



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACION

**“ESTUDIO DE CASO EN LA FASE DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, EN EL CANTÓN SALCEDO, BARRIO
CHIPUALO, PROVINCIA DE COTOPAXI”.**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO EN MEDIO AMBIENTE

AUTOR:

DANIEL EDUARDO CAICEDO NUÑEZ

TUTOR:

ING. JOSÉ LUIS AGREDA

LATACUNGA – ECUADOR

2019 - 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Yo, Caicedo Núñez Daniel Eduardo declaro ser autor del presente proyecto de investigación, Estudio de caso en la fase de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales, en el Cantón salcedo, barrio Chipualo, provincia de Cotopaxi siendo el Ing. José Luis Agreda tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....
Caicedo Núñez Daniel Eduardo

C.I. 0503357626

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Caicedo Nuñez Daniel Eduardo, identificado con C.C. N° 0503357626, de estado civil **casado** y con domicilio en Salcedo, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Medio ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado "**Estudio de Caso** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. - (OCTUBRE 2009 – FEBRERO 2010 HASTA OCTUBRE 2019 – MARZO2020).

Aprobación HCA. - 17 de Febrero 2020

Tutor. - Ing. José Luis Agreda

Tema: "**Estudio de Caso en la fase de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales, en el cantón Salcedo, barrio Chipualo, provincia de Cotopaxi**"

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así

como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare. En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 17 días del mes de Febrero del 2020.

.....

Caicedo Nuñez Daniel Eduardo

EL CEDENTE

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Latacunga, 06 febrero, 2020

En calidad de Tutor del Trabajo de Estudio de Caso sobre el título:

“Estudio de caso en la fase de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales, en el Cantón salcedo, barrio Chipualo, provincia de Cotopaxi”, de Caicedo Nuñez Daniel Eduardo, de la carrera de Ingeniería Ambiental, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

El tutor

Ing. José Luis Agreda.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante Caicedo Nuñez Daniel Eduardo con el título de Proyecto de Investigación: “Estudio de caso en la fase de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales, en el Cantón salcedo, barrio Chipualo, provincia de Cotopaxi”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 12 de febrero 2020

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Nombre: Ing. Cristian Lozano

CC: 0603609314

Lector 2

Nombre: MSc. Patricio Clavijo

CC: 0501444582

Lector 3

Nombre: Ing. Oscar Daza

CC:0400689790

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial a Dios por a verme permitido culminar con éxitos esta meta, a la Universidad Técnica de Cotopaxi, personal docente y administrativo, por su apoyo incondicional en el transcurso de mi vida estudiantil quienes con sus conocimientos impartidos han permitido convertirme en un profesional de éxito.

Un reconocimiento al Ing. Renan Lara Landázuri, porque fue un excelente catedrático y hoy amigo y guiador en la culminación de este proyecto.

DANIEL CAICEDO

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación le dedico a DIOS, a mi esposa Joselyne Andrade, eh hijo Joshua Caicedo, quienes con su apoyo incondicional y sacrificios me incentivaron dándome fuerzas necesarias en todo momento de desmayo, para continuar luchando día tras día y seguir adelante para alcanzar la meta aspirada.

A mis padres Eduardo Caicedo, eh Inés Núñez, por su apoyo moral y con sus consejos, permitieron que me encaminara en culminar con éxitos toda mi vida universitaria.

DANIEL CAICEDO

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PROPOSITO.....	1
3. JUSTIFICACIÓN.....	2
4. PREGUNTAS DE REFLEXIÓN.....	3
5. LAS UNIDADES DE ANÁLISIS QUE DELIMITARÁN LAS FRONTERAS DEL CASO:.....	4
6. MARCO TEÓRICO.....	5
6.2 Agua residual.....	6
6.5. Tratamiento del agua.....	8
6.7.3.1. Remoción de partículas.....	12
6.7.3.2. Criterios de diseño.....	12
6.7.4. Presedimentadores.....	13
6.7.4.1. Criterios de Diseño.....	13
6.7.5. Aireadores.....	13
6.7.5.1. Dispositivos admitidos para la aeración.....	13
Los compuestos que pueden estar presentes en el agua pueden ser:.....	16
6.9.2.1. Tipos de floculación.....	16
6.9.2.1.3. Parámetros de la floculación.....	16
6.9.7 Marco Legal.....	19
7. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.....	20
Zona.....	22
17.....	22
Longitud.....	22
767281 E.....	22
Latitud.....	22
9883906 N.....	22
Altitud.....	22
7.2. Tipos de investigación.....	22
7.2.1. Investigación Bibliográfica.....	22
7.2.2. Investigación Cuantitativa.....	22
7.2.3. Investigación Descriptiva.....	22
7.2.4. Investigación De Campo.....	22

7.7. Tomas de muestras de aguas residuales	24
7.7.1. Muestra N° 1	24
7.7.2. Muestra N° 2	25
Equipo N° 1	25
Equipo N.° 1	26
Equipo N° 2	26
Datos obtenidos al ingreso de planta de tratamiento de aguas residuales a las 14h40	26
7.9.2. Equipo N° 2	27
Datos obtenidos a la salida de planta de tratamiento de aguas residuales a las 15h00.....	27
7.9.4. Materiales Utilizados	27
7.9.4.1. Materiales de Campo	27

INDICE DE TABLAS

1. Tabla #1.- Beneficiarios Directos	2
2. Tabla #2.- Beneficiarios Indirectos	2
3. Tabla #3.-Especificaciones de la rejilla	11
4. Tabla# 5.-Ubicación del área del estudio	21
5. Tabla# 6.- Coordenadas UTM WGS84	21
6. Tabla# 7.- Monitoreo de caudales obtenidos en la planta de tratamiento de Chipualo	22
7. Tabla# 8.- Datos al ingreso de la planta de tratamiento	24
8. Tabla# 9.- Datos a la salida de la planta de tratamiento.....	24
9. Tabla# 10.- Datos obtenidos al ingreso de la planta de tratamiento a las 14h00	25
10. Tabla# 11.- Datos obtenidos a las salida de la planta de tratamiento a las 14h20.....	25
11. Tabla# 12.- Analisis Fisicos	28
12. Tabla# 13.- Normas de comparación TULSMA anexo 1 límites de descarga a cuerpos de agua dulce .	28
13. Tabla# 14.- Muestra obtenida a la salida de la planta de tratamiento	31
14. Tabla# 15.- Análisis quimicos	32

INDICE DE ANEXOS

1. Anexo#1.- Aval de traducción	46
2. Anexo#2.- Hoja de vida del tutor	47
3. Anexo #3.-Hoja de vida autor	48
4. Anexo# 4.- Diseño de la propuesta del tanque de aireación	49
5. Anexo# 5.- Diseño de la propuesta del vertedero del tanque de aereación	50
6. Anexo# 7-22.- Fotografías en el sitio de muestreo	51,52,53,54,55,56,57,58,59
7. Anexo# 23.- Tabla comparativa de TULSMA LMP60,61

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERIA DE MEDIO AMBIENTE.

TITULO: “ESTUDIO DE CASO EN LA FASE DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, EN EL CANTÓN SALCEDO, BARRIO CHIPUALO, PROVINCIA DE COTOPAXI”.

Autor:

Caicedo Nuñez Daniel Eduardo.

RESUMEN

La presente investigación planteó una propuesta de solución a esta problemática al implementar un sistema de aireación en el tanque de oxidación, cuyo punto de partida son los resultados de los análisis de laboratorio.

Como se mencionó con anterioridad, el problema que se da en la planta de tratamiento es la salida de malos olores y algunos parámetros que no se están cumpliendo con los límites permisibles. Por tanto, al implementar el sistema de aireación que es inyectar aire comprimido se mantiene en constante movimiento la mezcla y a su vez absorbe oxígeno que es necesario para purificación del agua, reduciendo de esta forma la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Coliformes Fecales, Nitrógeno Amoniacal, parámetros que se obtuvieron fuera de los rangos.

Mediante los resultados obtenidos de los análisis físicos-químicos, se observa un incremento de demanda bioquímica de oxígeno de 231.9 mg/l, siendo los límites permisibles 100 mg/l, el resultado de la demanda química de oxígeno es de 364 mg/l, siendo los límites permisibles 200 mg/l, los coliformes fecales están sobre los -2420 NMP/100ml, siendo los límites permisibles 2000 NMP/100ml, el nitrógeno amoniacal esta sobre los 31,00 mg/l, siendo los límites permisibles 30,00 mg/l, por lo que se propone implementar un sistema de aireación cuyo propósito es que los parámetros ya mencionados cumplan con los límites permisibles y se reduzca la emanación de olores.

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERIA DE MEDIO AMBIENTE.

TOPIC: "CASE STUDY IN THE OPERATING PHASE OF THE WASTEWATER TREATMENT PLANT, IN THE CANTON SALCEDO, BARRIO CHIPUALO, PROVINCE OF COTOPAXI"

Author: Caicedo Nuñez Daniel Eduardo.

ABSTRACT

The present investigation outlined a solution proposal to this problem when implementing an aireación system in the tank of oxidation whose starting point is the results of the laboratory analyses. As it was mentioned previously, the problem that is given in the treatment plant is the exit of bad scents and some parameters that are not fulfilling the permissible limits. Therefore, when implementing the aeration system that is to inject compressed air he/she stays in constant movement the mixture and in turn it absorbs I oxygenate that it is necessary for purification of the water, reducing this way the biochemical demand of oxygen (DBO5), it demands oxygen chemistry (DQO), fecal coliforms, nitrogen ammoniac, parameters that were obtained outside of the ranges.

By means of the obtained results of the physical-chemical analyses, an increment of demand biochemistry of oxygen of 231.9 mg/l is observed, being the limits permissible 100 mg/l, the one is do of the chemical demand of oxygen it is of 364 mg/l, being the limits permissible 200 mg/l, the fecal coliforms is on the -2420 NMP/100ml, being the permissible limits 2000 NMP/100ml, the nitrogen ammoniac this envelope the 31,00 mg/l, being the limits permissible 30,00 mg/l, for what intends to implement an aireación system whose purpose is that the parameters already mentioned they fulfill the permissible limits and decrease the emanation of scents.

PROYECTO DE TITULACION II

INFORMACION GENERAL.

Título del proyecto:

Estudio de caso en la fase de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales, en el cantón Salcedo, Barrio Chipualo, provincia de Cotopaxi.

Fecha de inicio:

Octubre 2019

Fecha de finalización:

Marzo 2020

Lugar de ejecución:

Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi, Parroquia San Miguel, barrio Chipualo

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recurso Natural

Carrera que auspicia:

Ingeniería en Medio Ambiente

Proyecto de investigación vinculado:

Calidad de agua

Equipo de trabajo:

Tutor de titulación: Ing. José Luis Agreda.

Lector 1: Ing. Cristian Lozano

Lector 2: MSc. Patricio Clavijo

Lector 3: Ing. Oscar Daza

Alumno:

Daniel Eduardo Caicedo Nuñez

Área del Conocimiento:

Diseño de plantas de tratamiento

Línea de investigación:

Energías alternativas y Renovables, Eficiencia energética y protección ambiental.

Sub línea de investigación de la carrera:

Impactos Ambientales

1. INTRODUCCIÓN

El continuo crecimiento de la población genera un problema de contaminación exponencial en crecimiento, que ocasiona vertidos de aguas residuales sin tratamiento. Por lo tanto, es prioritario generar proyectos para atenuar esta problemática, garantizando la descontaminación ambiental y la salud pública.

El estudio de caso que se llevó a cabo en la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) ubicado en Salcedo, Barrio Chipualo, conlleva a la búsqueda de posibles problemas técnicos en la fase de operación de la planta, esto se lo realizó a través del análisis físico-químico de las aguas residuales tanto de entrada de la planta como a la salida de la misma, por otro lado, es necesario identificar el proceso de tratamiento responsable de la emanación de los malos olores.

2. PROPOSITO

Con el presente Estudio de Caso que se llevó a cabo en el Barrio Chipualo, busco verificar el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), mediante los análisis físicos y químicos realizados tanto al ingreso de la planta como a la salida, se identificó con los resultados obtenidos, que ciertos parámetros no cumplen con los límites estandarizados de descargas a cuerpos de agua dulce, de acuerdo al anexo 1 del libro VI (TULSMA) tabla 9, por lo que dichas aguas desembocan en la cuenca hídrica del río Cutuchi.

Por otro lado, se identificó que el proceso de oxidación produce la emanación de malos olores que está afectando directamente a los moradores del sector; y, de esta forma buscar una solución viable para corregir estos inconvenientes.

Los resultados obtenidos luego de haber realizado el estudio de caso de la planta de tratamiento de Chipualo y sus posibles soluciones serán entregados al GAD Municipal del Cantón Salcedo, quien serán los responsables de analizar las alternativas y establecer la posible ejecución de la propuesta realizada.

3. JUSTIFICACIÓN

Como morador del Barrio Chipualo, se ha buscado alternativas en la que se dé una solución viable al problema de la emanación de malos olores, que surgen de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), siendo este un problema que afecta directamente a los moradores de los sectores aledaños, es por esta razón que se realizó este presente estudio de caso, gestionado al GAD del cantón Salcedo, que preste los servicios necesarios para el desarrollo del proyecto, y con la ayuda del departamento de agua potable que es el encargado del monitoreo y funcionamiento de la PTAR, acepte su aprobación y facilidades en todo lo que involucre este estudio, obteniendo una respuesta positiva al pedido.

Una vez finalizado el estudio de caso luego de haber cumplido con los objetivos planteados se entregará una copia al GAD, quienes serán los que analicen el proyecto para la posible ejecución.

En el Barrio Chípualo existen alrededor de unas 72 familias, y de estas el 45% son afectadas directamente de esta contaminación.

3.1 Beneficiarios del proyecto proyecto de investigación.

Tabla # 1. Beneficiarios directos

Beneficiarios	Unidades	Rango	Porcentaje Total
Familias	5	35	175
Rio	$Q_u = 0,765 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q = 66,096 \text{ m}^3/\text{día}$	$Q = 24,125.040 \text{ m}^3/\text{año}$

Elaborado por: Daniel Caicedo

Tabla # 2. Beneficiarios indirectos

Beneficiarios	Unidades estimadas	Rango estimado	Porcentaje Total estimado
GAD Salcedo	1	2	2
Plusvalía	500 m ²	27 lotes	13,500m ²

Elaborado por: Daniel Caicedo

4. PREGUNTAS DE REFLEXIÓN.

- a) ¿Existe un seguimiento técnico de funcionamiento de la (PTAR) planta de tratamiento de aguas residuales del sector de Chipualo por parte del GAD Salcedo?
- b) ¿Cada qué tiempo se realiza las limpiezas de los procesos de operación de la planta por parte del GAD?
- c) ¿Se monitorea la emanación de malos olores que sale de planta por parte del GAD?
- d) ¿Las aguas tratadas están cumpliendo con los límites máximos permisibles?

4.1 ¿Existe un seguimiento técnico de funcionamiento de la (PTAR) planta de tratamiento de aguas residuales del sector de Chipualo por parte del GAD Salcedo?

El departamento de agua potable del GAD Salcedo es el encargado de monitorear el funcionamiento de los procesos de la planta de tratamiento, por lo que realizan cada año.

4.2 ¿Cada qué tiempo se realiza las limpiezas de los procesos de operación de la planta por parte del GAD?

En épocas de invierno se realizan limpiezas continuas a las rejillas, puesto que se taponan por el arrastre de plásticos, cartones, ramas, etc. Los sedimentadores son limpiados cada dos años. La piscina de oxidación no tiene mantenimiento estimado de tiempo debido a la proliferación de lechuguines.

4.3 ¿Se monitorea la emanación de malos olores que sale de la planta por parte del GAD?

No existe un monitoreo de emanación de los olores que producen la planta de tratamiento, por parte del departamento de agua potable ni otros departamentos del GAD Salcedo.

4.4 ¿Las aguas tratadas están cumpliendo con los límites máximos permisibles?

Luego de los respectivos análisis físicos-químicos que se realizaron a las aguas de salida de los tratamientos, se encontró con algunos parámetros que están fuera de los rangos permisibles como son: DBO5, DQO, tensoactivos MBAS, nitrógeno amoniacal, color real.

5. LAS UNIDADES DE ANÁLISIS QUE DELIMITARÁN LAS FRONTERAS DEL CASO:

5.1 Objetivos:

5.1.1 General.

- Identificar, mediante el estudio de caso, los posibles problemas que se estén dando en las fases de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector de Chipualo.

5.1.2. Específicos.

- Analizar los parámetros físicos, químicos de las aguas residuales tanto de entrada como de salida de la planta de tratamiento.
- Identificar cual proceso en la fase de operación es el responsable de la emanación de los malos olores.
- Proponer estrategias de soluciones a problemas encontrados.

Los parámetros para realizar una planta de tratamiento de aguas residuales es determinar la Calidad y la Cantidad de las aguas a tratar, para lo que es necesario tomar muestras de agua al ingreso a la planta y estas ser analizadas en un laboratorio para determinar su composición física química.

Los parámetros más relevantes que se analizaron en el laboratorio son los siguientes:

- a) Temperatura (T).
- b) Porcentaje de hidrogeno (pH)
- c) Sólidos en suspensión (SS).
- d) Solidos totales (ST).

- e) Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días (DBO5).
- f) Demanda química de oxígeno (DQO).
- g) Nitrógeno (N)
- h) Fosforo (P)
- i) Potasio (k)
- j) Dureza carbonatada (DC)
- k) Coliformes totales (CT)
- l) Turbidez (Tr)
- m) Resistividad eléctrica (RE)

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de Chipualo, consta de procesos de operación primario, es decir existe una rejilla la que se encarga de retener los materiales en suspensión de mayor tamaño como son: Botellas, ramas, Plásticos, etc.

El siguiente proceso es un repartidor, el cual divide al agua entrante, en dos partes iguales. Del repartidor llega el agua a dos tanques de sedimentación herméticamente sellados, su función es que se asienten la partícula en suspensión que son arrastradas en el agua.

Y por último está el tanque de oxidación, que es una piscina al descubierto, en donde llega el agua en un estado de reposo, por lo que la descomposición de la materia orgánica que genera emanación de malos olores dando molestias a las familias que habitan a sus alrededores.

Con los resultados de los análisis de las aguas a la salida de la PTAR se propondrá medidas correctivas si estas requieren para mejorar su calidad.

6. MARCO TEÓRICO.

6.1. El agua.

El agua es el componente principal de la materia viva, pasando a constituir del 50 al 90% de la masa de todos los organismos vivos, de la misma forma es necesaria en todas las etapas de procesamientos de las industrias alimentarias es por estas y muchas razones que el elemento agua es indispensable para el desarrollo de la vida en el planeta (Antonio Madrid, 2012).

El agua es una de las sustancias más nobles que existen en la naturaleza. Puede presentarse en los 3 estados de la materia (líquido, sólido, vapor) y mantenerse durante largo tiempo (años) conservando su calidad, si no es afectada por contaminación. El volumen total de agua en nuestro planeta no ha variado en los últimos 30 a 40 mil años, pero si ha sufrido un deterioro notorio la calidad, debido al crecimiento de la población y de las actividades asociadas (Auge, 2007).

La combinación de la escasez del agua con los intereses comerciales de las grandes corporaciones, forma la amenaza más directa para el derecho al agua de grandes sectores de la población mundial. Los organismos internacionales predominantes lo están considerando como un bien comerciable, al igual que productos como el café o el jabón,

dentro de la poderosa OMC se está negociando el ‘General Agreement on Trade in Services’, con la meta de liberalizar los servicios públicos lo antes posible (Dr. Francisco Ercilio Moura, 2005)

6.2. Agua residual

Las aguas residuales son las que provienen del sistema de abastecimiento de una población, producto de la utilización en procesos domésticas, industriales y comunitarias después de haber sido modificadas por diversos usos son vertidas en los sumideros y a su vez son transportadas mediante el sistema de alcantarillado hacia un destino apropiado (Grupo Agua - RPP, 2013).

6.3. Contaminantes patógenos y parasitarios.

Son los microorganismos, quistes y huevos de parásitos que pueden estar presentes en las aguas residuales y que pueden presentar un riesgo para la salud humana, flora, fauna (...) de la misma forma se consideran los coliformes fecales medios como NMP o UFC/100 ML (número más probable unidades formadoras de colonias por cada 100 mililitros) y los huevos de helminto medios como H/L (huevos por litro) (Rojas, 2002).

6.4Tipos de aguas residuales.

Las aguas residuales pueden provenir de diferentes lugares es así que dependiendo de su origen pueden ser clasificadas como:

6.4.1. Aguas residuales domésticas o aguas negras: proceden de las heces y orina humanas, del aseo personal y de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas. (ESPIGARES & PÉREZ, 1985).

6.4.2. Aguas blancas: pueden ser de procedencia atmosférica (lluvia, nieve o hielo) o del riego y limpieza de calles, parques y lugares públicos. En aquellos lugares en que las precipitaciones atmosféricas son muy abundantes, éstas pueden de evacuarse por separado para que no saturen los sistemas de depuración. (ESPIGARES & PÉREZ, 1985).

6.4.3. Aguas residuales agrícolas: procedentes de las labores agrícolas en las zonas rurales. Estas aguas suelen participar, en cuanto a su origen, de las aguas urbanas que se utilizan, en numerosos lugares, para riego agrícola con o sin un tratamiento previo.” (ESPIGARES & PÉREZ, 1985).

6.4.4. Aguas residuales tratadas: Son aquellas que mediante procesos individuales o combinados de tipo físico, químico, biológico u otros, se han adecuado para hacerlas aptas para su reúso en servicios al público.

6.5 Características de las aguas residuales.

6.5.1. Características físicas de las aguas residuales.

Sus principales características físicas que presentan las aguas residuales son: Color, olor, turbiedad, temperatura, sólidos y conductividad.

6.5.2. Características químicas de las aguas residuales.

Las características químicas de las aguas residuales son: potencial hidrogeno, fosforo, nitrógeno, aceites, grasas, alcalinidad, metales pesados, detergentes y materia orgánica.

6.5.3. Características biológicas de las aguas residuales.

Estas características son muy importantes en el control de las enfermedades a que contienen un gran número de microorganismos vivos cuya función es la de descomponer la materia orgánica a través de los procesos anaerobios o aerobios, entre los organismos biológicos tenemos: los microorganismos, organismos patógenos y organismos indicadores (Rojas, 2002, pág. 58).

6.4. Tratamiento del agua

El desarrollo de la sociedad reclama cada vez más agua, pero no solo a veces escasea el agua, sino que su calidad en los puntos donde se encuentra y capta, desgraciadamente se ha ido deteriorando día a día con el propio desarrollo, esto obliga a un tratamiento cada vez amplio y complejo técnicamente.

La eliminación de materias en suspensión y en disolución que deterioran las características físico- químicas y organolépticas así como la eliminación de bacterias y otros microorganismos que pueden alterar gravemente nuestra salud son los objetivos perseguidos y conseguidos en la estaciones de tratamiento a lo largo de todo un proceso que al final logra suministrar un agua transparente y de una calidad sanitaria garantizada (Renan, 2009)

El tratamiento del agua es el proceso de naturaleza físico- químico y biológico, mediante el cual se eliminan una serie de sustancias y microorganismos que implican riesgo para el consumo o le comunican un aspecto o cualidad organoléptica indeseable y la transforma en un agua apta para consumir. Todo sistema de abastecimiento de aguas que no está previsto de medios de potabilización, no merece el calificativo sanitario de abastecimiento de aguas (Roman, 2010)

En la potabilización del agua se debe recurrir a métodos adecuados a la calidad del agua origen a tratar. Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) es la instalación donde se lleva a cabo el conjunto de procesos de tratamiento de potabilización situados antes de la red de distribución y/o depósito, que contenga más unidades de tratamiento.

Considerando un agua superficial, de río, embalse, o subterránea, con unos problemas de calidad que estimamos como convencionales, el proceso o línea de tratamiento, considerado también convencional, consta de una serie de etapas más o menos complejas en función de la calidad del agua bruta objeto del tratamiento y se recogen en las siguientes secuencias (Antonio Rodríguez, 2006)

- Pre oxidación y desinfección inicial con cloro, dióxido de cloro u ozono, o permanganato potásico.
- Coagulación-Floculación, con sales de aluminio o de hierro y coadyuvantes de la floculación (poli electrolitos, poli edemas) coagulación con cal, sosa o carbonato sódico.
- Decantación, en diversos tipos de decantadores.
- Filtración sobre arena o sobre lecho mixto (arena y antracita) y en determinados casos sobre lecho de carbón en grano.
- Acondicionamiento, corrección del pH por simple neutralización o por remineralización con cal y gas carbónico.
- Desinfección final con cloro, clora minas, dióxido de cloro u ozono.

Las instalaciones de tratamiento se completan, a veces, con la adición de carbón activo en polvo, para la eliminación de sustancias que provocan la aparición de olores y sabores, la adición de permanganato potásico para la eliminación de hierro y manganeso y en casos más conflictivos y constantes de presencia de sustancias orgánicas, así como otras que pueden originar olores y sabores, se llega a la instalación de filtros de carbón activo en grano tras los filtros de arena.

Hoy en día el tratamiento no solo tiene que seguir y mejorar el tratamiento convencional, sino que deberá abordar las nuevas causas de contaminación que no puedan eliminarse con los métodos convencionales, recurriendo a otros métodos e incluso empleando otros reactivos complementarios. El tratamiento del agua y en especial la desinfección (hasta ahora generalmente con cloro) ha sido responsable en

gran medida del 50% de aumento de las expectativas de vida en los países desarrollados a lo largo del siglo XX.

La eficacia del tratamiento del agua en la reducción de las enfermedades que esta transmite depende de la calidad del agua en origen y del proceso seguido en el sistema de tratamiento. Los agentes patógenos transmitidos por el agua, que pueden causar enfermedades, provienen generalmente de sistemas hídricos con inadecuado tratamiento, especialmente desinfección y filtración.

6.5. Planta de tratamiento.

La planta de tratamiento es una estructura construida para tratar el agua residual antes de ser descargada a un cuerpo receptor.

Muchas plantas de tratamiento de agua, principalmente en los países en desarrollo, tienen equipos que no funcionan adecuadamente. Esto se debe a que no se comprenden o no se cumplen los requisitos de operación y mantenimiento. Además, el diseño de esas plantas de tratamiento generalmente no sigue las técnicas que permiten mejorar el desempeño del proceso de tratamiento, lo que significa que se usan de manera ineficiente y que no se aprovecha toda su capacidad (Rivas L. , 2012, pág. 12)

Las plantas de tratamiento que existen utilizan tecnologías contaminantes, son altas en uso de energía y producen desechos tóxicos como resultado de su operación. Para ir construyendo una infraestructura urbana sustentable, es necesario optar por tecnología alternativa que permita reutilizar los caudales y/o regresarlos a la naturaleza con buena calidad, sin hacer un uso intensivo de energía y sin producir contaminantes (Lahera Ramón)

6.6. Métodos de tratamiento.

Los métodos de tratamiento son los que se emplean en los procesos de una planta estos tienen la finalidad de disminuir la mayor cantidad de contaminantes presentes en el agua residual.

En el pasado, los procesos y las operaciones unitarias se agrupaban bajo la denominación de tratamiento primario, secundario y terciario.

En el tratamiento primario se agrupaban las operaciones del tipo físico, en el secundario los procesos biológicos de asimilación de la materia orgánica y el término terciario o tratamiento avanzado se ha aplicado a las operaciones y procesos utilizados para eliminar contaminantes no removidos por el tratamiento primario o secundario. La selección del proceso de tratamiento depende del uso al cual se le destinará al efluente tratado, la naturaleza del agua residual, la compatibilidad de las distintas operaciones y procesos, los medios disponibles de evacuación de los contaminantes finales y la posibilidad económica de las distintas combinaciones. (Rojas, 2002).

La clasificación de los tratamientos para las aguas residuales es:

- Tratamiento preliminar.
- Tratamiento primario.
- Tratamiento secundario.

- Tratamiento avanzado o terciario.
- Desinfección.
- Disposición de lodos.

6.8.1. Tratamiento preliminar.

Está destinado a la preparación o acondicionamiento de las aguas residuales con el objetivo específico de proteger las instalaciones, el funcionamiento de las obras de tratamiento y eliminar o reducir sensiblemente las condiciones indeseables relacionadas principalmente con la apariencia estética de las plantas de tratamiento. (Rojas, 2002), consta de los siguientes procesos:

- Rejillas o cribado.
- Trituradores.
- Desarenadores.
- Desengrasadores.

6.6.2. Rejillas o cribado.

“Rejas o rejillas de barras metálicas paralelas e igualmente espaciadas su función es retener sólidos gruesos que floten o que se encuentren suspendidos en el agua pueden ser de limpieza manual (gruesas) o de limpieza mecánica (finas)” (Collazos, 2008).

Tabla # 3. Especificaciones de la rejilla.

TIPO DE REJILLA	ESPACIAMIENTO ENTRE BARRAS (mm)
GRUESA	40 hasta 100
MEDIA	20 hasta 40
FINA	10 hasta 20
MUY FINA	0,25 hasta 2,5

Elaborado por: Daniel Caicedo

6.6.3. Desarenadores.

Son estructuras destinadas a remover arenas y otros guijarros presentes en las aguas residuales (...) Tienen como función prevenir la abrasión de equipos mecánicos, evitar la sedimentación de arenas en tuberías, canales y tanques ubicados aguas abajo.” (Collazos, 2008).

6.6.3.1. Remoción de partículas.

- a) Aguas sin sedimentación posterior deberá eliminarse 75% de las partículas de 0,1 mm de diámetro y mayores.
- b) Aguas sometidas a sedimentación posterior deberá eliminarse 75% de la arena de diámetro mayor a 0,2 mm.

Deberá proyectarse desarenadores cuando el agua a tratar acarree arenas. Estas unidades deberán diseñarse para permitir la remoción total de estas partículas.

6.6.3.2. Criterios de diseño.

- a) El período de retención deber estar entre 5 y 10 minutos.
- b) La razón entre la velocidad horizontal del agua y la velocidad de sedimentación de las partículas deber ser inferior a 20.
- c) La profundidad de los estanques deberá ser de 1,0 a 3,0 m.
- d) En el diseño se deberá considerar el volumen de material sedimentable que se deposita en el fondo. Los lodos podrán removerse según procedimientos manuales o mecánicos.
- e) Las tuberías de descarga de las partículas removidas deberán tener una pendiente mínima de 2%.

f) La velocidad horizontal máxima en sistemas sin sedimentación posterior será de 0,17 m/s. y para sistemas con sedimentación posterior será de 0,25 m/s.

g) Deberá existir, como mínimo, dos unidades.

6.6.4. Presedimentadores

6.6.4.1. Criterios de Diseño.

a) Este tipo de unidades deben ser consideradas en el diseño de una planta cuando es posible obtener remociones de turbiedad de por lo menos 50%, o cuando la turbiedad de la fuente supera las 1,500 UNT.

b) El tiempo de retención debe definirse en función de una prueba de sedimentación. Normalmente el tiempo en el cual se obtiene la máxima eficiencia varía de 1 a 2 horas.

c) En el dimensionamiento de la unidad se emplearán los criterios indicados para unidades de sedimentación sin coagulación previa.

6.6.5. Aireadores

El proceso de aireación consiste en poner el agua en contacto íntimo con el aire. Para los procesos de tratamiento de aguas residuales, el objetivo principal de la aireación es el de proporcionarle a los microorganismos el oxígeno necesario para que realicen sus procesos de transformación y degradación de la materia orgánica contaminante. De igual manera, la aireación permite: Transferir oxígeno disuelto. Remover sustancias volátiles. Eliminar anhídrido carbónico (CO₂). Remover ácido sulfhídrico (H₂S). (Rivas L. , 2012)

6.6.5.1. Dispositivos admitidos para la aeración.

a) Plano inclinado formado por una superficie plana con inclinación de 1:2 a 1:3, dotado de protuberancias destinadas a aumentar el contacto del agua con la atmósfera.

b) Bandejas perforadas sobrepuestas, con o sin lecho percolador, formando un conjunto de, por lo menos, cuatro unidades.

c) Cascadas constituidas de por lo menos, cuatro plataformas superpuestas con dimensiones crecientes de arriba hacia abajo.

d) Cascadas en escalera, por donde el agua debe descender sin adherirse a las superficies verticales.

- e) Aire comprimido difundido en el agua contenida en los tanques.
- f) Tanques con aeración mecánica.
- g) Torre de aeración forzada con anillos "Rashing" o similares.
- h) Otros de comprobada eficiencia.

6.6.6. Tratamiento primario.

Tiene como objetivo la remoción por medios físicos o mecánicos de una parte sustancial del material sedimentable o flotante. Es decir, el tratamiento primario es capaz de remover no solamente la materia que incomoda, sino también una fracción importante de la carga

orgánica y que puede representar entre el 25% y el 40% de la DBO y entre el 50% y el 65 (Rojas, 2002), consta de los siguientes tratamientos:

- Sedimentación primaria.
- Flotación.
- Precipitación química.
- Filtros gruesos.
- Oxidación química.
- Coagulación, floculación.
- sedimentación y filtración.

6.6.7. Sedimentación primaria.

La sedimentación consiste en dejar el agua de un contenedor en reposo, para que los sólidos que posee se separen y se dirijan al fondo. La mayor parte de las técnicas de sedimentación se fundamentan en la acción de la gravedad.

La sedimentación puede ser simple o secundaria. La sedimentación simple se emplea para eliminar los sólidos más pesados sin necesidad de otro tratamiento especial; mientras mayor sea el tiempo de reposo mayor será el asentamiento y consecuentemente la turbidez será menor, haciendo el agua más transparente.

El reposo natural prolongado también ayuda a mejorar la calidad del agua, pues provee oportunidad de la acción directa del aire y los rayos solares, lo cual mejora el sabor y elimina algunas sustancias nocivas del agua (Rivas L. , 2012, pág. 68)

La sedimentación secundaria ocurre cuando se aplica un coagulante para producir el asiento de la materia sólida contenida en el agua.

6.6.8. Flotación.

La flotación es una operación unitaria usada para separar sólidos o líquidos contenidos en el agua residual (grasas, jabón, espumas, madera, corcho, vegetales, partículas en suspensión). Los líquidos y sólidos con una menor densidad que la del agua flotarán en ésta y en consecuencia pueden recogerse en su superficie (Ing. Dioselina Clemencia Navarrete Chèvez, 2018)

6.6.9. Oxidación química.

Es la descomposición de la materia orgánica por medio de un reactivo químico a través de la oxidación.

6.7. Coagulación.

La coagulación describe el efecto producido por la adición de un producto químico a una dispersión coloidal, que se traduce en la desestabilización de las partículas por una reducción de aquellas fuerzas que tienden a mantenerlas separadas (Ing. Dioselina Clemencia Navarrete Chèvez, 2018)

6.9.1. Funcionamiento.

El agua en sus formas naturales y en su forma de residuos incluye pequeñas partículas. En el agua, estas partículas con la misma carga están suspendidas en un coloide (una mezcla con propiedades entre una suspensión fina y una solución). El proceso de repulsión - la propiedad física de las partículas con la misma carga (es decir, negativo y negativo) que se repelen entre sí - detiene la combinación de las partículas en una forma reiterada. El tratamiento de la coagulación del agua aplica productos químicos para ayudar a las partículas de agua que se combinen entre sí. Cuando las partículas se agregan, pueden ser eliminadas del agua tratada con mayor facilidad.

6.9.2. Floculación.

La floculación es un proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias denominadas floculantes, se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado. Es un paso del proceso de potabilización de aguas de origen superficial y del tratamiento de aguas servidas domésticas, industriales y de la minería.

Los compuestos que pueden estar presentes en el agua pueden ser:

- Sólidos en suspensión;
- Partículas coloidales (menos de 1 micra), gobernadas por el movimiento browniano; y,
- Sustancias disueltas (menos que varios nanómetros).

6.9.2.1. Tipos de floculación

6.9.2.1.1. Floculación Pericinética

Esta producido por el movimiento natural de las moléculas del agua y esta inducida por la energía térmica, este movimiento es conocido como el movimiento browniano.

6.9.2.1.2. Floculación Ortocinética

Se basa en las colisiones de las partículas debido al movimiento del agua, el que es inducido por una energía exterior a la masa de agua y que puede ser de origen mecánico o hidráulico. Después que el agua es coagulada es necesario que se produzca la aglomeración de los microflóculos; para que esto suceda se produce primero la floculación pericinética luego se produce la floculación ortocinética.

6.9.2.1.3. Parámetros de la floculación

Los parámetros que se caracterizan la floculación son los siguientes:

- Floculación Ortocinética (Se da por el grado de agitación proporcionada: Mecánica o Hidráulica).
- Gradiente de Velocidad (energía necesaria para producir la mezcla).
- Número de colisiones (choque entre microflóculos).
- Tiempo de retención (tiempo que permanece el agua en la unidad de floculación).
- Densidad y tamaño de floculación.
- Volumen de lodos (los flóculos formados no deben sedimentar en las unidades de floculación).

6.9.3. Tratamiento secundario.

La reducción de los compuestos orgánicos presente en el agua residual, acondicionada previamente mediante tratamiento primario, se realiza exclusivamente por procesos

biológicos. Este proceso reduce o convierte la materia orgánica finamente dividida o disuelta, en sólidos sedimentables flocculentos que puedan ser separados por sedimentación en tanques de decantación. Los procesos biológicos más utilizados son los lodos activados y filtros percoladores. Son muchas las modificaciones de estos procesos que se utilizan para hacer frente a los requerimientos específicos de cada tratamiento. Asimismo, dentro de este grupo se incluyen a las lagunas de estabilización y aeradas, así como el tratamiento biológico empleando oxígeno puro y el tratamiento anaeróbico. (Rojas, 2002), en este se dan los siguientes tratamientos:

- Filtración biológica.
- Lodos activados.
- Lagunas.

6.9.3.1. Lodos activados.

En toda planta de tratamiento debe considerarse el tratamiento y eliminación de los residuos obtenidos de los diferentes procesos u operaciones por los que pasa el agua residual. El objetivo del tratamiento de lodos es reducir su volumen para aumentar su estabilidad biológica y eliminar de un modo aceptable toda el agua que sea posible económica y rápidamente, para producir un material suficientemente concentrado e inofensivo antes de su disposición final (Ing. Dioselina Clemencia Navarrete Chèvez, 2018, pág. 38)

6.9.3.2. Lagunas.

Son charcas poco profundas donde los rayos del sol, la acción de las bacterias, y el oxígeno trabajan para purificar el agua residual.

6.9.4. Tratamiento avanzado o terciario.

Tiene como objetivo complementar los procesos anteriormente indicados para lograr efluentes más puros, con menor carga contaminante y que pueda ser utilizado para diferentes usos como recarga de acuíferos, recreación, agua industrial, etc. las sustancias o compuestos comúnmente removidos son”: (Rojas, 2002), en este proceso se tratan los siguientes factores:

- Fosfatos y nitratos.
- Huevos y quistes de parásitos.
- Sustancias tenso activas.
- Algas.
- Bacterias y virus (desinfección).
- Radionuclidos.
- Sólidos totales y disueltos.
- Temperatura.

6.9.5. Proceso de aireación en una planta de tratamiento.

El proceso de aireación es oxidar los microorganismos de las aguas residuales crudas para reducir la demanda bioquímica de oxígeno. Los microorganismos o «lodos» que son mezclados con las aguas residuales crudas absorben el oxígeno del aire y toman los nutrientes de estas aguas y, siempre que la concentración de los lodos se mantenga en un nivel controlado, van a descomponer los residuos orgánicos del efluente (Macchiavello, 2013, pág. 104)

6.9.6. Parámetros que no cumplen con los límites máximos permisibles obtenidos del laboratorio

6.9.6.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):

Es una medida indirecta de la cantidad de materia orgánica contenida en una muestra de agua, determinada por el consumo de oxígeno que hacen los microorganismos para degradar los compuestos biodegradables. Se evalúa analíticamente incubando una muestra con microorganismos por 5 días a 20 °C, tiempo después del cual se lee la concentración final de oxígeno y se compara con la inicial; esta prueba es conocida como DBO5 o DBO estándar (Rivas I. W., 2012, pág. 28)

6.9.6.2. Demanda Química de Oxígeno (DQO):

es también una medida indirecta de la cantidad de materia orgánica contenida en una muestra. A diferencia de la DBO, esta prueba emplea un oxidante fuerte (dicromato de

potasio – K₂Cr₂O₇) en un medio ácido (ácido sulfúrico – H₂SO₄) en vez de microorganismos (Rivas I. W., 2012, pág. 28)

6.9.6.3. Nitrógeno amoniacal.

El nitrógeno es un indicador relevante en los estudios medioambientales, debido a la importancia que este tiene en los procesos de tratamiento, en el control de la calidad de las aguas y de las descargas de las aguas residuales al medio. El método Kjeldahl es el más ampliamente utilizado para la determinación de nitrógeno total (N_{total}) y en las aguas residuales se encuentran diferentes especies nitrogenadas, como son: nitrógeno orgánico y amoniacal, nitritos, nitratos, entre otras. La norma cubana de vertimiento de aguas residuales (NC 27:2012) hace obligatoria la determinación de N_{total} mediante el método Kjeldahl. Los electrodos selectivos (ES) han permitido la determinación de nitrógeno amoniacal (N_{am}) con límites de cuantificación (LC) inferiores al método Kjeldahl (Científicas, 2013)

6.9.6.4. Coliformes fecales.

Los coliformes totales se definen como bacterias Gram negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37 ° C y producen ácido y gas (CO₂) en 24 h, aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática β-galactosidasa. Entre ellas se encuentran *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella* (Larrea-Murrell, Rojas-Badía, Romeu-Álvarez, & Rojas-Hernández, 2013)

6.9.7 Marco Legal

6.9.7.1. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua

La presente norma técnica ambiental revisada y actualizada es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

- a) Los principios básicos y enfoque general para el control de la contaminación del agua;
- b) Las definiciones de términos importantes y competencias de los diferentes actores establecidas en la ley;
- c) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos;
- d) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
- e) Permisos de descarga;
- f) Los parámetros de monitoreo de las descargas a cuerpos de agua y sistemas de alcantarillado de actividades industriales o productivas, de servicios públicas o privadas;
- g) Métodos y procedimientos para determinar parámetros físicos, químicos y biológicos con potencial riesgo de contaminación del agua.

La norma tiene como objeto la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso agua.

El objetivo principal de la presente norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar los usos asignados, la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general.

Las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso agua deberán realizarse en los términos de la presente Norma (ambiente, 2005)

6.9.7.2. Agua dulce: es aquella que no contiene importantes cantidades de sales. En general se consideran valores inferiores a 0.5 UPS (unidad práctica de salinidad que representa la cantidad de gramos de sales disueltas por kg de agua) (Gomez, 2018)

7. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO



Imagen 1. Ubicación de la planta

Fuente: Google Map

Tabla # 4. Ubicación del área de estudio

Provincia	Cotopaxi
Cantón	Salcedo
parroquia	San Miguel

Elaborado por: Daniel Caicedo

Tabla # 5. Coordenadas UTM WGS84

Zona	17
Longitud	767281 E
Latitud	9883906 N
Altitud	2682 m.s.n.m

Elaborado por: Daniel Caicedo

7.2. Tipos de investigación

7.2.1. Investigación Bibliográfica

La investigación bibliográfica fue utilizada en el presente trabajo para realizar consultas de material bibliográficos, con el fin complementar el marco teórico.

7.2.2. Investigación Cuantitativa

La metodología cuantitativa es aquella que permitió examinar los datos de manera científica, o más específicamente en forma numérica. Este tipo de investigación cuantitativa ayudó a determinar la cantidad de los contaminantes del agua de la planta de tratamiento.

7.2.3. Investigación Descriptiva

Consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables.

Este tipo de investigación ayudó a la obtención e interpretación de datos en términos claros y precisos con la finalidad de clasificar los datos, categorías precisas, que se adecuen al propósito del estudio y permitan poner de manifiesto las semejanzas, diferencias y relaciones significativas.

7.2.4. Investigación De Campo

Permitió obtener nuevos conocimientos en el campo de la realidad social (investigación pura), o bien estudiar una situación para diagnosticar necesidades y problemas a efectos de aplicar los conocimientos con fines prácticos (investigación aplicada).

Este tipo de investigación ayudó en el desarrollo del proyecto, ya que se pudo observar directamente la situación actual del agua en la planta de tratamiento.

7.3. Recolección de datos del caudal

Después de realizar las visitas al área de estudio en donde se monitoreo las horas que hay más cantidad de descarga de aguas residuales que ingresa a la planta de tratamiento como son.

Tabla #6: Monitoreo de caudales obtenidos en la planta de tratamiento de Chipualo.

HORAS MONITOREADAS	CAUDALES OPTENIDOS
De 06h00 a 06h30	0,587m3/s
De 13h00 a 14h00	0,765m3/s
De 17h00 a 17h30	0,654m3/s

Elaborado por: Daniel Caicedo

7.4. Selección del caso.

La descomposición de la materia orgánica que se efectúa en el tanque de oxidación produce la emanación de malos olores, provocando malestar a los moradores aledaños, impidiendo muchas veces desarrollo normal de las actividades diarias, por lo que como postulante a ingeniero ambiental y sobre todo morador del sector es de mi interés buscar cual sea la alternativa más viable por la que se pueda tratar de corregir o por lo menos bajar el grado de impacto que se da en la actualidad.

7.5. Acceso al campo.

Por parte del GAD Salcedo se obtuvo toda la apertura necesaria para el desarrollo del presente estudio de caso, a la vez se manifestó que será de mucha ayuda en la operación de los procesos de tratamiento, dando como resultado un funcionamiento más eficiente de la planta de tratamiento

7.6. Recolección de datos del muestreo.

7.6.1. Muestreo.

En primera instancia se requirió de información bibliográfica y de recopilación de datos de campo, necesarios para el muestreo.

La toma de muestras se realizó en base a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, técnicas de muestreo. Mediante esta Norma se pudo definir el tipo de muestras y consideraciones a tomar en cuenta, en el momento de la recolección de las muestras.

Para la conservación de las muestras se aplicó la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras. Según indica la TABLA 1 Técnicas generales para la conservación de muestras análisis físico-químico.

También se utilizó la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2226:2012 Agua. Calidad Del Agua. Muestreo. Diseño de los Programas de Muestreo. En donde nos indica los factores a considerar en los canales, ríos y vertientes.

Se recogieron 2 muestras.

7.7. Tomas de muestras de aguas residuales

7.7.1. Muestra N° 1

Tabla # 7. Datos al ingreso de la planta de tratamiento

Descripción	Punto de ingreso de la planta de tratamiento se la realizó las 13h20
Ubicación	Barrio Chipualo
Coordenadas	767281 E 9883906 N

Tipo de muestra	Muestra simple
Tipo de envase	Botella de polietileno de 1.5L
Materiales	Mandil, Guantes, Botas, Mascarilla, Cooler

Elaborado por: Daniel Caicedo

7.7.2. Muestra N° 2

Tabla # 8. Datos a la salida de la planta de tratamiento

Descripción	La toma de la muestra 2, se lo realiza a la salida de la planta de tratamiento a las 13h35
Ubicación	Barrio Chipualo
Coordenadas	767281 E 9882906 N
Tipo de muestra	Muestra simple.
Tipo de envase	Botella de polietileno de 1.5L.
Materiales	Mandil, Guantes, Botas, Mascarilla Cooler.

Elaborado por: Daniel Caicedo

7.8. EQUIPOS DE MUESTREO.

7.8.1 Multiparámetro.

Equipo N° 1.

Descripción: Monitoreo por el equipo 1, al ingreso de la planta de tratamiento con el multiparámetro.

Ubicación: Barrio Chipualo

Coordenadas: 767281 E

9883906 N

Tabla # 9. Datos obtenidos al ingreso de la planta de tratamiento a las 14h00

Parámetros	Datos obtenidos
Ph	8,05
Temperatura	18,7
Conductividad eléctrica	0,62 ms \ s
OD	16,3%

Elaborado por: Daniel Caicedo

Equipo N.º 1.

Descripción: Monitoreo por el equipo 2, a la salida de la planta de tratamiento con el multiparámetro.

Ubicación: Barrio Chipualo

Coordenadas: 767281 E

9883906 N

Tabla # 10. Datos obtenidos a la salida de la planta de la planta de tratamiento a las 14h20

Parámetros	Datos obtenidos
Ph	7,30
Temperatura	17,90
Conductividad eléctrica	0,49 ms \ s
OD	21,6%

Elaborado por: Daniel Caicedo

7.9. Turbimetro.

Equipo N° 2.

Datos obtenidos al ingreso de planta de tratamiento de aguas residuales a las 14h40

Descripción: Monitoreo por el equipo 1, al ingreso de la planta de tratamiento con el turbimetro.

Ubicación: Barrio Chipualo

Coordenadas: 767281 E

9883906 N

Datos obtenidos.

FTU- NTU: 132

7.9.2. Equipo N° 2.

Datos obtenidos a la salida de planta de tratamiento de aguas residuales a las 15h00

Descripción: Monitoreo por el equipo 2, a la salida de la planta de tratamiento con el tubímetro.

Ubicación: Barrio Chipualo

Coordenadas: 767281 E

9883906 N

Datos obtenidos.

FTU- NTU: 44,21

7.9.3. Parámetros para el análisis de laboratorio más relevantes.

- a) Sólidos en suspensión (SS).
- b) Sólidos totales (ST).
- c) Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días (DBO5).
- d) Demanda química de oxígeno (DQO).
- e) Nitrógeno (N)
- f) Fosforo (P)
- g) Potasio (k)
- h) Dureza carbonatada (DC)
- i) Coliformes totales (CT)

7.9.4. Materiales Utilizados

7.9.4.1. Materiales de Campo

- Botella de polietileno de 1.5L
- Envases plásticos recolector de muestra con tapa rosca
- Guantes quirúrgicos
- Botas de caucho
- Colector de muestras
- Cooler
- Cinta masquín

7.9.4.2. Equipos de muestreo

Turbimetro
Multiparámetro.
Molinete.
GPS

7.9.4.3. Materiales de oficina

- Computadora
- Cámara fotográfica
- Bolígrafos y lápices
- Hojas de papel bond
- Cuaderno espiral
- Flash memory

7.9.4.4. Interpretación de Resultados

Los análisis de laboratorio se realizaron en el laboratorio químico integral (LAQUIFARVA) a cargo del Dr. Enrique Vayas López MSc químico farmacéutico.

VER. ANEXO 23. Tabla de límites máximos permisibles Libro V TULSMA.

7.9.5. Muestra 1:

Muestra obtenida al ingreso de la planta de tratamiento.

Tabla #11: Análisis físicos

Parámetros	Unidades	Límites Máximos Permisibles	Resultados	GRADO DE CUMPLIMIENTO
Color real dilución 1/20	U.Pt-Co	1	38	No cumple
Conductividad	Ms/seg	-	0.62	-

Turbidez	NTU	-	132	-
pH	unid pH	6,0-9,0	8,05	Cumple
Temperatura	°C	40,0	18,7	Cumple

Fuente: En la planta de tratamiento

7.9.5.1. Análisis de datos

Los resultados obtenidos en el sitio del muestreo determinan que el color no está cumpliendo con los límites permisibles de descargas a cuerpos de agua dulce.

7.9.6. Análisis Químicos

Tipo de muestra: Agua residual.

Identificación de la muestra: entrada PTAR Chipualo.

Fecha de recepción de la muestra: 20/01/2020

4. Tabla #12: Resultados de los parámetros químicos realizados en laboratorio

PARAMETROS	UNIDADES	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES	RESULTADO	GRADO DE CUMPLIMIENTO
Aceites y grasas	mg/L	30,0	13,6' GAD Salcedo	Cumple
Aluminio	mg/L	5	-1,000' GAD Salcedo	Cumple
Arsénico	mg/L	0,1000	0,0549' GAD Salcedo	Cumple
Bario	mg/L	3	-1,0' GAD Salcedo	Cumple
Cadmio	mg/L	0,02	-0,010' GAD Salcedo	Cumple
Cianuros	mg/L	0,100	0,010' GAD Salcedo	Cumple
Cloro libre residual	mg/L	0,5	-0,04' GAD Salcedo	Cumple
Cloruros	mg/L	1000,0	50,6' GAD Salcedo	Cumple
Cobalto	mg/L	0,5	-0,3'	Cumple

			GAD Salcedo	
Cobre	mg/L	-1	-0,05' GAD Salcedo	Cumple
Cromo hexavalente	mg/L	0,500	0,172' GAD Salcedo	Cumple
Demanda bioquímica de oxígeno 5	mg/L	100	231,9	No cumple
Demanda química de oxígeno	mg/L	200	364	No cumple
Tensoactivos MBAS	mg/L	0,5	-2,92' GAD Salcedo	No cumple
Fenoles	mg/L	0,200	0,200' GAD Salcedo	Cumple
Fluoruros	mg/L	5,00	0,26' GAD Salcedo	Cumple
Fosforo total	mg/L	10,0	9,8' GAD Salcedo	Cumple
Hierro	mg/L	10	-0,25' GAD Salcedo	Cumple
Manganeso	mg/L	2	-0,1' GAD Salcedo	Cumple
Material flotante	N/A	Ausencia	Ausencia	Cumple
Mercurio	mg/L	0,0050	-0,0050' GAD Salcedo	Cumple
Níquel	mg/L	2	-0,30' GAD Salcedo	Cumple
Nitrógeno amoniacal	mg/L	30,00	40,00' GAD Salcedo	No cumple
Plata	mg/L	0,1	-0,1' GAD Salcedo	Cumple
Plomo	mg/L	0,2	-0,2' GAD Salcedo	Cumple
Selenio	mg/L	0.1	0,005' GAD Salcedo	Cumple
Solidos	mg/L	130	411'	No cumple

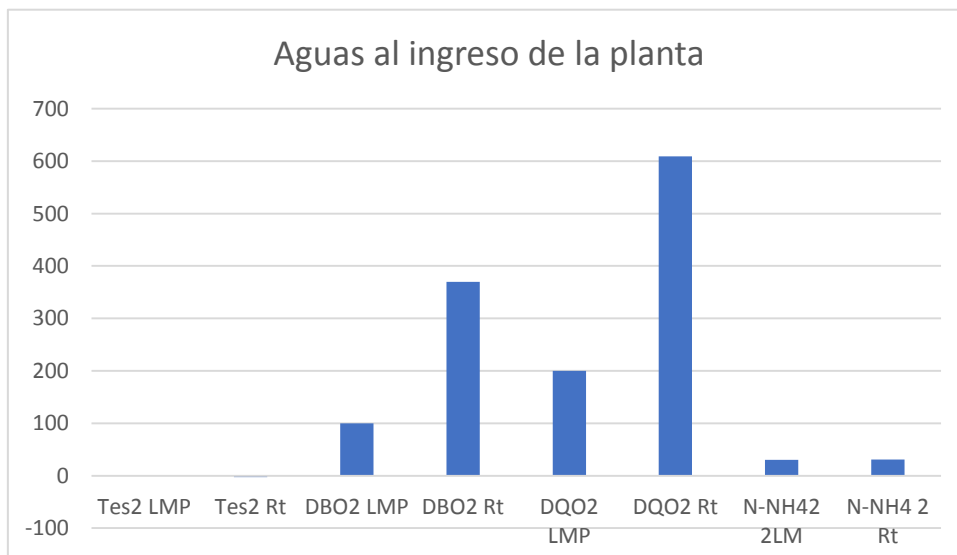
suspendidos			GAD Salcedo	
Solidos totales	mg/L	1600	860' GAD Salcedo	Cumple
Sulfatos	mg/L	1000,0	56,0' GAD Salcedo	Cumple
Hidrocarburos totales de petróleo	mg/L	20,00	0,64' GAD Salcedo	Cumple
Zinc	mg/L	5	0,05' GAD Salcedo	Cumple
Boro	mg/L	2,000	1,200' GAD Salcedo	Cumple
Estaño	mg/L	5	-0,0008' GAD Salcedo	Cumple
Sulfuros	mg/L	0,50	0,22' GAD Salcedo	Cumple

Fuente: Laboratorio químico integral/ GAD Salcedo dpt agua potable.

7.9.6.1. Análisis de datos

Los resultados obtenidos del análisis de laboratorio de la muestra 1 referente al ingreso del agua a la planta se observa que algunos parámetros no cumplen con los límites permisibles como es el caso de solidos suspendidos, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, tensoactivos MBAS, nitrógeno amoniacal, sólidos en suspensión.

7.9.6.2. Resultados que no cumplen con la norma.



Cuadro 1.
Parámetros que no cumplen

Elaborado por: Daniel Caicedo

7.9.7. Muestra 2

7.9.7.1. ANÁLISIS FÍSICOS

Tabla #13: Muestra obtenida a la salida de la planta de tratamiento.

Parámetros	Unidades	Límites Máximos Permisibles	Resultados	Cumple
Color real dilución 1/20	U.Pt-Co	1	46´ GAD Salcedo	No cumple
Conductividad	Ms/seg	-	0.49	-
Turbidez	NTU	-	44,21	-
PH	Unid pH	6,0-9,0	7,30	Cumple
Temperatura	°C	40,0	17,90	Cumple

Fuente: En la planta de tratamiento

7.9.7.2. interpretación de datos

Los resultados obtenidos en el sitio del muestreo determinan que el color real no cumple con los estándares.

7.9.8. Análisis químicos

Tabla #14: Análisis químicos

PARAMETROS	UNIDADES	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES	RESULTADOS	GRADO DE CUMPLIMIENTO
Aceites y grasas	mg/L	30, 0	5,5' GAD Salcedo	Cumple
Aluminio	mg/L	5	-1,000' GAD Salcedo	Cumple
Arsénico	mg/L	0,1000	0,1000' GAD Salcedo	Cumple
Bario	mg/L	2	-1,0' GAD Salcedo	Cumple
Cadmio	mg/L	0,02	-0,010' GAD Salcedo	Cumple
Cianuros	mg/L	0,1	-0,010' GAD Salcedo	Cumple
Cloro libre residual	mg/L	0,5	-0,040' GAD Salcedo	Cumple
Cloruros	mg/L	1000,0	29,8' GAD Salcedo	Cumple
Cobalto	mg/L	0,5	-0,3' GAD Salcedo	Cumple
Cobre	mg/L	1	-0,05' GAD Salcedo	Cumple
Cromo hexavalente	mg/L	0,500	0,157' GAD Salcedo	Cumple
Demanda bioquímica de oxígeno 5	mg/L	100	369,5	No cumple
Demanda química de oxígeno	mg/L	200	609	No cumple
Tensoactivos MBAS	mg/L	0,5	-2,92' GAD Salcedo	No cumple
Fenoles	mg/L	0,200	0,110' GAD Salcedo	Cumple
Fluoruros	mg/L	5,00	0,56' GAD Salcedo	Cumple
Fosforo total	mg/L	10,0	7,6'	Cumple

			GAD Salcedo	
Hierro	mg/L	10	-0,25' GAD Salcedo	Cumple
Manganeso	mg/L	2	-0,1' GAD Salcedo	Cumple
Material flotante	N/A	Ausencia	Ausencia	Cumple
Mercurio	mg/L	0,005	-0,0050' GAD Salcedo	Cumple
Níquel	mg/L	2	-0,30' GAD Salcedo	Cumple
Nitrógeno amoniaco	mg/L	30,00	31,00' GAD Salcedo	No cumple
Plata	mg/L	0,1	-0,1' GAD Salcedo	Cumple
Plomo	mg/L	0,2	-0,2' GAD Salcedo	Cumple
Selenio	mg/L	0,1	0,005' GAD Salcedo	Cumple
Sólidos suspendidos	mg/L	130	118' GAD Salcedo	Cumple
Sólidos totales	mg/L	1600	744' GAD Salcedo	Cumple
Sulfatos	mg/L	1000,0	49,0' GAD Salcedo	Cumple
Hidrocarburos totales de petróleo	mg/L	20,00	-0,05' GAD Salcedo	Cumple
Zinc	mg/L	5	-0,05' GAD Salcedo	Cumple
Boro	mg/L	2,000	0,400' GAD Salcedo	Cumple
Estaño	mg/L	5	-0,0008' GAD Salcedo	Cumple
Sulfuros	mg/L	0,50	0,20' GAD	Cumple

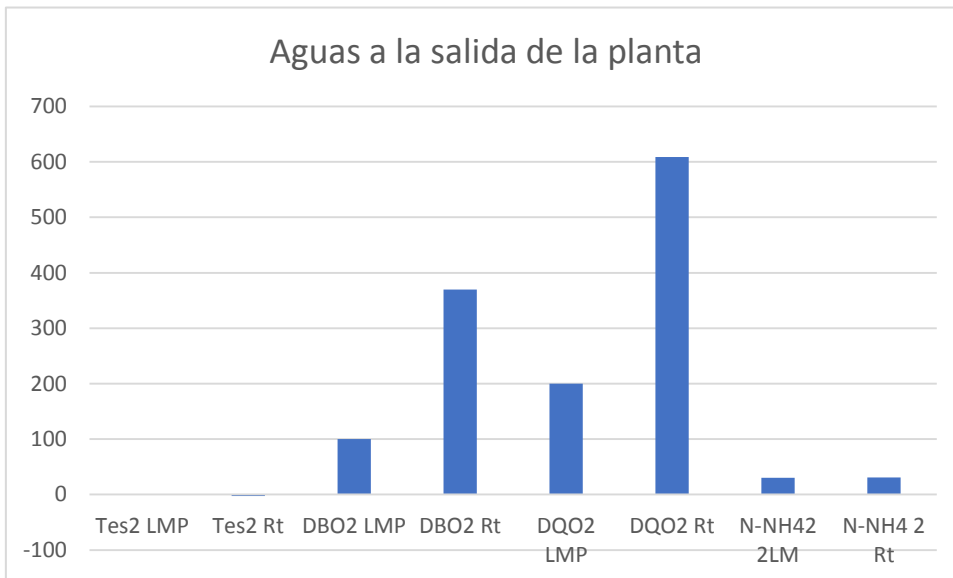
			Salcedo	
--	--	--	---------	--

Fuente: Laboratorio químico integral/ GAD Salcedo dpt agua potable.

7.9.8.1. interpretación de datos

Los resultados obtenidos del análisis de laboratorio de la muestra 2 referente a la salida del agua de la planta se observa que algunos parámetros no cumplen con los límites permisibles como es el caso de los siguientes elementos, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, tensoactivos MBAS, nitrógeno amoniacal.

Cuadro 2. Parámetros que no cumplen



Elaborado por: Daniel Caicedo

7.9.9. Cálculos

7.9.9.1. Caudal de ingreso:

$$Q = AH \times V$$

Donde:

Q= Caudal

AH= Área hidráulica

V= Velocidad del agua

AH= b x h

AH= 1,50m x 0,5m

AH= 0,75m²

Donde:

Q= Caudal

AH= Área hidráulica

V= Velocidad del agua

b= Base del Canal

h= Altura del agua

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

$$V = \frac{5}{4,89} \text{m/s}$$

V= 1,02m/s

Donde:

d= Distancia

t= Tiempo

Q=0,75 x 1,02

$$Q= 0,765 \text{ m}^3/\text{s}$$

7.9.9.2. Vertedores

Formula Bazein

$$Q= m. b. \sqrt{2g}. H^{3/2}$$

Donde:

Q= Caudal de diseño

m= Coeficiente

b= Ancho vertedor

2g= Dos gravedades

H= Lámina de agua

$$h= \frac{Q^2}{AH^2.2g}$$

$$Q= 0,765\text{m}^3/\text{s}= 0,436. b. \sqrt{2g}. (0.10)^{3/2}$$

$$Q= 0,76$$

$$Q=0,675\text{m}^3/\text{s}=12,46\text{m}$$

7.9.9.3. Diseño del Vertedero.

VER ANEXO 1

7.9.9.4. Diseño de la propuesta del tanque de oxidación.

VER ANEXO 2

7.9.9.5 Masa de agua residual en los tanques de oxidación.

$$T1= 4.345\text{m}^3$$

$$T2= 5.793\text{m}^3$$

$$T3= 4.345\text{m}^3$$

7.9.9.6. Cálculos de la potencia de la bomba.

$$P_b=V \cdot Q \cdot H$$

Donde:

P_b = potencia de la bomba.

V = peso específico.

Q = caudal.

H = altura.

$$V= \rho \cdot g$$

$$V= 1,19 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$V= 11,66\text{N/m}^2$$

$$Q= 4,345\text{m}^3$$

$$H= 4\text{m}$$

$$P_b= 11,66\text{N/m}^2 \cdot 4,345\text{m}^3 \cdot 4\text{m}$$

$$P_b= 2026\text{W}$$

$$P_b= 2026\text{W} \cdot \frac{1\text{HP}}{746\text{W}}$$

$$P_b= 2,71 \text{ HP}$$

$$P_b= 3\text{H}$$

8. PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE AIREACION EN EL TANQUE DE OXIDACION.

8.1 INDRODUCCION.

En este capítulo se presenta la identificación y la evaluación de los parámetros que están fuera de los rangos establecidos por la norma técnica descargas a cuerpos de agua dulce luego que se ha realizado el análisis físico, químico, de la misma forma se identificó que en el proceso de oxidación se produce la salida de malos olores, debido a que gran cantidad de materia orgánica se descompone, y finalmente una propuesta de implementación de un sistema de aireación en el tanque de oxidación.

Esta investigación está encaminada a buscar una medida de tratamiento de agua residual domestica que permita la reducción de salida de malos olores y a su vez la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitrógeno amoniacal, color real, producto de las actividades humanas las mismas que son vertidas al agua.

Propuestas para mejorar el funcionamiento en los procesos primarios.

- Dar un mantenimiento continuo a todos los procesos de operación primarios de por lo menos cada seis meses.
- Monitorear una vez cada año el funcionamiento de los procesos de operación.
- Muestrear una vez cada año las aguas que sales luego de ser tratadas para tener un panorama amplio de cómo está funcionando los procesos de tratamiento.
- Implementar en la piscina de oxidación un sistema de aireación, es decir, INYECTAR aire comprimido, que mandra el licor mezclado totalmente es estado de agitación con la ayuda de una bomba de 3HP y un adaptador para salida de cuatro mangueras estas deberán ser colocadas en la piscina a una altura del 30% del fondo al espejo del agua, produciendo un sistema de licuado que permita que el agua este en movimiento evitando el reposo y salida de malos olores al exterior.
- Se propone en el tanque de oxidación una división en tres segmentos del 30%, 40%, 30% reduciendo de esta forma la emanación de malos olores y la calidad del agua.

La propuesta que se plantea para el tanque de aireación contempla tratamientos que se especifican en el presente capítulo tales como:

- Tanque de aireación al 30% del área total del tanque de oxidación.
- Tanque de sedimentación al 40% del área total del tanque de oxidación.
- Tanque clarificador al 30% del área total del tanque de oxidación.

8.2. JUSTIFICACION.

El principal objetivo de este capítulo es presentar su gestión práctica, resultado de la investigación, para el planteamiento de soluciones adecuadas a diferentes problemas, en relación a la emanación de malos olores que afecta directamente a moradores aledaños al sector.

Considerando que la planta de tratamiento para aguas residuales, fue creada con la finalidad de tratar aguas residuales domésticas, y de esta forma cumplir con los límites permisibles estandarizados, pero mediante análisis físico, químicos realizados por el presente estudio de caso se determinó que ciertos parámetros no cumplen.

Los beneficios en general que se derriban de la implementación del sistema de aireación en la planta, es brindar un ambiente más sano a los moradores aledaños, mejorando su calidad de vida, y desarrollo de sus actividades diarias.

Siendo en si un tema de alto contenido socio ambiental que busca en su conjunto brindar alternativas para mejorar la calidad de agua vertida a la Cuenca del río Cutuchi, de la misma forma prevenir posibles enfermedades a la población aledaña.

8.3. OBJETIVO GENERAL.

Proponer en la planta de tratamiento de aguas residuales un sistema de aireación en el tanque de oxidación.

8.3.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Calcular la potencia de la bomba de aireación en caballos de fuerza (HP)
- Diseñar el tanque de aireación, sedimentador, clarificador.

8.4. RESULTADOS ESPERADOS.

- Reducción de salida de malos olores de la planta de tratamiento.
- Moradores del sector que tengan un mejor ambiente de vida.
- Eficiencia en la calidad de tratamiento a las aguas residuales.
- El DBO, DQO, Nitrógeno Amoniacal, Tensoactivos cumplan con los límites permisibles.

9. LA NARRACIÓN DEL CASO.

El presente estudio de caso que se realizó a la planta de tratamiento de aguas residuales en el barrio Chipualo presenta dos problemáticas, la primera es que algunos parámetros no están cumpliendo con los límites permisibles, y la segunda es la emanación de malos olores.

Se determinó los parámetros que no cumplen con los límites permisibles a través del análisis físico, químico realizados en un laboratorio.

La emanación de malos olores se da producto de la descomposición de la materia orgánica al estar en reposo el agua en el tanque.

En vista de los problemas encontrados se planteó medidas correctivas que son las siguientes:

Limpieza cada seis meses a los procesos de tratamiento.

Analizar las aguas de salida cada año en los parámetros físico, químico.

Implementar en el tanque de oxidación un sistema de aireación que es un proceso que se utiliza para mezclar o hacer circular aire dentro de un líquido.

Con la propuesta planteada se reducirá la emanación de malos olores y que los parámetros que no cumplían, cumplan con los máximos permisibles.

10. COCLUCIONES

En la presente investigación teniendo en cuenta los objetivos planteados se llegó a las siguientes conclusiones:

- Mediante los análisis de laboratorio y de campo realizados, se determinó la calidad del agua que sales luego de los tratamientos en los parámetros físicos, químicos, mismos que algunos no cumplen con los parámetros estandarizados a descargas a cuerpos de agua dulce.
- Se determinó que la piscina de oxidación, es la que está generando salida de malos olores por lo que es necesario que se implemente un sistema de aireación.
- En épocas de lluvia, según conocimientos de la gente de la zona, el agua se vuelve turbia, significa que el contenido de los sólidos suspendidos aumenta y para lo cual se monitoreara los sedimentadores.
- Mediante los cálculos realizados para obtener la potencia de la bomba de aireación se determinó que se necesita una de 3 caballos de fuerza (HP). Ver pag.40.
- Se calculo el tanque de aireación, sedimentación y clarificador. Ver anexo 1-2

11. RECOMENDACIONES

- La calidad del agua es un factor importante por tanto se recomienda, implementar el sistema de aire comprimido para obtener mejor resultado.
- Monitorear la piscina del proceso de aireación cada año.
- Monitorear la piscina del proceso de sedimentación cada año.
- Monitorear la piscina del proceso de clarificación conjuntamente con los análisis físico-químico que se los realiza cada año.
- Realizar los análisis físicos, químicos a las aguas de salida de la PTAR luego de la implementación del sistema de aireación.
- Monitorear el sistema de aireación bomba y mangueras por lo menos cada seis meses para evitar fallas y taponamientos.

12. BIBLIOGRAFÍA

ambiente, M. d. (2005). Tulsma. Ecuador.

- Antonio Madrid, V. (2012). *Manual del Agua. Ciencia, Tecnología y Legislación*. Madrid: A. Madrid Vicente.
- Antonio Rodriguez, P. G. (2006). *Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales*. Madrid.
- Auge, M. (2007). *Agua Fuente de Vida*. Buenos Aires: La Plata.
- Briana, R. (1993). *Tratado del medio ambiente*. España.
- Científicas, C. N. (2013). Problemática de la determinación de especies nitrogenadas. *Ciencias Químicas*, 1.
- Collazos, C. (2008). *Tratamiento de aguas domesticas e industriales*. Colombia: CATEDRA INTERNACIONAL .
- Dr. Francisco Ercilio Moura, A. S. (2005). *Desafios del derecho ala agua en Peru*. Lima: Julio Acuña Velásquez.
- ESPIGARES, M., & PÉREZ, J. (1985). *AGUAS RESIDUALES*. Granada: Universidad de Granada.
- Garcia, M. (2010). *El agua*. Bogota.
- Gomez, M. (2018). *agua dulce*. Obtenido de https://www.google.com/search?rlz=1C1SQJL_esEC867EC867&ei=zA9FXqTsHND45gK GsqOgAw&q=que+es+el+agua+dulce&oq=que+es+el+agua+dulce&gs_l=psy-ab.3.0i70i249j0l3j0i30i6.1672755.1694981..1697401...0.3..4.1039.9308.0j21j5j1j1j0j2j2.....0....1..gws-wiz.....0..0i7.
- Grupo Agua - RPP. (27 de 08 de 2013). Obtenido de <http://radio.rpp.com.pe/cuidaelagua/agua-tratada-agua-no-tratada/>
- Ing. Dioselina Clemencia Navarrete Chèvez, M. (2018). *DISEÑO, CONSTRUCCION Y OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES*. Mexico: ISBN: 978-9942-770-91-2 .
- Lahera Ramón, V. (s.f.). Planta de tratamiento de aguas residuales. *Quivera*, 58.
- Larrea-Murrell, J. A., Rojas-Badía, M. M., Romeu-Álvarez, B., & Rojas-Hernández. (3013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluacion de la calidad del agua. *Ciencias Biológicas*, 26.
- LÓPEZ, M. E. (2013). Aguas residuales composicion. 15.
- Macchiavello, E. M. (2013). *Estudio de una planta de tratamiento de aguas residuales*. Lima.
- Renan, L. (2009). Modulo de manejo de recursos hidricos.
- Rivas, I. W. (2012). *Fundamentos de diseño de plantas depuradoras de aguas residuales*. Bogota.
- Rivas, L. (2012). *Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales*. Bogota.
- Rojas, R. (2002). Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. (pág. 11). "GETIÓN INTEGRAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES".
- Roman, M. G. (2010). *Tratamiento de aguas residuales industriales*.

13. ANEXOS



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado; **DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES, CAICEDO NUÑEZ DANIEL EDUARDO** cuyo título versa **"ESTUDIO DE CASO EN LA FASE DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, EN EL CANTON SALCEDO, BARRIO CHIPUALO, PROVINCIA DE COTOPAXI"**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estime conveniente.

Latacunga, Febrero del 2020

Atentamente,


MSc. Alison Mena Barthelotty
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0501801252



CURRICULUM VITAE



INFORMACIÓN PERSONAL

NOMBRES / APELLIDOS
DIRECCIÓN

JOSÉ LUIS ÁGREDA OÑA

Ecuador, San Gabriel, Provincia del Carchi,
Calderón y 27 de Septiembre

Quito, Av. Occidental y Vaca de Castro, Bloque
Nono Dept. 401

Ibarra, Portal de los Ceibos Av. Retorno y Río
Tahuando

TELÉFONOS

0988004114/062290451/023400910

CORREO ELECTRÓNICO

jos.agreda@gmail.com/j_luisagreda@hotmail.com

NACIONALIDAD

Ecuatoriana

FECHA DE NACIMIENTO

09-OCT-1987

GÉNERO

Masculino

CAMPO DE DESEMPEÑO

Educación Superior

ACTUAL

EXPERIENCIA

1

- Desempeño en la industria hidrocarburífera en la gestión de suelos mediante la investigación de tamices moleculares haciendo pruebas químicas y físicas de suelos contaminados con petróleo para su posterior tratamiento e incorporación al medio ambiente. Se analizó el desempeño de zeolitas para la remoción de metales pesados en suelos provenientes de yacimientos petrolíferos. Se dio apoyo en la administración del laboratorio en procedimientos para el cumplimiento de la normativa legal vigente.
- Se participó en el diseño de fluidos de perforación para la Cuenca Oriente, según la litología analizada mediante el método analítico químico de titulación. Manejo de laboratorio móvil para pruebas en campo de fluidos de perforación y de suelos provenientes del yacimiento petrolífero.
- Docente del área de matemáticas en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

HOJA DE VIDA

➤ INFORMACION PERSONAL

APELLIDO: CAICEDO NUÑEZ
NOMBRES: DANIEL EDUARDO
CEDULA DE IDENTIDAD: 0503357626
NACIONALIDAD: ECUATORIANA
FECHA DE NACIMIENTO: 30 DE 05 DE 1987
LUGAR DE NACIMIENTO: SALCEDO
EDAD: 33 AÑOS
ESTADO CIVIL: CASADO
DOMICILIO: SALCEDO
TELEFONO: 0958738043



➤ ESTUDIOS REALIZADOS:

ESTUDIO PRIMARIO:
ESCUELA LATINOAMERICA UNIDA
ESTUDIO SECUNDARIO
COLEGIO NACIONAL EXPERIMENTAL SALCEDO

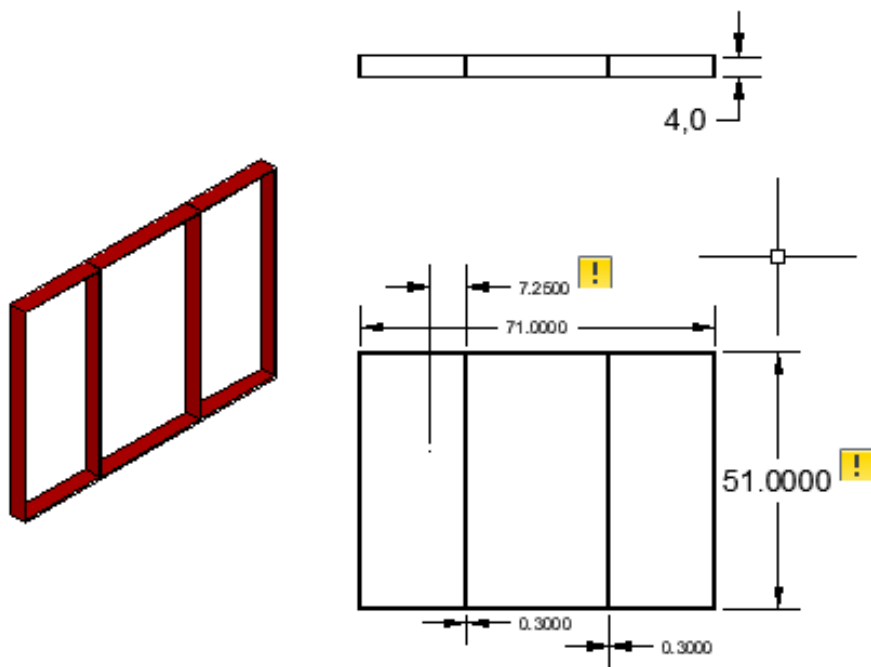
➤ TITULOS OBTENIDOS:

BACHILLER EN QUIMICO BIOLOGO
OCUPACION PROFECIONAL – INFORMATICA

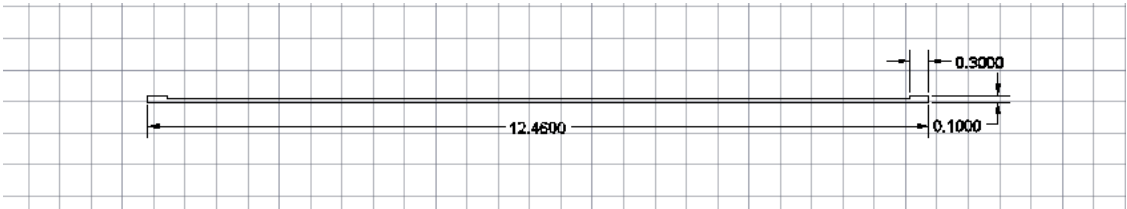
➤ REFERENCIAS PERSONALES:

SR. OLGHER ARIAS 0987568682
SR. EDUARDO CAICEDO 0983001243

Anexo# 4 Diseño de la propuesta del Tanque de aireación



Anexo #5: Diseño de la propuesta del vertedor del tanque de aireación.



Anexo #6: Área de sedimentación



Anexo #7: Área de sedimentación



Anexo #8 : Canal de Abducción



Anexo #9: Recolección de la muestra 1



Anexo #10: Conservación de la muestra 1



Anexo #11: Recolección de la muestra 2



Anexo #12: Recolección a la salida de la planta



Anexo #13: Muestra 2



Anexo #14: Área del tanque de oxidación



Anexo #15: Calibración de equipos



Anexo #16: Tubímetro



Anexo #17: Muestreo con el tubímetro



Anexo #18: Obtención de datos con el turbímetro



Anexo #19: Turbímetro a la salida de la planta



Anexo #20: Datos del GPS



Anexo #21: Turbiedad de aguas de ingreso



Anexo #22: Turbiedad de salida



Anexo #23: Tabla de límites máximos permisibles Libro V TULSMA.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisibles
Aceite y Grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30,0
Alkil mercurio		mg/l	No Destacable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	AS	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro Total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro Total	CN	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Ed. Carbón cloroforme ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl	mg/l	1000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes fecales	NMP	NMP/100 ml	10000
Color Real	Color Real	Unidades de color	Inapreciable en difusión: 1/20
Compuestos Fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo Hexavalente	Cr	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10,0

Hierro Total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso Total	Mn	mg/l	2,0
Materia Flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio Total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30,0
Nitrógeno Total Kjedahi	N	mg/l	50,0
Compuestos Organoclorados	Organoclorados Totales	mg/l	0,05
Compuestos Organofosforados	Organofosforados Totales	mg/l	0,1
Planta	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	1,30
Sólidos Totales	ST	mg/l	1 600
Sulfatos	SO ^{*2}	mg/l	1000
Sulfuros	S ^{*2}	mg/l	0,5
Temperatura	°C		Condición natural #3
Tensoactivos	Activos al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruros de carbono	mg/l	1,0

Fuente: Libro V TULSMA descargas a cuerpos de agua dulce

