar la evaluación, al menos anualmente, el cumplimiento y estado del sistema de Gestión Ambiental. La revisión del sistema de gestión se afronta desde dos puntos de vista distintos. El primero sería la comprobación de que se está realizando todo conforme se definió previamente en el sistema, es decir, que se siguen estableciendo en los procedimientos, las instrucciones técnicas. El segundo, consistiría en analizar el grado de cumplimiento de los objetos y las metas y necesidades de la modificación del contenido de la Política Ambiental. (Liberato, 2017)

i. Identificación de los requisitos legales y otros requisitos ambientales

Este punto refiere a acciones que se deben conducir desde la organización con el objeto de identificar las leyes, decretos, reglamentos y toda normativa ambiental que regula las actividades de la misma. Además de conocerla legislación ambiental, se debe también corroborar su cumplimiento y, en caso de existir incumplimientos, implementar las medidas necesarias para la puesta en conformidad. (Castellano, 2014)

ii. Identificación y evaluación de los aspectos ambientales

Dentro del proceso de la revisión se identificarán los aspectos ambientales para proceder a su evaluación y determinar cuáles son los aspectos significativos y no significativos asociados a las actividades, servicios y productos responsabilidad de la empresa, con el objeto de estructurar las bases del Sistema de Gestión Ambiental a implantar (Rey, 2008).

iii. Examen de las prácticas y procedimientos existentes de Gestión Ambiental

Según (Rey, 2008) se procederá a hacer una recopilación y estudio sobre:

- Infraestructuras relacionadas con el impacto ambiental de la actividad en el medio.
- Descripción breve del proceso productivo y sus particularidades.
- Sistema de calidad que está implantado en la empresa y su interrelación con la Gestión Ambiental.

Los objetivos que se intentarán cubrir serán los siguientes:

- Examinar el alcance de los componentes (definidos como el grado de control y gestión de los procesos contaminantes) que existen en el sistema, evaluando las debilidades y deficiencias de los mismos.
- Identificar los riesgos potenciales asociados a posibles impactos ambientales.

iv. Valoración de la medida en que se han aprovechado anteriores incidentes y casos de no conformidad

Según (Rey, 2008) el análisis de los accidentes, incidentes y situaciones de emergencia de la empresa registrado históricamente es una herramienta válida para:

- Cuantificar el problema, su magnitud y su importancia
- Definir el problema de origen
- Definir la metodología de actuación y su eficacia
- Determinar el destino de las recomendaciones realizadas

Según (Rey, 2008) en cualquier caso, tal y como indica específicamente la norma, se considerarán las situaciones *normales* de funcionamiento, las inusuales o *anormales* y las *de emergencia*, permitiendo establecer los siguientes puntos:

- Evaluar el grado de adecuación a la normativa vigente o de próxima aplicación, y en caso de ser necesario, elaborar recomendaciones técnicas y de gestión, para el cumplimiento de la normativa.
- Proponer mejoras para prevenir los posibles efectos sobre el entorno.
- Constituir un registro de los aspectos ambientales asociados a las actividades de la organización y una jerarquización de los mismos para actuar sobre aquellos de mayor importancia.

Según (Rey, 2008) a fin de cubrir los objetivos previstos en la revisión inicial, la metodología para su desarrollo suele basarse en tres etapas principales:

- **Recopilación previa de información**, acerca del sector, proceso, normativa de aplicación, etc.
- **Visita a las instalaciones para toma de datos in situ**
- **Elaboración del informe de diagnóstico**; es recomendable que toda la revisión inicial quede perfectamente documentada, aunque no sea una exigencia de los referenciales ni un elemento a auditar.

Según (Rey, 2008) para la recopilación de la información durante la revisión ambiental es necesario llevar a cabo una serie de reuniones y visitas de observación, con relación al menos a los siguientes ámbitos ambientales:

- Emisiones atmosféricas
- Generación de residuos peligrosos
- Generación de residuos sólidos asimilables a urbanos
- Generación de residuos inertes
- Emisión de ruido al exterior
- Manipulación y almacenamiento de materias primas y productos químicos
- Vertidos al agua
- Consumo de materias primas y recursos naturales (agua, energía, combustible...)
- Otras cuestiones ambientales que puedan afectar a la comunidad local

Tal y como recomienda la ISO 14001 se han de considerar las operaciones *normales* y *anormales* (entendiendo por situación anormal, una situación puntual o circunstancial, pero *prevista*) dentro de la organización, así como las *situaciones potenciales de emergencia* (Rey, 2008)

Durante todo el proceso de toma de datos, el equipo de trabajo debe mantener una comunicación fluida y permanente con los responsables de las actividades, a fin de verificar que toda la información obtenida es real. Una vez recabada toda la información necesaria, y previamente a la redacción del informe de diagnóstico, se debe celebrar una reunión final del con los representantes de la empresa con el fin de presentar los resultados obtenidos y aclarar las dudas que pudieran surgir en relación con el mismo.

Tras esta serie de reuniones y visitas expuestas se obtendrán los datos necesarios para establecer los problemas ambientales que deberían ser corregidos, estableciendo las medidas a aplicar y un plan de acción para ello (Rey, 2008)

A la vez que se documenta el proceso desarrollado de revisión inicial, conviene procedes al registro de aspectos ambientales, y a la evaluación de los mismos. Igualmente, de esta fase de revisión inicial, debe obtenerse un registro de todos los requisitos legales aplicables, los cuales habrán sido contrastados con la situación real de la empresa a fin de determinar el grado de cumplimiento (Rey, 2008).

Cabe señalar que la ISO 14001 recomienda, pero no obliga a realizar esta revisión ambiental de manera formal y documentada, mientras que el Reglamento EMAS sí exige este documento para aquellas organizaciones que inician un proceso de implantación de un Sistema de Gestión Ambiental (Rey, 2008).

1.3.3.7. Certificaciones

Las certificaciones son instrumentos para garantizar que el Sistema de Gestión Ambiental implantado por una empresa es eficaz y de calidad. Las dan instituciones externas y ajenas a la empresa y garantizan que su Sistema de Gestión Ambiental es correcto y adecuado porque cumple un conjunto de normas e instrucciones. En nuestro país funciona como institución certificadora el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) y además existen empresas certificadoras internacionales. Con estas certificaciones externas la empresa puede demostrar que su trabajo en este campo es serio con lo cual mejora su prestigio y garantiza a sus clientes su nivel de calidad. La

certificación no es la última fase de la implementación del SGA ya que se debe continuar trabajando en la continuidad del mismo y en la mejora continua (Massolo, 2015)

1.3.4. Legislación Ambiental aplicable

En la Constitución de la República del Ecuador emitido como registro oficial 449 del 20 de octubre de 2008, en el Título V, Capítulo Cuarto Régimen de competencias, Artículo 264 numeral 4 se establece lo siguiente:

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.

En la Norma Técnica de Desechos Peligrosos y Especiales elaborado por el DMQ (Distrito Metropolitano de Quito), se establecen los criterios para considerar a un desecho peligroso como no peligroso o especial, dependiendo de la composición de los residuos como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3-1. Criterios microbiológicos desechos no peligrosos

Parámetro	Concentración máxima permitida
Coliformes fecales	2×10^6 NMP o UFC/g ST
Huevos de Helmintos	15/g
Salmonella sp	10^3 /g

Fuente: Distrito Metropolitano de Quito, 2014.

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

En el TULSMA se establece las directrices para el manejo de residuos y/o desechos sólidos peligrosos, en el párrafo VI Del tratamiento, art. 74 se menciona lo siguiente:

Los generadores, empresas privadas y/o municipalidades en el ámbito de sus competencias son responsables de dar un adecuado tratamiento a los residuos sólidos no peligrosos. El tratamiento corresponde a la modificación de las características de los residuos sólidos no peligrosos, ya sea para incrementar sus posibilidades de reutilización o para minimizar los impactos ambientales y los riesgos para la salud humana, previo a su disposición final.

Para el tratamiento de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos se pueden considerar procesos como: mecánicos, térmicos para recuperación de energía, biológicos para el compostaje y los que avale la autoridad ambiental.

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados deberán proponer alternativas de tratamiento de residuos orgánicos, para así reducir el volumen de disposición final de los mismos. Además, deberán proponer tecnologías apropiadas para el aprovechamiento de residuos para generación de energía, mismas que deberán contar con la viabilidad técnica previo su implementación.

En el Libro VI Anexo 6 se establecen los niveles máximos permitidos que se deben considerar en el manejo de los desechos sólidos no peligrosos.

Tabla 4-1. Niveles máximos permitidos en el manejo de desechos sólidos no peligrosos

Sustancia química	Límite máximo permisible (mg/L)
Arsénico	0.05
Bario	1.0
Benceno	0.005
Cadmio	0.01
Cloruro de vinilo	0.002
Cromo hexavalente	0.05
2, 4 Diclorofenil ácido acético	0.1
1, 4 Diclorobenceno	0.075
1, 2 Dicloroetano	0.005
1, 1 Dicloroetileno	0.007

Fuente: Libro VI Anexo 6 TULSMA, 2015, pp. 41-42.

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

En la Norma Oficial Mexicana de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del 2002, se establecen las especificaciones y los límites máximos permisibles de contaminantes en los lodos y biosólidos provenientes de las plantas de tratamiento de aguas residuales expresados en la siguiente tabla:

Tabla 5-1. Límites máximos permisibles para metales pesados en biosólidos

Contaminante	Excelentes	Buenos
(determinados en forma total)	mg/kg	mg/kg
	en base seca	en base seca
Arsénico	41	75
Cadmio	39	85
Cromo	1 200	3 000
Cobre	1 500	4 300
Plomo	300	840
Mercurio	17	57
Níquel	420	420
Zinc	2 800	7 500

Fuente: Norma Oficial Mexicana, 2003, p. 22.

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Tabla 6-1. Límites máximos permisibles para patógenos y parásitos en biosólidos.

Clase	Indicador Bacteriológico de Contaminación	Patógenos	Parásitos
	Coliformes fecales	<i>Salmonella spp.</i>	Huevos de helmintos/g
	NMP/g en base seca	en base seca	en base seca
A	Menor de 1 000	Menor de 3	Menor de 1 (a)
B	Menor de 1 000	Menor de 3	Menor de 10
C	Menor de 2 000 000	Menor de 3 00	Menor de 35

(a) Huevos de helmintos viables

Fuente: Norma Oficial Mexicana, 2003, p. 22.

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Tabla 7-1. Límites máximos permisibles para patógenos y parásitos en biosólidos.

Tipo	Clase	Aprovechamiento
Excelente	A	Usos urbanos con contacto público directo durante su aplicación
		Los establecidos para clase B y C
Excelente o	B	Usos urbanos sin contacto público directo durante su aplicación
Bueno		Los establecidos para clase C
Excelente o	C	Usos forestales
		Mejoramiento de suelos
Bueno		Usos agrícolas

Fuente: Norma Oficial Mexicana, 2003, p. 22.

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Tabla 8-1. Características típicas de materia prima para un compost.

Parámetros	Rango típico	Recomendado para diversas aplicaciones y condiciones de medio campo
Conductividad	1 - 10 dS/m	5 dS/m
Ph	5.0 - 8.5	6 - 8.5

Fuente: Agencia de Protección Ambiental, 2001, p. 68.

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

CAPÍTULO II

2.MARCO METODOLÓGICO

2.1. Tipo de estudio

El presente estudio se desarrolló bajo los fundamentos de investigación bibliográfica, documental descriptivo y no experimental.

La investigación no experimental se desarrolló en base a la observación que nos permitió determinar hechos importantes dentro de la planta de aguas residuales domésticas y de esa manera las actividades que se ejecutan de manera equivocada para poder corregirlos.

La investigación bibliográfica y documental se desarrolló gracias a la información obtenida de los libros, tesis con temas parecidos, artículos científicos de carácter técnico, información proveniente del GAD municipal, que sirvieron de aporte para realizar la investigación.

La interpretación de los datos se hizo a través de la investigación descriptiva, permitiéndonos estudiar y analizar el estado del funcionamiento actual de la PTARD con la finalidad de determinar las condiciones y formas en que se maneja dispone los lodos generados en la misma.

2.2. Revisión Ambiental Inicial (RAI)

El RAI hizo posible el análisis y la verificación del estado actual de la PTARD Sector Miriumi, permitiendo apreciar como las actividades diarias realizadas por los trabajadores o encargados afectan en el entorno ambiental y los efectos causados a los pobladores de los barrios y comunidades cercanas. Este estudio se lo realizó con la ayuda de visitas técnicas, análisis de agua y lodos, listas de verificación, mapas en Arcgis y conversaciones con la ciudadanía y técnicos de las instalaciones.

2.2.1. Localización

La localización del área de estudio, se elaboró con la ayuda de la información adquirida por la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Sucúa EPMAPA - S. Los datos

fueron subidos al programa de Arcgis 10.1 con el cual se pudo hacer un mapa de la zona de influencia y en donde se encuentran ubicados la planta de aguas residuales.

2.2.2. Geológico, clima, hidrología, y uso de suelo

Los aspectos geológicos, climatológicos, hidrológicos, y uso de suelo, presentes en este estudio, han sido analizados y realizados en base a la información adquirida por visitas de campos hechas en la PTARD Sector Miriumi, también se tomó como referencia información de trabajos y proyectos ejecutados en el área de estudio, referencias bibliográficas recopiladas de instituciones como el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Instituto Geofísico, Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) y el Plan de Ordenamiento Territorial.

2.2.3. Calidad de agua y lodos (Muestreo de efluentes)

El muestreo constituye una parte integral y fundamental para evaluar la calidad de los lodos, para su depósito final. La caracterización de lodos es importante para determinar el uso o disposición del lodo que podría convertirse en una amenaza a la salud pública o el medio ambiente. Para aquello se obtuvo seguir un esquema de acciones para realizar un muestreo correcto:

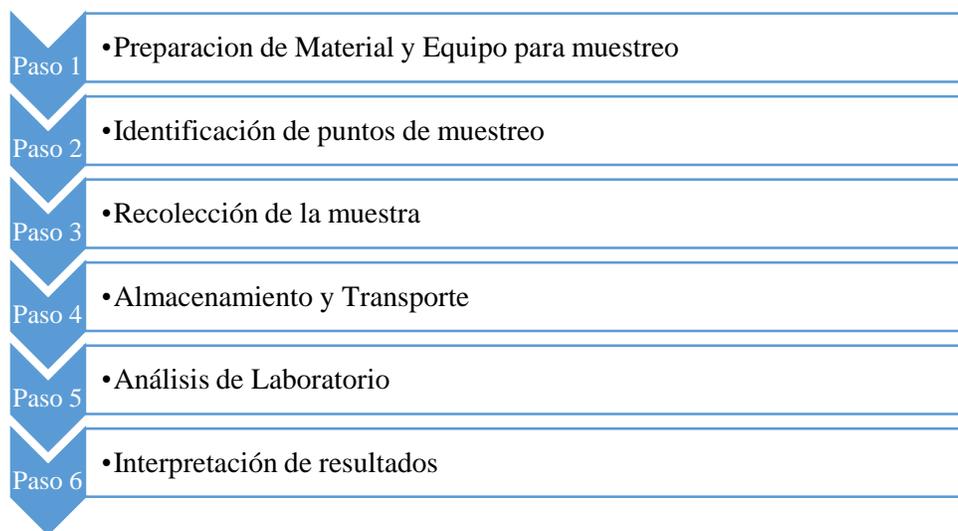


Gráfico 1-2. Pasos de un proceso de muestreo

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

2.2.3.1. Puntos de muestreos

Ya que en el área de estudio solo se encuentran 3 secciones importantes: la primera el ingreso agua residual, la segunda salida del agua tratada y la tercera la del depósito de lodos generados, estos fueron considerados como los puntos de muestreos.

2.2.3.2. Recipientes y cantidad del muestro

Los tipos de envase que se utilizó fueron de plástico transparente con capacidad de 1000 ml en la entrada y salida del agua, y un recipiente grande plástico de capacidad de 20 L para la recolección de lodos. La cantidad de agua entregada para análisis fue de 1000 ml, y después de deshidratar parcialmente la muestra de húmeda de lodos, se entregó 1 kg de muestra.

2.2.3.3. Recolección de las muestras

El día viernes 10 de agosto de 2018 en la tarde, se realizó el muestro de lodos para llevarlos a laboratorio descrito de la siguiente manera:

- Se situó el punto de muestreo de lodos final fuera de los lechos de secado, ya que esta no funcionaba correctamente a la falta de mangueras se procedió a obtener la muestra desde una fase final del proceso de depuración.
- En el muestreo se consideró la profundidad total del lecho esta fue de entre 5 - 15 cm, variando la altura de la muestra de lodo según su distribución en el lecho filtrante era variable.
- Haciendo uso del recipiente escogido se procedió a tomar la muestra al azar.
- Se dispuso con el método del cuarteo para lo cual se utilizó una tela para homogenizar la muestra y deshidratarla un poco, debido a que no estaba seca en su totalidad.
- Se introdujeron las muestras homogenizadas en los frascos. destinados para su análisis físico, químico y microbiológico.

2.2.3.4. Etiquetado

Se utilizó etiquetas para identificación de la muestra y evitar confusiones en los resultados. Las etiquetas fueron imprimidas en papel bond y fueron adheridas a los recipientes por cinta de embalaje transparente gruesa, aparte también se escribió los datos en la tapa de los recipientes con marcador permanente. Los datos utilizados son los siguientes:

- Identificación de la muestra.
- Número de la muestra.
- Nombre del que ha hecho la toma.
- Fecha y hora de la toma.
- Observaciones.

Tabla 1-2. Formato de etiquetado para identificación de la muestra

Etiquetado de Agua / Lodo	
Identificación de la muestra	PTARD Sector Miriumi
Número de la muestra	
Fecha	
Hora	
Nombre del responsable	
Observaciones	

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

2.2.3.5. Parámetros

Los parámetros fueron escogidos en base Norma Oficial Mexicana, 2003 y al Libro VI Anexo 6 del TULSMA para metales pesado y patógenos en biosólidos.

Tabla 2-2: Parámetros analizados y metodología de biosólidos

PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD
Arsénico	EPA 1311/EPA 200,7 Rev 4,4	mg/L
Cromo	EPA 1311/EPA 200,7 Rev 4,4	mg/L
Cadmio	EPA 1311/EPA 200,7 Rev 4,4	mg/L
Cobre	EPA 1311/EPA 200,7 Rev 4,4	mg/L
Níquel	EPA 1311/EPA 200,7 Rev 4,4	mg/L
Plomo	EPA 1311/EPA 200,7 Rev 4,4	mg/L

Zinc	EPA 1311/EPA 200,7 Rev 4,4	mg/L
Mercurio	EPA 3015 ^a /EPA 245,1/EPA 7470A	mg/L
Coliformes Fecales	AOAC 991.14	UFC/g
Salmonella SP	AAOC 960801	-
Huevos de Helminto	Observación Microscópica	-
Aceites y grasas	Gravimetría	%
Materia Orgánica	Gravimetría	%
Nitrógeno	Kjeldhal	%
Fósforo	Espectrofotometría	%
Potasio	PEE/CESTTA/87 EPA SW-846 3051A/700B	%

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

2.2.4. Preservación y envío (Cadena de custodia)

Las muestras fueron colocadas en una hielera manteniendo una temperatura aproximada de 4°C y fueron llevadas a los diferentes laboratorios para ser analizadas al día siguiente.

El procedimiento de cadena de custodia comprende cuatro etapas, según se detallan:

1. Registro durante la toma de muestra: Comprende el llenado de formularios de cadena de custodia: Identificación de la muestra, Número de la muestra, Fecha, Hora, Nombre del responsable, Observaciones, información relevante de las condiciones ambientales durante el muestreo.
2. Ingreso de muestras al laboratorio: Con la entrega de muestras en el laboratorio, este debió ser realizada en una lista de chequeo del estado y recepción de la muestra condiciones: Identificación de la muestra, del sello, tipo contenedor, condiciones de transporte, condiciones de la muestra y frascos, temperatura de la muestra, matriz y tipo de muestra, etc., firma de formularios de entrega por el responsable del muestreo y de la persona que hace la recepción de la muestra propia del laboratorio.
3. Asignación: Comprende la custodia de muestras dentro del laboratorio asignación del analista, generación del informe de resultados obtenidos, firma del o de los analistas, sellado de los documentos generados.

4. Remisión de Informe: Se completará al remitir el informe y/o entrega de resultados a la persona natural o jurídica que solicitó el análisis de la muestra. Este documento debe contener la información relacionada con el método de análisis, límite de detección y cuantificación del método, incertidumbre del análisis, referencia de preparación de la muestra y quien realizó el análisis de la misma.

2.2.5. Análisis de laboratorio

Las muestras fueron llevadas y entregadas a dos diferentes laboratorios: para el agua residual y agua tratada en la misma EPMAPA – S, ya que poseen un laboratorio de calidad en la cual proveen de insumos para realizar ciertos parámetros de análisis físico-químicos y microbiológicos y para el lodo residual en el Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental (CESTTA).

2.2.6. Identificación de procesos y actividades

La identificación de los procesos y actividades que se realizaban dentro de la PTARD Sector Miriumi nos permitieron determinar los aspectos ambientales susceptibles a provocar impactos ambientales y de esa manera poder corregir las deficiencias en la operación y mantenimiento de la planta.

La identificación de los aspectos e impactos ambientales se llevó a cabo por medio de una matriz en la que constan los siguientes ítems:

- **Actividades:** se identificará por medio de visitas técnicas, revisión bibliográfica, y dialogando con los técnicos y responsables de la planta.
- **Entradas:** Se verificará el proceso de entrada de agua residual que llega a la planta.
- **Salidas:** Son las aguas tratadas resultantes del proceso que son incorporadas al cuerpo de agua denominado Miriumi, ubicado posterior a un pequeño puente.

Una vez identificado los procesos y actividades de cada uno de los procesos de la PTARD se realizó la siguiente matriz para ver la entrada y salida del agua residual y tratada permitiendo establecer el área donde se genera los lodos en mayor concentración.

Tabla 3-2: Ficha de registro de actividades en la PTARD Sector Miriumi

N°	Actividad (Fecha)	Entrada (Observación)	Salida (Observación)	Frecuencia

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Para poder realizar una correcta evaluación del funcionamiento de la PTARD Sector Miriumi se procedió a esquematizar cada operación de mantenimiento de la instalación, concordando con fechas establecidas por el técnico encargado y grupo de obreros responsables. Los cuáles fueron más factibles analizar 5 de ellas más importantes, que son:

- Actividad 1. Determinación del caudal de la planta
- Actividad 2. Mantenimiento de la cámara de retención de sólidos
- Actividad 3. Retiro de lodos
- Actividad 4. Mantenimiento de tuberías
- Actividad 5. Mantenimiento de lecho de secado

Tabla 4-2: Ficha de registro de Actividad 1 en la PTARD Sector Miriumi

Actividad 1. Determinación del caudal de la planta		
Objetivo: Determinar el valor del caudal de la planta de aguas residuales domésticas de sector Miriumi.		
Responsable: Personal Oficial		
Procedimiento:	SI	NO
Llenar un balde de 10 L contabilizando el tiempo de forma simultánea (aprox. 5 min)	X	
Medir el agua recogida en el balde y anotarla en litros	X	
Anotar el tiempo registrado en el cronómetro	X	
Dividir el valor de volumen en litros con el tiempo obtenido	X	
Realizar de nuevo el procedimiento	X	
Promediar los dos valores obtenidos de caudal	X	
Anotar el valor promedio en el formato o planilla respectiva	X	
Realizar los aforos en horarios 8h00, 9h00, 10h00, 12h00, 15h00, 16h00, 17h00, 18h00		

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

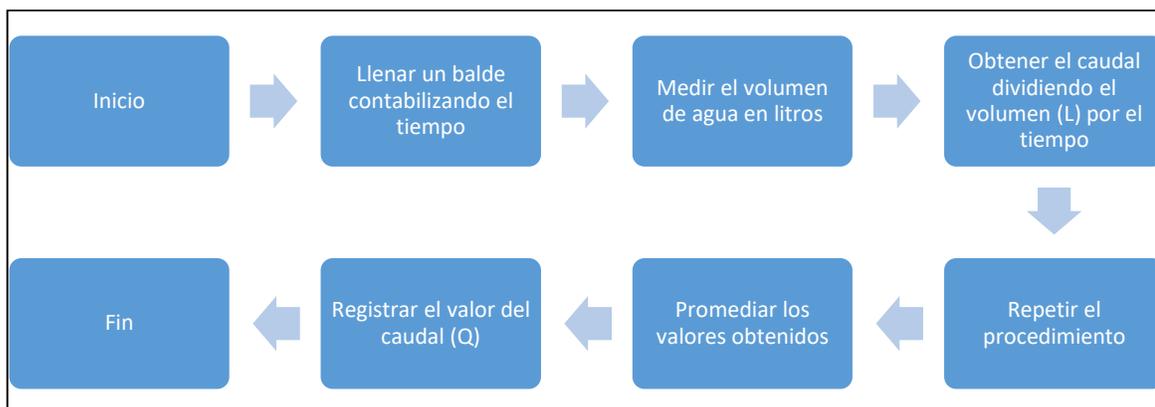


Gráfico 2-2: Diagrama para determinación de caudales en la PTARD Sector Miriumi

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Tabla 5-2: Ficha de registro de actividad 2 en la PTARD Sector Miriumi

Actividad 2. Mantenimiento de la cámara de retención de sólidos		
Objetivo: Realizar el mantenimiento de la cámara de retención de sólidos de la planta de aguas residuales domésticas Sector Miriumi, cantón Sucúa.		
Responsable:		
Procedimiento:	SI	NO
Levantar las tapas de la cámara de retención de sólidos.	X	
Sacar los sólidos depositados en la caja	X	
Depositar los desechos en un balde de 10 L para medir el volumen obtenido de residuos	X	
Anotar el valor de desechos que se obtengan de la caja	X	
Depositar los desechos en una caneca plástica perforada en el fondo para ser recogidos por los servicios de recolección	X	
Limpiar con cepillo o escoba las paredes de la caja de afluente	X	
Tapar nuevamente la tapa de afluente	X	
Observaciones:		

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

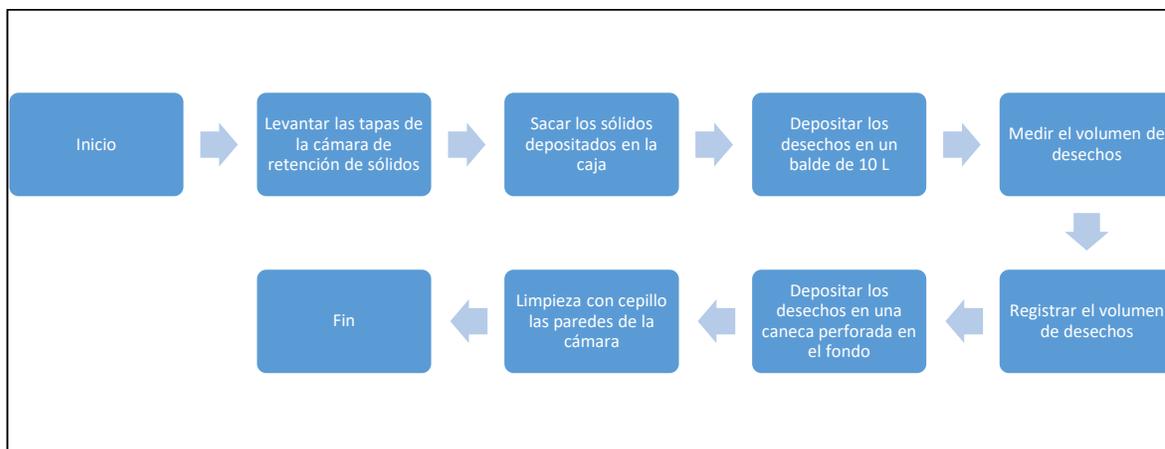


Gráfico 3-2: Diagrama para el mantenimiento de la cámara de retención de sólidos

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Tabla 6-2: Ficha de registro de actividad 3 en la PTARD Sector Miriumi

Actividad 3. Retiro de lodos		
Objetivo: Realizar el retiro de los lodos residuales de la planta de aguas residuales domésticas Sector Miriumi, cantón Sucúa.		
Responsable:		
Procedimiento:	SI	NO
Levantar las tapa de la cámara de medición de lodos	X	
Entrar en la misma con un balde de 10 L	X	
Abrir las válvulas de la sección y altura correspondiente	X	
Determinar y registrar la altura de los lodos de cada sección	X	
Comprobar si la altura sobrepasa los 0.70 metros	X	
Realizar la actividad (SI) O (NO) del paso anterior	X	
Decisión	Extraer los lodos al lecho de secado con bomba	Fin de la actividad
Observaciones:		

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

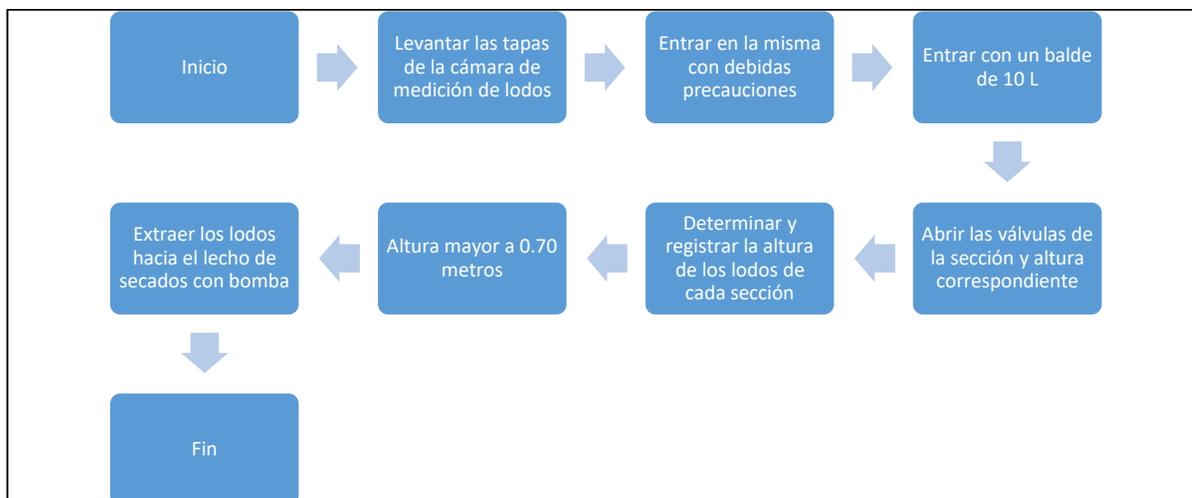


Gráfico 4-2: Diagrama para el retiro de lodos

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Tabla 7-2: Ficha de registro de actividad 4 en la PTARD Sector Miriumi

Actividad 4. Mantenimiento de tuberías		
Objetivo: Realizar el mantenimiento de tuberías de la planta de aguas residuales domésticas Sector Miriumi, cantón Sucúa.		
Responsable:		
Procedimiento:	SI	NO
Remover con una varilla la suciedad adherida a éstas.	X	
Agregar agua a presión hasta que la tubería este limpia	X	
Observaciones:		

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

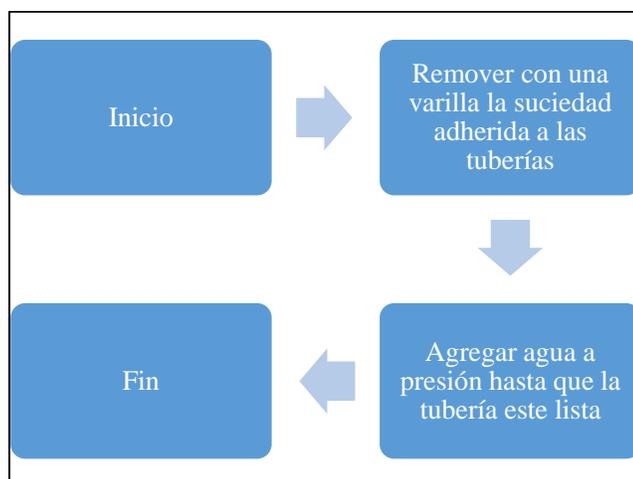


Gráfico 5-2: Diagrama para la limpieza de tuberías

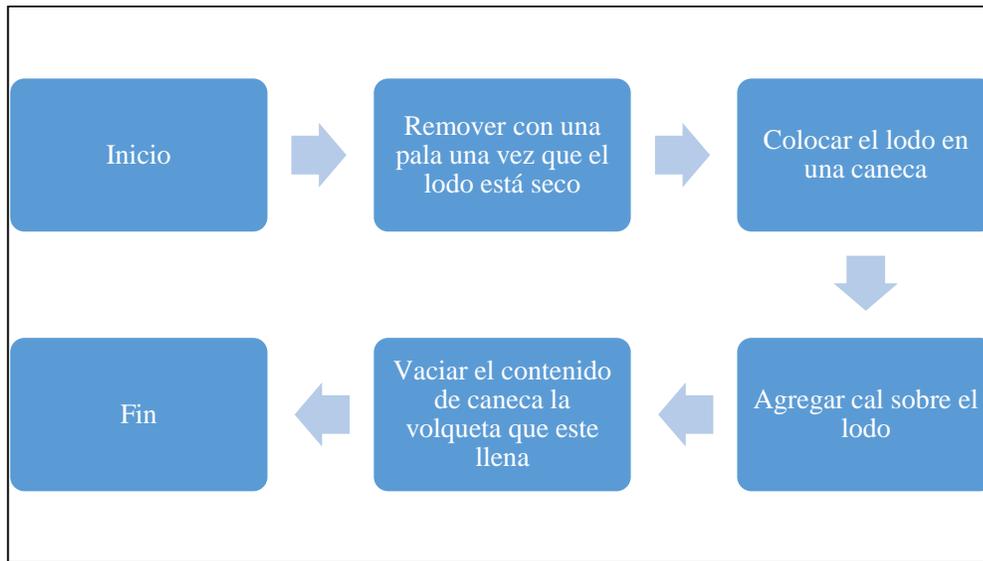
Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Tabla 8-2: Ficha de registro de actividad 5 en la PTARD Sector Miriumi

Actividad 5. Mantenimiento de lecho de secado		
Objetivo: Realizar la limpieza y carga de los lechos de secado de la planta de aguas residuales domésticas Sector Miriumi, cantón Sucúa.		
Responsable:		
Procedimiento:	SI	NO
Remover con una pala una vez que el lodo este seco	X	
Colocar el lodo en una caneca	X	
Adicionar cal sobre el lodo	X	
Vaciar el contenido de la caneca llena en una volqueta	X	
Observaciones:		

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Gráfico 6-2: Diagrama para el mantenimiento de lechos de secado



Realizado por: Jorge Bautista, 2019

2.2.7. Elaboración de un programa de manejo de lodos en el Plan de Gestión Ambiental de la PTARD Sector Miriumi

El programa se estructura según el ciclo de mejora continua y se conforma de la siguiente manera.

Tabla 9-2: Formato de la medida a tomar para desarrollar el programa de manejo de lodos residuales

Medida #	
Objetivo	
Meta	
Lugar de aplicación	
Impacto a mitigar	
Descripción	
Procedimiento	
Registros	
Indicadores verificables	
Frecuencia de ejecución	

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS

Los siguientes resultados se dieron en base al cumplimiento de cada uno de los objetivos, que fueron planteados para el desarrollo del programa de manejo integral de lodos generados en la PTARD Sector Miriumi.

- Elaboración de un diagnóstico inicial de la PTARD Sector Miriumi, cantón Sucúa.

3.1. Revisión Ambiental Inicial

La revisión ambiental inicial es información recopilada en parte de documentos dentro del plan de ordenamiento territorial.

3.1.1. Localización del área de estudio

Sucúa es la parroquia más habitada del cantón Sucúa con una superficie de 1298 km² y representa el 5.17 % del territorio de la provincia de Morona Santiago, geográficamente se encuentra ubicada en 02°27'36'' Latitud Sur y 78°10'11'' Longitud Oeste, la ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas del sector Miriumi, Cantón Sucúa se encuentra:

Tabla 1-3: Datos Geográficos de la PTAR Sector Miriumi

Ubicación	Barrio El Progreso, Sector Miriumi
Altitud	803 msnm
Clima	Subtropical
Temperatura	21,8 °C
Latitud	-2.456794
Longitud	-78.184392

Fuente: Google Maps

Realizado por: Jorge Bautista, 2019



Gráfico 1-3: Ubicación de la PTARD Sector Miriumi (Vista Satelital)

Fuente: Google Maps

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

3.1.2. Población beneficiaria

Como se aprecia en la gráfica 2-3 la población directa beneficiaria se encuentra en el barrio La Cruz está ubicado a noroeste del Cantón Sucúa, en la vía a Macas. El Barrio La Cruz está ubicado en la Zona 7 al Noreste del Centro Cantonal de Sucúa, todo el Barrio se encuentra dentro de la parte Urbana del Cantón Sucúa. La Cruz está situada a una altura promedio de 830 m.s.n.m., posee una superficie de 71 Ha, y una distancia de 1.8 km. del centro de la Ciudad de Sucúa



Gráfico 2-3: Ubicación del Alcantarillado Sanitario y Pluvial del Barrio La Cruz (Vista Satelital)

Fuente: Google Maps

3.1.3. Geológico

La Ciudad de Sucúa se asienta sobre la Formación Mera perteneciente al Cuaternario, constituida por arcillas y areniscas tobáceas con varios horizontes de conglomerados gruesos con estratificación cruzada de tipo torrencial, esta formación se puede apreciar en los taludes verticales de gran altura que presenta el Río Tutanangoza hacia el Sur.

La Formación Mera se encuentra cubierta por sedimentos finos, producto de la meteorización del material de formación y por acumulación de sedimentos provenientes de llanuras de inundación originadas por los ríos circundantes.

Hacia la parte Oeste. Adyacente a la Ciudad, presenta la Formación Tena con probable existencia de fallas inferidas que no tiene influencia en el proyecto.

El cauce del Río Upano se encuentra a una distancia y profundidad considerable sin que pueda afectar las obras planificadas, siendo una fuente de materiales de construcción de buenas características para las diferentes obras civiles que se construyan en la zona.

La Ciudad de Sucúa se encuentra circundada por los Ríos Sungaime y Tutanangoza hacia el Oeste, y el Río Quimi hacia el Este, conformando una amplia planicie con ligera pendiente en sentido Norte – Sur.

Tanto el Río Sungaime como el Río Tutanangoza presentan cauces profundos sin peligro de posibles inundaciones, elevándose hacia el Norte el cauce del Río Sungaime.

Al Este la parte Urbana está limitada por el Río Quimi Grande, de poco caudal pero en ciertas épocas del año crece, produciendo inundaciones en zonas aledañas.

El Barrio La Cruz se encuentra asentado en la formación MERA cuya litología corresponde a terrazas, conglomerados, arenas y lutitas.

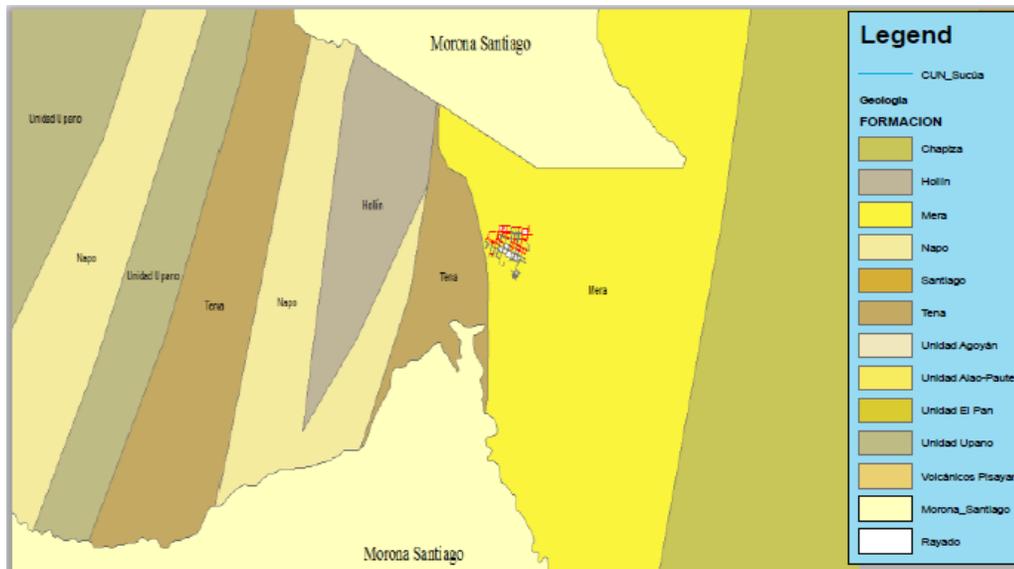


Gráfico 3-3: Mapa geológico del proyecto

Fuente: (INGEASS, 2012)

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

3.1.3.1. Tipos de Suelos

Las características que presenta el suelo, es decir suelos limos y arcillas inorgánicas de alta plasticidad con presencia de arenas y gravas.

El suelo presenta un grado de compresibilidad y deformabilidad y una resistencia al corte prácticamente nulo, hasta una profundidad de 2 m.

3.1.3.2. Uso actual del suelo:

Por la pendiente y tipo del terreno de implantación del proyecto (geomorfología) brinda las condiciones de uso para el proyecto, para actividades agro productivas de gran escala.

La vegetación natural que se encuentra en el predio en estudio presenta en poca proporción

3.1.3.3. Uso potencial del suelo:

Es un suelo con ciertas vocaciones pastoriles así como el desarrollo agrícola.

3.1.3.4. Cobertura vegetal y uso del suelo:

Descripción de las clases de uso del suelo y vegetación

Por sus características fisionómicas se han identificado las siguientes sus categorías:

- Matorral degradado (MD). Son arbustos o chaparros que presentan ramificaciones desde la base del tallo, cerca de la superficie del suelo, de poca altura y menos densos que el matorral primario.

- Categoría Pastos

Se incluyen bajo este concepto, las superficies cuya vegetación fisionómicamente dominante es de tipo herbáceo graminoide. Comprende las especies prátcolas cultivadas y naturales, dedicadas a la ganadería. Pueden diferenciarse:

- Pastos plantados (PA)

Corresponden a aquellas áreas con predominio de pastos cultivados, que han sido introducidos posterior a la tala de la vegetación nativa.

- Pastos naturales (PN)

Constituyen áreas cuya vegetación está constituida por especies herbáceas que tienen un crecimiento espontáneo y que no reciben cuidados especiales.

3.1.4 Clima

De la estación Macas INAMHI se ha obtenido la información meteorológica de 6 a 8 años de registros medios mensuales, entre los años 1971 a 1979, en la tabla 2-3 se presenta en resumen las características climáticas medias capturados por la estación de Macas, las mismas que han sido usadas de guía en el presente estudio.

Tabla 2-3: Características climáticas de Sucúa

Mes	Vel. Viento	Humedad Rel. %	Nubosidad	Eto mm/día
Enero	3.20	85.00	76.90	2.98
Febrero	2.70	86.40	81.20	2.83
Marzo	2.90	87.30	85.00	2.70
Abril	2.60	88.00	82.50	2.62
Mayo	2.30	87.30	80.00	2.53

Junio	2.10	88.30	82.50	2.28
Julio	2.40	88.40	85.40	2.20
Agosto	2.20	88.90	85.70	2.35
Septiembre	2.80	87.00	85.00	2.60
Octubre	3.10	85.10	68.30	3.22
Noviembre	3.10	86.50	72.00	3.04
Diciembre	3.40	86.30	76.20	2.90
Prom. Anual	2.73	87.04	80.06	2.69
Anual	981.00			

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

El clima de la ubicación del proyecto es el Tropical Maga Térmico Húmedo, debido a la altura y a la localización respecto al sistema orográfico que atraviesa el cantón de Sucúa.

La zona del proyecto se ubica en un sector ubicado en las isotermas entre 20 y 22 grados centígrados, con una temperatura media de 21,8 grados centígrados.

Los meses de menor temperatura que se han registrado son de Junio a Septiembre, y las mayores temperaturas registradas ocurren en los meses de Octubre a Mayo. La precipitación media anual es de 1929 mm.

3.1.5 Hidrología

El cantón Sucúa se encuentra bajo influencia de dos ríos, el Upano y Tutanangoza que pertenecen a la cuenca del río Santiago. El primero nace en el volcán Sangay y el segundo de la laguna de “Aucacocha”. El mismo que aporta con sus afluentes a la cuenca del Santiago y Morona.

Los cantones del Oriente se caracterizan por la gran cantidad de ríos que atraviesan sus diferentes zonas. Al Sur del proyecto de alcantarillado sanitario y pluvial del Barrio La Cruz se encuentra el río Sungaime, el cual descarga sus aguas en el río Tutanangoza.

Son acequias sin ningún tipo de revestimiento y con una baja capacidad hidráulica de conducción, que se ve agravada por la cantidad de la maleza y de basura en su cauce y orillas, producto del crecimiento rápido de la vegetación y la falta de mantenimiento.

Por la parte Oeste del Barrio se encuentra el Rio Topo, que es parte de la Cuenca del Rio Miriumi. La capacidad hidráulica del rio topo es superior a la del Rio Sungaime, los principales datos hidrológicos e hidráulicos son:

- 350 hectáreas de área de recarga.
- Longitud aproximada de 6.09 kilómetros.
- Pendiente 1,8%

3.1.6. Diagnóstico de las estructuras de la PTARD Sector Miriumi

3.1.6.1. Tratamiento Preliminar: Rejilla

Los sólidos flotantes y gruesos pueden causar problemas nocivos en la operación de los tanques sépticos. El uso de rejillas es uno de los pre-tratamientos recomendados para casi todos los sistemas de tratamiento.

La cantidad de material que se queda en las rejillas es influenciado por condiciones locales, costumbres de la población residente, que suelen enviar también los desechos plásticos, orgánicos, entre otros y depende mucho de la abertura específica de la rejilla.

Este material está constituido fundamentalmente por papel, trapos, detritos de cocina y estopas, contiene entre 70 y 90% de humedad, estos deben ser enterrados diariamente en algún lugar indicado por supervisión con el mínimo de manejo por el operador de la instalación, o de lo contrario ser evacuados por el sistema de recolección de residuos sólidos de la ciudad de Sucúa.

$$V = \frac{1}{n} Ri^{2/3} S^{1/2}$$
$$Ri = \frac{AH}{PH}$$

Donde:

n: Coeficiente de Manning

Ri: Radio hidráulico

AH: Área humedad

PH: Perímetro húmedo

S: Pendiente del canal

$$Nb = \frac{(b - E)}{(D + E)}$$

Donde:

Nb: Número de barrotos

b: Ancho del canal

E: Espaciamiento entre barras

D: Diámetro de la barra

$$P = \frac{1}{0.7 \frac{(vR^2 - v^2)}{2g}}$$

Donde:

P: Pérdida de carga

vR: Velocidad a través de la rejilla

v: Velocidad en el canal de aproximación

g: Aceleración de gravedad

En el diseño del canal de rejas las bases empleadas poseen los valores siguientes:

Velocidad de aproximación: $V_{\text{aprox}} = 0.6 \text{ m}\cdot\text{seg}^{-1}$

Pendiente del canal: $m = 0.35 \%$

Diámetro de barra reja: $D = 0.01 \text{ m}$

Separación de barras reja: $E = 0.025 \text{ m}$

Angulo de inclinación de las rejas: $\alpha = 60^\circ$

Volumen de residuos sólidos generados rejas = $0.03 \text{ l}\cdot\text{m}^{-3}$ de agua tratada.

Se usaron como condiciones de chequeo las siguientes variables:

Velocidad de aproximación real: $V_{\text{aproxreal}}, \approx 0.3 - 0.6 \text{ m}\cdot\text{seg}^{-1}$

Velocidad de paso por la reja limpia: V_{PRL} y Velocidad de paso por la reja sucia (30% del área ocupada): V_{PRS} . Ambas velocidades deben estar entre $0.6 - 1 \text{ m}\cdot\text{seg}^{-1}$, pudiendo llegar hasta $1.4 \text{ m}\cdot\text{seg}^{-1}$ a caudal máximo.

Pérdida de carga máxima admisible para las rejas: $P \leq 0.15$.

Limpieza manual de las rejas.

Tiempo de retención hidráulico mínimo en el canal de aproximación = 3 s

(INGEASS, 2012)

Durante la ejecución del proyecto técnico se pudo notar que la rejilla continuamente se atascaba con los residuos provenientes de la red de alcantarillado, surgiendo problemas en la operación de toda la PTARD Sector Miriumi.



Figura 4-3: Mantenimiento del tratamiento preliminar: Rejilla

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

3.1.6.2. Dimensionamiento de las Rejas

Las dimensiones principales de una reja son establecidas para que se tenga una sección de flujo con velocidad adecuada. Velocidades muy bajas a través de las barras pueden contribuir para un aumento indeseable del material retenido y también para la sedimentación de las arenas en el canal de entrada, por el contrario velocidades elevadas fomentan el arrastre de material que debería quedar retenido. La cantidad de material que se queda en las rejas es influenciado por condiciones locales, costumbres de la población residente, época del año, entre otros y depende mucho de la abertura específica de la reja. Este material es constituido fundamentalmente por papel, trapos, detritos de cocina y estopas, contiene entre 70 y 90 % de humedad y pesa de 0.7 a 1 Kg/l.

El volumen estimado diario de residuos sólidos húmedos para esta instalación asciende a aproximadamente 3 l (0.003 m³), una vez escurridos. Se propone la disposición de estos desechos en contenedores de 100 l de capacidad móviles y posteriormente debe ser enterrados diariamente con el mínimo de manejo por el operador de la instalación o de lo contrario ser evacuados por el sistema de recolección de residuos sólidos de la ciudad de Sucúa. (INGEASS, 2012)

3.1.6.3. Tratamiento Primario. Tanque Séptico.

Como tratamiento primario fue escogido el tanque séptico, debido a la simplicidad de su construcción y operación y la eficiente remoción de sólidos suspendidos que se logran con su funcionamiento. El poco terreno disponible fue el factor decisivo para la selección de esta alternativa de tratamiento. Para la estimación del diseño del tanques séptico y filtro anaerobio se utilizó la fórmula brasileña que es de amplio uso en la región latinoamericana.

$$V = 1,3 \times N (C \times T + 100 Lf)$$

Dónde:

V: Volumen del tanque séptico (Litros)

N: Habitantes

C: Aporte per cápita de aguas residuales (Litro/hab x día)

T: Tiempo de retención (días)

Lf: Aporte per cápita de lodos frescos (Litro/hab x día)

Sustituyendo

$$V = 1,3 \times 650 (160 \times 1 + 100 \times 1) = 219700 \text{ Litros} = 219,7 \text{ m}^3$$

Observación: El total de la población futura del año 2040 (3900 habitantes) se dividió entre 6 unidades de tanque séptico, quedando un total de 650 habitantes servidos por tanque séptico. (INGEASS, 2012)

El tanque primario se constató en buen estado y funcionamiento, pero al no funcionar el tratamiento preliminar no ingresaba la cantidad de agua normal que procesaba en condiciones adecuadas.



Figura 5-3: Mantenimiento del tanque séptico

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

3.1.6.4. Tratamiento Secundario: Filtro Anaerobio

Por lo reducido del espacio disponible y después de un análisis técnico se decidió utilizar un filtro anaerobio, que se ubicara a continuación del tanque séptico aprovechando la misma estructura. Está demostrado que los filtros anaerobio tienen la capacidad de remover nutrientes y microorganismos hasta en un 80%, lo cual garantiza una eficiencia en el sistema de tratamiento seleccionado, que cumple con la normativa ambiental de la República del Ecuador, para vertimiento de aguas residuales tratadas a los ríos.

$$V = \frac{L}{Lv}$$

Dónde:

V: volumen del filtro anaerobio (m³)

L: Carga orgánica del afluente (Kg DBO/día)

Lv: Carga orgánica volumétrica (Kg DBO/m³ x día) debe estar entre 0,1 – 0,5 Kg DBO/m³ x día

Sustituyendo:

$$V = \frac{14,63}{0,3} = 48,8 \text{ m}^3$$

El tanque secundario de igual manera estaba en buen estado y funcionamiento, pero al no funcionar el tratamiento preliminar no ingresaba la cantidad de agua normal que procesaba en condiciones adecuadas.



Figura 6-3: Mantenimiento del filtro anaerobio y obtención de la muestra de lodos.

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Lecho de Secados: El estado actual del lecho de secados, es inoperable siendo esta parte de la PTARD, se supo observar un absoluto abandono, y que no se poseía el equipo de dragado de los lodos y una estructura que cubra de la intemperie del tiempo y que permita la deshidratación del mismo. Por lo que no se puede dar más detalles de su falta de operación.

3.1.6.5. Evaluación Final:

De acuerdo a la identificación de cada una de las estructuras realizada anteriormente, se evidencia que la planta de tratamiento de agua residual PTAR no se encuentra en condiciones óptimas para tratar el caudal del año presente. Sin embargo, cabe aclarar que la planta se encuentra en buenas condiciones estructurales y funcionales, el problema entonces, radica en el módulo preliminar y lecho de secados. Finalmente se determinó que caudal máximo con el que trabaja cada módulo de la PTAR es de 128 L/s.

3.1.7 Identificación de los impactos socio – ambientales

La planta de tratamiento de aguas residuales sector Miriumi, ha generado varios impactos positivos, que han mejorado la calidad de vida de los habitantes del barrio la Cruz y como de los cuerpos hídricos que rodean al sector, que son de afluencia turística; pero también se ha producido impactos negativos a los sectores aledaños, al ambiente y entorno de implantación de dicha planta de tratamiento. Por

ende, se elaboró dos matrices que identifican las relaciones de las actividades y los impactos socio – ambientales, estas son: 1) Matriz de identificación de efectos y 2) Matriz de Leopold.

Como estamos analizando procesos de operación y mantenimiento de la PTARD – Sector Miriumi estos se identifican de la siguiente manera:

3.1.7.1 Fase de operación y mantenimiento de la PTARD Sector Miriumi

- Funcionamiento de la PTARD – Sector Miriumi
- Contratación de servicios para la operación de la PTARD – Sector Miriumi
- Tratamiento de lodos generados por la PTARD – Sector Miriumi
- Descarga del agua tratada
- Reutilización del agua tratada por la PTARD – Sector Miriumi
- Mantenimientos preventivos y correctivos.

Una vez identificado los impactos socio – ambientales, se desarrolló una matriz de Leopold, cuya función es de calificar los impactos, mas no posee mecanismos para diferenciar componentes críticos de interés. La valorización numérica depende de la experiencia del personal técnico. El cálculo de los impactos se realizó mediante la siguiente ecuación:

$$\sum (Magnitud * Importancia)$$

Donde:

Magnitud: Impacto positivo o negativo que se puntúa del -10 al +10.

Importancia: Intensidad o grado de incidencia sobre el factor ambiental y se puntúa del 1 al 10.

3.1.8 Análisis de los impactos socio – ambientales identificados

En la etapa de operación y mantenimiento de la PTARD – Sector Miriumi, está la generación de residuos sólidos, los cuales no cuentan con una correcta disposición final que va afectando la calidad del suelo, así como la emisión de malos olores generados por la descomposición de la materia orgánica.

Tabla 3-3: Matriz de Identificación de Efectos

<p style="text-align: center;">MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE EFECTOS</p>			<i>IDENTIFICACION DE EFECTOS</i>					
			<i>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</i>					
			ACCIONES ANTRÓPICAS	Funcionamiento de la PTARD – Sector Miriumi	Contratación de servicios para la operación de la PTARD – Sector Miriumi	Tratamiento de lodos generados por la PTARD – Sector Miriumi	Descarga del agua tratada	Reutilización del agua tratada por la PTARD – Sector Miriumi
FACTORES AMBIENTALES								
Medio Físico	AIRE	Calidad de Aire						
		Nivel de olores						
		Nivel de ruidos						
	AGUA	Calidad de Agua						
		Ecosistema de agua						
	TIERRA	Relieve y formas						
		Ecosistema del suelo						
		Erosión del Suelo						

Medio Biótico	FLORA	Densidad						
		Paisaje	■		■			
	FAUNA	Especies				■	■	
Medio Social	PRODUCTIVO	Agrícola					■	
		Regadío					■	
	POBLACIÓN	Empleo	■	■				■
		Aceptabilidad	■	■			■	
		Salud	■				■	
		Calidad de vida	■	■			■	

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Tabla 4-3: Matriz de Leopold

MATRIZ DE LEOPOLD														
FACTORES AMBIENTALES			IDENTIFICACION DE EFECTOS						MAGNITUD/IMPACTO	# DE AFECTACIONES NEGATIVAS	# DE AFECTACIONES POSITIVAS	PONDERADAS ACUMULADAS		
			OPERACION Y MANTENIMIENTO											
			Funcionamiento de la PTARD – Sector Miriumi	Contratación de servicios para la operación de la PTARD	Tratamiento de lodos generados por la PTARD – Sector	Descarga del agua tratada	Reutilización del agua tratada por la PTARD – Sector Miriumi	Mantenimientos preventivos y correctivos.						
ACCIONES ANTRÓPICAS														
Medio Físico	AIRE	Calidad de aire								-	-	-	-	
		Nivel de olores	-7/8								-7/8	1	-	-56
	AGUA	Nivel de ruidos								-	-	-	-	
		Calidad de agua			-8/9	-8/9				-	16/18	2	-	-144
		Ecosistema de agua				-8/9				-8/9	1	-	-	-72
	TIERRA	Relieve y formas								-	-	-	-	-
		Ecosistema del suelo			-7/8		-8/9			-	15/17	2	-	-128
		Erosión del suelo			-6/8					-6/8	1	-	-	-48
Medio Biótico	FLORA	Densidad								-	-	-	-	
		Paisaje	-7/2		-8/7					-15/9	2	-	-70	
	FAUNA	Especies				-8/7	-7/3			-	15/10	2	-	-77

Medio Social	PRODUCTIVO	Agrícola					-8/9		-8/9	1	-	-72
		Regadío					-7/5		-7/5	1	-	-35
	POBLACION	Empleo	7/8	7/8				7/5	21/21	-	3	147
		Aceptabilidad	6/5	8/8			-6/8		8/5	1	2	46
		Salud	7/8				-6/8		1/0	1	1	8
		Calidad de vida	7/8	8/8			-8/9		7/7	1	2	48
# AFECTACIONES NEGATIVAS		2		4	3	7			16			
# AFECTACIONES POSITIVAS		4	3				1			8		
PONDERADO ACUMULADO		128	184	-232	-200	-368	35					-453

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

3.1.9. Interpretación de la matriz de Leopold

La fase de operación y mantenimiento de la PTARD – Sector Miriumi ha generado diversos impactos tanto en el medio ambiente como la población cercana. De acuerdo a la metodología utilizada, se tiene 24 interacciones, de las cuales 8 son interacciones positivas y 16 son afectaciones negativas; representando el 66,67% de impacto socio – ambiental.

IMPACTOS NEGATIVOS Y POSITIVOS, se presentan en estas fases analizadas, lo siguiente:

3.1.9.1 Fase de Operación y Mantenimiento

- Funcionamiento de la PTARD – Sector Miriumi: Genera niveles altos de olores debido a la descomposición de la materia orgánica, propios del sistema de tratamiento. Genera mejoras en el estilo de vida de la población de influencia, debido a que poseen un sitio propicio para evacuar sus aguas residuales
- Contratación de servicios para la operación de la PTARD – Sector Miriumi: Produce fuentes de empleo para la población del Barrio La Cruz, ya que para el funcionamiento de la PTARD se requiere de operadores y técnicos.
- Tratamiento de lodos generados por la PTARD – Sector Miriumi: Afecta la calidad del suelo y agua debido a una mala disposición final de este residuo.
- Descarga del agua tratada al cuerpo receptor: Afecta la calidad del agua, ya que el efluente tratado no cumple a veces los límites de calidad para descargas a cuerpos hídricos dulces. En caso de que el efluente tratado sea de una buena calidad, este contribuirá a mejorar la calidad del cuerpo receptor.

- Reutilización del agua tratada por la PTARD – Sector Miriumi: Afecta directamente la calidad del suelo ya que el efluente es empleado para el uso agrícola, y turística.
- Mantenimientos preventivos y correctivos: Mantiene estable al sistema de tratamiento de agua residual, así se evita averías en las unidades de la PTARD.

Tabla 5-3: Principales impactos ambientales

PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES			
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Positivo/Negativo	Etapa del Proyecto
Funcionamiento de la PTARD	Alteración visual al paisaje y el entorno, generando molestias a la comunidad.	Negativo	Operación
Contratación de servicios para la operación de la PTARD	Generación de empleos, lo cual produce ingreso a las familias de los operadores y técnicos de EPMAPA-S	Positivo	Operación Y Mantenimiento
Tratamiento de lodos generados por la PTARD	Generación de lodos maduros	Negativo	Operación Y Mantenimiento
Descarga del agua tratada al cuerpo receptor	Regeneración de cuerpos hídricos por descargas de efluentes de buena calidad	Positivo	Operación
Reutilización del agua tratada por la PTARD	Aprovechamiento del agua residual tratada en actividades agrícolas y turísticas.	Positivo	Operación
Mantenimientos preventivos y correctivos	Mejoramiento de las Instalaciones del sistema de tratamiento	Positivo	Mantenimiento

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

- Caracterizar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los lodos generados en la planta a través de análisis externos y ensayos internos.

3.1.10. Análisis de Agua (Agosto 2018 – Enero 2019)

Durante este monitoreo se lo realizó, en el Laboratorio de Calidad de EPMAPA-S, tomando como referencia 2 repeticiones de acuerdo a la disponibilidad del técnico encargado.

Tabla 6-3: Resultados de análisis de aguas residuales tratadas en la PTAR (Agosto)

Parámetro	Unidades	Resultados		Límites Máximos Permisibles
		M1 14/08/2018	M2 26/08/2018	
Aluminio	mg/l	1,2	0,018	5
Arsénico Total	mg/l	0,01	0,01	0,1
Cianuro Total	mg/l	0	0	0,1
Cloruros	mg/l	350	3,5	1000
Coliformes Fecales	NPM/100	690	1610	2000
Color Real	Unidades de Color	25	14	Inapreciable en Dilución 1/20
Fosforo	mg/l	2	0,96	10
Hierro	mg/l	1	11	10
Materia Flotante	Visibles	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
pH	pH	6,66	6,83	6-9,
Solidos Suspendidos	mg/l	62,45	28	130
Solidos Totales Disueltos	mg/l	21	170,9	1600
Temperatura	°C	19,5	25,4	Condición Natural +-3

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Durante el mes de agosto de 2018, que se empezó el estudio se aprecia que el segundo monitoreo de Fósforo (P) supera los límites permisibles.

Tabla 7-3: Resultados de análisis de aguas residuales tratadas en la PTAR (Septiembre)

Parámetro	Unidades	Resultados		Límites Máximos Permisibles
		M1 09/09/2018	M2 24/09/2018	
Aluminio	mg/l	0,046	0,065	5
Arsénico Total	mg/l	0,01	0,01	0,1
Cianuro Total	mg/l	0	0	0,1
Cloruros	mg/l	3,5	3,1	1000
Coliformes Fecales	NPM/100	1610	690	2000
Color Real	Unidades de Color	0	0	Inapreciable en Dilución 1/20
Fosforo	mg/l	0,18	0,17	10
Hierro	mg/l	0,65	1,1	10
Materia Flotante	Visibles	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
pH	pH	7,12	6,98	6-9,
Solidos Suspendidos	mg/l	9	20	130
Solidos Totales Disueltos	mg/l	86,9	104	1600
Temperatura	°C	23,5	23,5	Condición Natural +-3

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Durante el mes de septiembre de 2018, no se registra un cambio de interés en los dos monitoreos, los que no superaron los límites permisibles.

Tabla 8-3: Resultados de análisis de aguas residuales tratadas en la PTAR (Octubre)

Parámetro	Unidades	Resultados		Límites Máximos Permisibles
		M1 07/10/2018	M2 21/10/2018	
Aluminio	mg/l	0,057	0,02	5
Arsénico Total	mg/l	0,1	0,01	0,1
Cianuro Total	mg/l	0,003	0,001	0,1
Cloruros	mg/l	3,7	3,6	1000
Coliformes Fecales	NPM/100	1610	1600	2000

Color Real	Unidades de Color	0	0	Inapreciable en Dilución 1/20
Fosforo	mg/l	0,29	0,26	10
Hierro	mg/l	1,11	1,18	10
Materia Flotante	Visibles	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
pH	pH	7,13	6,85	6-9,
Solidos Suspendidos	mg/l	5	7	130
Solidos Totales Disueltos	mg/l	109,2	110,3	1600
Temperatura	°C	24,7	22,6	Condición Natural +-3

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Durante el mes de octubre de 2018, no se registra un cambio de interés en los dos monitoreos, los que no superaron los límites permisibles.

Tabla 9-3: Resultados de análisis de aguas residuales tratadas en la PTAR (Noviembre)

Parámetro	Unidades	Resultados		Límites Máximos Permisibles
		M1 05/11/2018	M2 19/11/2018	
Aluminio	mg/l	0,03	No se realizó debido a análisis externos en la empresa	5
Arsénico Total	mg/l	0,01		0,1
Cianuro Total	mg/l	0,001		0,1
Cloruros	mg/l	3,6		1000
Coliformes Fecales	NPM/100	1600		2000
Color Real	Unidades de Color	0		Inapreciable en Dilución 1/20
Fosforo	mg/l	0,45		10
Hierro	mg/l	1,56		10
Materia Flotante	Visibles	AUSENCIA		AUSENCIA
pH	pH	6,85		6-9,
Solidos Suspendidos	mg/l	15	130	

Solidos Totales Disueltos	mg/l	110,6		1600
Temperatura	°C	21,8		Condición Natural +-3

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Durante el mes de noviembre de 2018, no se registra un cambio de interés en el único monitoreo, puesto que el técnico de laboratorio tuvo que realizar análisis externos de la empresa, el mismo que no superaron los límites permisibles.

Tabla 10-3: Resultados de análisis de aguas residuales tratadas en la PTAR (Diciembre)

Parámetro	Unidades	Resultados		Límites Máximos Permisibles
		M1 02/12/2018	M2 16/12/2018	
Aluminio	mg/l	0,051	Se realizó el muestreo de lodos para enviar al CESTTA	5
Arsénico Total	mg/l	0,01		0,1
Cianuro Total	mg/l	0,004		0,1
Cloruros	mg/l	5,5		1000
Coliformes Fecales	NPM/100	1600		2000
Color Real	Unidades de Color	0		Inapreciable en Dilución 1/20
Fosforo	mg/l	0,46		10
Hierro	mg/l	1,68		10
Materia Flotante	Visibles	AUSENCIA		AUSENCIA
pH	pH	7,08		6-9,
Solidos Suspendidos	mg/l	5		130
Solidos Totales Disueltos	mg/l	120,2		1600
Temperatura	°C	23,6		Condición Natural +-3

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Durante el mes de diciembre de 2018, no se registra un cambio de interés y se realizó el muestreo de lodos y mantenimiento de respectivo de la PTAR Sector Miriumi.

Tabla 11-3: Resultados de análisis de aguas residuales tratadas en la PTAR (Enero)

Parámetro	Unidades	Resultados		Límites Máximos Permisibles
		M1 30/12/2019	M2 16/01/2019	
Aluminio	mg/l	0,005	0,127	5
Arsénico Total	mg/l	0,01	0,01	0,1
Cianuro Total	mg/l	0,001	0,002	0,1
Cloruros	mg/l	6,5	8	1000
Coliformes Fecales	NPM/100	1600	1200	2000
Color Real	Unidades de Color	0	0	Inapreciable en Dilución 1/20
Fosforo	mg/l	0,3	0,48	10
Hierro	mg/l	1,31	2,04	10
Materia Flotante	Visibles	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
pH	pH	7,07	6,94	6-9,
Solidos Suspendidos	mg/l	136,3	24	130
Solidos Totales Disueltos	mg/l	2	162,4	1600
Temperatura	°C	24,1	23,5	Condición Natural +-3

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Durante el mes de Enero de 2019, no se registra un cambio de interés en los dos monitoreos, los que no superaron los límites permisibles.

3.1.11. Análisis de Lodos

Tabla 12-3: Caracterización físico-química y microbiológica de lodo residual húmedo de la PTARD Sector Miriumi

PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO
Arsénico	EPA 1311/EPA 200,7 Rev 4,4	mg/L	<0,01

Cromo	EPA 1311/EPA 200,7 Rev 4,4	mg/L	<0,01
Cadmio	EPA 1311/EPA 200,7 Rev 4,4	mg/L	<0,004
Cobre	EPA 1311/EPA 200,7 Rev 4,4	mg/L	<0,05
Níquel	EPA 1311/EPA 200,7 Rev 4,4	mg/L	<0,05
Plomo	EPA 1311/EPA 200,7 Rev 4,4	mg/L	<0,01
Zinc	EPA 1311/EPA 200,7 Rev 4,4	mg/L	<0,25
Mercurio	EPA 3015*/EPA 245,1/EPA 7470A	mg/L	<0,001
Coliformes Fecales	AOAC 991.14	UFC/g	2*10 ²
Salmonella SP	AAOC 960801	-	AUSENCIA
Huevos de Helminto	Observación Microscópica	-	AUSENCIA
Aceites y grasas	Gravimetría	%	1,09
Materia Orgánica	Gravimetría	%	9,1
Nitrógeno	Kjeldhal	%	0,28
Fósforo	Espectrofotometría	%	8,73
Potasio	PEE/CESTTA/87 EPA SW-846 3051A/700B	%	4,29

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

En la tabla 12-3 se muestran los resultados del análisis físico, químico y microbiológico del lodo residual húmedo obtenido como subproducto del tratamiento de la PTARD Sector Miriumi que recibe las aguas residuales del sistema de alcantarillado del Barrio la Cruz y el sistema pluvial del Barrio el Progreso del cantón Sucúa, por lo cual es considerado como un biosólido en la Norma Oficial Mexicana de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales del 2002.

Si hablamos que los lodos están compuestos en su mayor parte de materia orgánica, según “La materia orgánica a menudo está en forma de partículas en suspensión y sólidos disueltos. Además los sólidos pueden ser volátiles que indican procedencia orgánica, o fijos que se presumen como sólidos inorgánicos.” (Orozco, 2005, pág. 26)

Los sólidos totales se componen de los sólidos suspendidos + sólidos disueltos. Los más importantes en el agua residual son los sólidos suspendidos, especialmente los sólidos suspendidos volátiles que son la materia orgánica que son la materia orgánica presente en el agua residual en forma de partículas.” (Orozco, 2005, pág. 26)

Los parámetros descritos se lo realizaron en el Laboratorio de Calidad de EPMAPA – S, de los cuales cabe destacar dos importantes para el mantenimiento de la PTAR y para la generación de lodos, los mismos que son objeto de nuestro estudio.

- Sólidos Suspendidos (SS)
- Sólidos Totales Disueltos (STD)

3.1.12. Variación de sólidos suspendidos

Tabla 13-3: Variación de la carga de sólidos suspendidos en la muestra de agua tratada.

AFLUENTE	SS (mg/l)
M1 14/08/2018	62,45
M2 24/08/2018	28
M1 09/09/2018	9
M2 24/09/2018	20
M1 07/10/2018	5
M2 21/10/2018	7
M1 05/11/2018	15
M1 02/12/2018	5
M1 30/12/2018	136,3
M2 16/01/2019	24

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

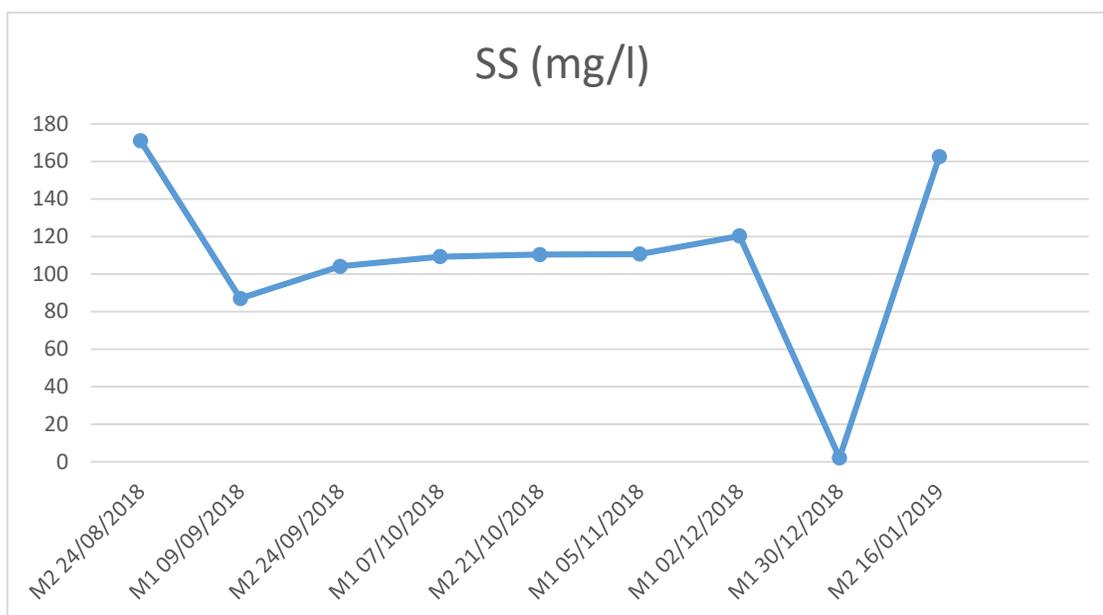


Gráfico 7-3: Variación de la carga de sólidos suspendidos vs. Tiempo.

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

3.1.13. Variación de sólidos totales

Tabla 14-3: Variación de la carga de sólidos totales disueltos en la muestra de agua tratada.

AFLUENTE	STD (mg/l)
M1 14/08/2018	21
M2 24/08/2018	170,9
M1 09/09/2018	86,9
M2 24/09/2018	104
M1 07/10/2018	109,2
M2 21/10/2018	110,3
M1 05/11/2018	110,6
M1 02/12/2018	120,2
M1 30/12/2018	2
M2 16/01/2019	162,4

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

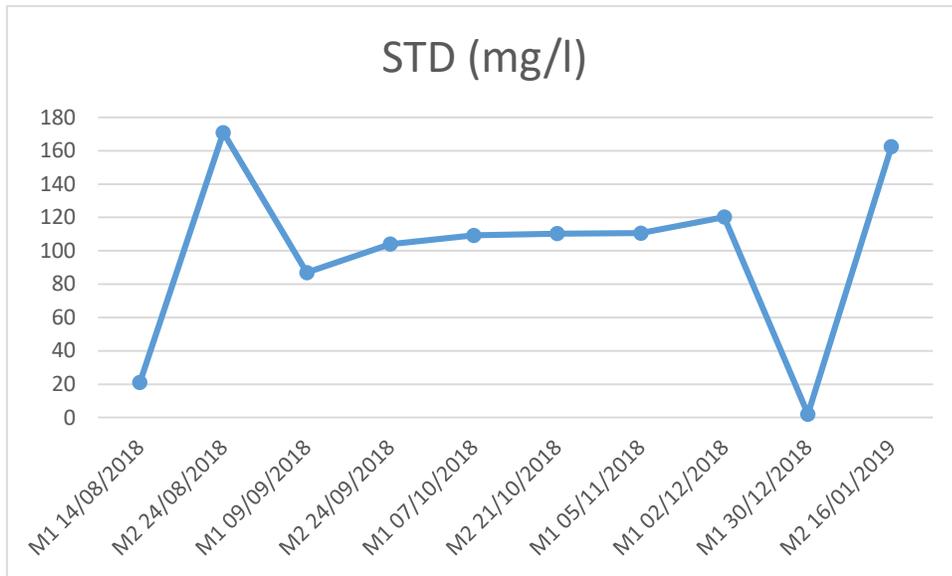


Gráfico 8-3: Variación de la carga de sólidos totales disueltos vs. Tiempo.

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Debido al resultado fuera de norma de SS en un monitoreo quincenal se programó el mantenimiento de la PTAR Sector Miriumi, para la limpieza de lodos residuales. Para el día 16 de Diciembre del 2018.

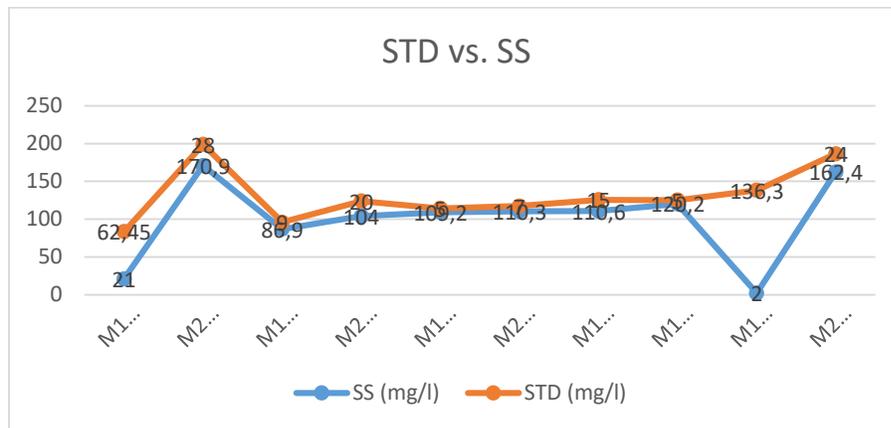


Gráfico 9-3: Variación de la carga de sólidos totales disueltos vs. Sólidos suspendidos.

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Al realizar una comparación del monitoreo de Sólidos Suspendidos (SS) y Sólidos Totales Disueltos (STD) podemos observar que los SS decaen en proporción a los STD, esto debido a que el proceso de mantenimiento y limpieza de la PTARD Sector Miriumi se la realizó a orden del Técnico Responsable vertiendo agua directamente de las cajas de medición de lodos a los filtros anaerobios haciendo para el respectivo mantenimiento y monitoreo continuo a este, variara significativamente hasta estabilizarse a valores normales.

- Propuesta de alternativas para la disposición final de lodos generados en la planta de aguas residuales y Programa de Manejo Integral Ambiental de lodos generados.

Luego de un proceso evaluación de los lodos a través de los análisis de laboratorio y del mantenimiento de la PTARD sector Miriumi, se pudo constatar que no se realizaba el adecuado control y manejo de parte de los técnicos y el obrero encargado se puede considerar a futuro las siguientes opciones que se manifiestan en estas alternativas basándonos en la parte económica de la empresa y de recomendaciones de EPA:

3.1.14 Propuesta de Tratamiento 1: Lechos de secado

Empezaremos por dar a conocer que los lechos de secado están construidos y existen en la PTARD Sector Miriumi tal como lo podemos observar en la gráfica, sin embargo el uso es nulo, a causa de implementos de succión del filtro anaerobio al lecho de secado. También no es compatible que no exista un protector de la lluvia, puesto que zona es de alta influencia de precipitaciones que ya habíamos mencionado anteriormente. Al ser uno de las alternativas más antigua y sencilla, hace falta la protección y las tuberías necesarias para drenar el lodo acumulado.



Gráfico 10-3: Lechos de secado de la PTARD – Sector Miriumi
(Estado Actual)

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

3.1.15. Propuesta de Tratamiento 2: Estabilización alcalina (Tratamiento químico)

Podemos hablar de tratamiento químico en una estabilización que podría elevar el pH y eliminar la mayor parte de los microorganismos patógenos utilizando una base, la más común y accesible económicamente es la cal. Según EPA para que existe la eliminación significativa de patógenos se eleva el pH y la temperatura por un período de 12 a 72 horas, siendo 12 horas mínimo y 72 horas máximo. Es sugerente decir que este producto inhibe la propagación de malos olores, haciendo que se volatilice el Nitrógeno en forma amoniacal.



Figura 11-3: Prueba de alcalinidad para los lodos secos

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

3.1.16 Propuesta de Disposición Final 1: Relleno Sanitario – Mono rellenos

El lodo seco se utiliza como normalmente se procede a ser en los agregados de un relleno sanitario, que están ubicados estratégicamente en lotes no urbanizables que se combina con cal para la interacción de vectores y plagas. Aquí se usa como material primario como se haría normalmente con los residuos sólidos en un relleno, disponiéndolo en celdas y agregando la tierra que se denomina material de cobertura.

3.1.17 Propuesta de Disposición Final 2: Acondicionador de suelo

Una de las opciones para utilizar de la mejor manera los lodos secos es usándolo en actividades de recuperación de suelo en zonas mineras, aplicando el lodo que posee una elevada carga orgánica, que producirá un crecimiento rápido de cobertura vegetal, con exceso de nitrógeno amoniacal que favorece la pérdida de amonio, malos olores, y desequilibrio en las plantas. Esta se puede dar cuando la capacidad de resiliencia del suelo no sea abusada.

Esta última alternativa es aconsejable seguida de un proceso de estabilización o compostaje simple mezclándolos con tierra, ceniza o materia orgánica vegetal de manera que no haya malos olores ni vectores indeseados como roedores.

3.1.18 Fase de Planificación del Programa de Manejo Integral de Lodos

Durante la recolección de información bibliográfica y documentada de la PTARD – Sector Miriumi se realizó el análisis de la identificación de los aspectos socio - ambientales relacionados a la operación y mantenimiento de la planta que juntamente a los análisis de laboratorio, requisitos legales y otros se determinó la propuesta de Programa Ambiental a seguir. (ESPE, 2017)

El procedimiento que se propone depende de las actividades que tienen que ser detalladas para el manejo de los lodos generados hacia su disposición final en la planta que son archivadas y procesadas respectivamente; llevando en todo momento un registro escrito y ordenado de este procedimiento. (ESPE, 2017)

3.1.18.1 Objetivos Ambientales del Programa de Manejo Ambiental de Lodos Generados

Los Objetivos Ambientales constituirán los fines generales que queremos llegar para que la disposición final de los residuos sea la óptima basados en la Política Ambiental y la Legislación Ambiental vigente. (ESPE, 2017)

En nuestro caso para nuestra investigación técnica, se estableció los objetivos de la siguiente manera:

- Dar un correcto manejo de los siguientes residuos generados (OA01)
 - Lodos maduros y secos en el lecho de secados (OA01A)
 - Residuos Sólidos atrapados en la rejilla (OA01B)

Adicional a este, establecimos un objetivo para el personal descrito así:

- Mejorar la Seguridad Laboral del personal (OA02)

3.1.18.2 Metas Ambientales del Programa de Manejo Ambiental

Las Metas Ambientales son medidas de actuación establecidas que deben alcanzarse para realizar un objetivo, las metas no son igual que los objetivos pero están íntimamente relacionados, ya que un objetivo tiene varias metas, siempre estás siendo medibles y cuantificables.

Las metas propuestas en base a los objetivos anteriores son:

OA01

OA01A

MA01OA01A

Disponer los lodos maduros en el lecho de secados bajo un techo de protección transparente.

MA02OA01A

Cuantificar la cantidad de lodos generados en pilas de lodo seco para su disposición final.

MA03OA01A

Realizar un tratamiento alcalino del lodo seco y cuantificarlo nuevamente.

MA042OA01A

Ceder el 100% de los lodos secos semestralmente al relleno sanitario del GADM – Sucúa.

OA01B

MA01OA01B

Pasar por un proceso de escurrimiento a los residuos sólidos atrapados en la rejilla

MA02OA01B

Disponer los residuos sólidos escurridos en contenedores de clasificación “Inorgánicos”

MA03OA01B

Ceder el 100% de los residuos sólidos inorgánicos semestralmente al relleno sanitario del GADM – Sucúa.

OA02

MA01OA02

Implementar al personal técnico y de oficio de los accesorios necesarios para asegurar su bienestar

MA02OA02

Señalizar las instalaciones de la PTARD en un período de una quincena con las señales de seguridad laboral que debe cumplir el personal.

MA03OA02

Dotar de uniformes anualmente, afín a las actividades que realiza el personal y exigir de manera obligatoria su uso.

MA04OA02

Dar charlas trimestrales al personal sobre seguridad laboral y sus beneficios.

3.2 Programa de Gestión Ambiental

Un Programa de Gestión Ambiental es aquel en el que se determinan las acciones que se requieren implementar en el proceso productivo de una actividad, se identifican como se cumplirán las metas, quién es el responsable de las actividades requeridas para su cumplimiento y el plazo en el que se completarán. (ESPE, 2017) De esta manera definida hemos determinado el siguiente programa de gestión ambiental con sus respectivos formatos.

OA01 (OA01A)

Tabla 15-3: Programa de Manejo Integral para la disposición final de Lodos Generados en la PTARD del Sector Miriumi, Cantón Sucúa – Lodos (A)

PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL: “PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LODOS GENERADOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL SECTOR MIRIUMI, CANTÓN SUCÚA”				
Nombre de la Empresa:	EPMAPA - Sucúa		Versión del Programa:	PGA001V1
Procesos Relacionados:	Todo el proceso productivo excepto el transporte.		Fecha de realización:	Por definir
Realizado por:	Jorge Bautista		Sustituye a la versión:	Ninguna
			Página 1 de 4	
Título del Programa:	Manejo de Residuos			
			N° de Programa	PGA001
			Objetivo relacionado	OA01, OA01A
Objetivo del Programa				
El objetivo que busca alcanzar este programa es dar un correcto manejo de los residuos generados, específicamente: Lodos maduros y secos en el lecho de secados				
Metas del Programa				
<ul style="list-style-type: none"> - Disponer los lodos maduros en el lecho de secados bajo un techo de protección transparente. - Cuantificar la cantidad de lodo generados en pilas de lodo seco para su disposición final. - Realizar un tratamiento alcalino del lodo seco y cuantificarlo nuevamente. - Ceder el 100% de los lodos secos semestralmente al relleno sanitario del GADM – Sucúa. 				
Descripción del Programa				
Durante el primer mes después del último mantenimiento de la PTARD se debe informar y explicar al personal del EPMAPA – S las actividades que se van a realizar en el manejo de residuos de Lodos maduros y secos en el lecho de secados. El operario encargado del mantenimiento semestral				

de la planta se encargara de la disposición de los lodos maduros en el lecho de secados, bajo un techo de protección. Después de que se verifique que el lodo se ha secado adecuadamente se procederá a realizar un tratamiento alcalino de los lodos maduros y secos, para finalmente destinar en sacos para dirigirlos al relleno sanitario del GADM – Sucúa. Además se informará que está terminantemente prohibido el desecho de los lodos secos a otro lugar que no sea el relleno sanitario.

Actividades del programa		Persona Responsable y Fecha Límite
Realizar charlas de información al personal.		Técnico de la planta, 1 semana antes del último mantenimiento.
Elaboración de cronograma, planillas de control y asignación de responsables para un lapso de 6 meses.		Técnico de la planta, 1 semana antes del último mantenimiento.
Información del cronograma al personal.		Técnico de la planta, durante la 1era semana del actual mantenimiento.
Determinar el lugar donde se almacenaran los residuos secos durante la recolección.		Técnico de la planta, durante la 1era semana del actual mantenimiento.
Realización de una prueba piloto del programa.		Técnico de la planta, durante el 1er mes del actual mantenimiento.

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Tabla 16-3: Programa de Manejo Integral para la disposición final de Lodos Generados en la PTARD del Sector Miriumi, Cantón Sucúa – Evaluación Lodos (B)

PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL				
“PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LODOS GENERADOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL SECTOR MIRIUMI, CANTÓN SUCÚA”				
Nombre de la Empresa:	EPMAPA - Sucúa		Versión del Programa:	PGA001V1
Procesos Relacionados:	Todo el proceso productivo excepto el transporte.		Fecha de realización:	Por definir
Realizado por:	Jorge Bautista		Sustituye a la versión:	Ninguna
			Página 2 de 4	
Título del Programa:	Manejo de Residuos			
			N° de Programa	PGA001
			Objetivo relacionado	OA01, OA01A
Actividades del programa			Persona Responsable y Fecha Límite	
Contactarse con el técnico del relleno sanitario de GADM – Sucúa e informar sobre las fechas en la que tienen que acercarse a la PTARD a retirar el material.			Técnico del Relleno Sanitario del GADM – Sucúa, 1 día antes de la fecha especificada en el cronograma.	
Realizar un estudio de la gente de la comunidad que pudiera necesitar este material. (Acondicionar de suelos)			Técnico del Relleno Sanitario del GADM – Sucúa, durante el 1er mes del último mantenimiento.	
Procedimiento de Evaluación				
El técnico de la PTARD y Relleno Sanitario del GADM – Sucúa coordinarán mensualmente el desarrollo del programa y el cumplimiento del cronograma establecido, harán correcciones si las metas no se están alcanzando conforme a lo planificado.				

Requisitos de Formación				
Capacitar al personal de la PTARD en el correcto manejo de los desechos, dar charlas sobre los problemas generados por el mal manejo de los residuos.				
Fecha de inicio del Programa	2 semanas antes del inicio del mantenimiento		Fecha Límite del Programa:	1 mes después del actual mantenimiento

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

OA01 (OA01B)

Tabla 17-3: Programa de Manejo Integral para la disposición final de Lodos Generados en la PTARD del Sector Miriumi, Cantón Sucúa – Residuos Sólidos (C)

PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL: “PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LODOS GENERADOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL SECTOR MIRIUMI, CANTÓN SUCÚA”				
Nombre de la Empresa:	EPMAPA - Sucúa		Versión del Programa:	PGA001V1
Procesos Relacionados:	Todo el proceso productivo excepto el transporte.		Fecha de realización:	Por definir
Realizado por:	Jorge Bautista		Sustituye a la versión:	Ninguna
			Página 3 de 4	
Título del Programa:	Manejo de Residuos			
			N° de Programa	PGA001
			Objetivo relacionado	OA01, OA01B
Objetivo del Programa				
El objetivo que busca alcanzar este programa es dar un correcto manejo de los residuos generados, específicamente: Residuos Sólidos atrapados en la rejilla.				
Metas del Programa				
<ul style="list-style-type: none"> - Pasar por un proceso de escurrimiento a los residuos sólidos atrapados en la rejilla - Disponer los residuos sólidos escurridos en contenedores de clasificación “Inorgánicos” - Ceder el 100% de los residuos sólidos inorgánicos semestralmente al relleno sanitario del GADM – Sucúa. 				
Descripción del Programa				
Durante los primeros 3 meses del último mantenimiento se debe informar y capacitar a los operarios y personal del PTARD sobre la clasificación de los residuos inorgánicos que tienen que ser dispuestos en contenedores correspondiente, en un proceso de escurrido, al finalizar el período				

del último mantenimiento se procederá a disponer los residuos sólidos inorgánicos escurridos para el relleno sanitario del GADM – Sucúa.

Actividades del programa		Persona Responsable y Fecha Límite
Realizar charlas de información y capacitación al personal.		Técnico de la planta, 3 semana después del último mantenimiento.
Realizar una campaña interna de información al personal		Técnico de la planta, 3 semana después del último mantenimiento.
Información del cronograma al personal.		Técnico de la planta y Bodeguero, durante 1er mes del último mantenimiento.
Elaboración de cronograma, planillas de control y asignación de responsables para un lapso de 6 meses.		Técnico de la planta, 3era semana del último mantenimiento.
Información del cronograma al personal.		Técnico de la planta, 3era semana del último mantenimiento.

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Tabla 18-3: Programa de Manejo Integral para la disposición final de Lodos Generados en la PTARD del Sector Miriumi, Cantón Sucúa – Evaluación Residuos Sólidos (D)

PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL				
“PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LODOS GENERADOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL SECTOR MIRIUMI, CANTÓN SUCÚA”				
Nombre de la Empresa:	EPMAPA - Sucúa		Versión del Programa:	PGA001V1
Procesos Relacionados:	Todo el proceso productivo excepto el transporte.		Fecha de realización:	Por definir
Realizado por:	Jorge Bautista		Sustituye a la versión:	Ninguna
			Página 4 de 4	
Título del Programa:	Manejo de Residuos			
			N° de Programa	PGA001
			Objetivo relacionado	OA01, OA01B
Actividades del programa			Persona Responsable y Fecha Límite	
Realización de una prueba piloto del programa.			Técnico del Relleno Sanitario del GADM – Sucúa, durante el 1er trimestre del último mantenimiento.	
Procedimiento de Evaluación				
El técnico de la PTARD y Relleno Sanitario del GADM – Sucúa coordinarán mensualmente el desarrollo del programa y el cumplimiento del cronograma establecido, harán correcciones si las metas no se están alcanzando conforme a lo planificado.				
Requisitos de Formación				
Capacitar al personal de la PTARD en el correcto manejo de los desechos, dar charlas sobre los problemas generados por el mal manejo de los residuos.				

Fecha de inicio del Programa	1ra semana del inicio del último mantenimiento		Fecha Límite del Programa:	3 meses del inicio del último mantenimiento
-------------------------------------	--	--	-----------------------------------	---

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Tabla 19-3: Programa de Manejo Integral para la disposición final de Lodos Generados en la PTARD del Sector Miriumi, Cantón Sucúa – Seguridad Laboral y Evaluación (E)

PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL				
“PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LODOS GENERADOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL SECTOR MIRIUMI, CANTÓN SUCÚA”				
Nombre de la Empresa:	EPMAPA - Sucúa		Versión del Programa:	PGA001V1
Procesos Relacionados:	Todo el proceso productivo excepto el transporte.		Fecha de realización:	Por definir
Realizado por:	Jorge Bautista		Sustituye a la versión:	Ninguna
			Página 1 de 1	
Título del Programa:	Seguridad Laboral			
			N° de Programa	PGA001
			Objetivo relacionado	OA02
Objetivo del Programa				
El objetivo que busca alcanzar este programa es mejorar la Seguridad Laboral del personal.				
Metas del Programa				
<ul style="list-style-type: none"> - Implementar al personal técnico y de oficio de los accesorios necesarios para asegurar su bienestar - Señalizar las instalaciones de la PTARD en un período de una quincena con las señales de seguridad laboral que debe cumplir el personal. - Dotar de uniformes anualmente, afín a las actividades que realiza el personal y exigir de manera obligatoria su uso. 				

- Dar charlas trimestrales al personal sobre seguridad laboral y sus beneficios.				
Descripción del Programa				
Este programa se desarrollará para dar a conocer al personal y a cada uno de los involucrados con la PTARD Sector Miriumi, los beneficios y ventajas que se obtienen de trabajar en un ambiente seguro, al finalizar este programa, el personal estará capacitado en lo concerniente a su seguridad y al uso correcto de los implementos.				
Actividades del Programa			Persona Responsable y Fecha Límite	
Estudiar y determinar los implementos de seguridad para la PTARD.			Técnico de la planta, 1 mes antes del último mantenimiento	
Realizar un inventario de los implementos existentes en la EPMAPA – S.			Técnico de la planta, 1 mes antes del último mantenimiento	
Dotar de señalización de seguridad y uso de aditamentos de seguridad laboral, explicar su significado.			Gerente de la EPMAPA – S, 1 mes antes del último mantenimiento	
Dotar de ropa de trabajo adecuada a los trabajadores de la EPMAPA de acuerdo a la actividad que realicen.			Gerente de la EPMAPA – S, 1 mes antes del último mantenimiento	
Procedimiento de Evaluación				
El técnico de la PTARD y Relleno Sanitario del GADM – Sucúa coordinarán mensualmente el desarrollo del programa y el cumplimiento del cronograma establecido, harán correcciones si las metas no se están alcanzando conforme a lo planificado.				
Requisitos de Formación				
El técnico de la PTARD coordinará conjuntamente con el gerente de la EPMAPA – S el desarrollo del programa buscando cumplir las metas propuestas.				
Fecha de inicio del Programa	1 mes antes del inicio del último mantenimiento		Fecha Límite del Programa:	1 semana después del inicio del último mantenimiento

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Tabla 20-3: Resumen del Programa de Gestión Ambiental: Programa de Manejo Integral para la disposición final de Lodos Generados en la PTARD del Sector Miriumi, Cantón Sucúa

OBJETIVO		META	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	RECURSO	PLAZO
OA01	OA01A	MA01OA01A	Realizar charlas de información al personal.	Técnico de la planta	Humano, Económico	1 semana antes del último mantenimiento
			Elaboración de cronograma, planillas de control y asignación de responsables para un lapso de 6 meses.	Técnico de la planta	Humano	1 semana antes del último mantenimiento
			Información del cronograma al personal.	Técnico de la planta	Humano	1era semana del actual mantenimiento
			Determinar el lugar donde se almacenaran los residuos secos durante la recolección.	Técnico de la planta	Humano	1era semana del actual mantenimiento
			Realización de una prueba piloto del programa.	Técnico de la planta	Humano	1er mes del actual mantenimiento
		MA02OA01A	Realizar charlas de información al personal.	Técnico de la planta	Humano, Económico	1 semana antes del último mantenimiento
			Elaboración de cronograma, planillas de control y asignación de responsables para un lapso de 6 meses.	Técnico de la planta	Humano	1 semana antes del último mantenimiento
			Información del cronograma al personal.	Técnico de la planta	Humano	1era semana del actual mantenimiento
			Determinar el lugar donde se almacenaran los residuos secos durante la recolección.	Técnico de la planta	Humano	1era semana del actual mantenimiento
			Realización de una prueba piloto del programa.	Técnico de la planta	Humano	1er mes del actual mantenimiento
		MA03OA01A	Realizar charlas de información al personal.	Técnico de la planta	Humano, Económico	1 semana antes del último mantenimiento
			Elaboración de cronograma, planillas de control y asignación de responsables para un lapso de 6 meses.	Técnico de la planta	Humano	1 semana antes del último mantenimiento
	Información del cronograma al personal.		Técnico de la planta	Humano	1era semana del actual mantenimiento	
	Determinar el lugar donde se almacenaran los residuos secos durante la recolección.		Técnico de la planta	Humano	1era semana del actual mantenimiento	
	Realización de una prueba piloto del programa.		Técnico de la planta	Humano	1er mes del actual mantenimiento	
	MA04OA01A	Realizar charlas de información al personal.	Técnico de la planta	Humano, Económico	1 semana antes del último mantenimiento	
		Elaboración de cronograma, planillas de control y asignación de responsables para un lapso de 6 meses.	Técnico de la planta	Humano	1 semana antes del último mantenimiento	
		Información del cronograma al personal.	Técnico de la planta	Humano	1era semana del actual mantenimiento	
		Determinar el lugar donde se almacenaran los residuos secos durante la recolección.	Técnico de la planta	Humano	1era semana del actual mantenimiento	
		Realización de una prueba piloto del programa.	Técnico de la planta	Humano	1er mes del actual mantenimiento	
	OA01B	MA01OA01B	Realizar charlas de información y capacitación al personal.	Técnico de la planta	Humano	3 semana después del último mantenimiento
			Realizar una campaña interna de información al personal	Técnico de la planta	Humano	3 semana después del último mantenimiento
			Información del cronograma al personal.	Técnico de la planta y Bodeguero	Humano, Económico	1er mes del último mantenimiento
			Elaboración de cronograma, planillas de control y asignación de responsables para un lapso de 6 meses.	Técnico de la planta	Humano	3era semana del último mantenimiento.
Información del cronograma al personal.			Técnico de la planta	Humano	3era semana del último mantenimiento.	
MA02OA01B		Realizar charlas de información y capacitación al personal.	Técnico de la planta	Humano	3 semana después del último mantenimiento	
		Realizar una campaña interna de información al personal	Técnico de la planta	Humano	3 semana después del último mantenimiento	
		Información del cronograma al personal.	Técnico de la planta y Bodeguero	Humano, Económico	1er mes del último mantenimiento	
		Elaboración de cronograma, planillas de control y asignación de responsables para un lapso de 6 meses.	Técnico de la planta	Humano	3era semana del último mantenimiento.	
		Información del cronograma al personal.	Técnico de la planta	Humano	3era semana del último mantenimiento.	
MA03OA01B		Realizar charlas de información y capacitación al personal.	Técnico de la planta	Humano	3 semana después del último mantenimiento	
		Realizar una campaña interna de información al personal	Técnico de la planta	Humano	3 semana después del último mantenimiento	
	Información del cronograma al personal.	Técnico de la planta y Bodeguero	Humano, Económico	1er mes del último mantenimiento		
	Elaboración de cronograma, planillas de control y asignación de responsables para un lapso de 6 meses.	Técnico de la planta	Humano	3era semana del último mantenimiento.		
	Información del cronograma al personal.	Técnico de la planta	Humano	3era semana del último mantenimiento.		
OA02	MA01OA02	Estudiar y determinar los implementos de seguridad para la PTARD.	Técnico de la planta	Humano	1 mes antes del último mantenimiento	
		Realizar un inventario de los implementos existentes en la EPMAPA – S.	Técnico de la planta	Humano	1 mes antes del último mantenimiento	

		Dotar de señalización de seguridad y uso de aditamentos de seguridad laboral, explicar su significado.	Gerente de la EPMAPA – S	Humano - Económico	1 mes antes del último mantenimiento
		Dotar de ropa de trabajo adecuada a los trabajadores de la EPMAPA de acuerdo a la actividad que realicen.	Gerente de la EPMAPA – S	Humano - Económico	1 mes antes del último mantenimiento
	MA02OA02	Estudiar y determinar los implementos de seguridad para la PTARD.	Técnico de la planta	Humano	1 mes antes del último mantenimiento
		Realizar un inventario de los implementos existentes en la EPMAPA – S.	Técnico de la planta	Humano	1 mes antes del último mantenimiento
		Dotar de señalización de seguridad y uso de aditamentos de seguridad laboral, explicar su significado.	Gerente de la EPMAPA – S	Humano - Económico	1 mes antes del último mantenimiento
		Dotar de ropa de trabajo adecuada a los trabajadores de la EPMAPA de acuerdo a la actividad que realicen.	Gerente de la EPMAPA – S	Humano - Económico	1 mes antes del último mantenimiento
	MA03OA02	Estudiar y determinar los implementos de seguridad para la PTARD.	Técnico de la planta	Humano	1 mes antes del último mantenimiento
		Realizar un inventario de los implementos existentes en la EPMAPA – S.	Técnico de la planta	Humano	1 mes antes del último mantenimiento
		Dotar de señalización de seguridad y uso de aditamentos de seguridad laboral, explicar su significado.	Gerente de la EPMAPA – S	Humano - Económico	1 mes antes del último mantenimiento
		Dotar de ropa de trabajo adecuada a los trabajadores de la EPMAPA de acuerdo a la actividad que realicen.	Gerente de la EPMAPA – S	Humano - Económico	1 mes antes del último mantenimiento
	MA04OA02	Estudiar y determinar los implementos de seguridad para la PTARD.	Técnico de la planta	Humano	1 mes antes del último mantenimiento
		Realizar un inventario de los implementos existentes en la EPMAPA – S.	Técnico de la planta	Humano	1 mes antes del último mantenimiento
		Dotar de señalización de seguridad y uso de aditamentos de seguridad laboral, explicar su significado.	Gerente de la EPMAPA – S	Humano - Económico	1 mes antes del último mantenimiento
		Dotar de ropa de trabajo adecuada a los trabajadores de la EPMAPA de acuerdo a la actividad que realicen.	Gerente de la EPMAPA – S	Humano - Económico	1 mes antes del último mantenimiento

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Para resumir nuestro cronograma del programa de manejo integral para la disposición final de lodos generados en la PTARD Sector Miriumi, lo encontraremos en los anexos.

- Elaboración de un manual para el manejo y disposición final de lodos generados en la PTARD Sector Miriumi, cantón Sucúa.

3.3. Manual para el manejo y disposición final de lodos generados en la PTARD Sector Miriumi, Cantón Sucúa

Debido a la dimensión de la planta y el volumen de los lodos se establece el siguiente manual rápido para poder realizar un correcto manejo y disposición final de lodos generados, es importante tomar en cuenta 4 aspectos iniciales que ayudaran a solucionar problemas en la actividad de recolección de los residuos:

Tabla 21-3: Tabla de decisiones a problemas comunes en la PTARD – Sector Miriumi.

Indicadores	Causa Probable	Chequear o monitorear	Soluciones
Lodos estabilizados son grises	Estabilización inadecuada	Lodo sin mesclar con aditivo base	Mezclar con cal
Olor agrio	El pH es demasiado bajo	Alta contenido de CO ₂	Ajustar el pH usando cal
No hay actividad biológica	Residuos altamente tóxicos inhibidores de ciclo biológico	Analizar la muestra de agua entrante	Vaciar y reiniciar la estabilización
Lodos Acumulados	Mantenimiento	Nivel de Lodos	Disposición Final viable

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

3.3.1. Procedimiento Generales de Operación

Los aspectos generales de operación usados en el vertido de lodo son las siguientes:

- Prácticas de control ambiental
- Prácticas de inclemencias del tiempo
- Horas de operación
- Residuos especiales

Prácticas de control ambiental: están diseñados para reducir los efectos ambientales en rellenos sanitarios denominados problemas. Y están detalladas así:

Tabla 22-3: Lista de problemas ambientales en la PTARD – Sector Miriumi.

Problemas ambientales	Programa de seguridad	Capacitación del nuevo personal	Cerco de linderos del predio	Mantenimiento adecuado del equipo	Mantenimiento de canales de hierba	Regeneración de áreas con problemas	Cal en el sitio	Cubierta de lodo diariamente	Desvío de agua del sitio
Derrames		X		X			X		
Sedimentación y erosión		X			X	X			X
Barro		X			X	X			X
Polvo		X				X			
Vectores		X					X	X	
Olores		X					X	X	
Ruido		X		X					
Estética		X	X		X	X		X	
Salud		X					X	X	
Seguridad	X	X	X	X			X	X	

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

3.3.1.1. Prácticas de las inclemencias del tiempo:

Los períodos prolongados de tiempo lluvioso impiden el funcionamiento rutinario de un relleno sanitario de lodos. En el plan de operación podemos anticipar problemas de humedad así:

Tabla 23-3: Prácticas para inclemencias del tiempo.

Inclémencia del tiempo	Carga y transporte de lodos	Preparación del sitio	Descarga de lodos	Manejo de lodos y cubierta
Humedad elevada	Incrementar el contenido de humedad en los lodos	El agua dificulta el manejo del equipo	El lodo húmedo dificulta la operación del equipo	La mezcla de los lodos con la basura o suelo hace que se necesite más material de mezcla.

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

3.3.1.2. Horas de operación:

Las horas de operación son las posteriores a la recepción de lodos. De esta manera, el personal y el equipo están disponibles para su apoyo. Se prohíbe la recepción de lodo después de las horas de trabajo en el relleno sanitario.

Tabla 24-3: Prácticas para inclemencias del tiempo.

HORA	CHOFER	ENCARGADO

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

3.3.1.3. Residuos Especiales:

En caso de encontrarse residuos especiales a tratar se procederá a contratar una empresa especializada a evacuar los mismos.

3.3.1.4. Equipos y personal

El equipo representa una gran inversión de capital y forma parte de los costos de operación de la EPMAPA – S y el Departamento de Gestión Ambiental del GADM – Sucúa:

Excavadora: Su función principal es la como su nombre menciona de excavar, así como aplicación de cobertura de suelo.



Figura 12-3: Excavadora

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

Cargador frontal: su función será de excavación del suelo suave, y el transporte del material escavado a distancias cortas no mayores a 50 m.



Gráfico 13-3: Cargador Frontal

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

3.3.1.5. *Implementos de protección personal:*

Debido al tipo de actividades que se llevan a cabo en el relleno sanitario y al contacto directo con los residuos sólidos, los trabajadores se exponen a accidentes y enfermedades infecto contagiosas. Por lo tanto, es importante la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores dotándolos como mínimo de guantes, botas, gorras o sombreros, mascarillas contra el polvo y, por lo menos, de dos uniformes al año.



Gráfico 14-3: Excavadora

Realizado por: Jorge Bautista, 2019

CONCLUSIONES

- Se elaboró un diagnóstico inicial de la PTARD Sector Miriumi, cantón Sucúa, de manera empírica mediante la observación del mantenimiento de la PTARD, gracias a que el técnico procedió con la misma hacer de cada 4 a 6 meses desde el inicio de la investigación. En donde también se encontró a través de la matriz de identificación de impacto y Leopold, por medio de la fase de operación y mantenimiento de la PTARD – Sector Miriumi que se generaron diversos impactos expresados en 24 interacciones, de las cuales 8 son interacciones positivas y 16 son afectaciones negativas; representando el 66,67% de impacto socio – ambiental establecidos en la investigación.
- Se caracterizó las propiedades físicas, químicas y biológicas de los lodos generados en la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Miriumi a través de análisis externos y ensayos internos, comparándose con la norma mexicana NOM-004-SEMANART-2002, por lo que se concluyó que los lodos eran clasificados dentro del rango Tipo EXCELENTE con valores químicos menores a los establecidos en los límites máximos permisibles: Arsénico <0,01 mg/L, Cadmio <0,004 mg/L, Cromo <0,01 mg/L, Cobre <0,05 mg/L, Plomo <0,01 mg/L, Mercurio <0,001 mg/L, Níquel <0,05 mg/L, Zinc <0,25 mg/L y también ubicados dentro del rango Clase A, por valores microbiológicos menores a los establecidos en los límites máximos permisibles: Coliformes fecales $2 \cdot 10^2$ UFC/g, Salmonella spp. en AUSENCIA y Huevos de helmintos AUSENCIA.
- Se propuso alternativas para el tratamiento y disposición final de lodos generados en la planta de aguas residuales. Siendo la más óptima el uso de lecho de secados bajo una cubierta adicional transparente y que el proceso de secado sea más eficiente en el tratamiento actual de la planta, el uso de una estabilización química es alternativa y no obligatoria. También en referencia de la norma utilizada y el resultados obtenidos de los lodos Tipo EXCELENTE y Clase A, estos son recomendados para usos urbanos con contacto público directo durante su aplicación, queda abierto la disposición final para el relleno sanitario o para mejorador de suelos, o lo que la empresa crea conveniente durante su etapa final que vayan de acuerdo al presupuesto y logística permanente que manejen durante la ejecución del programa.
- Se elaboró un manual de uso rápido para el manejo y disposición final de lodos generados en la PTARD Sector Miriumi, cantón Sucúa, debido que la planta se encuentra con otro manual disponible de operación, este se complementa con el manejo de los lodos generados en la PTARD hacia el relleno sanitario del GADM – Sucúa o como mejorador de suelos por sus características positivas descritas en la investigación.

RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones están basadas en base a la toma de muestras y en general:

- Debe trabajarse siempre con precaución para evitar la contaminación de la parte interior o de la tapa del recipiente de toma de muestra.
- El recipiente de toma de muestra no debe enjuagarse ni debe entrar en contacto con agua procedente de un recipiente no esterilizado.
- Cuando sea posible, evitaremos tomar muestras de la capa más superficial, de la más profunda y próxima al lecho, de remolinos y/o de canales laterales.
- Durante el llenado del recipiente, se deberá prestar atención para sacarlo del curso de agua cuando el nivel de llenado dentro del recipiente alcance un punto próximo al total. Si el recipiente se llena por completo deberemos desechar inmediatamente la cantidad sobrante aguas abajo, de manera que quede espacio suficiente para realizar una mezcla homogénea en el laboratorio.
- La muestra debe ser ubicada en una nevera tan rápido como sea posible tras la toma.
- Realizar mantenimientos preventivos y correctivos de tapas de pozos y rejillas del sistema de alcantarillado para evitar el ingreso de arenas, residuos sólidos (basuras), etc., que pueda perjudicar el funcionamiento de la PTARD – Sector Miriumi.
- Complementar los programas de manejo y seguridad laboral realizados verificando su correcto funcionamiento y haciendo las respectivas correcciones del caso para ampliar su pronta implementación fija.

BIBLIOGRAFÍA

AGUAMARKET. lechos de secado. *aguamarket*. [en línea] 1 de 12 de 2016. [HTTP://WWW.AGUAMARKET.COM/DICCIONARIO/TERMINOS.ASP?ID=1137](http://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?id=1137).

AVILES LEÓN, HUGO FERNANDO. elaboración de un manual de gestión ambiental para el hospital básico de la brigada de caballería blindada n° 11 "galápagos". [en línea] 2014. [citado el: 20 de febrero de 2019.] <http://www.bibliotecasdelecuador.com/record/ir-:21000-8421/description#tabnav>.

CASTELLANO, FERNANDO ARIEL.. Diseño de un sistema de gestión ambiental para implementar en el ministerio de administración y gestión pública del gobierno de la provincia de Córdoba. [en línea] 2014. [citado el: 17 de junio de 2018.] <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1353/tesis%20-%20f.%20castellano-final.pdf?sequence=1&isallowed=y>.

CRUZ, LISSETH PAOLA ORTIZ.. *obtención de bioabono a partir de lodo residual procedente de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas*. riobamba : espoch, 2017.

ELÍAS, XAVIER. *reciclaje de residuos industriales*. madrid : ediciones díaz de santos, s.a., 2012.

ESPE.. repositorio espe. [en línea] 2017. [citado el: 24 de 06 de 2019.] <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2262/6/t-espe-018594-6.pdf>.

FAO. 2002. asociación internacional de la industria de los fertilizantes. [en línea] 2002. [citado el: 2 de noviembre de 2018.] <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>.

INGEASS, CONSULTORA AMBIENTAL. *ficha ambiental al proyecto "estudios definitivos del alcantarillado sanitario y pluvial del barrio la cruz"*. sucúa : gadm sucúa, 2012.

LAZCANO CARREÑO, CÉSAR AUGUSTO.. *Biología Ambiental De Aguas Y Aguas Residuales*. Segunda. Bogotá : Ecoe Ediciones, 2016.

LIBERATO, GLORYCEL ROSARIO. 2017. Propuesta Para La Implantación De Un Sistema De Gestión Ambiental Basado En La Norma Une En Iso 14001:2005 En Una Empresa Del Sector De La Construcción De La República Dominicana. [En Línea] 2017. [Citado El: 7 De Mayo De 2019.] [Http://Oa.Upm.Es/47057/1/Tfm_Glorycel_Rosario_Liberato.Pdf](http://Oa.Upm.Es/47057/1/Tfm_Glorycel_Rosario_Liberato.Pdf)..

MASSOLO, LAURA. 2015. Introducción A Las Herramientas De Gestión Ambiental. [En Línea] 2015. [Citado El: 20 De Diciembre De 2018.] [Http://Sedici.Unlp.Edu.Ar/Bitstream/Handle/10915/46750/Documento_Completo_.Pdf?Sequence=1](http://Sedici.Unlp.Edu.Ar/Bitstream/Handle/10915/46750/Documento_Completo_.Pdf?Sequence=1).

MENÉNDEZ GUTIÉRREZ, CARLOS L Y PÉREZ OLMO, JESÚS M. 2007. *Procesos Para El Tratamiento Biológico De Aguas Residuales Industriales*. Versión Electrónica. La Habana : Universitaria, 2007.

METCALF & EDDY. 1996. *Ingeniería De Aguas Residuales*. Tercera. Madrid : Mcgraw - Hill, 1996.

ORTIZ RAMOS, AXEL IVÁN. 2013. Impacto De Lodos Residuales De La Planta De Tratamiento De La Uaaan En Calabacita Tipo Zucchini (Cucúrbita Pepo L.). [En Línea] 2013. [Citado El: 15 De Enero De 2019.] [Http://Repositorio.Uaaan.Mx:8080/Xmlui/Bitstream/Handle/123456789/4494/62671%20%20ortiz%20ramos,%20axel%20ivan%20%20tesis.Pdf?Sequence=1..](http://Repositorio.Uaaan.Mx:8080/Xmlui/Bitstream/Handle/123456789/4494/62671%20%20ortiz%20ramos,%20axel%20ivan%20%20tesis.Pdf?Sequence=1..)

PUGA SÁNCHEZ, JUAN LUIS. 2004. Desarrollo E Implementación De Un Sistema De Gestión Ambiental En Un Centro De Estudios Superioresde Carácter Experimental. [En Línea] 2004. [Citado El: 3 De Marzo De 2019.] [Https://Hera.Ugr.Es/Tesisugr/15483861.Pdf](https://Hera.Ugr.Es/Tesisugr/15483861.Pdf).

RALMAHO, RUBENS S. 2009. *Tratamiento De Aguas Residuales*. Québec : Reverté, S.A, 2009.

RAMALHO, RUBENS SETTE. 2009. *Tratamiento De Aguas Residuales*. Tercera. Québec : Reverté, S.A, 2009.

REY, CRISTINA. 2008. Sistemas De Gestión Ambiental. [En Línea] 2008. [Citado El: 7 De Mayo De 2018.] [Http://Api.Eoi.Es/Api_V1_Dev.Php/Fedora/Asset/Eoi:45762/Componente45760.Pdf](http://Api.Eoi.Es/Api_V1_Dev.Php/Fedora/Asset/Eoi:45762/Componente45760.Pdf).

ROMERO ROJAS, JAIRO ALBERTO. 2009. *Calidad Del Agua*. Tercera. Bogotá : Escuela Colombiana De Ingeniería, 2009.

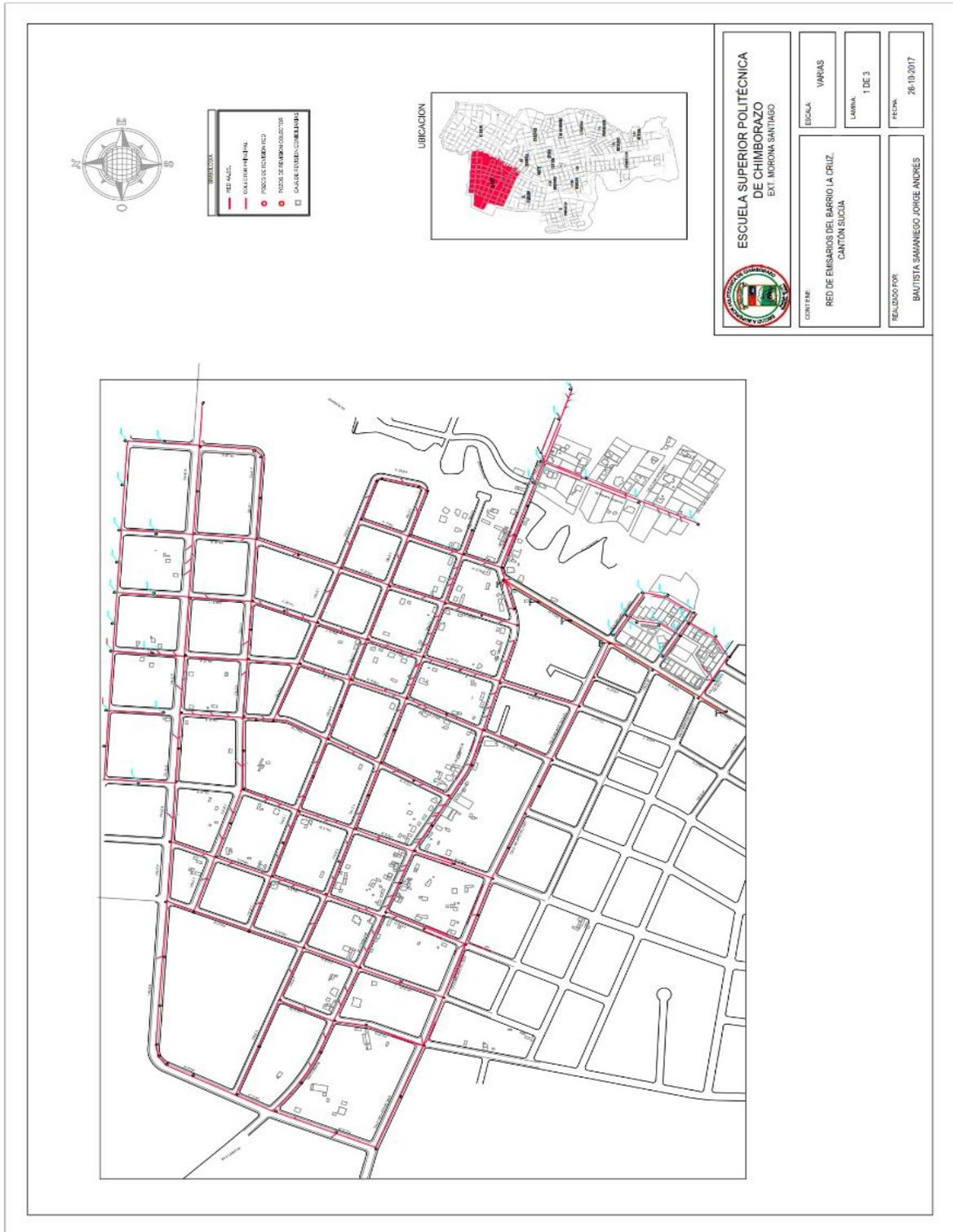
SEPL. 2000. Prontuario De Gestión Medioambiental. [En Línea] 2000. [Citado El: 13 De Enero De 2019.] [Http://Api.Eoi.Es /Api_V1_Dev.Php/Fedora/Asset/Eoi:75647/Componente75646.Pdf](http://Api.Eoi.Es /Api_V1_Dev.Php/Fedora/Asset/Eoi:75647/Componente75646.Pdf).

SOLIVA, MONTSERRAT Y OSCAR, HUERTA. 2004. *Compostaje De Lodos Resultantes De La Depuración De Aguas Residuales Urbanas*. Barcelona : Escola Superior D'agricultura De Barcelona. Upc. , 2004.

VELÁZQUEZ CANTOR, YENNY ADRIANA. 2017. La Educación Ambiental, Una Reflexión En Torno A La Relación Entre Cominidad Educativa Y Medio Ambiente, Desde Los Imaginarios Colectivos Y Espacios De La Institución Educativa Playa Rica, En El Minicipio El Tambo-Cauca. [En Línea] 2017. [Citado El: 25 De Octubre De 2018.] [Http://Ridum.Umanizales.Edu.Co:8080/Xmlui/Bitstream/Handle/6789/3149/Tesis%20yenni%20velasquez.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y](http://Ridum.Umanizales.Edu.Co:8080/Xmlui/Bitstream/Handle/6789/3149/Tesis%20yenni%20velasquez.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y).

ANEXOS

ANEXO A: SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO LA CRUZ



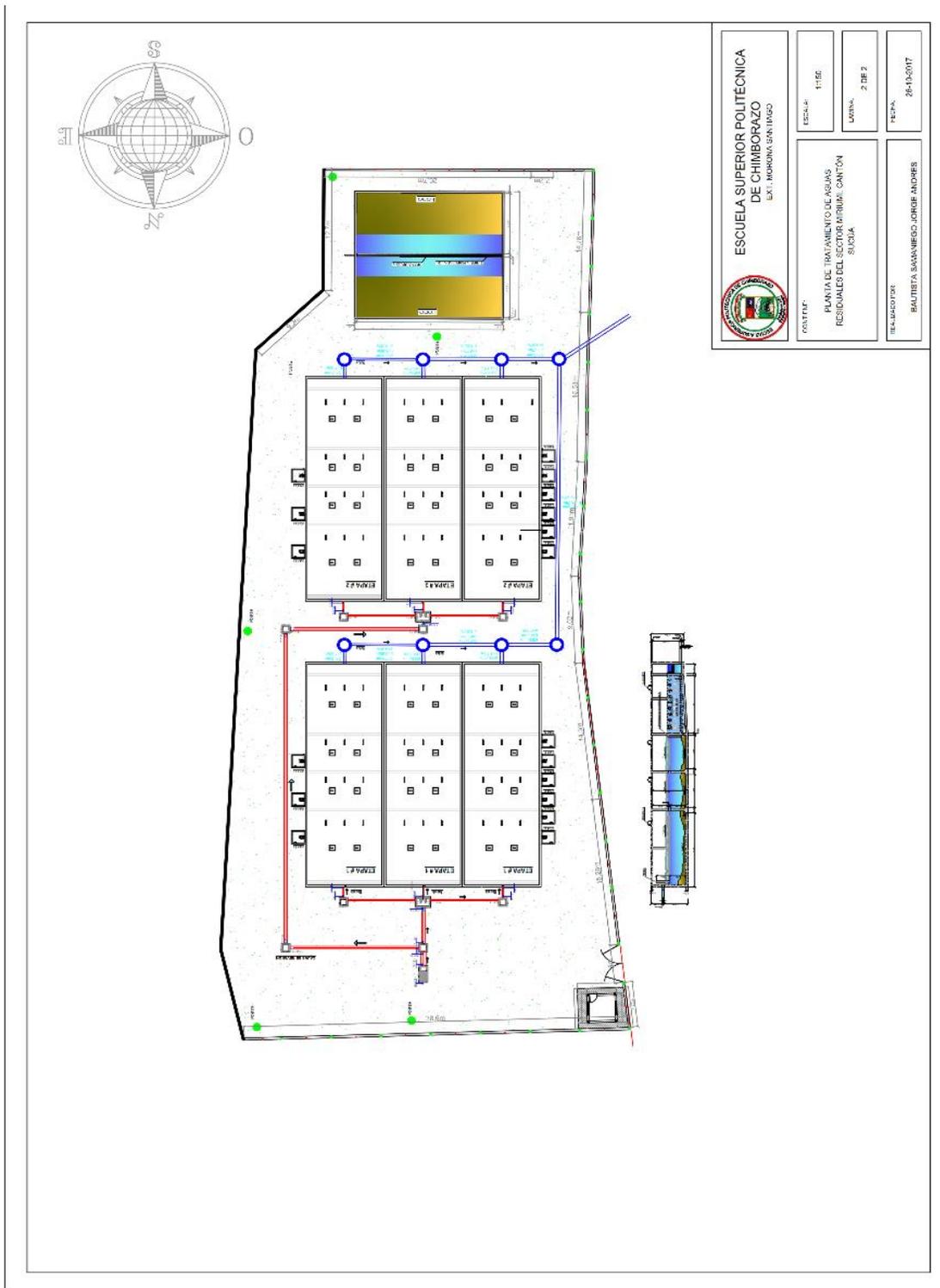
ANEXO B: SISTEMA PLUVIAL DEL BARRIO LA CRUZ



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
DE CHIMBORAZO**
EXT. AGROPECUARIO SANTIAGO

CONTENIDO: SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS EN EL BARRIO EL PROGRESO, CANTÓN SUCUJA	ESCRITA: VORIAS
AUTOR: BAUTISTA SAMANIEGO JORGE ANDRÉS	LÁMINA: 1 DE 2
FECHA: 26-10-2017	

ANEXO C: PLANOS PTARD SECTOR MIRIUMI



 <p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO EXT. MOHONA SAN JAGO</p>	ESCALA:	1:50
	<p>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR MIRIUMI, CANTÓN SUCUMA</p>	LAYERS:
<p>TEL: 043 225 1000</p>	FECHA:	26-11-2017
<p>TEL: 043 225 1000</p>	<p>BAUTISTA: BERNARDO JORGE ANDRÉS</p>	

ANEXO D: ANÁLISIS CESTTA AGUA Y LODOS

 <p>CESTTA SGC</p>	<p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO</p> <p>Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° OAE LE 2C 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
--	--	--

Cromo Hexavalente	PEE/CESTTA 32 Standard Methods No 3500 -Cr B	mg/L	<0,02	±22%	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	5	±32%	100
Demanda Química de Oxígeno	PEE/CESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	<30	±14%	200
Fluoruros	PEE/CESTTA/73 Standard Methods No. 4500 F-D	mg/L	<0,3	±20%	5,0
Fosforo total	PEE/CESTTA/ 21 Standard Methods No. 4500-P B5/APHA 4500-PC	mg/L	<1,7	±23%	10,0
Hidrocarburos totales	PEE/CESTTA/07 TNRCC 1005	mg/L	<0,20	±26%	20,0
Mercurio	PEE/CESTTA/34 EPA 3015A, Rev.1, 2007- EPA245.1, Rev.3, 1994-EPA 7470A, Rev. 1, 1994	mg/L	<0,001	±29%	0,005
Nitrógeno Amoniacal	PEE/CESTTA/20 EPA Water Waste No 350.2	mg/L	<0,1	±28%	30,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	PEE/CESTTA/210 Standard Methods No. 4500-Norg C	mg/L	5,96	±13%	50,0
*Organoclorados	PEE/CESTTA/130 GC	µg/L	< 0,00012	-	0,05
*Organofosforados	PEE/CESTTA/131 GC	µg/L	< 0,00046	-	0,1
Potencial Hidrógeno	PEE/CESTTA/05 Standard Method No. 4500-H ⁺ B	Unidades de pH	7,37	±0,2	6-9
Sólidos Suspendidos	PEE/CESTTA/13 Standard Methods No. 2540 D	mg/L	<50	±20%	130
Sólidos Totales	PEE/CESTTA/10 Standard Methods No. 2540 B	mg/L	140	±12%	1600
Sulfatos	PEE/CESTTA/18 Standard Methods No 4500- SO ₄ ²⁻ E	mg/L	<8	±25%	1000

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-14

Página 2 de 4
Edición 0



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

**Acreditación N° OAE LE 2C 08-008
LABORATORIO DE ENSAYOS**

Sulfuros	PEE/CESTTA/19 Standard Methods, Ed. 22. 2012 4500-S ² - CyD	mg/L	0,03	±19%	0,5
Tensoactivos	PEE/CESTTA/44 Standard Methods No. 5540 C	mg/L	<0,05	±24%	0,5
*Tetracloruro de carbono	Cromatografía de gases	mg/L	< 0,00001		1,0
Aluminio	PEE/CESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	4,43	±7%	5,0
Arsénico	PEE/CESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,01	±22%	0,1
Bario	PEE/CESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,5	±15%	2,0
Boro	PEE/CESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	1,43	±10%	2,0
Cadmio	PEE/CESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,004	±20%	0,02
Zinc	PEE/CESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,25	±11%	5,0
Cobre	PEE/CESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,05	±18%	1,0
*Cobalto	PEE/CESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,05	-	0,5
*Estaño	PEE/CESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,05	-	5,0
Hierro	PEE/CESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	0,86	±16%	10,0
Manganeso	PEE/CESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	0,44	±17%	2,0
Níquel	PEE/CESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,05	±24%	2,0
Plata	PEE/CESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,01	±17%	0,1



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Teléfono: (03) 3013183



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

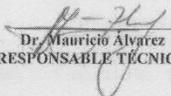
Acreditación N° OAE LE 20 08-008
LABORATORIO DE ENSAYOS

Plomo	PEE/CESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,01	±18%	0,2
Selenio	PEE/CESTTA/174 EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L	<0,05	±22%	0,1

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Los parámetros marcados con (*) se encuentran fuera del alcance de acreditación del SAE.
- La columna marcada con (■) corresponde a los límites máximos permitidos en la Tabla 9: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. TULSMA. Libro VI. Anexo I. Solicitado por el cliente.

RESPONSABLE DEL INFORME:


Dr. Mauricio Álvarez
RESPONSABLE TÉCNICO





**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183

INFORME DE ENSAYO No: RS- 24-17
ST: 23 - 17 ANÁLISIS DE RESIDUOS SOLIDOS

Nombre Peticionario: NA
Atn. Jorge Bautista
Dirección: Sucua, Rosendo Torres y Av. Sucua
Sucua-Morona Santiago

FECHA: 16 de Agosto del 2017
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2017/08/04 - 09:14
FECHA DE MUESTREO: 2017/08/03- 10:30
FECHA DE ANÁLISIS: 2017 /08/04 - 2017 /08/ 16
TIPO DE MUESTRA: Residuo Sólido
CÓDIGO CESTTA: LAB-RS 24-17
CÓDIGO DE LA EMPRESA: NA
PUNTO DE MUESTREO: Planta de tratamiento de aguas domesticas
Sector Miriumi Canton Sucua
Físico-Químico-Microbiológico
Jorge Bautista
ANÁLISIS SOLICITADO: T máx.:25.0 T min.: 15.0 °C
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Arsénico	EPA 1311/EPA 200,7 Rev 4,4	mg/L	<0,01	5,0
Cromo	EPA 1311/EPA 200,7 Rev 4,4	mg/L	<0,01	--
Cadmio	EPA 1311/EPA 200,7 Rev 4,4	mg/L	<0,004	1,0
Cobre	EPA 1311/EPA 200,7 Rev 4,4	mg/L	<0,05	--
Níquel	EPA 1311/EPA 200,7 Rev 4,4	mg/L	<0,05	5,0
Plomo	EPA 1311/EPA 200,7 Rev 4,4	mg/L	<0,01	5,0
Zinc	EPA 1311/EPA 200,7 Rev 4,4	mg/L	<0,25	--
Mercurio	EPA 3015/EPA 245.1/EPA 7470A	mg/L	<0,001	0,2
Coliformes Fecales	AOAC 991.14	UFC/g	2*10 ²	Media geométrica de 7 muestras o igual a 2x10 ⁶ NMP o UFC/g ST
Salmonella SP	AOAC 960801	--	AUSENCIA	1000/g

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-16

Página 1 de 2
Edición 0



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

**Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183**

Huevos de Helmito	Observación Microscópica	--	AUSENCIA	15/g
Aceites y Grasas	Gravimetría	%	1,09	--
Materia orgánica	Gravimetría	%	9,1	--
Nitrógeno	Kjeldhal	%	0,28	--
Fósforo	Espectrofotometría	mg/L	8,73	--
Potasio	PEE /CESTTA/87 EPA SW-846 3051A/7000B	mg/L	4,29	--

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- La columna marcada con (■) corresponde al Límite máximo permitido indicado en los Listados Nacionales de Desechos Peligrosos y Métodos de Caracterización. Solicitado por el cliente.

RESPONSABLE DEL INFORME:



