



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
DEL CENTRO COMERCIAL “MALTERÍA PLAZA”, CANTÓN LATACUNGA,
PROVINCIA DE COTOPAXI.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingenieros en Medio Ambiente

Autores:

Calvopiña Mullo Janeth Marisol

Mayorga Bonilla Carlos Andrés

Tutor:

Ing. Renán Lara Mg.

Latacunga - Ecuador

Febrero 2018

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CENTRO COMERCIAL “MALTERÍA PLAZA”, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI**, siendo el Ing. Renán Lara 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 nuestra exclusiva responsabilidad.

POSTULANTES:

.....
Janeth Marisol Calvopiña Mullo
C.C: 050435190-9

.....
Carlos Andrés Mayorga Bonilla
C.C: 180435101-1

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 Janeth Marisol Calvopiña Mullo, identificada/o con C.C. N° 050435190-9, de estado civil Soltera y con domicilio en Latacunga y Carlos Andrés Mayorga Bonilla, identificado con C.C 180435101-1, de estado civil Soltero y con domicilio en Ambato, a quienes en lo sucesivo se denominarán **LOS CEDENTES**; 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 **EL CESIONARIO** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LOS CEDENTES son personas naturales estudiantes de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**Optimización De La Planta De Tratamiento De Aguas Residuales Del Centro Comercial “Maltería Plaza”, Cantón Latacunga, Provincia De Cotopaxi**”. Proyecto de Investigación el cual se encuentra elaborado según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.- Octubre 2013 – Marzo 2018

Aprobación HCA.- Febrero 2018

Tutor.- Ing. Arturo Renán Lara Landázuri Mg.

Tema: “**OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CENTRO COMERCIAL “MALTERÍA PLAZA”, CANTÓN LATACUNGA, 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, **LOS CEDENTES** autoriza a **AL CESIONARIO** 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 **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **AL CESIONARIO** 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 **LA 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 **LA 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 **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA.- El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las 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 20 días del mes de febrero del 2018.

.....
Janeth Marisol Calvopiña Mullo
C.C: 050435190-9

.....
Carlos Andrés Mayorga Bonilla
C.C: 180435101-1

LOS CEDENTES

.....
Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez
EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales del Centro Comercial “Maltería Plaza”, cantón Latacunga, provincia De Cotopaxi”, de los señores Calvopiña Mullo Janeth Marisol y Mayorga Bonilla Carlos Andrés, de la carrera Ingeniería en Medio Ambiente, 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.

Latacunga, Febrero, 2018

.....
TUTOR
Ing. Arturo Renán Lara Landázuri Mg.
CC: 040048801-1

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 o los postulantes: Calvopiña Mullo Janeth Marisol y Mayorga Bonilla Carlos Andrés con el título de Proyecto de Investigación: “Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales del Centro Comercial “Maltería Plaza”, cantón Latacunga, 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, Febrero 2018

Para constancia firman:

.....
Lector 1 (Presidente)
Nombre: M.Sc. Patricio Clavijo
CC: 050144458-2

.....
Lector 2
Nombre: Ing. José Andrade Mg.
CC: 050252448-1

.....
Lector 3
Nombre: Ing. Cristian Lozano Mg.
CC: 060360931-4

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a los docentes que han sabido impartir en las aulas sus conocimientos y mostrando también sus valores éticos, permitiendo así una formación integral a nosotros y en varios alumnos por eso mil gracias a todos nuestros docentes.

De manera muy especial queremos agradecer al Ing. Renán Lara Landázuri, por su sensata dirección en el proceso de este proyecto de investigación, a los señores: Ing. Patricio Clavijo, Ing. José Andrade y al Ing. Christian Lozano, asesores del proyecto y grandes amigos que impartieron sus conocimientos y aportaron con criterios científicos, consejos y tiempos valiosos para la culminación de este proyecto.

También agradecemos de manera muy especial al Centro Comercial “Maltería Plaza”, por abrirnos las puertas y dejarnos desarrollar el proyecto de Titulación. Al Tecnólogo Jorge Rosero quien fue el encargado de instruirnos durante el desarrollo del proyecto. Para todos ustedes nuestra gratitud y respeto.

Calvopiña Mullo Janeth Marisol
Mayorga Bonilla Carlos Andrés

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado con mucho amor y esfuerzo a Dios y a mi padre que se encuentra en el reino celestial, por darme la oportunidad de vivir cada día, por la sabiduría, fortaleza y ser el guía constante en mi camino para lograr mis objetivos. A mi madre Norma Mullo por haberme apoyado en todo momento por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por ser un padre y madre al mismo tiempo y su gran amor. A mi abuelita más querida Laura Suarez quien me supo encomendarme por el buen camino.

A mis familiares y amigos/as que han sabido brindar su apoyo motivacional y en especial a una persona que ha sido el apoyo constante en los buenos y malos momentos. Gracias a ellos por su apoyo incondicional.

Calvopiña Mullo Janeth Marisol

DEDICATORIA

De manera especial este proyecto se lo dedico a las personas que son mi inspiración , apoyo, fuerza de voluntad y razón de vivir, a mis padres en especial a mi madre Norma Bonilla la cual me supo sacar adelante y me enseñó que en la vida hay que luchar por las personas que se quiere, a mi querida abuelita María Jara la cual es un ejemplo de persona, a mi hermano Bryan Naranjo el cual siempre escucho cada uno de mis tropiezos y me dio consejos de seguir luchando, a mis tíos Javier Bonilla y Samia Sánchez quienes se convirtieron en mis padrinos y me brindaron su mano en los momentos difíciles, y a todos quienes forman parte de mi familia, quienes son fundamentales en cada acción o suceso de mi vida.

Carlos Andrés Mayorga Bonilla

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales del Centro Comercial “Maltería Plaza”, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.”

Autores: Calvopiña Janeth & Mayorga Andrés

RESUMEN

El presente proyecto investigativo se llevó a cabo en la optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales del Centro Comercial “Maltería Plaza”, el cual hace referencia a la determinación de los niveles de contaminación y la calidad del agua de descarga al alcantarillado. El propósito de la investigación fue diseñar una planta de tratamiento para las aguas residuales provenientes del patio de comidas del Centro Comercial. Este proyecto se desarrolló a nivel de campo y laboratorio en donde se utilizó herramientas de trabajo y equipo de laboratorio. Se realizó un muestreo durante un día donde se tomaron muestras simples a diferentes intervalos de tiempo durante 8 horas para la medición del caudal por día, se obtuvo una muestra simple para la determinación de los parámetros físicos, químicos y la prueba de jarras, esto sirvió para poder aplicar la dosis óptima y mejorar la calidad de las aguas residuales y cumplir con los límites máximos permisibles de los diferentes parámetros de estudio. Se realizó la prueba de jarras en 4 recipientes de 500 mL a diferentes dosis, obteniendo 3 muestras homogéneas de las 4, ya que en el segundo recipiente se colocó 2,5 mL de PAC, tercero se colocó 3,5 mL de PAC, en el cuarto se colocó 4,5 mL de PAC y en el primer recipiente se colocó 1 mL de PAC, obteniendo como resultados que en la primera muestra no se sedimentaron los flocs ni se clarificó el agua, mientras tanto que en la segunda, tercera y cuarta se logró observar que estas muestras son homogéneas, de las cuales la concentración de 2,5 mL de PAC se determinó la dosis óptima para ser aplicada en la planta de tratamiento de aguas residuales del Centro Comercial “Maltería Plaza”. Se encomendó una propuesta de mejora la planta de tratamiento con los siguientes procesos que son: (pretratamiento, tratamiento primario y tratamiento secundario) en base a los datos obtenidos en campo y laboratorio.

Palabras claves: optimización, PAC, regulador de pH, prueba de jarras, homogéneas.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES DEPARTMENT

TOPIC: "Improving of the wastewater treatment plant at "Malteria Plaza" Mall, Latacunga canton, Cotopaxi province."

Authors: Calvopiña Janeth & Mayorga Andrés

ABSTRACT

The present researching project was carried out in the optimization of the wastewater treatment plant at "Maltería Plaza" Mall, which refers to the determination of pollution levels and the quality of the discharge water to the sewage system. The purpose of the research was to design a treatment plant for wastewater from the food court of the Shopping Center. This project was developed at the field and laboratory level where work tools and laboratory equipment were used. Sampling was carried out during a day where simple samples were taken at different time intervals during 8 hours for the flow measurement per day, a simple sample was obtained for the determination of the physical, chemical parameters and jar test, this served to be able to apply the optimal dose and improve the quality of wastewater and comply with the maximum permissible limits of the different study parameters. The jar test was carried out in 4 500-mL containers at different doses, obtaining 3 homogeneous samples from the 4, since in the second container 2.5 mL of PAC was placed, third, 3.5 mL of PAC was placed, 4.5 mL of PAC was placed in the room and 1 mL of PAC was placed in the first container, obtaining as a result that in the first sample the flocs were not sediment or the water clarified, meanwhile in the second, third and Fourth, it was observed that these samples are homogeneous, of which the concentration of 2.5 ml of PAC was determined the optimum dose to be applied in the wastewater treatment plant of the Mall "Maltería Plaza". A proposal to improve the treatment plant was entrusted with the following processes: (pretreatment, primary treatment and secondary treatment) based on the data obtained in the field and laboratory.

Keywords: optimization, PAC, pH regulator, jar test, homogeneous.

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA.....	ix
DEDICATORIA.....	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
ÍNDICE	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvii
ÍNDICE DE ANEXO FOTOGRÁFICO	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL	19
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	20
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	21
4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	21
5. OBJETIVOS.....	23
5.1. General.....	23
5.2. Específicos	23
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	24
7. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	25
7.1. Contaminación de los recursos hídricos.....	25
7.1.1. Contaminación del Agua.....	25
7.1.2. Fuentes de Contaminación del Agua	25
7.1.3. Fuentes Naturales	26
7.1.4. Fuentes Artificiales.....	26
7.2. Principales Contaminantes del Agua.....	26
7.2.1. Desechos Orgánicos	26
7.2.2. Compuestos Orgánicos.....	26

7.3. Aguas Residuales	27
7.4. Características de las Aguas Residuales.....	27
7.5. Métodos para medición de caudales	27
7.5.1. Métodos de Aforo.....	27
7.5.2. Método Volumétrico	27
7.6. Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales	28
7.7. Alternativas de Tratamiento de Aguas Residuales	28
7.8. Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	28
7.9. Tratamiento Físico	29
7.9.1. Filtración	29
7.9.2. Sistema de aireación.....	29
7.10. Tratamiento Químico.....	29
7.10.1. Coagulantes	29
7.10.2. Policloruro de Aluminio PAC	30
7.12. Sistema de Aplicación del Coagulante.....	31
7.12.1. Floculación	32
7.12.2. Factores que influyen en la floculación.....	32
7.12.3. Dosificación del Coagulante	32
7.13. Prueba de Jarras.....	33
7.14. Título V. Infracciones, sanciones y responsabilidades.....	33
7.15. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA).....	33
8. GLOSARIO DE TÉRMINOS	35
9. HIPÓTESIS	37
10. DISEÑO METODOLÓGICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS ..	38
10.1. Diseño metodológico	38
10.1.1. Modalidad básica de investigación.....	38
10.1.1.1. De Campo.....	38
10.1.1.2. De laboratorio.....	38
10.2. Tipo de Investigación.....	38
10.2.1. Investigación Experimental.....	38
10.2.2. Investigación Bibliográfica	39
10.3. Métodos	40
10.4. Técnicas	40

10.4.4.	Manejo específico del experimento.....	41
10.4.4.1.	Fase de campo:.....	41
10.4.5.	Fase de laboratorio.....	42
10.5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	43
10.5.1.	DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE MALTERÍA PLAZA.....	43
10.5.2.	UBICACIÓN DEL PUNTO DE ESTUDIO.....	45
10.5.3.	COMPARACIÓN DE RESULTADOS.....	45
10.6.	Interpretación de resultados de los parámetros que no cumplen los límites máximos permisibles de las descargas de aguas residuales hacia el alcantarillado público.....	51
10.6.1.1.1.	Parámetros Físicos Químicos.....	51
10.6.1.1.2.	Parámetros Orgánicos.....	52
10.7.	TABLA DE WILLCOMB.....	55
10.8.	TABLA DE TEBICUARYMI.....	56
10.9.	ANÁLISIS DE LA VARIANZA.....	57
10.10.	CÁLCULOS.....	61
10.10.1.	Cálculo de Volumen Total de agua en cada cubeto de la planta.....	61
10.10.2.	Cálculo útil del cubeto de la planta.....	62
10.10.3.	Tiempo de Retención Hidráulica en la Planta.....	62
10.10.4.	Cálculo de la dosis Óptima de Regulador.....	63
10.10.5.	Cálculo de la dosis Óptima de PAC.....	63
10.10.7.	Tratamiento de Lodos.....	65
10.10.8.	Proceso de Tratamiento.....	66
10.11.	PROPUESTA DE REPOTENCIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CENTRO COMERCIAL “MALTERÍA PLAZA”.....	67
10.11.1.	TEMA.....	67
10.11.2.	INTRODUCCIÓN.....	67
10.11.3.	OBJETIVO.....	67
10.11.4.	METODOLOGÍA.....	67
10.11.5.	PROCESO DE TRATAMIENTO DE LA PLANTA.....	68
10.11.5.1.	PRE-TRATAMIENTO.....	69
10.11.5.2.	TRATAMIENTO PRIMARIO.....	70

10.11.5.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO	72
10.11.6. PROCEDIMIENTO DE PROCESOS A LLEVAR EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....	79
10.11.6.1. ACTIVIDADES	79
10.11.7. CONCLUSIONES	81
10.11.8. ANEXO	82
11. COMPROBACIÓN A LA HIPÓTESIS	83
12. MATRIZ DE IMPACTOS	84
13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	85
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
15. BIBLIOGRAFÍA.....	88
16. ANEXOS.....	90
17. ANEXOS FOTOGRÁFICOS	104

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Aval de Traducción.....	90
ANEXO 2: Anexo I: Tabla # 8 del TULSMA.....	91
ANEXO 3: Matriz de Control para el patio de Comidas.....	92
ANEXO 4: Diseño antiguo de la Planta.	93
ANEXO 5: Diseño con sistemas de Tratamiento en la Planta.....	94
ANEXO 6: Sistema de Rejilla y Recirculación del agua.....	95
ANEXO 7: Filtro, sistema de aireación con Bomba de 1 HP.....	96
ANEXO 8: Reporte de Análisis de Agua.	97
ANEXO 9: Prueba de Jarras	98
ANEXO 10: Hoja de Vida del Tutor de la Investigación.	99
ANEXO 11: Hoja de Vida del Investigador	100
ANEXO 12: Hoja de Vida de la Investigadora.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios	21
Tabla 2: Policloruro de Aluminio.....	30
Tabla 3: Parámetros analizar	38
Tabla 4: Proceso de Randomización	39
Tabla 5: Ubicación del punto de estudio	45
Tabla 6: Registro de datos en campo.....	46
Tabla 7: Parámetros de campo, Físico Químico y Parámetros Orgánicos	49
Tabla 8: Comparaciones de los Resultados Obtenidos con los Límites Máximos Permisibles Tabla N. 8. Anexo 1, Acuerdo Ministerial 097-A. TULSMA.....	50
Tabla 9: Tabla de Willcomb.....	55
Tabla 10: TABLA TEBICUARYMI.....	56
Tabla 11: Análisis de la Varianza para la variable pH.	57
Tabla 12: Análisis de la Varianza para la variable Floc.....	58
Tabla 13: Análisis de la Varianza para la variable Turbiedad Inicial.	59
Tabla 14: Análisis de la Varianza para la variable Turbiedad Final.	59
Tabla 15: Análisis de la Varianza para la variable de concentración de residuos.....	60
Tabla 16: Matriz de Impactos.....	84
Tabla 17: Presupuesto	85

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: Cuadro de Análisis de Variancia (ANOVA).....	39
GRÁFICO 2: Georreferenciación	44
GRÁFICO 3: Sólidos sedimentables	51
GRÁFICO 4: Sólidos Suspendidos Totales	51
GRÁFICO 5: Aceites y Grasas	52
GRÁFICO 6: Demanda Bioquímica de Oxígeno	52
GRÁFICO 7: Demanda Química de Oxígeno	53

GRÁFICO 8: Fenoles	53
GRÁFICO 9: Sustancias Tensoactivas	54
GRÁFICO 10: Variable pH.	57
GRÁFICO 11: Variable Floc.	58
GRÁFICO 12: Variable Turbiedad Inicial.....	59
GRÁFICO 13: Variable Turbiedad Final.	60
GRÁFICO 14: Variable de concentración de residuos.....	61
GRÁFICO 15: Proceso de Tratamiento	66

ÍNDICE DE ANEXO FOTOGRÁFICO

ANEXO FOTOGRÁFICO 1: Tratamiento de lodos.	65
ANEXO FOTOGRÁFICO 2: Toma de muestras	104
ANEXO FOTOGRÁFICO 3: Medición de parámetros Insitu	104
ANEXO FOTOGRÁFICO 4: Conservación de las muestras en un Cooler.	104
ANEXO FOTOGRÁFICO 5: Muestras transportadas al laboratorio de la Universidad para posterior análisis.	104
ANEXO FOTOGRÁFICO 6: Etiquetado	104
ANEXO FOTOGRÁFICO 7: Experimentación con el Policloruro de Aluminio.	104
ANEXO FOTOGRÁFICO 8: Prueba de Jarras antes del tratamiento.....	105
ANEXO FOTOGRÁFICO 9: Tratamientos con diferentes concentraciones.....	105
ANEXO FOTOGRÁFICO 10: Resultados obtenidos después del tratamiento.	105
ANEXO FOTOGRÁFICO 11: Colocación de la dosis optima en la planta de tratamiento.	105
ANEXO FOTOGRÁFICO 12: Operario de la Planta de Tratamiento aplicando los químicos.	105

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto

Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales del Centro Comercial “Maltería Plaza”, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Fecha de inicio:

Abril 2017

Fecha de finalización:

Marzo 2018

Lugar de ejecución:

Centro Comercial “Maltería Plaza”

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Ingeniería de Medio Ambiente

Proyecto de investigación vinculado:

Estudio de los componentes bióticos y abióticos de las cuencas hidrográficas de la provincia de Cotopaxi.

Equipo de trabajo:

- Carlos Andrés Mayorga Bonilla
- Janeth Marisol Calvopiña Mullo

Coordinador: Tecnólogo. Jorge Rosero

Tutor: Ing. Renán Lara Mg.

Lector 1: M.Sc. Patricio Clavijo

Lector 2: Ing. José Andrade Mg.

Lector 3: Ing. Cristian Lozano Mg.

Área de conocimiento:

Área: Servicios

Sub área: 85 Protección del medio ambiente - control de la contaminación atmosférica y del agua

Línea de investigación:

Gestión de la Calidad y Seguridad Laboral

Sub líneas de investigación de la carrera:

Impactos Ambientales

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El problema de las aguas residuales en nuestro país constituye un importante foco de contaminación de los sistemas acuáticos, siendo necesarios la aplicación de métodos de saneamiento antes de ser evacuadas las aguas residuales, pues del total de vertido generado por algunas fuentes de contaminación, sólo una parte es tratada con algún método de purificación, mientras que el resto es evacuado a sistemas naturales directamente causando graves daños al ecosistema acuático.

El desarrollo de la presente investigación se lo realizó en el Centro Comercial “Maltería Plaza” de la ciudad de Latacunga, la misma que poseía una planta de tratamiento pero que no cumplía con los estándares de calidad para el saneamiento del agua.

En la actualidad los problemas ambientales han ido creciendo en forma excesiva. Provocando la atención del mundo entero, por lo que se vienen desarrollando una serie de programas más estrictos a nivel nacional e internacional con el objetivo de unir esfuerzos en el diseño de políticas y estrategias ambientales que permitan alcanzar un equilibrio entre las actividades realizadas por el hombre y el ambiente.

El presente proyecto de investigación permitió realizar una propuesta de repotenciación de la planta de tratamiento, ayudando a mejorar la calidad de aguas residuales provenientes del patio de comidas del Centro Comercial “Maltería Plaza”, los cuales están fuera de los rangos permisibles, siendo causantes de la contaminación indirecta a la microcuenca del río Cutuchi.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1: Beneficiarios

Beneficiarios directos	Beneficiarios indirectos	Población masculina:	Población Femenina:
Administradores, trabajadores	Habitantes de la Ciudad de Latacunga y visitantes al Centro Comercial Maltería Plaza	82.301	88.188
		Población Total:	170.489 habitantes

Fuente: INEN (2010).

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En el Ecuador las aguas de los ríos se están contaminando debido a las descargas de aguas residuales, ocasionados por las grandes empresas industriales y ciudades que descargan sus aguas contaminadas directamente a los ríos sin ningún tipo de control, causando grandes impactos negativos sobre los cauces de los ríos. Según la base de datos de concesiones de SENAGUA publicada en el año 2011, en las demandas sectoriales, el uso contiguo predominante en el país es el sector agrícola, pues representa el 80% del caudal utilizado de un río, seguido por el uso doméstico (13%) y la industria (7%).

El tratamiento de los desechos líquidos urbanos e industriales es casi inexistente (apenas un 7%) y las que hay se ubican en el Austro del país, porque no se aplican las normas ambientales establecidas (Acuerdo Ministerial 097-A) MAE, utilizándose el alcantarillado para la eliminación de aguas residuales que las conduce directamente al curso de los ríos. El crecimiento de las ciudades produce desechos líquidos que por el ineficiente manejo se acumulan en botaderos, quebradas y que están afectando a los cursos de agua, causando grave deterioro al ambiente y a la salud humana. (SENAGUA, s.f)

Es muy preocupante ver que en la provincia de Cotopaxi la gran cantidad de agua que desemboca en el río es residual, industrial y comercial, debido a las empresas y micro empresas que se encuentran asentadas alledaño al río Cutuchi, y la mayoría de ellas no posee un tratamiento adecuado de las aguas residuales.

Si la cantidad de materia orgánica es suficientemente elevada, el consumo de oxígeno puede llevar a su agotamiento, lo que tiene una consecuencia inmediata en la destrucción de las comunidades acuáticas que necesitan el oxígeno para vivir. Además, el exceso de materia orgánica posibilita la proliferación de microorganismos, muchos de los cuales resultan patógenos, y provoca déficit de oxígeno, lo que aumenta la solubilidad en el agua de ciertos metales y a la vez se incrementa el efecto de la corrosión de las conducciones y tuberías por la presencia de sulfuros.

En la ciudad de Latacunga, el río Cutuchi está altamente contaminado; siendo la principal fuente de los agricultores que utilizan este recurso para el riego de sus cultivos, quienes denuncian que la contaminación del río está provocando serios daños al medio ambiente.

El Centro Comercial “Maltería Plaza”, descarga indirectamente sus aguas residuales al alcantarillado sin previo tratamiento, lo que provoca la contaminación del río Cutuchi, causando la pérdida de flora y fauna.

5. OBJETIVOS

5.1.General

- Optimizar la planta de tratamiento de aguas residuales de Maltería Plaza.

5.2.Específicos

- Realizar un diagnóstico sobre el estado actual de la planta de tratamiento del Centro Comercial “La Maltería”.
- Comparar los resultados obtenidos de los análisis de las muestras de aguas residuales con la normativa ambiental vigente.
- Evaluar la concentración de Policloruro de Aluminio, para su dosificación óptima en las aguas residuales de “Maltería Plaza”.
- Plantear una propuesta de repotenciación en la planta de tratamiento de aguas residuales del Centro Comercial “Maltería Plaza”.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS			
Objetivo 1	Actividad(tareas)	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Realizar un diagnóstico sobre el estado actual de la planta de tratamiento del centro comercial “La Maltería”.	<p>1.1. Reconocimiento del área de proyecto.</p> <p>1.2. Diagnóstico de la situación actual de la planta de tratamiento de aguas residuales.</p>	<p>Georreferenciación del área de estudio.</p> <p>Elaboración de los planos de la planta de tratamiento.</p>	<p>Observación de campo, utilización de un GPS.</p> <p>Aplicación del software AUTOCAD.</p>
Objetivo 2	Actividad(tareas)	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Comparar los resultados obtenidos de los análisis de las muestras de aguas residuales con la normativa ambiental vigente.	2.1. Toma de muestras de aguas residuales.	Análisis de los resultados obtenidos de las muestras con la normativa ambiental vigente.	Utilización del Protocolo de muestreo para aguas residuales de acuerdo al TULSMA. Utilización del Equipo Multiparámetro Insitu.
Objetivo 3	Actividad(tareas)	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Evaluar la concentración de Policloruro de Aluminio, para su dosificación óptima en las aguas residuales de “Maltería Plaza”.	3.1. Experimentación de las muestras en el laboratorio, que ayudara a mejorar la calidad de aguas residuales.	Dosis óptima de Policloruro de Aluminio y Regulador de pH para aplicar en la planta de tratamiento.	Utilización del Método de jarras, Aplicación del reactivo (Policloruro de Aluminio). Resultados obtenidos del análisis de las muestras. Análisis estadísticos.
Objetivo 4	Actividad(tareas)	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Plantear una propuesta de repotenciación en la planta de tratamiento de aguas residuales del Centro Comercial “Maltería Plaza”.	4.1. Elaboración de una propuesta de mejora para el tratamiento de las aguas residuales.	Obtención de una propuesta de repotenciación de la planta de tratamiento de aguas residuales.	Descripción de actividades para el manejo de la planta de tratamiento de aguas residuales.

7. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

7.1. Contaminación de los recursos hídricos

La contaminación de los recursos hídricos, ocurre de forma natural o a consecuencia de las actividades del ser humano. Entre las naturales tenemos las erupciones volcánicas, tormentas, la descomposición misma de la materia orgánica, entre otros, son eventos que pueden contaminar el agua. Sin embargo, debemos poner énfasis en la contaminación industrial, los asentamientos urbanos que son capaces de terminar con la vida existente de los recursos hídricos. (Reynols, K A., 2002).

Según: (Reynols, K A., 2002) al realizar un estudio sobre Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica, refiriéndose al tratamiento de las aguas residuales concluye que: “Se calcula que solamente 5% de las viviendas en Latinoamérica y el Caribe están conectadas a sistemas de tratamiento de aguas negras, de acuerdo al International Development Research Centre en Ottawa, Canadá. La gran mayoría de estos sistemas de tratamiento solamente emplean deposición primaria para eliminar los sólidos suspendidos.

7.1.1. Contaminación del Agua

La contaminación está dada por la acción y el efecto de introducir materias o diversas formas de energía, o inducir medios en el agua, de manera directa o indirecta, dando lugar a una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función en un ecosistema. (Ruiz, G, 2000).

Dado que el agua rara vez se encuentra en estado puro, la noción de contaminante del agua comprende cualquier organismo vivo, mineral o compuesto químico cuya concentración impida los usos benéficos del agua. De lo planteado tanto por Gallegos y Ongley la contaminación está dada por la acción y efecto de introducir sustancias orgánicas e inorgánicas procedentes de fuentes naturales y antropogénicas alterando el ciclo hidrológico del agua. (Onley, E., 1997).

7.1.2. Fuentes de Contaminación del Agua

Las fuentes de contaminación del agua se caracterizan como fuente natural y fuente artificial.

7.1.3. Fuentes Naturales

Dependiendo de los terrenos que atraviesa el agua puede contener componentes de origen natural procedentes del contacto con la atmósfera y el suelo (Ej. Sales minerales, calcio, magnesio, hierro etc.). Aunque pueden ser nocivos para la salud, en general son sustancias que se pueden identificar fácilmente y eliminar. (Guzman, G, 2002).

7.1.4. Fuentes Artificiales

Las fuentes artificiales son producidas como consecuencia de las actividades humanas. El desarrollo industrial ha provocado la presencia de ciertos componentes que son peligrosos para el medio ambiente y para los organismos y difíciles de eliminar. (Guzman, G, 2002).

7.2. Principales Contaminantes del Agua

La contaminación de las aguas puede proceder de fuentes naturales o de actividades humanas. En la actualidad la más importante, sin duda, es la provocada por el hombre. El desarrollo y la industrialización implican un mayor uso de agua, una gran generación de residuos de los cuales muchos van a parar al agua y el aumento en el uso de medios de transporte fluvial y marítimo que, en muchas ocasiones, son causa de contaminación de las aguas. (Barba, L, E, 2002).

A continuación, se consideran las fuentes naturales y antropogénicas de contaminación, estudiando dentro de estas últimas las industriales, los vertidos urbanos, las procedentes de la navegación y de las actividades agrícolas y ganaderas. Hay un gran número de contaminantes del agua que se pueden clasificar en grupos. (Barba, L, E, 2002).

7.2.1. Desechos Orgánicos

La contaminación por desechos orgánicos son la cantidad de oxígeno disuelto, DQO, en agua, o la DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) y Tensoactivos. (Guzman, G, 2002).

7.2.2. Compuestos Orgánicos.

Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc. acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, largos períodos de tiempo, porque, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos. (Guzman, G, 2002).

7.3. Aguas Residuales

Según (Ruiz, G, 2000)“las aguas residuales son las aguas captadas y usadas por los seres humanos en sus diferentes actividades y que de una u otra manera los sólidos se introducen en ellas para luego ser transportadas mediante el sistema de conducción de aguas residuales”.

7.4. Características de las Aguas Residuales

Toda caracterización de aguas residuales implica un programa de muestreo apropiado para asegurar representatividad de la muestra y un análisis de laboratorio de conformidad con normas estándar que aseguren precisión y exactitud en los resultados. (Romero, J, 2004).

- **Aguas Residuales Domésticas**

Se considera aguas residuales domésticas a los líquidos provenientes de las viviendas o residencias, edificios comerciales e institucionales. (Romero, J, 2004).

- **Aguas Grises**

Son aquellas aguas residuales provenientes de tinajas, duchas, lavamanos y lavadoras, portantes de DBO, sólidos suspendidos, fosforo, grasas y coliformes fecales, esto es, aguas residuales domésticas, excluyendo las de los inodoros. (Romero, J, 2004).

7.5. Métodos para medición de caudales

7.5.1. Métodos de Aforo

En estudios referentes a tratamiento de aguas residuales es importante conocer los métodos de aforo “existen varios métodos para determinar el caudal de agua y los más utilizados en los proyectos en zonas rurales son los métodos volumétrico y de velocidad-área. El primero es utilizado para calcular caudales hasta con un máximo de 10 l/s. y el segundo para caudales mayores a 10 l/s.”.

7.5.2. Método Volumétrico

Uno de los métodos que tenemos y vamos a utilizar es el volumétrico Según (Ara11)“El método consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido. Posteriormente se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal en l/s.”.

7.6. Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales

La prevención de la polución del agua y del suelo sólo es posible si se definen técnicas apropiadas de tratamiento y disposición de las aguas residuales. Sin embargo, ningún programa de control tendrá éxito si no se cuenta con los recursos financieros para su implantación, operación y mantenimiento permanente. (Romero, J, 2004)“el objetivo básico del tratamiento de aguas es proteger la salud y promover el bienestar de los individuos miembros de la sociedad”.

7.7. Alternativas de Tratamiento de Aguas Residuales

Estas alternativas podemos agrupar en tres categorías principales:

- **Primario:** eliminará del agua residual los contaminantes que floten. Eliminará en forma característica, 60% de los sólidos suspendidos en las aguas negras sin tratar, y 35% de la DBO5. No se eliminarán los contaminantes solubles.
- **Secundario:** elimina más del 85% del DBO5 y los sólidos suspendidos, no anula cantidades importantes de nitrógeno, fosforo o metales pesados, ni elimina por completo las bacterias y los virus patógenos.
- **Terciario o avanzado:** puede consistir en tratamiento químico y filtración del agua residual. Algunos de esos procesos eliminan hasta el 99% de la DBO5, el fósforo, los sólidos suspendidos, las bacterias y el 95% del nitrógeno. (Romero, J, 2004).

7.8. Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

La selección de tal o cual proceso implementar va a depender de ciertas características como: las características del agua cruda, la calidad requerida del efluente, la disponibilidad de terreno, los costos de construcción y operación del sistema de tratamiento, la confiabilidad del sistema de tratamiento, la facilidad de optimización del proceso para satisfacer requerimientos futuros más exigentes. (Romero, J, 2004).

Con respecto a los sistemas de tratamiento de aguas residuales Jairo Alberto Romero Rojas: “la mejor alternativa de tratamiento se selecciona con base en el estudio individual de cada caso, de acuerdo con las eficiencias de remoción requeridas y con los costos de cada una de las posibles soluciones técnicas”.

7.9. Tratamiento Físico

7.9.1. Filtración

Una vez que se ha decantado el agua para terminar el proceso de clarificación, se hace pasar por una etapa de filtración, la cual consiste en hacer pasar el agua que todavía contiene materias en suspensión a través de un medio filtrante que permite el paso del líquido, pero no el de las partículas sólidas, las cuales quedan retenidas en el medio filtrante. De este modo, las partículas que no han sedimentado en el decantador son retenidas en los filtros. El medio filtrante más utilizado es la arena, sobre un lecho de grava como soporte. Aunque también existen otros tipos de lechos como membranas filtrantes que pueden ser de plástico o de metal. (Romero, M, s.f).

Para evitar atascamientos en esta etapa, es importante que la retención de las partículas se haga en el interior del lecho filtrante, y no en la superficie del lecho, por este motivo, será muy importante hacer una elección adecuada del tamaño del grano del lecho filtrante. (Romero, M, s.f).

Los filtros más utilizados en potabilización de agua son los filtros rápidos en los que el agua ha sido pasada previamente por un proceso de coagulación-floculación. (Romero, M, s.f).

7.9.2. Sistema de aireación

Es el proceso mediante el cual el agua se pone en contacto íntimo con el aire, para modificar las concentraciones de sustancias volátiles contenidas en ella. Su principal función en los procesos biológicos consiste en proporcionar oxígeno y mezclarlo con el agua residual, la cual está dirigida hacia la: transferencia de oxígeno disuelto, remoción de sustancias volátiles productoras de olores y sabores desagradables, dióxido de carbono, hidruro de azufre, hierro, magnesio, metano, cloro, amoníaco, y compuestos orgánicos volátiles. (Meza, A & Cueto D, 2012).

7.10. Tratamiento Químico

7.10.1. Coagulantes

Es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado. (Ocaña, M, 2014).

La coagulación es el tratamiento más eficaz pero también es el que representa un gasto elevado cuando no está bien realizado. Es igualmente el método universal porque elimina una gran

cantidad de sustancias de diversas naturalezas y de peso de materia que son eliminados al menor costo, en comparación con otros métodos. (Ocaña, M, 2014).

7.10.2. Policloruro de Aluminio PAC

Siendo el más utilizados el Policloruro de aluminio PAC; cuando se adiciona se producen una serie de reacciones muy complejas donde los productos de hidrólisis son más eficaces que los iones mismos, reaccionan con la alcalinidad del agua y producen los hidróxidos de aluminio que son insolubles formando los precipitados.

Es el resultado de un proceso complejo y controlado de fabricación, comúnmente denominado Policloruro de aluminio, polihidroxiclورو de aluminio, cloruro de polialuminio, cloruro de aluminio polibásico, cloruro básico de aluminio, clorhidróxido de aluminio, oxiclورو de aluminio, entre otros.

Presenta ciertas ventajas frente a los coagulantes comunes:

- Mayor potencia de coagulación.
- Mayor velocidad de coagulación y floculación.
- Menor gasto de coagulantes especialmente de turbiedad alta.
- No importa el aluminio disuelto en agua.
- Se obtiene la menor turbiedad final del proceso.
- Menor consumo de álcalis.
- Es efectivo en un amplio rango de pH.
- Igual rendimiento a distintas temperaturas.
- Remoción de color

Algunos fabricantes ofrecen diferentes tipos de PAC según sea su contenido de óxidos útiles o su basicidad. Son distribuidos al granel mediante carros, tanques o en contenedores plásticos, éstos se deben almacenar en bodegas amplias y ventiladas con temperatura ambiente entre 0 y 40 °C, y no exponerlos al sol.

7.11. Presentaciones del Policloruro de Aluminio

Tabla 2: Policloruro de Aluminio

Referencia	Apariencia	% Al ₂ O ₃	% Al	% Cl	Densidad
PQPAC 001	Amarillo transparente	17 % mín.	9 % mín.	12 % mín.	1.31 – 1.32
PQPAC 002	Amarillo transparente	10 % mín.	5.5 % mín.	8 % mín.	1.20 – 1.28
PQPAC RS	Ámbar	10 % mín.	5.5 % mín.	-----	1.20 – 1.26
PQPAC HRS	Ámbar	17 % mín.	9 % mín.	-----	1.335 – 1.350

FUENTE: (Productos Químicos Panamericanos S.A., s.f).

Factores que influyen en la coagulación

Las siguientes variables se deben analizar para optimizar la coagulación, ya que su interrelación permite predecir la cantidad adecuada de coagulante a adicionar al agua:

Tamaño de las partículas: las partículas con diámetro entre una y cinco micras, sirven como núcleos de floc, en cambio de diámetro superior a cinco micras, son demasiado grandes para ser incorporadas en el floc. (Guananga, A, 2013).

Temperatura: cambia el tiempo de formación del floc, entre más fría el agua, la reacción es más lenta y el tiempo de formación del floc es mayor. Mientras que a temperaturas muy elevadas desfavorecen igualmente a la coagulación. (Guananga, A, 2013).

pH: para cada coagulante hay por lo menos una zona de pH óptima, en la cual una buena floculación ocurre en el tiempo más corto y con la misma dosis de coagulante.

El pH óptimo varía según la naturaleza del agua, cuanto menos sea la dosis de coagulante, tanto mayor será la sensibilidad del floculo a cambios de pH. (Guananga, A, 2013).

Relación cantidad-tiempo: la cantidad de coagulante es inversamente proporcional al tiempo de formación del floc. (Guananga, A, 2013).

Alcalinidad: guarda la relación con el pH y por lo tanto su contenido es uno de los factores por considerar en la coagulación. (Guananga, A, 2013).

Influencia de las Sales Disueltas: modifican el rango de pH óptimo, el tiempo requerido para la floculación, la cantidad de coagulantes requerido, así como la cantidad residual del coagulante dentro del efluente. (Guananga, A, 2013).

Turbiedad: Para cada turbiedad existe una cantidad de coagulante con la que se obtiene la turbiedad residual más baja, que corresponde a la dosis óptima. La cantidad de coagulante es indistinto de una elevada o baja turbiedad ya que cuando la turbiedad aumenta no es necesario gran cantidad de coagulante debido a que la probabilidad de colisión entre las partículas es muy elevada; por lo que la coagulación se realiza con facilidad; por el contrario, cuando la turbiedad es baja la coagulación se realiza muy difícilmente, y la cantidad del coagulante es igual o mayor que si la turbiedad fuese alta. Cuando la turbiedad es muy alta es conveniente realizar una pre-sedimentación. (Guananga, A, 2013).

7.12. Sistema de Aplicación del Coagulante

La dosis del coagulante se adiciona al agua en forma constante y uniforme en la unidad de mezcla rápida.

El sistema de dosificación debe proporcionar un caudal constante y fácilmente regulable. (Guananga, A, 2013).

7.12.1. Floculación

Proceso que consiste en la agitación de la masa coagulada para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso para sedimentar con facilidad. Desestabilización en el que el agua cambia de velocidad y se agita con paletas o canales en forma de serpentin que permite que los flóculos pequeños se mezclen y formen flóculos más grandes y pesados. (Guzman, G, 2002).

7.12.2. Factores que influyen en la floculación

Concentración y naturaleza de las partículas: la velocidad de formación del floc es proporcional a la concentración de partículas en el agua y su tamaño inicial.

Tiempo de detención: la velocidad de aglomeración de las partículas es proporcional al tiempo de detención, el cual es lo más cercano al determinado por medio de la prueba de jarras.

Gradiente de velocidad: factor proporcional a la velocidad de aglomeración de las partículas. (Guananga, A, 2013).

7.12.3. Dosificación del Coagulante

La dosificación es uno de los procesos más importantes para que el proceso de potabilización sea óptimo. Sirve para conocer la dosis óptima de coagulante que se debe adicionar al agua cruda, determinando así la eficiencia del proceso.

La dosis del coagulante que se adicione debe ser en forma constante y uniforme en la unidad de mezcla rápida, para que el coagulante sea completamente dispersado y mezclado con el agua, así mismo el sistema de dosificación debe proporcionar un caudal constante y fácilmente regulable. (Guzman, G, 2002).

7.12.4. Parámetros de Dosificación

7.12.4.1. pH óptimo

La concentración de iones de hidrógeno de la mezcla de agua y de iones de aluminio es de fundamental importancia en la formación del flóculo. Los rangos de pH con los cuales se optimiza la coagulación para remover color son 4,0 a 6,0 mientras para turbiedad es 6,5 a 7,0. (Guananga, A, 2013).

7.12.4.2.Dosis

- Para uso en agua potable 30 mg/lit máximo
- Para uso en aguas residuales puede ser entre 50-500 mg/lit
- Para uso en aguas aceitosas 500-2000 mg/lit (Adar Química S.A de C.V , s.f.).

7.13. Prueba de Jarras

Pruebas de Jarra es un método experimental en condiciones óptimas se determinan empíricamente y no teórica, la prueba de jarras son para imitar las condiciones y procesos que tienen lugar en la parte de clarificación de agua y plantas de tratamiento de aguas residuales. Los valores que se obtienen a través del experimento se correlacionan y ajustado para tener en cuenta para el sistema de tratamiento. (**Ver Anexo N° 9**) (Navarro, N , 2010) .

7.14. Título V. Infracciones, sanciones y responsabilidades.

Capítulo I. Infracciones.

Art. 151.- Infracciones administrativas en materia de los recursos hídricos.

Verter aguas contaminadas sin tratamiento o sustancias contaminantes en el dominio hídrico público.

7.15. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA)

- Acuer5-Acuerdo-Ministerial-097A-y-083B-registro_oficial_387-Limites-permisiblesdo ministerial 097-A

Criterios generales para la descarga de efluentes. Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de conducción de aguas residuales, como a los cuerpos de agua dulce.

El regulado deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los efluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos, identificando el cuerpo receptor.

Es mandatorio que el caudal reportado de los efluentes generados sea respaldado con datos de producción.

En la tabla 8 (**ANEXO 2**) de la presente norma, se establecen los parámetros de descarga hacia el sistema de alcantarillado público, los valores de los límites máximos permisibles, corresponden a promedios diarios.

Se prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas. La Entidad Ambiental de Control, de manera provisional mientras no exista sistema de conducción de aguas residuales certificado por el proveedor del servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento e informe favorable de esta entidad para esa descarga, podrá permitir la descarga de aguas residuales a sistemas de recolección de aguas lluvias, por excepción, siempre que estas cumplan con las normas de descarga a cuerpos de agua.

Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga, con los parámetros establecidos de descarga en esta Norma, deberán ser tratadas mediante tratamiento convencional, sea cual fuere su origen: público o privado. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento deben ser modulares para evitar la falta absoluta de tratamiento de las aguas residuales en caso de paralización de una de las unidades, por falla o mantenimiento.

8. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aguas negras: Se llama aguas negras a aquel tipo de agua que se encuentra contaminada con sustancia fecal y orina, que justamente proceden de los desechos orgánicos tanto de animales como de los humanos.

Antropogénica: hace referencia a las acciones humanas que influye en el medio ambiente, es decir, es el cambio suscitado en un entorno gracias a la intervención o el trabajo de manos humanas.

Aforo: El aforo volumétrico consiste en medir el tiempo que gasta el agua en llenar un recipiente de volumen conocido para lo cual, el caudal es fácilmente calculable con la siguiente ecuación: $Q=V/t$.

Coagulantes: Un coagulante son sales metálicas que reaccionan con la alcalinidad del agua, para producir un flóculo de hidróxido del metal, insoluble en agua, que incorpore a las partículas coloidales.

Coagulación: Es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado.

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno

DQO: Demanda Química de Oxígeno

Filtro: Un filtro es un dispositivo que retiene ciertos elementos y deja pasar otros. El concepto suele referirse al material poroso que permite el tránsito de un líquido pero bloquea a las partículas que el fluido lleva en suspensión.

Floculación: Es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad.

Gradiente de velocidad: factor proporcional a la velocidad de aglomeración de las partículas.

PAC: Policloruro de Aluminio es utilizado principalmente para remover color y materia coloidal en sistemas acuosos, plantas potabilizadoras, clarificación de efluentes industriales.

pH óptimo: La concentración de iones de hidrógeno de la mezcla de agua y de iones de aluminio es de fundamental importancia en la formación del flóculo.

Pruebas de Jarra: Es un método experimental en condiciones óptimas se determinan empíricamente y no teórica, la prueba de jarras son para imitar las condiciones y procesos que tienen lugar en la parte de clarificación de agua y plantas de tratamiento de aguas residuales.

Sólidos suspendidos: se definen como la porción de sólidos retenidos por un filtro.

Sistema de aireación: Introducción de oxígeno en por medio de bombas a un cuerpo conocido.

Tensoactivos: son sustancias que influyen por medio de la tensión superficial en la superficie de contacto entre dos fases.

9. HIPÓTESIS

H0 Alternativa: Mediante la implementación de la propuesta de repotenciación, en la planta de tratamiento de aguas residuales del Centro Comercial “Maltería Plaza”, se reducen los contaminantes presentes para cumplir con la normativa ambiental vigente.

H1 Nula: Mediante la implementación de la propuesta de repotenciación, en la planta de tratamiento de aguas residuales del Centro Comercial “Maltería Plaza”, no se reducen los contaminantes presentes para cumplir con la normativa ambiental vigente.

10. DISEÑO METODOLÓGICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

10.1. Diseño metodológico

10.1.1. Modalidad básica de investigación

10.1.1.1. De Campo

La investigación es de campo, la obtención de datos se realizó directamente en cada local de comida y en la planta de tratamiento, lo que permitió conocer la situación actual del área de estudio.

10.1.1.2. De laboratorio

Luego de realizar la recolección de muestras de aguas aplicando la metodología correspondiente, en el laboratorio; se midió los parámetros más relevantes.

Tabla 3: Parámetros analizar

De campo	Físico Químico	Parámetros Orgánicos
pH	Solidos sedimentables	Aceites y grasas
Conductividad	Solidos suspendidos totales	Demanda Bioquímica de oxígeno
Temperatura		Demanda química de oxígeno
		Fenoles
		Sustancias Tenso activas

Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018).

10.2. Tipo de Investigación

10.2.1. Investigación Experimental

Para nuestra investigación se aplicó el Diseño Completamente al Azar. El propósito de este diseño fue realizar un análisis para saber la dosificación exacta que deben utilizar en la planta de tratamiento.

Los tratamientos son asignados a las unidades experimentales sin ninguna restricción en la distribución al azar. El número de repeticiones o unidades por tratamiento puede ser igual o diferente.

Dentro de nuestro experimento se utilizó cuatro tratamientos con tres repeticiones, donde se obtuvo como resultado tres muestras homogéneas y una muestra no significativa, de las cuales solo una tuvo mayor efectividad y rentabilidad.

Tabla 4: Proceso de Randomización

Tratamientos	Repeticiones		
	R#1	R#2	R #3
T # 1	R#1	R#2	R #3
T# 2	R#1	R#2	R #3
T # 3	R#1	R#2	R #3
T# 4	R#1	R#2	R #3

Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018)

- Para lo cual utilizaremos la siguiente tabla de Análisis de Varianza

GRÁFICO 1: Cuadro de Análisis de Variancia (ANOVA)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcalc
Tratamientos	(k-1)	$\sum_{i=1}^k r_i$	SCtr/(k-1)	CMtr/CMe
Error	k(n-1)	$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (r_{ij} - r_i)^2$	SCe/k(n-1)	
Total	kn-1	$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (r_{ij} - \bar{r})^2$		
C.V.(%)	$\frac{\sqrt{CM_e}}{\bar{r}} \times 100$			
Promedio	\bar{r}			

Fuente: (Piqueras, 2013)

10.2.2. Investigación Bibliográfica

El énfasis de la investigación está en el análisis teórico y conceptual hasta el paso final de la elaboración de un informe o propuesta sobre el material registrado, ya se trate de obras, investigaciones anteriores, material inédito, hemerográfico, cartas, historias de vida, documentos legales e inclusive material filmado o grabado.

Se aplicó esta investigación con el fin de obtener información, antecedentes sobre estudios relacionados con el tema, para la elaboración de la fundamentación científica técnica.

10.3. Métodos

10.3.1. Método deductivo

Este método facilitó realizar análisis sobre las diferentes características de las aguas residuales, para determinar la optimización de la planta de tratamiento, y proporcionar alternativas de solución a la problemática.

Los procedimientos que se utilizó son:

La aplicación: lo que posibilitó realizar la identificación y determinación del volumen o el caudal de las aguas residuales fundamentales para calcular el área necesaria para cada uno de los tratamientos preliminares, primarios y secundarios de ser el caso para la planta de tratamiento de estas aguas residuales.

10.3.2. Método inductivo

Este método se utilizó ya que se partió de casos particulares para ir a lo general, se aplicó en la investigación al realizar el diagnóstico del área de estudio, conociendo de esta manera la situación actual de las aguas residuales, sus fuentes generadoras y determinando alternativas de solución.

10.3.3. Método de análisis

Por medio de este método se logró analizar y diagnosticar las aguas residuales en el área de estudio, basadas en la información obtenida en campo y los resultados obtenidos en el laboratorio.

10.4. Técnicas

10.4.1. Observación

Esta técnica permitió observar atentamente el fenómeno, hecho, caso o actividad, tomar información y registrarla para su posterior análisis.

10.4.2. Muestreo

Esta técnica ayudo a tomar una serie de muestras, con la finalidad de estudiar o determinar las características de los contaminantes presentes.

10.4.3. Análisis de datos

Se analizó el resultado de las muestras una vez realizada la prueba de jarras y enviadas al laboratorio para su posterior comparación con la normativa ambiental vigente.

10.4.4. Manejo específico del experimento.

10.4.4.1. Fase de campo:

10.4.4.1.1. Identificación del área de estudio.

El área de estudio está ubicada en el Centro Comercial “Maltería Plaza”, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga. Se georreferenció (GPS) la ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales de Centro Comercial.

10.4.4.1.2. Medición de la planta de tratamiento

Luego de la identificación del área de estudio, se realizó la medición de la planta de tratamiento, con la ayuda de una cinta métrica. Debido a que la planta no contaba con los planos respectivos.

10.4.4.1.3. Elaboración del plano de la planta de tratamiento

Una vez obtenido los datos y medidas correspondientes de la planta se procedió a la elaboración de los planos con la ayuda del software (AUTOCAD). (Ver ANEXO 4)

10.4.4.1.4. Elaboración de una matriz de control

Esta matriz se implementó para realizar el control mensual de cada local de comida del Centro Comercial Maltería Plaza, con el fin de llevar un riguroso control sobre la utilización de productos biodegradables, gestores, registro de desechos orgánicos y las descargas generadas hacia la planta de tratamiento. (Ver ANEXO 3)

10.4.4.1.5. Muestreo

Se tomó una muestra para realizar una prueba de jarras en la cual se utilizó el reactivo (Policloruro de Aluminio) con diferentes dosificaciones para saber cuál es el más óptimo para la planta.

Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Guía para la conservación y la manipulación de muestras. (ISO 5667-3:1994). (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, 2014)

10.4.4.1.6. Etiquetado de las muestras.

Una vez obtenida la muestra se etiquetó in situ, con el formato para etiquetado (temperatura y ph). Ver ANEXO FOTOGRÁFICO 3 (Etiquetado).

Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), S.f).

10.4.4.1.7. Transporte de la muestra

Finalmente, la muestra fue transportada al laboratorio de Medio Ambiente de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para posterior prueba de jarras.

ISO 5667-3:1994 – Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Guía para la conservación y manipulación de muestras. (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, 2014).

10.4.5. Fase de laboratorio

10.4.5.1. Método de jarras

Mediante este método se pudo observar el comportamiento de los coagulantes a pequeña escala, mediante la simulación del proceso a nivel de laboratorio, determinando variables físicas y químicas de la coagulación, floculación y sedimentación, tales como: selección del coagulante, pH óptimo, gradientes y tiempos de mezcla rápida y floculación, velocidad de sedimentación y eficiencia de remoción logrando controlar de mejor manera todo el proceso.

Se agregó cantidades conocidas de coagulante a varias jarras que contienen el agua a tratar, se agitó rápidamente durante 1 min y luego lentamente por 15 minutos observando posteriormente la característica del proceso de sedimentación de los flóculos, una vez que se ha cumplido la sedimentación se analizó los parámetros de turbidez y la dosis óptima de coagulante.

10.5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

10.5.1. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE MALTERÍA PLAZA

El Centro Comercial “Maltería Plaza” abrió sus puertas el 30 de noviembre del 2012 desde aquel momento ha sido visitado por varias personas de diferentes partes del Ecuador, Ambato, Quito, Riobamba y los propios Latacungueños.

Maltería Plaza se encuentra situada en el barrio Maldonado Toledo al Nor-occidente de la ciudad, en la vía de ingreso a Latacunga.

El personal administrativo que labora en este Centro Comercial y diferentes visitantes cuentan con los servicios de: supermercado, locales comerciales, ferretería, farmacia, parqueadero vehicular, salas de cine, oficinas administrativas, comedores generales, bancos, almacenes de ropa y patios de comida.

Maltería Plaza cuenta con un amplio patio de comidas entre los cuales tenemos los siguientes locales: TropiBurger, La tablita del Tártaro, Los Ceviches de la Rumiñahui, May Flower, KFC, Menestras del Negro, American Deli, Camarón Reventado por libras, Crepería El medio día, El Español, Tutto Freddo, Wings-Stop, Yogurt Amazonas.

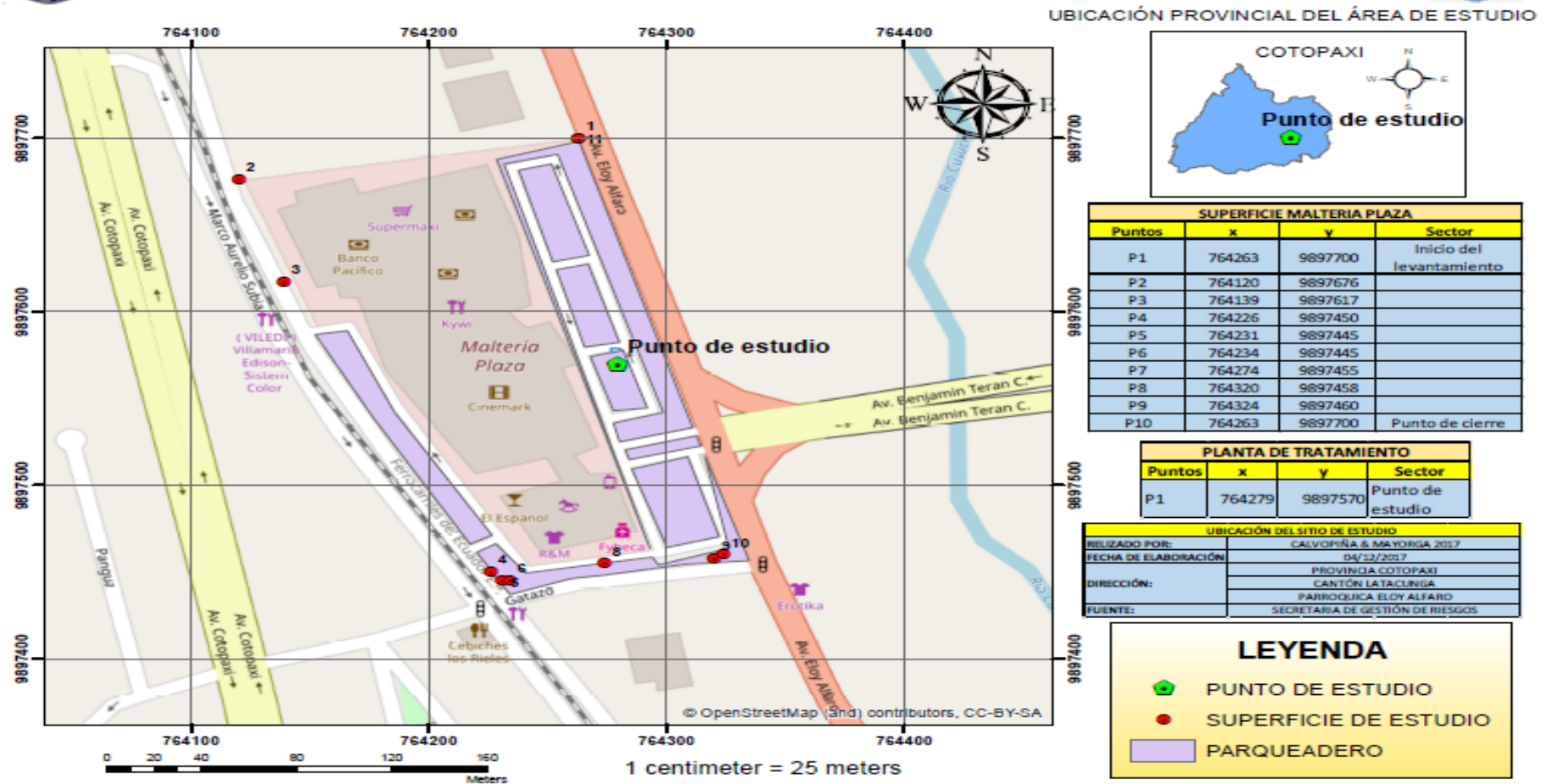
Por el mismo hecho de existir un amplio patio de comida, también existe una alta demanda de consumo de agua, utilización de detergentes, manejo de residuos sólidos los cuales luego pasan a ser descargados hacia la planta de tratamiento.

“Maltería Plaza” cuenta con una planta de tratamiento que está dividida en cuatro cubetos con las siguientes dimensiones: Altura=2,40m, Ancho=1,20, Largo=0,95, tubos PVC de 110 mm, la misma que tenía la función de retener grasas sin ningún tratamiento previo. Motivo por el cual no cumple con los parámetros de descarga hacia el alcantarillado.

GRÁFICO 2: Georreferenciación



GEORREFERENCIACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DEL CENTRO COMERCIAL "MALTERIA PLAZA"



Elaborado por: CalvoPiña & Mayorga (2018)

10.5.2. UBICACIÓN DEL PUNTO DE ESTUDIO

El punto de estudio está ubicado en el parqueadero de Maltería Plaza en las siguientes coordenadas:

Tabla 5: Ubicación del punto de estudio

Planta de Tratamiento			
Punto	Este	Norte	Sector
1	764279	9897570	Parqueadero

Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018).

10.5.3. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

10.5.3.1. Punto de muestreo

El punto de muestreo se estableció en la descarga final, donde desemboca la planta de tratamiento de las aguas residuales, se implementó un nuevo sistema de tratamiento para mejorar la calidad del agua del Centro Comercial Maltería Plaza, antes de ser descargada al alcantarillado.

10.5.3.2. Características del punto de muestreo

El agua residual en el punto de muestreo presenta un color turbio y olor desagradable, la recolección de la muestra se lo realizó en las coordenadas 764279 E y 9897570 N, a una cota de 2770 msnm. Las aguas residuales llegan a una planta de tratamiento construida de hormigón con tubería de ingreso PVC de 160 mm dividida en cuatro secciones en la cual se desea tener una retención hidráulica la que permitió realizar varios procedimientos para tratar el agua residual; para finalmente ser descargada hacia el alcantarillado público.

10.5.3.3. Periodo de descarga en el punto de muestreo

Tabla 6: Registro de datos en campo.

REGISTROS DE CAMPO							
Proyecto	Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales del proceso operativo en el patio de comidas del Centro Comercial "Maltería Plaza", cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.					Fecha	18/12/2017
Empresa	DKM MANAGEMENT		ID Muestra	DESCARGA MALTERÍA PLAZA			
SITIO DE MUESTREO							
Descripción	Muestra tomada en las plantas de tratamiento ubicadas en el parqueadero del Centro Comercial "Maltería Plaza".				17	756728	
					M	9881758	
					Datum: WGS 84		
CONDICIONES METEOROLÓGICAS (Alto-medio-bajo-no)							
Lluvia	No	Viento	Alto	Humedad	No	Otras: N/A	
MEDICIÓN DE PARÁMETROS							
N°	Hora	Medición del caudal			pH	Temperatura	Observaciones
		V (L)	T (min)	Q= V/T (l/s)		C°	
1	09:00	1	18	0,05	6,8	23	Color blanquecino, poco caudal, presencia de olor, sólidos en suspensión y presencia de aceite doméstico.
2	10:00	1	23	0,04	7,8	23	Agua color amarillento con presencia de grasas y sólidos.
3	11:00	1	18	0,05	8	23	Agua color amarillento con presencia de grasas y sólidos.
4	12:00	1	8	0,12	6,8	23	Agua color amarillo con presencia de aceite doméstico.
5	13:00	1	28	0,03	7,8	23	Presencia de aceite doméstico.
6	14:00	1	26	0,03	7,6	23	Sin presencia de aceites poco caudal, color medio transparente.
7	15:00	1	8	0,12	6,6	22	Agua color blanquecino, con presencia de sólidos.
8	16:00	1	33	0,03	5,8	22	Color blanquecino, con presencia de olor, solido.
9	17:00	1	13	0,07	6,9	22	Agua con presencia excesiva de sólidos, color blanquecino
				Sumatoria	0,54 l/s		
				Caudal promedio	0,06 l/s		

Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018).

10.5.3.4. Tipo de Muestra

Se realizó un muestreo simple para medir el caudal en diferentes horarios.

10.5.3.5. Procedimiento para la toma de la muestra a enviar al laboratorio

Observando las políticas del laboratorio y la norma ISO 5667-3:1994 – Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Guía para la conservación y manipulación de muestras. (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, 2014) del manejo y conservación de las muestras. Se toma la muestra para enviar al laboratorio de acuerdo a los siguientes requerimientos:

- Cantidad requerida: 500 mL
- Tipo de envase: plástico (6 Lts), plástico (50 mL).
- Refrigeración: 2 - 5 C°
- Tiempo máximo de envío de muestras desde su recolección: plástico (estéril) 1lts (24 horas).

10.5.3.6. Identificación y registro de las muestras

Las muestras se registraron de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana **NTE INEN 2176:98**.

10.5.3.7. Identificación de las Muestras de Agua Residual

Para la identificación de las muestras se tomó en cuenta los siguientes datos Informativos lo que facilitará el manejo e identificación en el laboratorio:

Ubicación: Centro Comercial “Maltería Plaza”, Maldonado Toledo al occidente de la ciudad, al Norte por en el ingreso a Latacunga

Procedencia: Agua residual patio de comidas

Fecha: 8 de Agosto 2017

Tipo de muestra: Muestra simple

Hora: 09:00 am

Responsables de la toma: Andrés Mayorga & Janeth Calvopiña

Temperatura: 22°C

9.5.2.8. Conservación de las Muestras

ISO 5667-3:1994 – Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Guía para la conservación y manipulación de muestras. (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, 2014).

- Una vez etiquetada la muestra se procede a la conservación de las muestras que consiste en brindarle sombra y temperatura baja para evitar la alteración de los resultados. **(Ver Anexo Fotográfico N° 4)**
- Inmediatamente después de la toma, etiquetado y resguardo de las muestras se procede a trasladarlas hacia el laboratorio para su respectivo análisis con las respectivas medidas y precauciones de conservación. **(Ver Anexo Fotográfico N° 5)**

10.5.3.8. Técnica de Medición

Para medir el caudal del Centro Comercial “Maltería Plaza” utilizamos la Técnica de medición directa, ya que es la forma más sencilla de calcular los caudales pequeños.

La medición directa es el tiempo que se tarda en llenar un recipiente de volumen conocido. Para ello tomamos un envase de 1 litro o 1000 mL y observamos el tiempo en que se demora en llenar. **(VER TABLA N° 6)**

Materiales y Equipos

Los materiales y equipos indispensables que se utilizaron para llevar a cabo el estudio y obtener resultados fueron los siguientes.

Materiales

- **Fichas de Laboratorio**

Estas fichas se adecuaron a los requerimientos de identificación de las muestras solicitadas por el laboratorio y a lo establecido en la normativa vigente.

Equipos

Equipos de Protección Personal (EPP)

- Cofia
- Mandil
- Mascarilla
- Guantes quirúrgicos
- Botas de caucho

Equipos de muestreo

- Caja térmica (Cooler): Para el traslado de la muestra al laboratorio.
- Envases plásticos: Para la recolección de la muestra.
- Libreta de campo y esferos: para registro de datos.

Interpretación de Resultados

Los resultados obtenidos del análisis de las muestras en el laboratorio se procedieron a explicar en la tabla 7 para una mejor comprensión y compararlos con la normativa Ambiental vigente.

Parámetros considerados para el análisis de las muestras

Tabla 7: Parámetros de campo, Físico Químico y Parámetros Orgánicos

Parámetros analizados	Unidad
Parámetros de Campo	
Ph	
Conductividad	Us/cm
Temperatura	°C
Físico Químico	
Sólidos Sedimentables	mL/l
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l
Parámetros Orgánicos	
Aceites y Grasas	mg/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l
Demanda Química de Oxígeno	mg/l
Fenoles	mg/l
Sustancias Tensoactivas	mg/l

Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018)

10.5.3.9. Resultados Obtenidos en el Laboratorio luego del Análisis de la Aguas Residuales

Para comparar los parámetros de descarga hacia el alcantarillado público es necesario utilizar la normativa Ambiental Vigente.

Tabla 8: Comparaciones de los Resultados Obtenidos con los Límites Máximos Permisibles Tabla N. 8. Anexo 1, Acuerdo Ministerial 097-A. TULSMA

Parámetros de Campo	TULSMA			
Parámetro	Unidades	Resultado Muestra	Limite Máx.Per.	Cumple Si/No
Potencial Hidrógeno		6.8	6 a 9	Si
Conductividad	Us/cm	1483	N/A	N/A
Temperatura	°C	22.6	< 40.0	Si
Físicos Químicos				
Sólidos Sedimentables	mL/l	< 2	20.0	SI
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	232	220	NO
Parámetros Orgánicos				
Aceites y Grasas	mg/l	29	70	SI
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	266	250	NO
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	1440	500	NO
Fenoles	mg/l	0.13	0.2	SI
Sustancias Tensoactivas	mg/l	43	0.5	NO

Fuente: Laboratorio GRUNtec Environmental Services

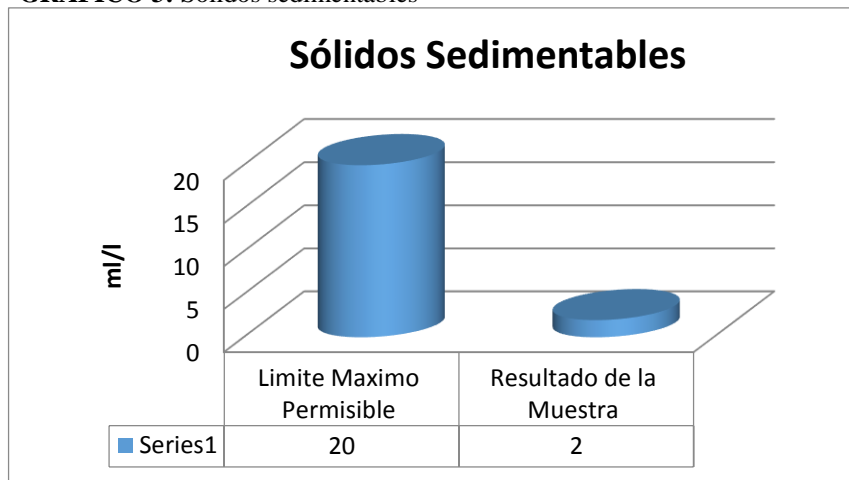
Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018)

10.6. Interpretación de resultados de los parámetros que no cumplen los límites máximos permisibles de las descargas de aguas residuales hacia el alcantarillado público.

Según los resultados obtenidos de los análisis de campo realizados a las aguas residuales en estudio tenemos que:

10.6.1.1.1. Parámetros Físicos Químicos

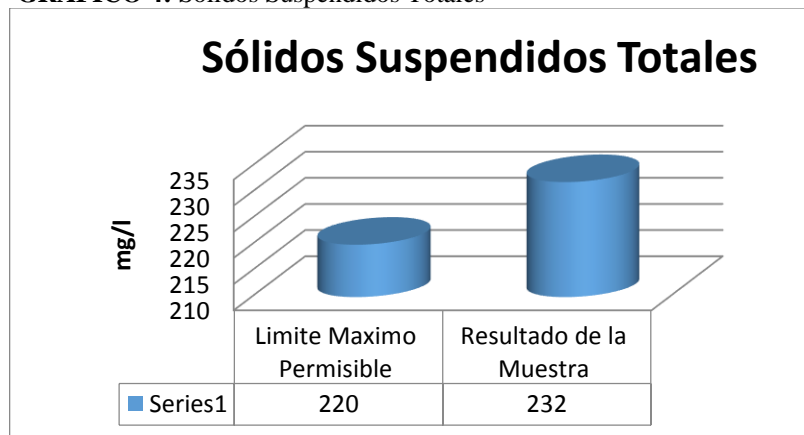
GRÁFICO 3: Sólidos sedimentables



Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018)

En relación a los Sólidos Sedimentables, según la normativa ambiental vigente el Límite máximo permisible es de 20 mL/l y el resultado de la muestra obtenida es de 2 mL/l, por lo cual este parámetro SI CUMPLE.

GRÁFICO 4: Sólidos Suspendidos Totales

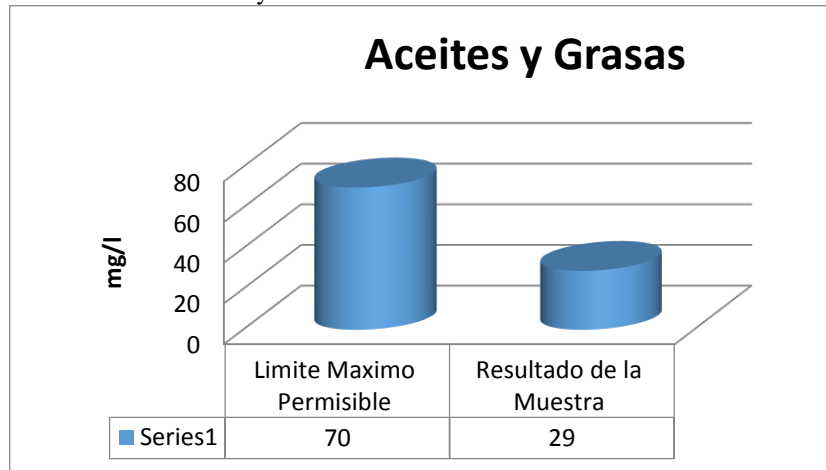


Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018)

En base al resultado obtenido de los Sólidos suspendidos totales, según la normativa ambiental vigente el Límite máximo permisible es de 220 mg/l y el resultado de la muestra obtenida es de 232 mg/l, lo que nos indica que este parámetro NO CUMPLE, debido a que no existe ningún tipo de filtro, el cual pueda retener todos los sólidos pequeños que puedan pasar.

10.6.1.1.2. Parámetros Orgánicos

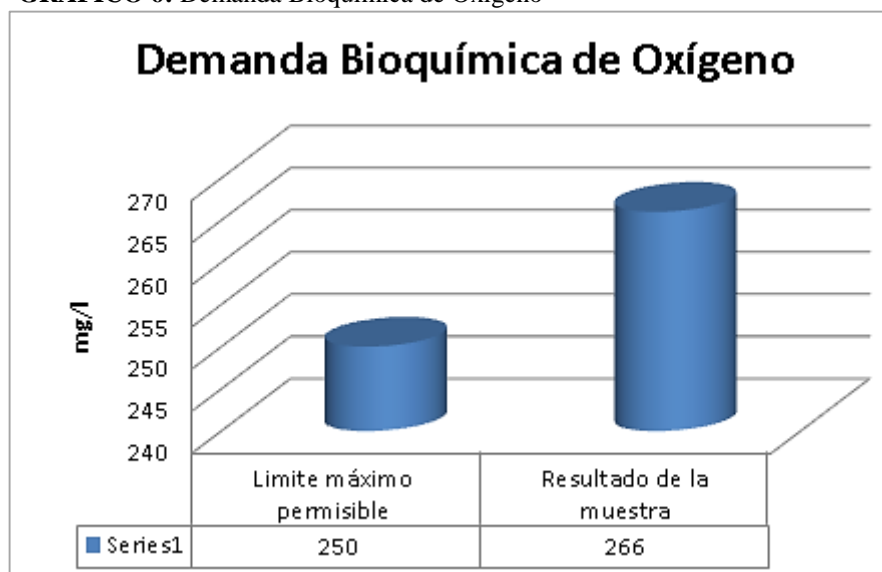
GRÁFICO 5: Aceites y Grasas



Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018)

En base al resultado obtenido de Aceites y Grasas, según la normativa ambiental vigente el Límite máximo permisible es de 70 mg/l y el resultado de la muestra obtenida es de 29 mg/l, lo que nos indica que este parámetro SI CUMPLE.

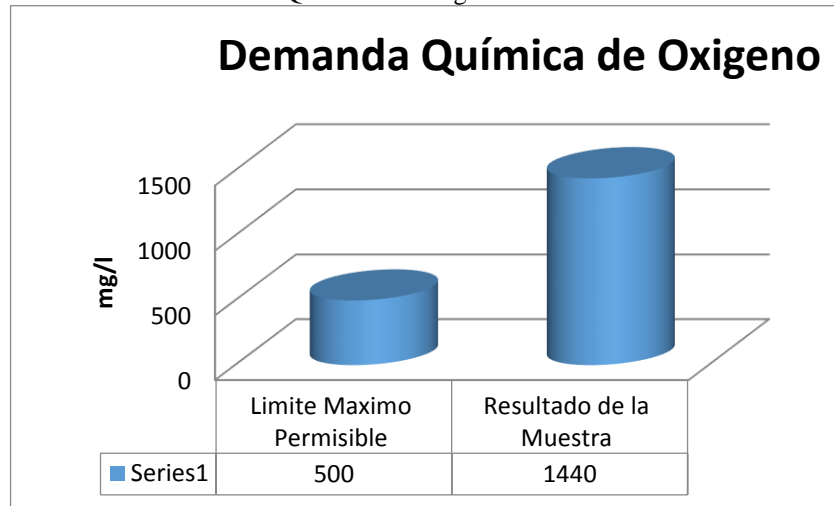
GRÁFICO 6: Demanda Bioquímica de Oxígeno



Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018)

En relación al (DBO₅) según la normativa ambiental vigente el Límite máximo permisible es de 250 mg/l y el resultado de la muestra obtenida es de 266 mg/l, por lo cual este parámetro NO CUMPLE, debido a que existe una alta demanda de materia orgánica proveniente del patio de comida, esto se da; ya que toda su actividad productiva conlleva al lavado, pelado, triturado etc. de frutas y vegetales.

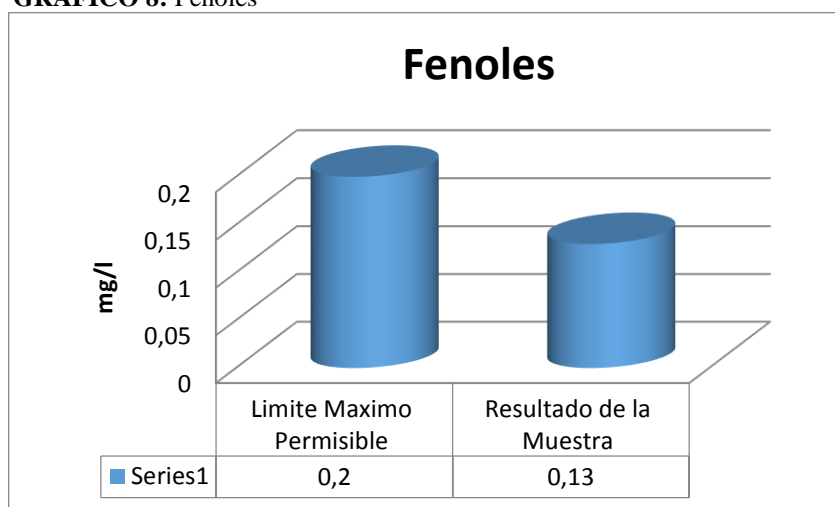
GRÁFICO 7: Demanda Química de Oxígeno



Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018)

En relación del (DQO) según normativa ambiental vigente el Límite máximo permisible es de 500 mg/l y el resultado obtenido es de 1440 mg/l, entonces este parámetro NO CUMPLE, debido a que no existe un sistema de aireación el cual tiene como función proveer constante movimiento a las aguas residuales.

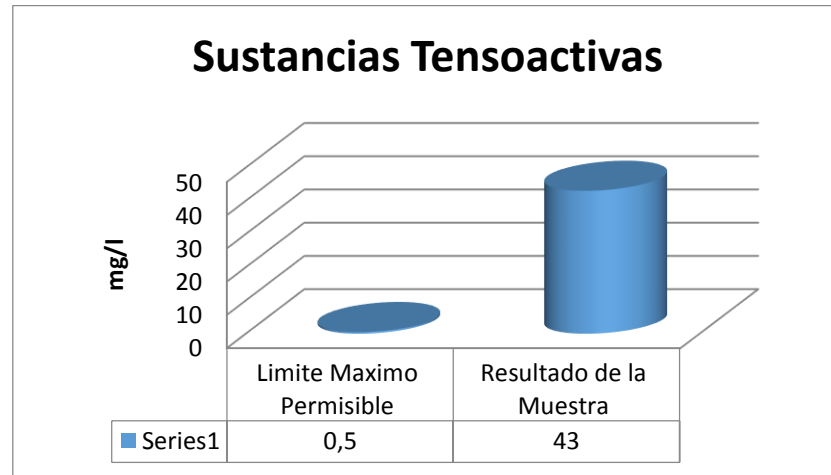
GRÁFICO 8: Fenoles



Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018)

En base al resultado obtenido de Fenoles, según la normativa ambiental vigente el Límite máximo permisible es de 0,2 mg/l y el resultado de la muestra obtenida es de 0,13 mg/l, lo que nos indica que este parámetro SI CUMPLE.

GRÁFICO 9: Sustancias Tensoactivas



Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018)

En relación a las Sustancias Tensoactivas según normativa ambiental vigente el Límite máximo permisible es de 500 mg/l y el resultado obtenido es de 1440 mg/l, entonces este parámetro NO CUMPLE, debido a que cada local utiliza diferentes detergentes para lavar la vajilla y los alimentos (deja, lava etc); estos detergentes tienen una composición química que altera las propiedades del agua.

10.7. TABLA DE WILLCOMB

Tabla 9: Tabla de Willcomb

# Jarras	Dosis de Regulador (ppm)	Dosis de PAC (ppm)	Velocidad (rpm)	Tiempo de mezcla	Tiempo de coagulación	Tiempo de floculación	Tiempo de sedimentación	N° de Índice	Índice de willcomb
Jarra 1	1 mL	0,99 mL	40	15 min	1 min	2 min	15 min	8	Bueno. Floc que deposita fácil pero no completamente.
Jarra 2	1 mL	2,51 mL	40	15 min	1 min	2 min	15 min	8	Bueno. Floc que deposita fácil pero no completamente.
Jarra 3	1 mL	3,49 mL	40	15 min	1 min	2 min	15 min	8	Bueno. Floc que deposita fácil pero no completamente.
Jarra 4	1 mL	4,45 mL	40	15 min	1 min	2 min	15 min	10	Bueno. Floc que deposita fácil pero no completamente.

Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018)

Interpretación

- Mediante el test de jarras se pudo obtener los siguientes resultados: de las 4 muestras tratadas en el laboratorio la primera muestra no tuvo mayor importancia, debido a que el Floc es disperso, Floc bien formado pero uniformemente distribuido (sedimenta muy lentamente o no sedimenta) mientras que las tres muestras restantes el Floc es Bueno. Floc que deposita fácil pero no completamente, por ende de las tres muestras se optó por la de 2,5 mL, debido a que la formación del Floc es Bueno.

10.8. TABLA DE TEBICUARYMI

Tabla 10: TABLA TEBICUARYMI

TRATAMIENTOS	Regulador de Ph (mL)			Policloruro de Aluminio (mL)			Floc			TURBIEDAD INICIAL (To)			TURBIEDAD FINAL (Tf)			CONCENTRACIÓN $N (C = \frac{(To-Tf)}{To} * 100)$			pH		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
T1	1	1	1	0,99	1,1	1,2	4,0	8,0	2,0	402	410	406	46	32	20	88,6	92,2	95,1	10	9,8	9,6
T2	1	1	1	2,51	2,51	2,45	4,0	8,0	4,0	406	406	408	2	18	2	99,5	95,6	99,5	7,9	7,8	8,1
T3	1	1	1	3,49	3,51	3,45	6,0	8,0	6,0	408	412	410	2	1	1	99,5	99,8	99,8	8,1	8	7,9
T4	1	1	1	4,45	4,51	4,45	4,0	10,0	2,0	408	404	416	1	1	1	99,8	99,8	99,8	6,9	6,8	7,1

Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018)

Interpretación

- Mediante el test de jarras se pudo obtener los siguientes resultados: de las 4 muestras tratadas en el laboratorio 1 muestra no tuvo mayor importancia, mientras que las 3 muestras restantes fueron homogéneas, obteniendo el mismo valor significativo de las cuales se optó por la muestra de 2,5 mL, debido a que posee mayor factibilidad y rentabilidad en el manejo de la planta de tratamiento.

10.9. ANÁLISIS DE LA VARIANZA

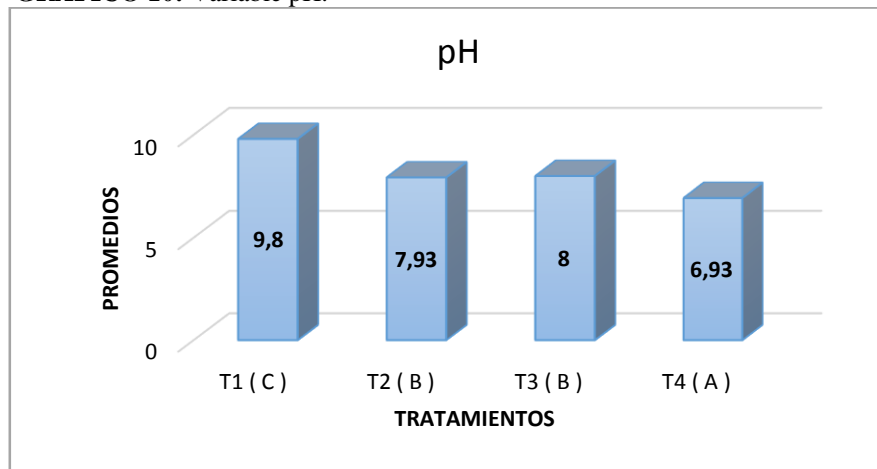
a) Análisis de la varianza para la variable pH.

Mediante el análisis de varianza (ANOVA), para la variable pH, se determinó que existe diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) para los cuatro tratamientos, identificándose 3 grupos de pH (Tabla 11). El tratamiento cuatro (4,5 mL/Litro de Policloruro de Aluminio) permitiendo regular el pH para la descarga de 8 a 6,93 (Neutro), con un coeficiente de variación de 2,01 y una diferencia mínima significativa de 0.46.

Tabla 11: Análisis de la Varianza para la variable pH.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	12,85	5	2,57	95,34	<0,0001
Tratamientos	12,81	3	4,27	158,52	<0,0001
Repetición	0,03	2	0,02	0,59	0,5847
Error	0,16	6	0,03		
Total	13,01	11			

GRÁFICO 10: Variable pH.



Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018)

Al analizar el gráfico 10 se puede manifestar que la utilización del Policloruro de Aluminio permite disminuir la dureza del agua para la descarga al alcantarillado público. (Ocaña, M, 2014), manifiesta que el Policloruro de Aluminio es utilizado principalmente para remover color y materia coloidal en sistemas acuosos, plantas potabilizadoras, clarificación de efluentes industriales.

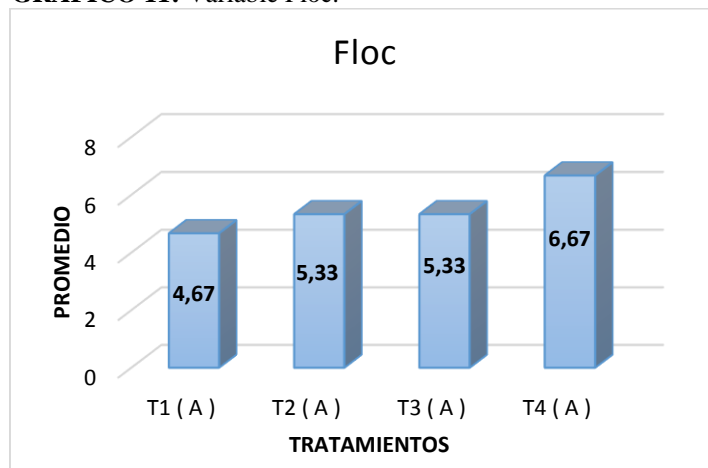
b) Análisis de la varianza para la variable del tamaño del Floc.

Mediante el análisis de varianza (ANOVA), para la variable del tamaño del Floc, se determinó que no existen diferencias significativas para los cuatro tratamientos (Tabla 12). Sin embargo el tratamiento cuatro tiene un mayor grado de sedimentación de 6,67 micras/Litro lo que le convierte en un Floc bueno que deposita fácil pero no completamente., con un coeficiente de variación de 24,24 y una diferencia mínima significativa de 3,76.

Tabla 12: Análisis de la Varianza para la variable Floc.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	62,33	5	12,47	7,01	0,0172
Tratamientos	6,33	3	2,11	1,19	0,3907
Repetición	56,00	2	28,00	15,75	0,0041
Error	10,67	6	1,78		
Total	73,00	11			

GRÁFICO 11: Variable Floc.



Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018)

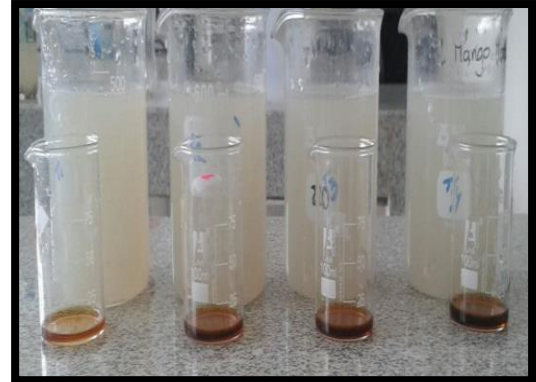
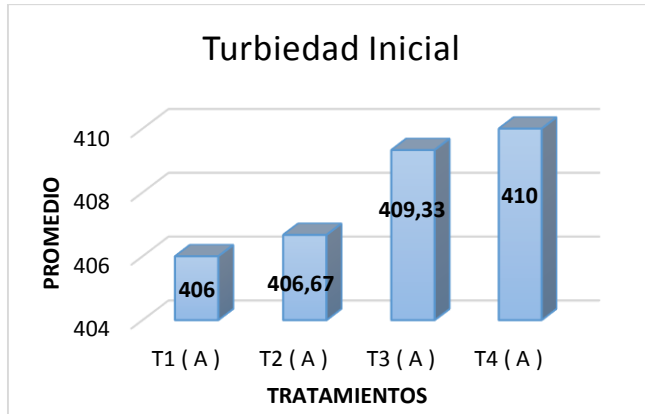
Al analizar el gráfico 11 se puede manifestar que con la utilización del Policloruro de Aluminio va ayudar a formar flóculos en los cuatro tratamientos, pero en el cuarto tratamiento existe mayor cantidad de flocs, mismos que son sedimentados para posterior manejo adecuado.

c) Análisis de la varianza para la variable de Turbiedad inicial.

Mediante el análisis de varianza (ANOVA), para la variable de Turbiedad inicial, se determinó que no existen diferencias significativas para los cuatro tratamientos, identificándose tres grupo de Turbiedad inicial (Tabla 13). Siendo los cuatro totalmente homogéneos, con un coeficiente de variación de 0,92 y una diferencia mínima significativa de 10,66.

Tabla 13: Análisis de la Varianza para la variable Turbiedad Inicial.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	66,67	5	13,33	0,94	0,5181
Tratamientos	34,67	3	11,56	0,81	0,5319
Repetición	32,00	2	16,00	1,13	0,3847
Error	85,33	6	14,22		
Total	152,00	11			

GRÁFICO 12: Variable Turbiedad Inicial.

Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018)

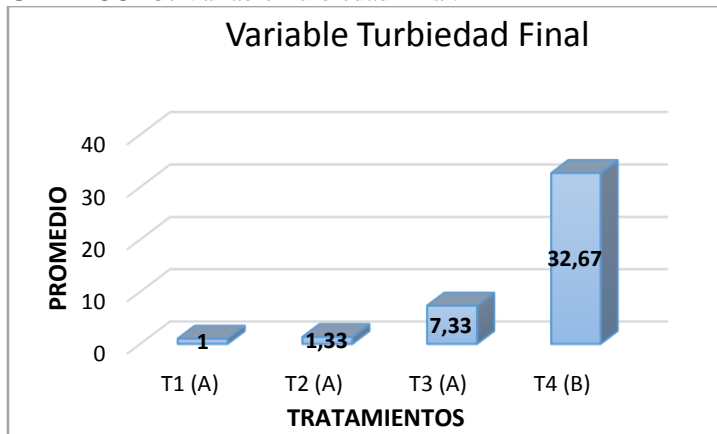
Al analizar el gráfico 12 se puede manifestar que la turbiedad inicial no varía en los cuatro tratamientos, siendo aguas homogéneas, que con la utilización del Policloruro de Aluminio ayuda a la coagulación y floculación obteniendo como resultados la disminución de la turbiedad con el fin de descargar el agua cumpliendo con los parámetros permisibles.

d) Análisis de la varianza para la variable Turbiedad Final.

Mediante el análisis de varianza (ANOVA), para la variable Turbiedad Final (Tabla 14), se determinó que no existen diferencias significativas para los cuatro tratamientos. El tratamiento cuatro se logró disminuir un (32,67 NTU) obteniendo una mejor clarificación del agua, es decir a mayor sedimentación menor turbidez, con un coeficiente de variación de 75,57 y una diferencia mínima significativa de 22,61.

Tabla 14: Análisis de la Varianza para la variable Turbiedad Final.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	2153,08	5	430,62	6,73	0,019
Tratamientos	2026,92	3	675,64	10,56	0,0083
Repetición	126,17	2	63,08	0,99	0,4263
Error	383,83	6	63,97		
Total	2536,92	11			

GRÁFICO 13: Variable Turbiedad Final.

Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018)

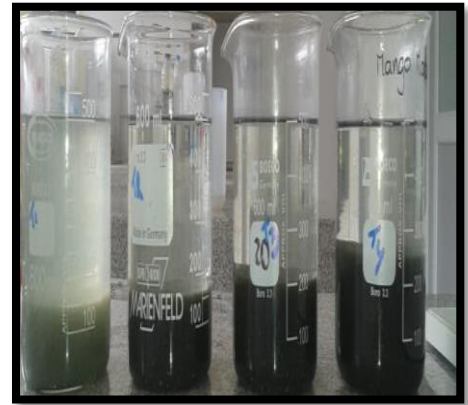
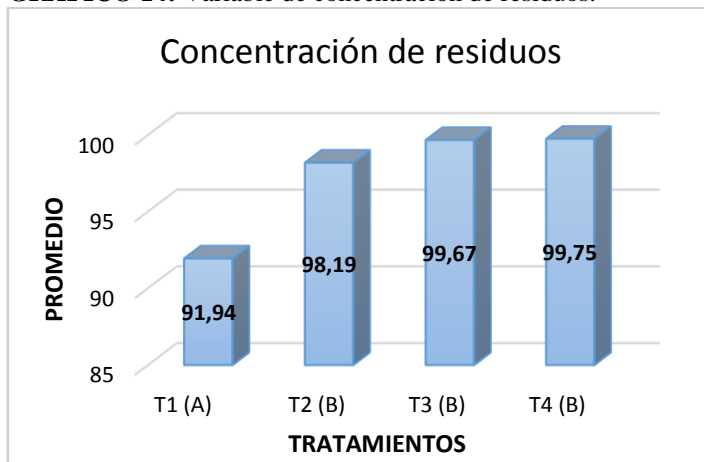
Al analizar el gráfico 13 se puede manifestar que la utilización del Policloruro de Aluminio permite disminuir a un nivel de turbidez bajo ayudando a clarificar el agua. (Giraldo; G, I, 1995), manifiesta que La claridad del agua es importante, en la obtención de productos destinados al consumo humano y reutilización del agua.

e) Análisis de la varianza para la variable Concentración de residuos.

Mediante el análisis de varianza (ANOVA), para la variable Concentración de residuos, se determinó que no existen diferencias significativas para los cuatro tratamientos, identificándose 3 grupos de concentración de residuos (Tabla 15). El tratamiento cuatro (99,75 CR) se obtuvo mayor sedimentación de residuos, con un coeficiente de variación de 2,06 y una diferencia mínima significativa de 5,65.

Tabla 15: Análisis de la Varianza para la variable de concentración de residuos.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	131,07	5	26,21	6,54	0,0203
Tratamientos	123,38	3	41,13	10,26	0,0089
Repeticiones	7,7	2	3,85	0,96	0,4348
Error	24,05	6	4,01		
Total	155,12	11			

GRÁFICO 14: Variable de concentración de residuos.

Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018)

Al analizar el gráfico 14 se puede manifestar que la utilización del Policloruro de Aluminio permite disminuir los sólidos suspendidos presentes en las aguas residuales, ayudando a aglomerar o formar una masa con el fin de sedimentarse, para su posterior disposición final.

10.10. CÁLCULOS

10.10.1. Cálculo de Volumen Total de agua en cada cubeto de la planta

Tomando en cuenta las dimensiones de los cubetos, se tomó la siguiente ecuación para saber el volumen total de agua que puede ingresar a cada uno de los cubetos.

Ecuación 1

V_T = Volumen Total de agua (m^3)

a= Altura del cubeto (m)

b= Largo del cubeto (m)

c= Ancho del cubeto (m)

$$V_{TOTAL} = a * b * c$$

$$V_{TOTAL} = 2,40m * 1,20m * 0,95m$$

$$V_{TOTAL} = 2,736 m^3$$

Interpretación

- Es decir que existe $2,736 m^3$ de agua que ingresan a cada uno de los cubetos, son los que vamos a tratar, mediante la aplicación de productos químicos.

10.10.2. Cálculo útil del cubeto de la planta

Una vez tomado estipulado el total de agua que puede ingresar a los cubetos, se procede a calcular el volumen útil de la planta.

Ecuación 2

V_U = Volumen útil de agua (m^3)

U = Útil (m)

b = Largo del cubeto (m)

c = Ancho del cubeto (m)

$$V_{U\ H_2O} = U * b * c$$

$$V_{U\ H_2O} = 1,95m * 1,20m * 0,95m$$

$$V_{U\ H_2O} = 2,223\ m^3$$

Interpretación

- Los 2,223 m^3 de agua es el total útil de cada cubeto, en el cual vamos a dosificar el Regulador de pH y el Policloruro de Aluminio.

10.10.3. Tiempo de Retención Hidráulica en la Planta

Una vez conociendo el total de agua residual que ingresa a cada uno de los cubetos, vamos a saber el tiempo de retención hidráulica que tiene cada uno de estos.

Ecuación 3

T_{RH} = Tiempo de retención hidráulica (h)

$V_{U\ H_2O}$ = Volumen útil de agua (m^3)

Q = Caudal (m^3/s)

$$T_{RH} = \frac{V_{U\ H_2O}}{Q}$$

$$T_{RH} = \frac{2,223\ m^3}{0,00006\ m^3/s}$$

$$T_{RH} = 37050\ segundos$$

$$T_{RH} = 10,30\ Horas$$

Interpretación

- El tiempo de retención hidráulica es de 10 horas con treinta minutos, tiempo en el que pasa el agua de un cubeto a otro ayudando así para que los flóculos sean sedimentados.

10.10.4. Cálculo de la dosis Óptima de Regulador

Mediante las pruebas de jarras realizadas utilizamos un vaso de precipitación de 500mL, en el cual vertimos 1mL de Regulador para que suba su pH a 8 y pueda trabajar correctamente con el PAC. Luego realizamos una relación obteniendo como resultado lo siguiente.

Ecuación 4

J= Jarra (mL)
 Reg= Regulador de pH (mL)
 $T_{U\ H_2O}$ = Total útil de agua (mL)
 D_{REG} =Dosis de regulador de pH (lts)

$$J\ 500\ mL \rightarrow 1\ mL\ Reg$$

$$T_{U\ H_2O} = 2223000\ mL \rightarrow 4446\ mL$$

$$D_{Reg} = 4,44\ lts$$

Interpretación

- Mediante la prueba de jarras realizada en el laboratorio y los cálculos analizados se puede observar que la cantidad requerida de regulador para la planta de tratamiento es de 4,44 litros por cada uno de los cubetos. Puesto a que nos ayude a obtener un pH de 8 (alcalino), logrando que el Policloruro de Aluminio trabaje correctamente.

10.10.5. Cálculo de la dosis Óptima de PAC

Mediante las pruebas de jarras realizadas utilizamos un vaso de precipitación de 500 mL, en el cual vertimos 2,5 mL de PAC, esta concentración fue la más óptima en la prueba. Luego realizamos una relación obteniendo como resultado lo siguiente.

Ecuación 5

J= Jarra (mL)

PAC= Policloruro de Aluminio (mL)

$T_{U_{H_2O}}$ = Total útil de agua (mL)

D_{PAC} =Dosis de Policloruro de Aluminio (lts)

$$J \ 500 \ mL \rightarrow 2,5 \ mL \ PAC$$

$$T_{U_{H_2O}} = 2223000 \ mL \rightarrow 11115 \ mL$$

$$D_{PAC} = 11,11 \ lts$$

Interpretación

- Este resultado nos indica que la dosificación óptima de PAC en la planta es de 11,11 litros por cada cubeto, ayudando así mejorar la calidad de agua para su posterior descarga.

10.10.6. Cálculo del volumen de filtración

Ecuación 6

V_f = Volumen de filtrado m/s (Constante)

$$V_f = \frac{0,30 \ m}{3600 \ s}$$

$$V_f = 0,00008 \ m/s$$

Cálculo del área de filtración

Ecuación 7

A_f = Área de filtración (m^2)

Q= Caudal (m^3/s)

V= Volumen (m/s)

$$A_f = \frac{Q}{v}$$

$$A_f = \frac{0,00006 \ m^3/s}{0,00008 \ \frac{m}{s}}$$

$$A_f = 0,75 \ m^2$$

Interpretación

Se requiere una área de filtrado de $0,75 \text{ m}^2$, es decir colocar tres filtros para que exista mayor filtración, debido a que las dimensiones existentes en la planta de tratamiento solo permite implementar filtros de $0,50 \text{ m} * 0,50 \text{ m}$, se implementarán tres filtros con $0,25 \text{ m}^2$.

10.10.7. Tratamiento de Lodos

Del tratamiento de las aguas residuales, independiente de su tipología, se generan lodos en cada uno de las operaciones unitarias de tratamiento.

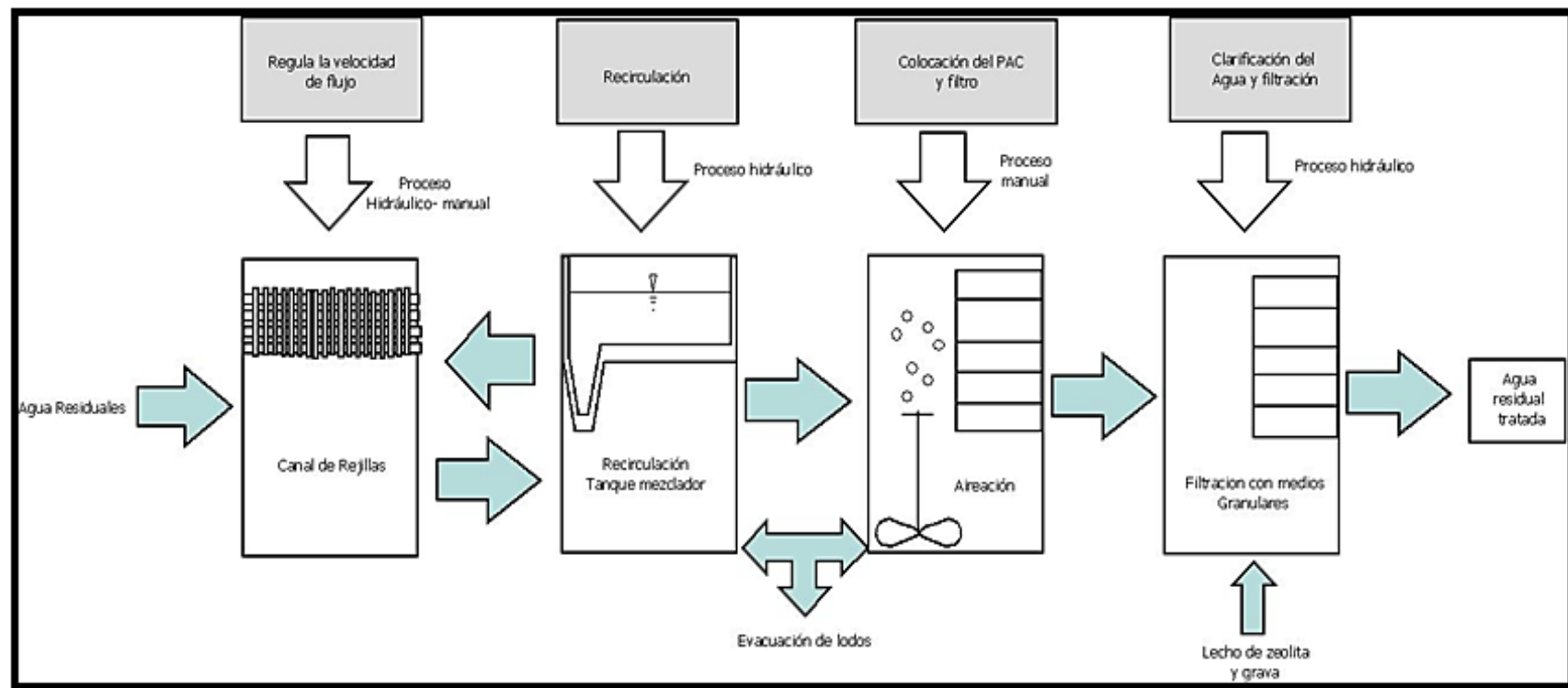
Para proporcionar un manejo adecuado de los lodos generados, el Centro Comercial “Maltería Plaza” debe contratar Gestores calificados, para que realicen la limpieza adecuada de la planta, para el tratamiento y disposición final, ya que cada 15 días deben ser sustraídos para evitar acumulación ayudando al funcionamiento de cada uno de los procesos.



ANEXO FOTOGRÁFICO 1: Tratamiento de lodos.

10.10.8. Proceso de Tratamiento

GRÁFICO 15: Proceso de Tratamiento



Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018)

10.11. PROPUESTA DE REPOTENCIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CENTRO COMERCIAL “MALTERÍA PLAZA”.

10.11.1. TEMA

PROPUESTA DE REPOTENCIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CENTRO COMERCIAL “MALTERÍA PLAZA”

10.11.2. INTRODUCCIÓN

El tratamiento de las aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen el fin eliminar los contaminantes presentes en el agua efluente del uso humano.

El problema de las aguas residuales en nuestro país constituye un importante foco de contaminación de los sistemas acuáticos, siendo necesarios la aplicación de métodos de saneamiento antes de ser evacuadas las aguas residuales, pues del total de vertido generado por algunas fuentes de contaminación, sólo una parte es tratada con algún método de purificación, mientras que el resto es evacuado a sistemas naturales directamente causando graves daños al ecosistema acuático.

Mediante procesos de Pre-tratamientos, Tratamientos Primarios y Secundarios, vamos a disminuir grandes cantidades de contaminantes (DBO, DQO, Sólidos Suspendidos Totales y Tensoactivos) dentro de la planta de tratamiento.

10.11.3. OBJETIVO

- Realizar una propuesta de repotenciación de la planta de tratamiento de aguas residuales del centro comercial “Maltería Plaza”.

10.11.4. METODOLOGÍA

Mediante los resultados obtenidos del análisis de las aguas por parte de la empresa GRUNTEC (laboratorio certificado), sabemos que existen parámetros que están fuera del límite permisible según la normativa ambiental vigente (Acuerdo Ministerial 097-A). A continuación presentamos una tabla con los contaminantes fuera de límites.

Resultados Obtenidos del Análisis de agua.

Parámetros de Campo	TULSMA			
Parámetro	Unidades	Resultado Muestra	Limite Máx.Per.	Cumple Si/No
Físicos Químicos				
Sólidos Sedimentables	ml/l	< 2	20.0	SI
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	232	220	NO
Parámetros Orgánicos				
Aceites y Grasas	mg/l	29	70	SI
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	266	250	NO
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	1440	500	NO
Fenoles	mg/l	0.13	0.2	SI
Sustancias Tensoactivas	mg/l	43	0.5	NO

Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018)

De acuerdo con la tabla existen cuatro parámetros los cuales no cumplen los límites permisibles a los que debemos dar un tratamiento adecuado.

Debido a los parámetros que están fuera de límites se propone realizar los siguientes procesos;

- Pre-tratamiento.
- Tratamiento Primario.
- Tratamiento Secundario.

10.11.5. PROCESO DE TRATAMIENTO DE LA PLANTA

Maltería Plaza contaba con una planta de tratamiento sin ningún proceso previo, el cual causaba que la calidad de agua residual altere los parámetros físicos y químicos, causando contaminación indirecta a los cauces hídricos cercanos.

Todo sistema de tratamiento debe tener una planificación antes de iniciar su operación, lo cual tiene que ver con la capacitación previa de los operarios, inspección de la planta antes de iniciar sus procesos, para obtener los resultados esperados durante la operación.

Debido a que la planta no cuenta con ningún tratamiento, nos vemos en la necesidad de proponer mejoras como las describimos a continuación.

10.11.5.1. PRE-TRATAMIENTO.

Los tratamientos preliminares son destinados a preparar las aguas residuales para que puedan recibir un tratamiento posterior, sin perjudicar los equipos mecánicos, obstruir tuberías o causar depósitos permanentes en las estructuras de trabajo o la presencia de materiales flotantes que crean un aspecto estético y ambiental desagradable.

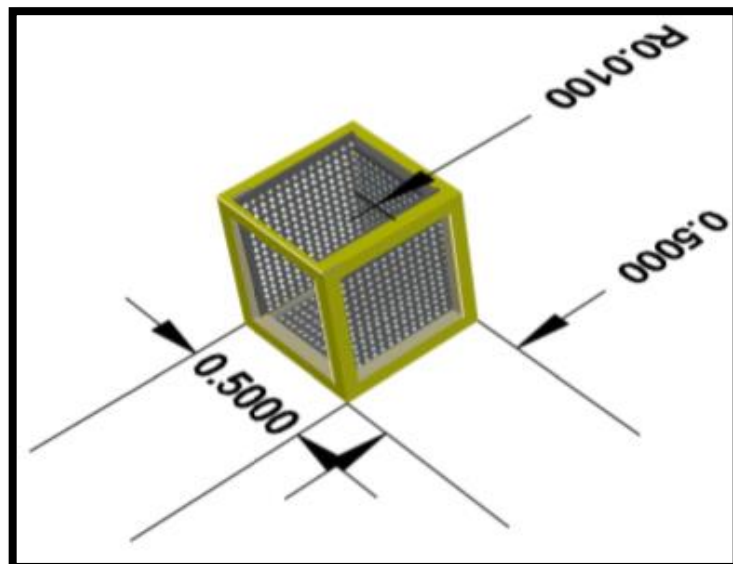
REJILLA

Debido a esto se propone implementar una REJILLA FINA en la planta de tratamiento, el cual se utilizará para separar la fase líquida de los sólidos grandes que se han dispersado en fragmentos, así como otros elementos que puedan estar presentes flotando en las aguas residuales.

La rejilla debe ser colocada en el primer cubeto ocupando la mitad del área (0,50m*0,50m), para atrapar todos los sólidos grandes que pueden existir.

Las medidas de la rejilla son las siguientes: (1cm*1cm).

Rejilla



10.11.5.2. TRATAMIENTO PRIMARIO

FILTRO

Los filtros son equipos purificadores de agua y tiene por función eliminar el cloro, bacterias, metales pesados, sedimentos e impurezas por medio de la filtración.

Para que una filtración sea lo más eficaz posible se necesita que los sólidos presentes en el agua puedan penetrar profundamente dentro del lecho y no bloquearlo en superficie. Por otro lado, hay que elegir un material filtrante con una granulometría y espesor de lecho tales que el filtrado alcance la calidad deseada. Mediante la colocación del filtro con graba gruesa de diámetro de 1,5 cm, graba fina de 0,27 mm y zeolita gruesa de 1,5 cm, en el tercer cubeto se podrá retener solidos suspendidos que hayan pasado.

Mediante la colocación del filtro con graba gruesa de diámetro de 1,5 cm, graba fina de 0,27 mm, zeolita fina de 0,5 mm y zeolita gruesa de 1,5 cm, en el cuarto cubeto se podrá retener los sólidos suspendidos más pequeños que hayan pasado y así lograr retener la mayoría de partículas.

Las dimensiones de los filtros son las siguientes 0,5 m de largo, 0,5 m ancho y 1,32 m de altura.

Cálculo del volumen de filtración

$V_f =$ Volumen de filtrado m/s (Constante)

$$V_f = \frac{0,30 \text{ m}}{3600 \text{ s}}$$

$$V_f = 0,00008 \text{ m/s}$$

Cálculo del área de filtración

$A_f =$ Área de filtración (m^2)

$Q =$ Caudal (m^3/s)

$V =$ Volumen (m/s)

$$A_f = \frac{Q}{v}$$

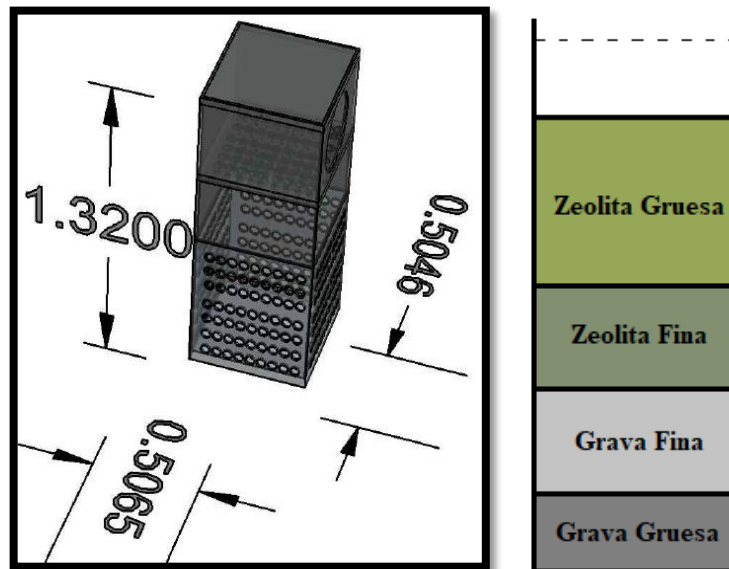
$$A_f = \frac{0,00006 \text{ m}^3/\text{s}}{0,00008 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$A_f = 0,75 \text{ m}^2$$

Interpretación

Se requiere realizar el área de filtrado de $0,75 \text{ m}^2$, es decir colocar tres filtros para que exista mayor área de filtrado, debido a que las dimensiones existentes en la planta solo permite implementar filtros de $0,50 \text{ m} * 0,50 \text{ m}$, teniendo como área de filtrado $0,25 \text{ m}^2$.

Filtro



SISTEMA DE AIREACIÓN

El sistema de aireación es un método para purificar el agua, remueve grandes contaminantes como el metano, sulfuro de hidrogeno y otros compuestos orgánicos volátiles responsables de conferirle al agua olor desagradable.

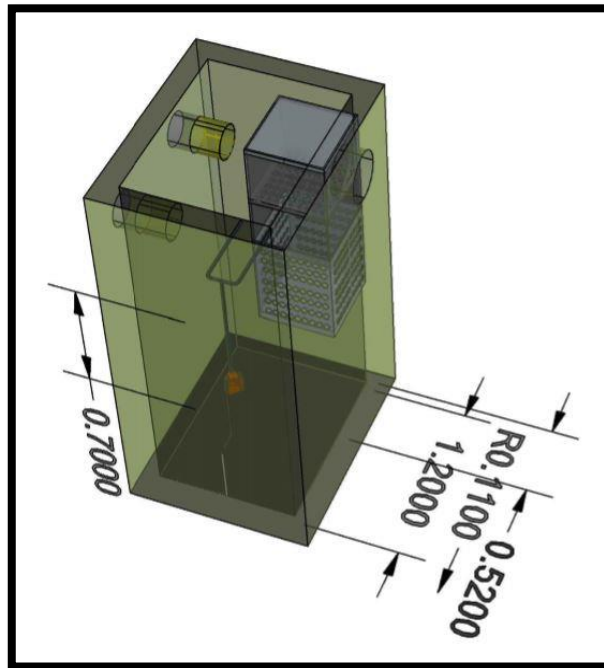
El sistema de aireación es un proceso que va a mezclar las aguas del cubeto, simulando el proceso de jarras en el laboratorio, este proceso se lo va a realizar mediante un sistema de flauta ubicado en el tercer cubeto ayudado con una bomba de presión la que va a generar grandes movimientos ayudando a eliminar grandes cantidades de DBO presentes en las aguas residuales de “Malteria Plaza”.

A continuación ponemos presentamos las medidas del sistema de aireación a implementar: Bomba de 1 HP, Tubería PVC de 110 mm, Tubería de Plastigama de 1/2 pulgada, separación de orificios en el sistema de flauta 0.50m, medidas de la tubería 0,50m de largo por 0,70m de profundidad.

La bomba debe ser encendida todos los días en el lapso de 2 horas de preferencia en el siguiente horario ya que existe presencia de mayor caudal: En la mañana de 8h00 am a 10h00 am, en la

tarde de 13h00 pm a 15h00 pm y en la noche de 17h00 pm a 19h00 pm. El movimiento del agua ayudara a la coagulación y floculación. Una vez pasada las dos horas apagar la bomba para que las aguas se estabilicen y los flóculos puedan asentarse.

Sistema de Aireación



10.11.5.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO

Procesos Químicos (Policloruro de Aluminio)

La coagulación es el proceso mediante el cual se pretende que partículas coloidales (menos de 1 micra) se agrupen formando partículas de mayor tamaño, que pueden retirarse por procesos de sedimentación. Como coagulantes se suelen usar: Fe^{3+} y Al^{3+} , pequeñas moléculas con mucha carga. Los cationes con mucha carga forman complejos de tensoactivos coagulante, interaccionando con otros, hasta alcanzar la suficiente capacidad como para sedimentar.

Mediante un diseño experimental realizado en un test de jarras, se pudo obtener la dosificación exacta, la cual va a ser aplicada en la planta de tratamiento, ayudando a disminuir la concentración de tensoactivos mediante la coagulación y floculación de las partículas coloidales, ayudados por el sistema de aireación.

Cálculo de Volumen Total de agua en cada cubeto de la planta

Tomando en cuenta las dimensiones de los cubetos, se tomó la siguiente ecuación para saber el volumen total de agua que puede ingresar a cada uno de los cubetos.

V_T = Volumen Total de agua (m^3)

a= Altura del cubeto (m)

b= Largo del cubeto (m)

c= Ancho del cubeto (m)

$$V_{TOTAL} = a * b * c$$

$$V_{TOTAL} = 2,40m * 1,20m * 0,95m$$

$$V_{TOTAL} = 2,736 m^3$$

Interpretación

Es decir que existe $2,736 m^3$ de agua que ingresan a cada uno de los cubetos, son los que vamos a tratar, mediante la aplicación de productos químicos.

Cálculo útil del cubeto de la planta

Una vez tomado estipulado el total de agua que puede ingresar a los cubetos, se procede a calcular el volumen útil de la planta.

V_U = Volumen útil de agua (m^3)

U= Útil (m)

b= Largo del cubeto (m)

c= Ancho del cubeto (m)

$$V_{U_{H2O}} = U * b * c$$

$$V_{U_{H2O}} = 1,95m * 1,20m * 0,95m$$

$$V_{U_{H2O}} = 2,223 m^3$$

Interpretación

Los 2,223 m³ de agua es el total útil de cada cubeto, lo que nos indica que moja sus cuatro paredes internas en el cual vamos a dosificar el Regulador de pH y el Policloruro de Aluminio.

Tiempo de Retención Hidráulica en la Planta

Una vez conociendo el total de agua residual que ingresa a cada uno de los cubetos, vamos a saber el tiempo de retención hidráulica que tiene cada uno de estos.

T_{RH} = Tiempo de retención hidráulica (h)

V_{UH2O} = Volumen útil de agua (m³)

Q = Caudal (m³/s)

$$T_{RH} = \frac{V_{UH2O}}{Q}$$

$$T_{RH} = \frac{2,223 \text{ m}^3}{0,00006 \text{ m}^3/s}$$

$$T_{RH} = 37050 \text{ segundos}$$

$$T_{RH} = 10,30 \text{ Horas}$$

Interpretación

El tiempo de retención hidráulica es de 10 horas con treinta minutos, tiempo en el que pasa el agua de un cubeto a otro ayudando así para que los flóculos sean sedimentados.

Cálculo de la dosis Óptima de Regulador

Mediante las pruebas de jarras realizadas utilizamos un vaso de precipitación de 500mL, en el cual vertimos 1mL de Regulador para que suba su pH a 8 y pueda trabajar correctamente con el PAC. Luego realizamos una relación obteniendo como resultado lo siguiente.

J= Jarra (mL)
 Reg= Regulador de pH (mL)
 $T_{U\ H_2O}$ = Total útil de agua (mL)
 D_{REG} =Dosis de regulador de pH (lts)

$$J\ 500\ mL \rightarrow 1\ mL\ Reg$$

$$T_{U\ H_2O} = 2223000\ mL \rightarrow 4446\ mL$$

$$D_{Reg} = 4,44\ lts$$

Interpretación

Mediante la prueba de jarras realizada en el laboratorio y los cálculos analizados se puede observar que la cantidad requerida de regulador para la planta de tratamiento es de 4,44 litros por cada uno de los cubetos. Puesto a que nos ayude a obtener un pH de 8 (alcalino), logrando que el Policloruro de Aluminio trabaje correctamente.

Cálculo de la dosis Óptima de PAC

Mediante las pruebas de jarras realizadas utilizamos un vaso de precipitación de 500 mL, en el cual vertimos 2,5 mL de PAC, esta concentración fue la más óptima en la prueba. Luego realizamos una relación obteniendo como resultado lo siguiente.

J= Jarra (mL)
 PAC= Policloruro de Aluminio (mL)
 $T_{U\ H_2O}$ = Total útil de agua (mL)
 D_{PAC} =Dosis de Policloruro de Aluminio (lts)

$$J\ 500\ mL \rightarrow 2,5\ mL\ PAC$$

$$T_{U\ H_2O} = 2223000\ mL \rightarrow 11115\ mL$$

$$D_{PAC} = 11,11\ lts$$

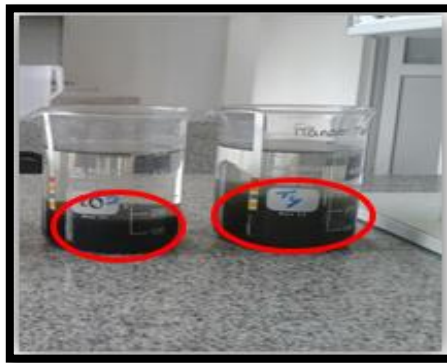
Interpretación

Este resultado nos indica que la dosificación óptima de PAC en la planta es de 11,11 litros por cada cubeto, ayudando así mejorar la calidad de agua para su posterior descarga.

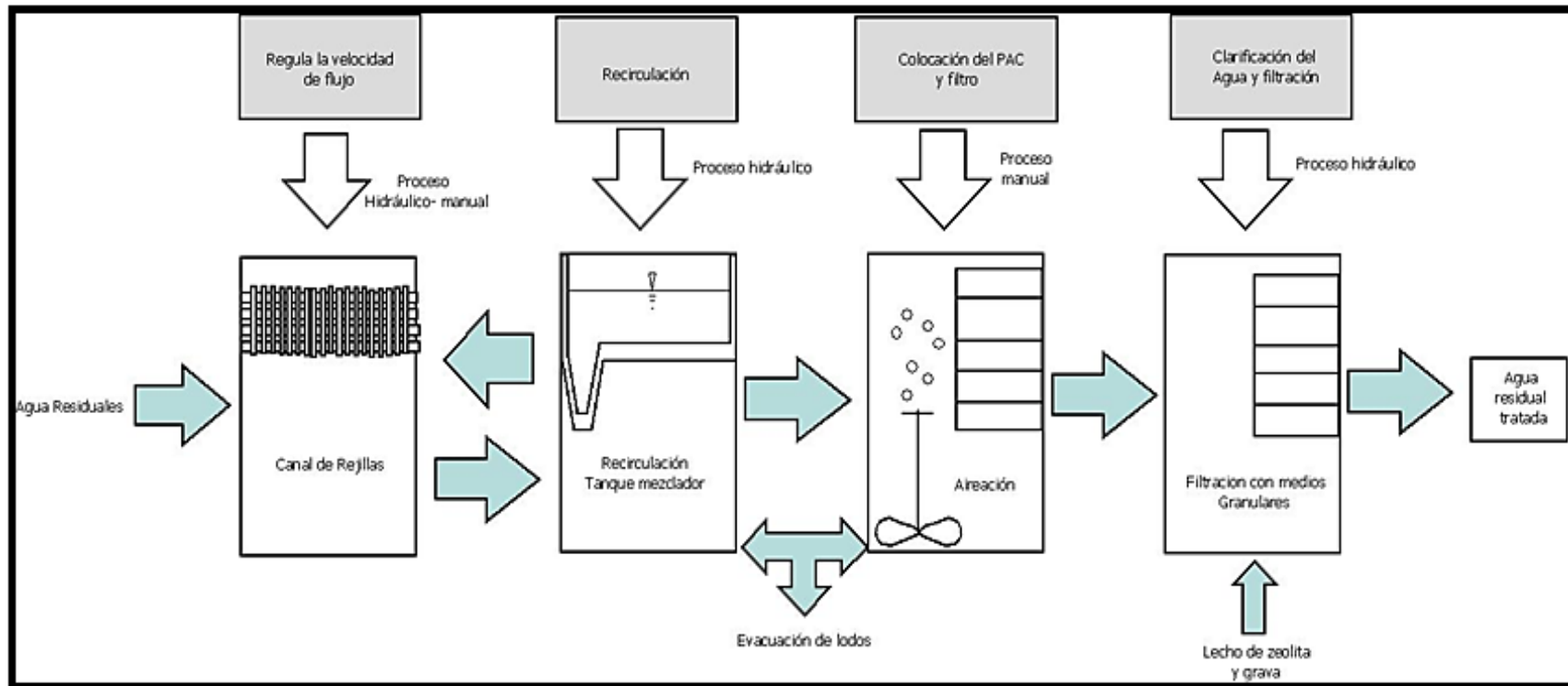
Manejo de Lodos

Del tratamiento de las aguas residuales, independiente de su tipología, se generan lodos en cada uno de las operaciones unitarias de tratamiento.

Para proporcionar un manejo adecuado de los lodos generados, el Centro Comercial “Maltería Plaza” debe contratar Gestores calificados, para que realicen la limpieza adecuada de la planta, para el tratamiento y disposición final, ya que cada 15 días deben ser sustraídos para evitar acumulación ayudando al funcionamiento de cada uno de los procesos.



Proceso de Tratamiento



Funciones del Operador.

- El operador de la planta de tratamiento tiene que llevar un control y registro riguroso de todos los residuos que salen de la misma como son de los lodos y desechos sólidos.
- El operario de la planta debe encender la bomba todos los días en el lapso de dos horas, lo que ayudará a oxigenar el agua y a la formación de los flóculos.
- El operario debe tomar muy en cuenta el horario establecido para encender la bomba y realizar el proceso de aireación.
- Este control y registro ayudará a presentar informes a la entidad de control competente.
- El Jefe de operaciones debe contratar una empresa gestora calificada la cual de mantenimiento de la planta de tratamiento.
- El operador de la planta debe estar con el EPP adecuado para la colocación de los químicos.
- El encargado de las áreas verdes debe reutilizar el agua tratada de la planta de tratamiento, regándolas cada 15 días.
- El operador debe realizar un retro lavado de los filtros una vez a la semana.
- El operador de la planta debe avisar al Jefe de Operaciones cualquier inconveniente que tenga con la misma.
- El Jefe de Operaciones debe contratar un laboratorio certificado para que realicen los análisis respectivos y ver que estén cumpliendo con los límites máximos permisibles de descarga hacia el alcantarillado de acuerdo a la normativa ambiental vigente (Acuerdo Ministerial 097-A).
- Estos análisis deben realizarse una vez al año, los mismos que deben contar con informes para presentar a la entidad de control competente.

10.11.6. PROCEDIMIENTO DE PROCESOS A LLEVAR EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO.

10.11.6.1. ACTIVIDADES

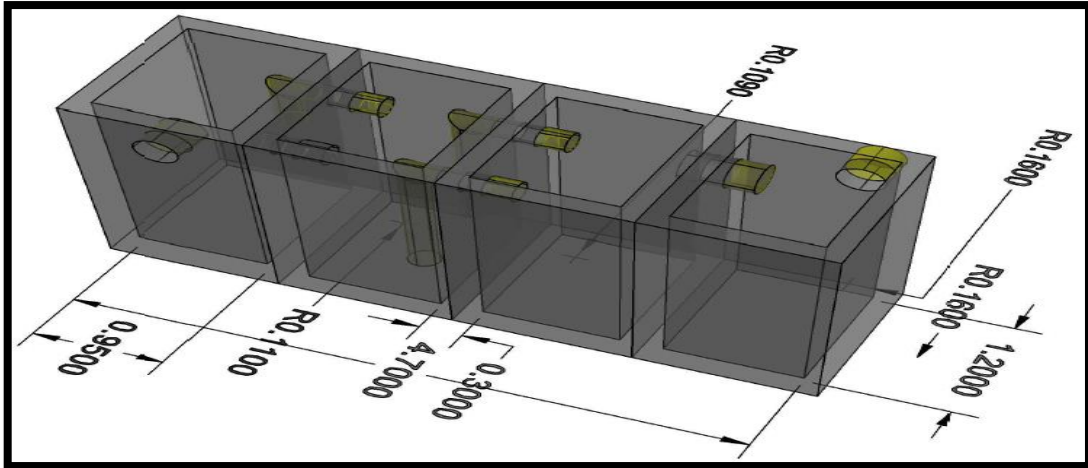
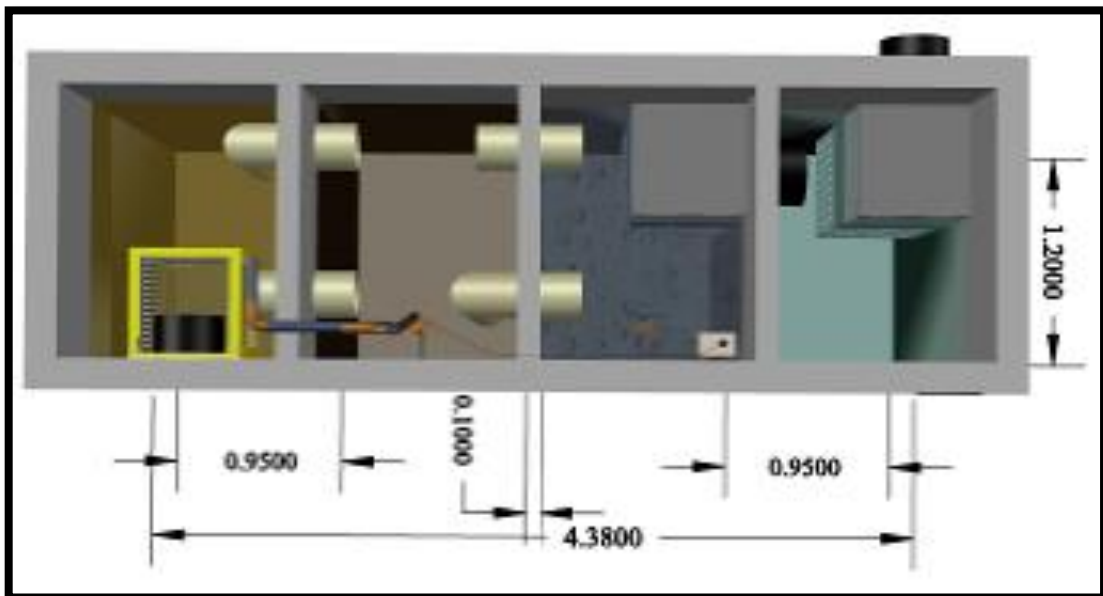
Actividades a realizar en la Planta de Tratamiento				
Actividad	Periodicidad	Responsable	Dosificación	
			Regulador	PAC
Realizar una capacitación al personal para darles a conocer los procesos que se implementaron en la planta de tratamiento.	Anual	Jefe de Operaciones	-----	-----
El jefe de operaciones del Centro Comercial debe asignar a una persona capacitada para que este se haga cargo del manejo completo de la planta de tratamiento.	Anual	Jefe de Operaciones	-----	-----
La persona encargada, tiene que retirar todos los sólidos grandes retenidos por la malla del primer cubeto como: estropajos, fundas, material orgánica y limpiones.	Diario	Encargado de la planta de tratamiento	-----	-----
Para que el Policloruro de Aluminio tenga mayor efectividad hay que elevar el pH de las aguas a 8 siendo estas aguas Básicas y estables para la dosificación del PAC	Pasando dos días	Encargado de la planta de tratamiento	$D_{Regulador}$ $= 4,44 \text{ lts}$	
Una vez dosificada la planta de tratamiento y regulada las aguas con un	Pasando dos días	Encargado de la planta de tratamiento		D_{PAC} $= 11,11 \text{ lts}$

pH de 8, colocar el Policloruro de Aluminio.				
Airear la planta de tratamiento.	Diario	Encargado de la planta de tratamiento	-----	-----
La bomba debe ser encendida todos los días en el lapso de 2 horas de preferencia en el siguiente horario ya que existe presencia de mayor caudal: En la mañana de 8h00 am a 10h00 am, en la tarde de 13h00 pm a 15h00 pm y en la noche de 17h00 pm a 19h00 pm.	Diario	Encargado de la planta de tratamiento	-----	-----
Contratar, gestores ambientales certificados para que realicen la limpieza de la planta y se lleven todos los residuos producidos por la planta de tratamiento	Cada 15 días	Empresa Gestora	-----	-----
Realizar un retro lavado de los filtros una vez a la semana.	Semanal	Encargado de la planta de tratamiento y áreas verdes.	-----	-----
Reutilización del agua residual en los jardines exteriores del Centro Comercial.	Cada 15 días	Jardinero	-----	-----
Realizar un análisis del punto de descarga, para llevar un control del cumplimiento de la normativa vigente	Anual	Laboratorio Certificado	-----	-----

10.11.7. CONCLUSIONES

- Mediante la implantación de estos procesos formulados en la planta de tratamiento ayudaremos a mejorar la calidad de agua de descarga.
- Una vez implementado todo el equipo, realizar un mantenimiento riguroso para mayor eficiencia de la planta.
- Controlar los locales de comida que no estén utilizando otro tipo de detergentes que no sea bio-degradable.
- Realizar un retro lavado semanal.
- Retirar todos los sólidos presentes de la malla diaria mente.

10.11.8. ANEXO

Planta de Tratamiento AntiguaPlanta de tratamiento modificada

11. COMPROBACIÓN A LA HIPÓTESIS

Con la aplicación de los procesos comprendidos en la propuesta de repotenciación, se va a reducir la contaminación en un 80% de las aguas residuales, ayudando así a disminuir a niveles inferiores de los límites máximos permisibles, los cuales posterior al análisis obtuvimos los siguientes resultados: Sólidos suspendidos totales 232 mg/l, esto indica que tenemos un 5,4% de excedente de contaminación, que con la ayuda de un filtro lento se reduce en un 60% los sólidos que van a ser retenidos en el filtro, ingresando en parámetros permisibles; Demanda Bioquímica de Oxígeno 266 mg/l, esto nos indica que tenemos 6,4% de excedente de contaminación, que con la ayuda de un sistema de aireación y filtración se reduce en un 75% el DBO, ingresando así en parámetros permisibles; Demanda Química de oxígeno 1440 mg/l, esto indica que tenemos un 188% de excedente de contaminación y Sustancias tensoactivas 43 mg/l, lo que nos indica que tenemos un 8,5%^o de excedente de contaminación, es decir que estamos contaminando cinco veces más del límite permisible, pero con la ayuda del Policloruro de Aluminio, del Regulador y del sistema de aireación se reduce en un 80% este porcentaje excedente, ingresando así en parámetros permisibles.

Una vez implementado la propuesta de repotenciación se van a reducir los contaminantes, debido a que cada uno de estos procesos mencionados va a realizar una función específica, eliminando el porcentaje (%) excedente, cumpliendo así los parámetros para descargas hacia el alcantarillado público, y cumpliendo con la normativa ambiental vigente.

12. MATRIZ DE IMPACTOS

Tabla 16: Matriz de Impactos

PROYECTO	IMPACTOS		
	SOCIALES	ECONÓMICOS	AMBIENTALES
<p>OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CENTRO COMERCIAL “MALTERIA PLAZA”.</p>	<p>Concientización al personal de trabajo sobre temas ambientales (manejo de desechos, normativa ambiental, salud ocupacional.).</p>	<p>Prevención de multas y sanciones emitidas por el ente de control.</p>	<p>Disminución de contaminantes presentes en las aguas residuales.</p>
			<p>Mejorar la calidad del agua.</p>
			<p>Mejora ambiental de los desechos sólidos y líquidos.</p>
			<p>Disminución de la contaminación ambiental del río Cutuchi.</p>
			<p>Disminución de vectores causantes del mal olor de la planta de tratamiento.</p>

Elaborado por: Calvopiña & Mayorga 2018

13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 17: Presupuesto

OBJETIVO	ACTIVIDAD	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL USD
Plantear una propuesta de repotenciación en la planta de tratamiento de aguas residuales del Centro Comercial "Maltería Plaza".	Elaboración de una propuesta de repotenciación para el tratamiento de las aguas residuales.	Regulador de Ph	Caneca	1	\$250	\$250
		Policloruro de aluminio	Caneca	1	\$250	\$250
		Filtros	Equipo	2	\$100,00	\$100,00
		Graba	qq	6	\$30,00	\$30,00
		Malla	Material	1	\$20,00	\$20,00
		Tubería PVC	Metros	20	\$5,00	\$5,00
		Ph-metro	Equipo	1	\$50,00	\$50,00
		Cable de #12	Metros	20	\$1,00	\$1,00
		Taco fisher	Libra	1	\$2,50	\$2,50
		Codos grandes de 160 mm	Unidad	3	\$2,00	\$2,00
		Codos pequeños de 1 pulg	Unidad	5	\$1,00	\$1,00
		Tuercas	Libra	½	\$2,00	\$2,00
		Tubo de acero 1 pulg	Metro	½	\$15,00	\$15,00
		Caja térmica	Equipo	1	\$5,00	\$5,00
		Cajetín de luz	Material	1	\$1,50	1,50\$
		Bombas de 1 HP	Material	3	\$100,00	\$100,00
EPP	1 parada	2	\$20,00	\$20,00		
Otros Recursos (detallar)	Análisis de agua	Análisis	1	\$300,00	\$300,00	
					TOTAL	\$1.133,50

Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018)

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En base a los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

- Una vez realizado el diagnóstico de la situación actual de la planta de tratamiento del Centro Comercial “Maltería Plaza”, se identificó que estas aguas residuales no tienen ningún tratamiento, previo a la descarga hacia el alcantarillado público, el cual se estableció como punto de muestreo para la recolección de la muestra y posterior análisis en el laboratorio.
- Según el acuerdo ministerial 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo I, Tabla 8, descarga hacia el alcantarillado público, los siguientes parámetros no cumplen con la normativa ambiental vigente: sólidos suspendidos totales, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno y sustancias tensoactivas, estos no se encuentran dentro de los límites permisibles. Por consiguiente se debe repotenciar la planta de tratamiento implementando procesos y sub-procesos que ayuden a solucionar estos parámetros.
- Mediante la realización del experimento en el laboratorio con el test de jarras, se pudo evaluar la concentración óptima de policloruro de aluminio, obteniendo cuatro muestras con diferentes dosificaciones A, B, C, D, el cual nos indica que el tratamiento A es diferente al resto, mientras que los tratamientos B, C, D son estadísticamente iguales. Es decir que da lo mismo aplicar 2,5 mL, 3,5 mL o 4,5 mL de policloruro de aluminio, pero económicamente se debería utilizar la dosis de 2,5 mL ya que se logró obtener una muestra de buena calidad al igual que los demás tratamientos.
- Con el diagnóstico actual de la planta de tratamiento, se logró realizar una propuesta de repotenciación de la planta de tratamiento de aguas residuales, cuyos procesos están enfocados a la mitigación de los contaminantes existentes en la misma. Cada uno de los procesos y sub-procesos mencionados en la propuesta han sido

seleccionados de acuerdo a los contaminantes presentes, debido a que cada proceso va a eliminar cierto porcentaje del contaminante, ayudando así a descargar una agua tratada y dando cumplimiento a la normativa ambiental vigente.

Recomendaciones

- Se recomienda al Centro Comercial “Maltería Plaza”, implementar lo más pronto cada uno de los procesos y sub-procesos expuestos.
- Una vez implementado los procesos se sugiere ejecutar monitoreos periódicamente con los respectivos análisis de laboratorio, de manera que se demuestre la evolución del tratamiento y con ello crear un registro de cumplimiento para comparar con la normativa legal vigente.
- Contratar Gestores Calificados, los cuales limpien toda la planta y retiren sus lodos, preferente cada 15 días para que así no se tape las tuberías y sus procesos sean eficientes.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Adar Química S.A de C.V . (s.f.). PAC. Obtenido de POLICLORURO DE ALUMINIO:
[http://www.aniq.org.mx/pqta/pdf/POLICLORURO%20DE%20ALUMINIO%20PAC%20\(HT\).pdf](http://www.aniq.org.mx/pqta/pdf/POLICLORURO%20DE%20ALUMINIO%20PAC%20(HT).pdf)
- Armando, T. C. (05 de 07 de 2005). ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES EN EL PUNTO DE DESCARGA DEL RÍO CUTUCHI DE LA EMPRESA ENVASADORA CONGAS UBICADO EN EL CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI, EN EL PERIODO 2015. Latacunga –Ecuador.
- Barba, L. E. (2002). Universidad del Valle. Obtenido de CONCEPTOS BÁSICOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y PARÁMETROS DE MEDICIÓN:
<http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/conceptos.pdf>
- Coa, R. (10 de 01 de 2016). Medicion de caudal por metodo de vertedero. Recuperado el 13 de 06 de 2017, de
https://www.academia.edu/7453252/Medici%C3%B3n_de_caudal_por_el_m%C3
- Gonzalez, A. C. (2003). Agua. Barcelona: Academia Española de Gastronomía. Recuperado el 13 de 06 de 2017
- Guananga, A. (2013). INGENIERO QUÍMICO. Obtenido de OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN CEVALLOS:
<http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/3108/1/96T00227.pdf>
- Guzman, G. (2002). Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Recuperado el 13 de 06 de 2017, de
<http://www1.ceit.es/asignaturas/ecologia/Hipertexto/00General/IndiceGral.html>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2010). Inec. Obtenido de
<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Jimenez, N & Gutierrez, S. (2005). El financiamiento del desarrollo sostenible en Ecuador. Santiago de Chile: Naciones Unidas. Recuperado el 13 de 06 de 2017
- Manahan, S. E. (2007). Introducción a la química ambiental. México D.F.: Recuperado el 13 de 06 de 2017
- Meza, A & Cueto D. (2012). UNIVERSIDAD DE CARTAGENA. Obtenido de DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIREACIÓN PARA UNA PLANTA DE LODOS ACTIVADOS:
<http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/131/1/DISE%C3%91O%20DE%20UN%20SISTEMA%20DE%20AIREACI%C3%93N%20PARA%20UNA%20PLANAT%20DE%20LODOS%20ACTIVADOS%20EN%20ZOFRANCA%20MAMONAL..pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). (S.f). PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS EFLUENTES DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS O MUNICIPALES. Obtenido de <http://www3.vivienda.gob.pe/direcciones/Documentos/anexo-rm-273-2013-vivienda.pdf>
- Montes, R. I. (Febrero de 2015). UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA. Recuperado el 2017 de Junio de 2017, de Optimización de una planta de tratamiento de aguas

- residuales industriales en una Rectificadora de Tanques”:
file:///C:/Users/IMG_SALAS/Downloads/UPS-GT001764_unlocked.pdf
- Navarro, N . (Septiembre de 11 de 2010). Ingeniería y Servicios Ambientales. Obtenido de Prueba de Jarras: <http://www.isa.ec/index.php/va-viene/entry/prueba-de-jarras>
- Norma Técnica Ecuatoriana. (2014). NTE INEN-ISO. Obtenido de ISO 5667-3:1994 – Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Guía para la conservación y manipulación de muestras: http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO_2014/EAL/nte_inen_iso_5667_16extracto.pdf
- Ocaña, M. (2014). FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA. Obtenido de OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA EMPRESA TINTEXRIVER.
- Onley, E. (1997). Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. Recuperado el 13 de 06 de 2017
- Piqueras, V. Y. (27 de Abril de 2013). Diseño completamente al azar y ANOVA. Obtenido de Diseño completamente al azar y ANOVA: <http://victoryepes.blogs.upv.es/2013/04/27/disenio-completamente-al-azar-y-anova/>
- Productos Químicos Panamericanos S.A. (s.f). PQP. Obtenido de Policloruro De Aluminio. Certificado de Calidad: <http://web.pqp.com.co/tratamiento-de-aguas-productos/?coagulantes>
- Reynols, K A. (01 de 10 de 2002). Agua Latinoamericana. Recuperado el 13 de 06 de 2017, de <http://w.agualatinoamerica.com/docs/pdf/DeLaLaveSepOct02.pdf>
- Romero, J. (2004). Tratamiento de Aguas Residuales. Recuperado el 13 de 06 de 2017
- Romero, M. (s.f). Facultad de Ingeniería - Universidad Rafael Landívar. Obtenido de TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN POTABILIZACIÓN DE AGUA: <http://www.ozonoalbacete.es/wp-content/uploads/2011/08/estudio-agua-ozono.pdf>
- Ruiz, G. (2000). El agua, vehiculo de contaminación. Recuperado el 13 de 06 de 2017, de <http://www.babad.com/no01/agua.html>
- Saltos, A., & Sango, F. (2008). PROPUESTA PARA EL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN LA EMPRESA AGLOMERADOS COTOPAXI S.A. DE LA PARROQUIA TANICUCHÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/579/1/T-UTC-0487.pdf>
- Senagua. (s.f). DIAGNÓSTICO DE LAS ESTADÍSTICAS DEL AGUA EN ECUADOR. ECUADOR: CEPAL.
- Zambrano, L. A. (2011). DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE LA UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES. Obtenido de <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7509/2/141069.pdf>

16. ANEXOS

ANEXO 1: Aval de Traducción

ANEXO 2: Anexo I: Tabla # 8 del TULSMA.

TABLA 8. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO			
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sust. solubles en hexano	mg/l	70,0
Explosivos o inflamables	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ^U	mg/l	1,0
Ci nc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr ⁶⁺	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Mangane so total	Mn	mg/l	10,0
Me rcuri o (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kje dahl	N	mg/l	60,0
Organofosforados	Especies Totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		8-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables	SD	ml/l	20,0
Sólidos Suspendidos Total e s	SST	mg/l	220,0
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600,0
Sulfatos	SO ₄ ^{1,2}	mg/l	400,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 40,0
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0

Fuente: Acuerdo ministerial 097-A (TULSMA)

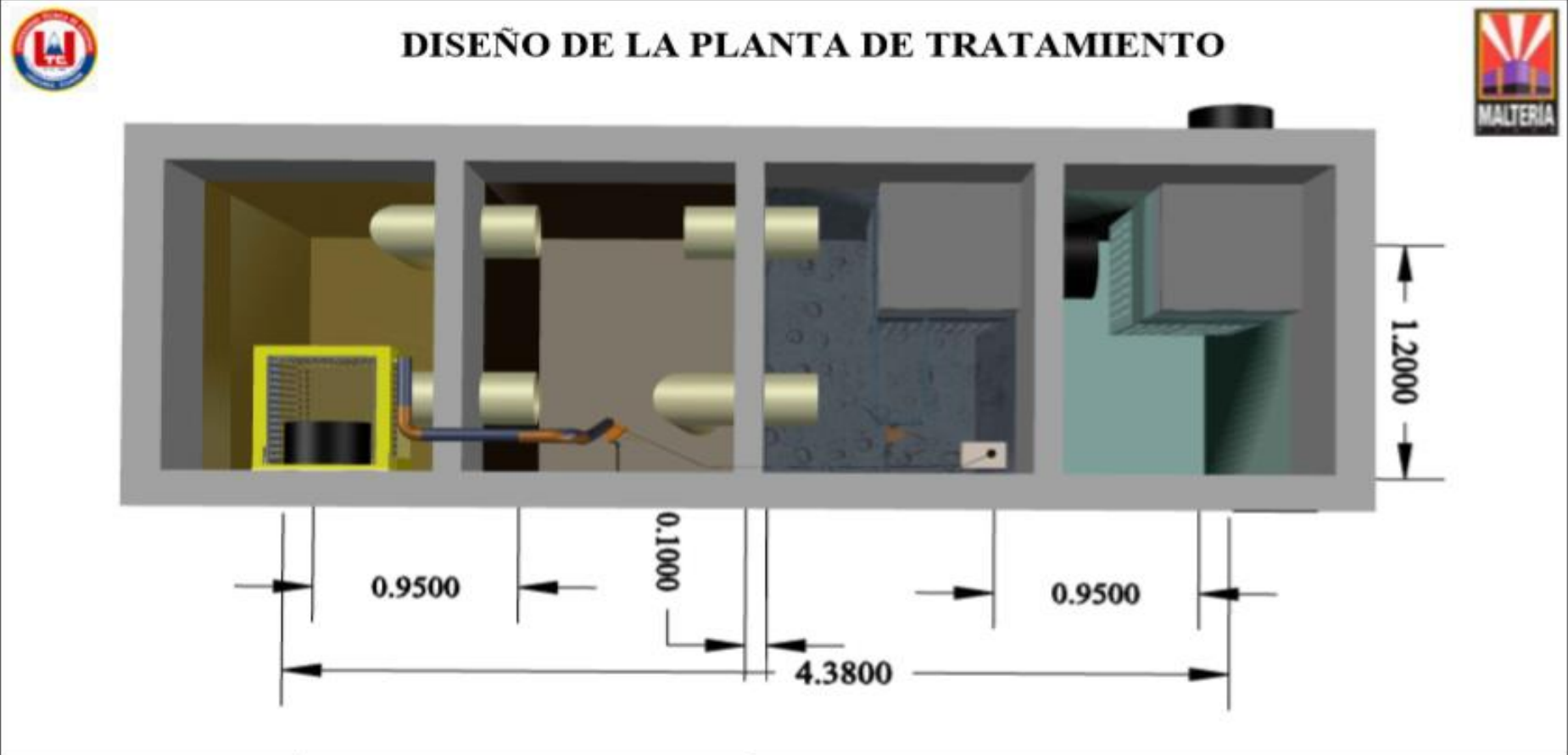
ANEXO 3: Matriz de Control para el patio de Comidas.

Matriz de control del Patio de comida de Maltería Plaza												
Local	Actividad	Tratamiento (Trampas de		Tipo de operación	Utilización de detergentes				Responsable	Cedula	Observaciones	Gestor
		Sí	No		biodegradable	Lava	Cloro	Otros				
Tropib Burger	Preparación de alimentos y limpieza de utensillos	x		Control	x				Franklin Tello	170527475-9		SI
La tablita del tartaro	Preparación de alimentos y limpieza de utensillos	x		Control	x				Fiallos Jenny	179195235-9		SI
Super sanduche	Preparación de alimentos y limpieza de utensillos		x	Control		x			Patricia Illanes	170850340-2		SI
Los cevivhes de la rumiñahui	Preparación de alimentos y limpieza de utensillos	x		Control	x				Enrique Vigoda	170420163-9		SI
Los motes de la magdalena	Preparación de alimentos y limpieza de utensillos	x		Control	x				Pablo Vargas	17012845-7		SI
May Flower	Preparación de alimentos y limpieza de utensillos	x		Control	x				Diego Armas	179200388-1		SI
KFC	Preparación de alimentos y limpieza de utensillos	x		Control	x							SI
Menestras del Negro	Preparación de alimentos y limpieza de utensillos	x		Control	x							SI

ANEXO 4: Diseño antiguo de la Planta.

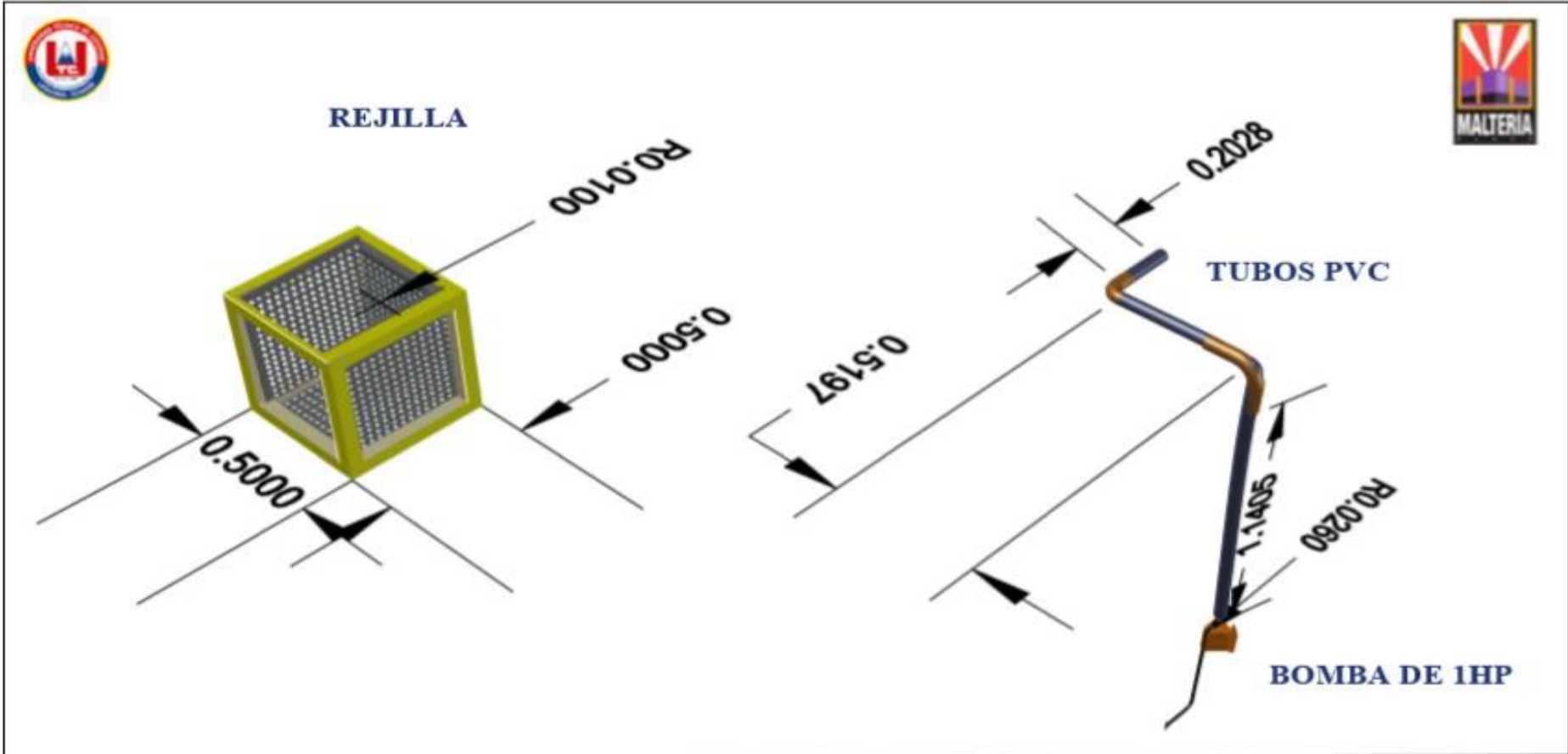


ANEXO 5: Diseño con sistemas de Tratamiento en la Planta.



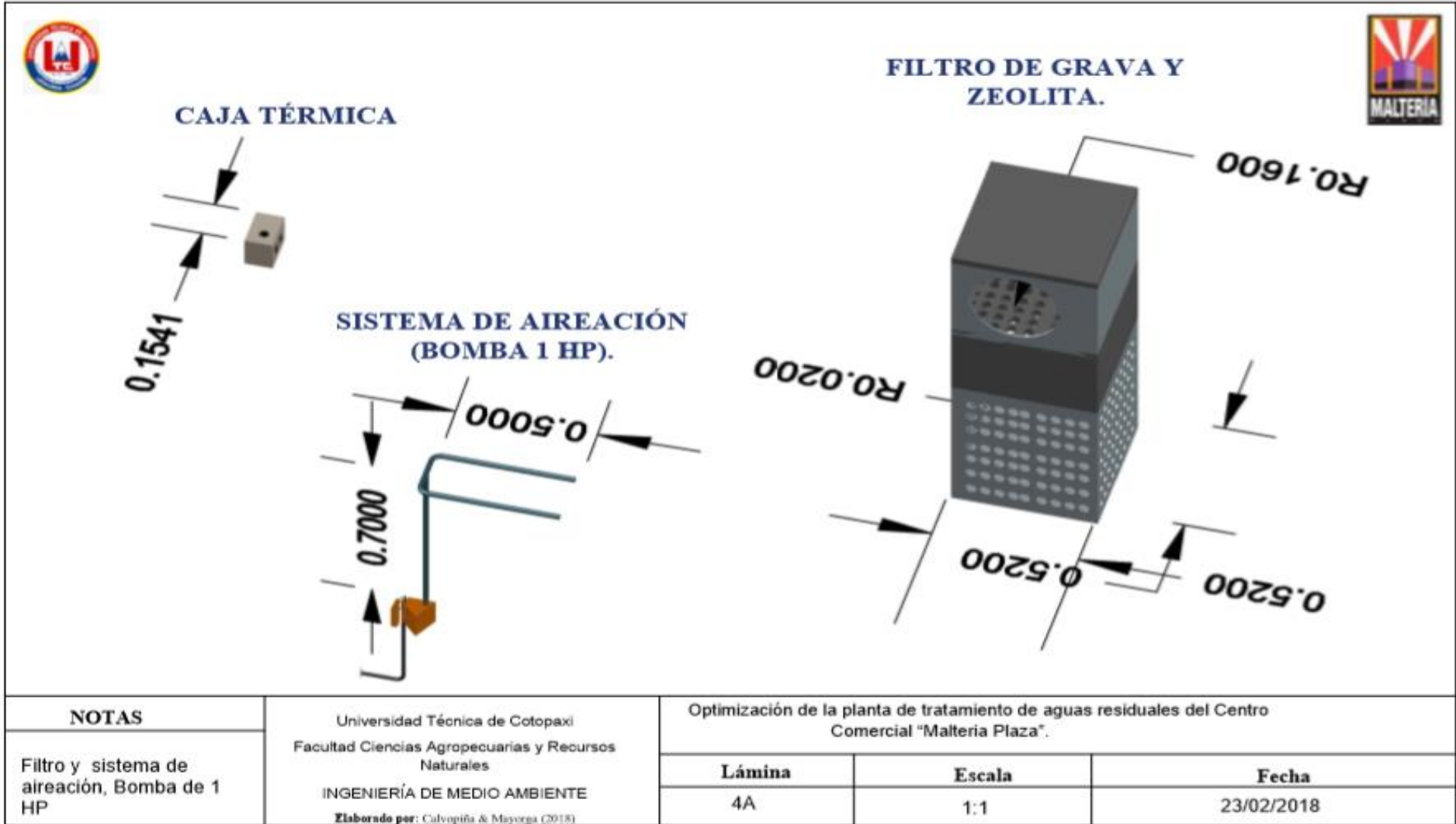
NOTAS	Universidad Técnica de Cotopaxi Facultad Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales	Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales del Centro Comercial "Malteria Plaza".		
	INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE Elaborado por: Calvo Piña & Mayorga (2018)	Lámina	Escala	Fecha
		2A	1:1	23/02/2018

ANEXO 6: Sistema de Rejilla y Recirculación del agua.



NOTAS	Universidad Técnica de Cotopaxi Facultad Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE Elaborado por: Calvopiña & Mayorga (2018)	Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales del Centro Comercial "Malteria Plaza".		
		Lámina	Escala	Fecha
		3A	1:1	23/02/2018

ANEXO 7: Filtro, sistema de aireación con Bomba de 1 HP.



ANEXO 8: Reporte de Análisis de Agua.



REPORTE DE ANÁLISIS

Cliente: DK MANAGEMENT SERVICES S.A.
 Av. PIMU y BOM, Centro Comercial Dabaco Shopping, Abarrocerías #7 Piso
 Tel: 0994-024-27-28, Cel: 129-12

Mx: Ing. David Vilasta

Proyecto: Análisis de Agua - MALTERIA PLAZA

Muestra Recibida: 08-ago-17

Tipo de Muestra: 1 Muestra de Agua Potable

Análisis Completado: 22-ago-17

Número reporte Gruntec: 1708144-AG001

Relación Muestra:	DK MALTERIA	Límite Máximo Permisible Tabla 6 Anexo 1 Norma Ecuatoriana NPA-A, 2009a ⁽¹⁾	Límite Máximo Permisible Tabla 6 Anexo 1 Norma Ecuatoriana NPA-A, 2009a ⁽¹⁾	MEJOR ADECUADO DE REFERENCIA (MUESTRAS)
Fecha de Muestra:	07-ago-17			
No. Reporte Gruntec:	1708144-AG001			
Parámetros de campo:				
pH ⁽²⁾	8.8	6 - 9	6 - 9	04-2007-1-0004-02-01
Conductividad $\mu S/cm$ ⁽³⁾	1463	N/A	N/A	019-2002-1-0004-02-02
Temperatura $^{\circ}C$ ⁽⁴⁾	22.6	40	CONDICIONES NORMALES 5	02-2000-1-0004-02-01
Parámetros Químicos:				
Sólidos Sedimentables mg/l ⁽⁵⁾	<2	20	N/A	04-2007-1-0004-02-01
Sólidos Suspendedos Totales mg/l ⁽⁶⁾	233	225	100	04-2007-1-0004-02-01
Parámetros Orgánicos:				
Acidos y Grasas mg/l ⁽⁷⁾	26	70	30.0	019-2004-1-0004-02-02
Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/l ⁽⁸⁾	296	150	700	04-2007-1-0004-02-01
Demanda Química de Oxígeno mg/l ⁽⁹⁾	1440	300	700	04-2007-1-0004-02-01
Fenoles mg/l ⁽¹⁰⁾	0.13	0.2	0.2	019-2004-1-0004-02-01
Sustancias Tóxicas mg/l ⁽¹¹⁾	43	2	0.2	02-2000-1-0004-02-01

Registros y Acreditaciones:

⁽¹⁾ Acreditación No. 048 LE 30-05-004

⁽²⁾ Registro No. 142092 No. LEA-0-001

Los ensayos realizados con (*) en todos los casos de acuerdo al alcance del SAE

N/A - No Aplica

(1) Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

(2) Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

INCERTIDUMBRE (k) para pH = 0.2 unidades

INCERTIDUMBRE (k)

Demanda Bioquímica de Oxígeno = 20%; Conductividad en campo = 11%; Determinación de temperatura = 0%; Sólidos sedimentables = 24%;

Demanda Química de Oxígeno = 27%; Sólidos Suspendedos = 11%; Fenoles = 20%; Acidos y Grasas en

Agua = 20%; Sólidos Suspendedos Totales = 10%

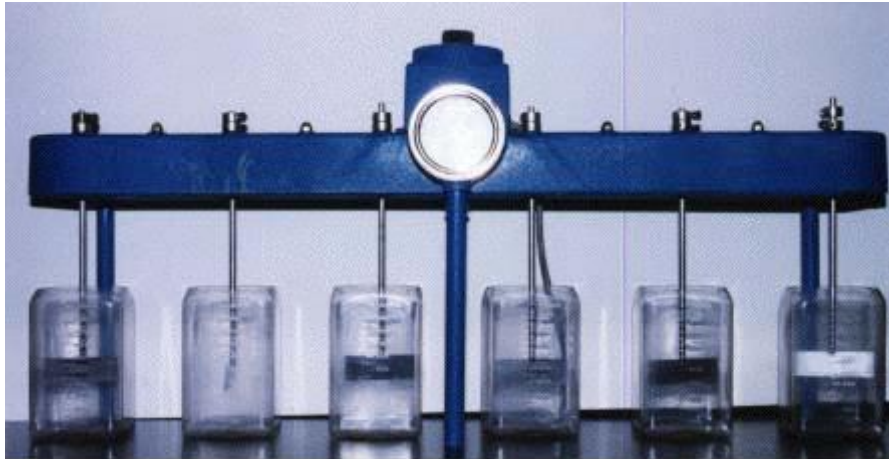
GRUPO C (*) (25/100) en donde C=valor medido; U= incertidumbre k.

Ing. Isabel Estrella
Gerente de Operaciones

Nota 1: Estos análisis, opiniones y interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente, quien se ha reservado este reporte en forma exclusiva y confidencial.

Nota 2: La toma de muestras fue realizada por el personal técnico de Gruntec Cía. Ltda., en apego al registro de muestras.

Nota 3: El cliente puede solicitar la fecha de validez de los parámetros en caso de requerirlo.

ANEXO 9: Prueba de Jarras

Fuente: (Aldar Química, S. A. de C.V., S.f)

ANEXO 10: Hoja de Vida del Tutor de la Investigación.

ANEXO 11: Hoja de Vida del Investigador

CURRICULUM VITAE**1. DATOS PERSONALES**

NOMBRES: Carlos Andrés
APELLIDOS: Mayorga Bonilla
TELÉFONO: 0992977739
TEL. CASA: 032823405
ESTADO CIVIL: Soltero
CEDULA IDENTIDAD: 180435101-1
FECHA DE NACIMIENTO: 25 de Marzo 1994
LUGAR DE NACIMIENTO: Ambato
EDAD: 23 Años
DIRECCIÓN: Cuenca entre Ayllon y
 Vargas Torres Casa #369
CORREO ELECTRONICO: andresiitho.011@gmail.com

2. PREPARACIÓN ACADÉMICA

PRIMARIA: Escuela Juan Bautista
 Palacios “La Salle”
SECUNDARIA: Instituto Tecnológico Superior
 “Rumiñahui”
TÍTULO OBTENIDO: Químico –Biólogo
INSTITUCIÓN SUPERIOR: Universidad Técnica de Cotopaxi
 Egresado de la carrera de Ing. Medio Ambiente

3. CURSOS REALIZADOS

- ✓ Programa de creación de capacidades en energías renovables.
 - Energía Mini hidráulica
 - Energía Solar Térmica
 - Energía Mini-eólica
 - Energía y Cambio Climático
- ✓ Encuentro zonal de juventudes por el país de mis sueños
- ✓ Apoyo en el evento “ARTE EN RECICLAJE”, realizado en el Centro Ecológico Verdeáte del cantón Salcedo.
- ✓ Apoyo en proyectos de ambiente de la Dirección de Gestión Ambiental de Salcedo.
- ✓ Apoyo en el desarrollo del programa LOS JUEGOS DEL RECICLAJE “THE RECICLAJE GAMES” 1era edición en el cantón Salcedo.
- ✓ Participación en calidad de asistente en el: III Congreso Internacional de Ingeniería Ambiental, Forestal y Ecoturismo, realizado en Quevedo.
- ✓ Participación en calidad de asistente en el: III Congreso Internacional de Ingeniería Ambiental, Forestal y Ecoturismo, realizado en Quevedo.

- ✓ Participación en la Capacitación con el nombre “GESTIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL”, dictado por el Ministerio del Ambiente Cotopaxi del 29 de agosto al 2 de Septiembre del 2016.
- ✓ Participación en la Capacitación con el nombre “GESTIÓN AMBIENTAL”, dictado por el Ministerio del Ambiente Cotopaxi del 20 al 24 de Marzo del 2017.
- ✓ Participación en calidad de asistente en el: Congreso Internacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales realizado en Latacunga.

4. **APORTES A LA COMUNIDAD**

- ✓ Inspector Honorífico de control de vida silvestre del Ministerio del Ambiente.
- ✓ **REGISTROS y CERTIFICADOS** ambientales.
A continuación presento una lista de establecimientos que avalan el trabajo realizado.
 - ❖ Lavadora de vehículos “Lavatodo -Espres”
 - ❖ Basar y Papelería “El Estudiante”
 - ❖ Las Cabañas Hospedaje de Paso
 - ❖ Hotel “San Luis”
 - ❖ Hostal “Las Rieles”
 - ❖ Hotel “ El Castillo”
 - ❖ Hotel “Caribbean Real”
 - ❖ Basar “Hong Kong”

ANEXO 12: Hoja de Vida de la Investigadora

CURRICULUM VITAE**1.- DATOS PERSONALES**

APELLIDOS: CA LVOPÍÑA MULLO
NOMBRES: JANETH MARISOL
ESTADO CIVIL: SOLTERA
CEDULA DE CIUDADANÍA: 050435190-9
LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: LATACUNGA, 13 DE OCTUBRE DE 1994
DIRECCIÓN DOMICILIARIA: CALLE EUCLIDES SALAZAR – SIGSICALLE SUR – LATACUNGA.
NÚMEROS TELEFÓNICOS: 032250212 – 0983178243
E-MAIL: janeth.marisol9@gmail.com

2.- ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA Escuela Once de Noviembre
SECUNDARIA Colegio Nacional Primero de Abril
Título Obtenido Químico –Biólogo
TERCER Universidad Técnica de Cotopaxi
 Egresada de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente

3.- EXPERIENCIA LABORAL

- Pasante en la Dirección Provincial del Ambiente de Cotopaxi
- Inspector Honorífico para el Control de Vida Silvestre
- Asesoramiento Técnico Ambiental en la Florícola Sierra Flor S.A
- Asesoramiento Técnico Ambiental en la Florícola Bosque Flowers S.A
- Asesoramiento Técnico Ambiental en la Distribuidora la Central (La Maná)
- Asesoramiento Técnico Ambiental en el Laboratorio Clínico BIOLAB
- Asesoramiento Técnico Ambiental en el Laboratorio Clínico FIRENZE
- Asesoramiento Técnico Ambiental LUBRI-LAVADORA ADY
- Asesoramiento Técnico Ambiental Mecánica Almendariz

- Asesoramiento Técnico Ambiental para apertura de vía de tercer orden en el sector Redrovan-
Apagua

4.- SEMINARIOS

N°	TEMA	HORAS
1	Diploma de Aprovechamiento Programa de Capacidades en Energías Renovables ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO	16
2	Diploma de Aprovechamiento Programa de Capacidades en Energías Renovables ENERGÍA MINI-EÓLICA	16
3	Diploma de Aprovechamiento Programa de Capacidades en Energías Renovables ENERGÍA MINI HIDRÁULICA	16
4	Diploma de Aprovechamiento Programa de Capacidades en Energías Renovables ENERGÍA SOLAR TÉRMICA	16
5	Participación en el “Foro Sudamericano del Sur” ¿Una alternativa a las lógicas globales financieras? (Jóvenes UNASUR)	
6	Apoyo en el desarrollo del programa LOS JUEGOS DEL RECICLAJE “THE RECICLAJE GAMES” 1era edición en el cantón Salcedo.	
7	Apoyo en el evento “ARTE EN RECICLAJE”, realizado en el Centro Ecológico Verdeáte del cantón Salcedo.	
8	ENCUENTRO ZONAL DE JUVENTUDES POR EL PAÍS DE MIS SUEÑOS	8
9	Participación en calidad de asistente en el: III CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL, FORESTAL Y ECOTURISMO, realizado en Quevedo.	40
10	Participación en calidad de asistente en el: III Congreso Internacional de Ingeniería Ambiental, Forestal y Ecoturismo, realizado en Quevedo.	16
11	Participación en el “FORO SOBRE EL CONFORT LABORAL DESDE EL ENFOQUE PREVENTIVO, POR EL DÍA DE LA SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO” realizado en la ciudad de Latacunga.	8
12	Participación en el Curso de Capacitación con el nombre “GESTIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL”, dictado por la Dirección Provincial del Ambiente de Cotopaxi.	30
13	Participación en el Curso de Capacitación con el nombre “GESTIÓN AMBIENTAL”, dictado por la Dirección Provincial del Ambiente de Cotopaxi.	40

5.- REFERENCIAS LABORALES

Ing. Mauricio Zambrano Cerda

Dirección Provincial del Ambiente de Cotopaxi (Latacunga-Ecuador)

COORDINADOR DE GESTIÓN AMBIENTAL

Teléfono/celular: 0984643765

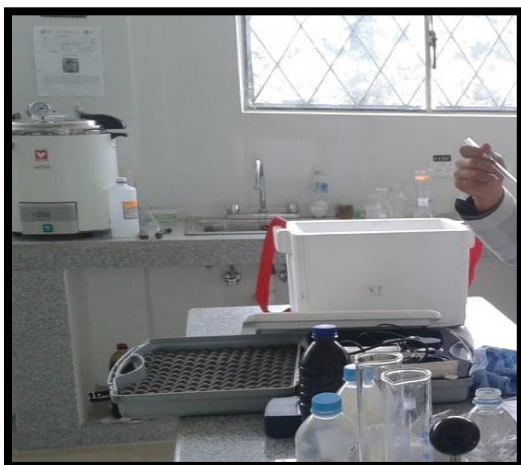
17. ANEXOS FOTOGRÁFICOS



ANEXO FOTOGRÁFICO 2: Toma de muestras



ANEXO FOTOGRÁFICO 3: Medición de parámetros In situ



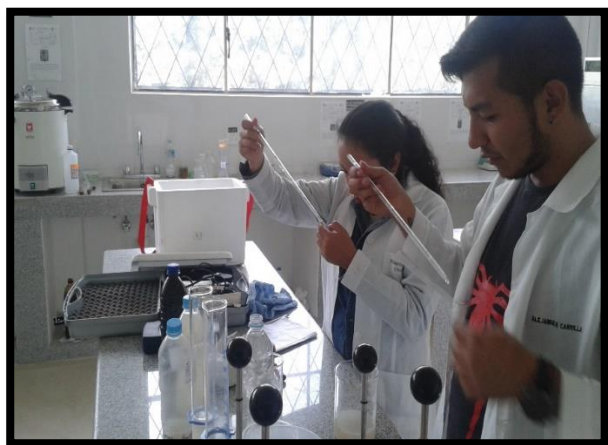
ANEXO FOTOGRÁFICO 4:
Conservación de las muestras en un Cooler.



ANEXO FOTOGRÁFICO 5: Muestras transportadas al laboratorio de la Universidad para posterior análisis.



ANEXO FOTOGRÁFICO 6:
Etiquetado



ANEXO FOTOGRÁFICO 7:
Experimentación con el Policloruro de Aluminio.



ANEXO FOTOGRAFICO 8: Prueba de Jarras antes del tratamiento.



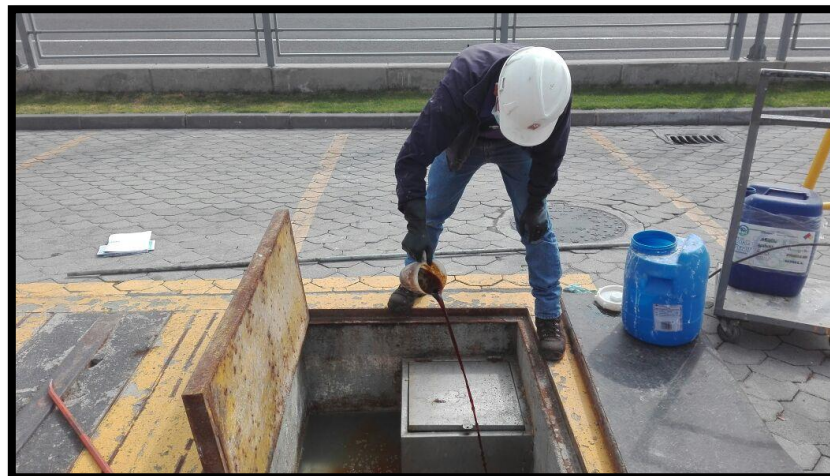
ANEXO FOTOGRAFICO 9: Tratamientos con diferentes concentraciones.



ANEXO FOTOGRAFICO 10: Resultados obtenidos después del tratamiento.



ANEXO FOTOGRAFICO 11: Colocación de la dosis óptima en la planta de tratamiento.



ANEXO FOTOGRAFICO 12: Operario de la Planta de Tratamiento aplicando los químicos.