



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA: INGENIERÍA AMBIENTAL

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

INGENIERIA AMBIENTAL

TEMA:

**TRATABILIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES DE UNA EMPRESA
EMPACADORA DE CAMARÓN**

AUTORES:

LAYLIN JAMILEX JARA DOMINGUEZ

FABRIZIO TYRON CARRIEL TORRES

TUTOR:

INGENIERO VIRGILIO ORDOÑEZ RAMÍREZ PhD

Guayaquil, agosto del 2023

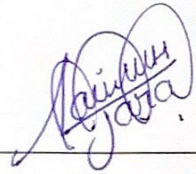
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotros, Laylin Jamilex Jara Domínguez con documento de identificación N° 0923878649 y Tyrone Fabrizio Carriel Torres con documento de identificación N° 0921992111; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

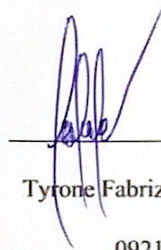
Guayaquil, 11 de agosto del año 2023

Atentamente,



Laylin Jamilex Jara Domínguez

0923878649



Tyrone Fabrizio Carriel Torres

0921992111

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

Nosotros, Laylin Jamilex Jara Domínguez con documento de identificación No. 0923878649 y Tyrone Fabrizio Carriel Torres con documento de identificación No. 0921992111, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud que somos autores del trabajo experimental: **TRATABILIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES DE UNA EMPRESA EMPACADORA DE CAMARÓN**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Ambientales, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Guayaquil, 11 de agosto del año 2023

Atentamente,



Laylin Jamilex Jara Domínguez

0923878649



Tyrone Fabrizio Carriel Torres

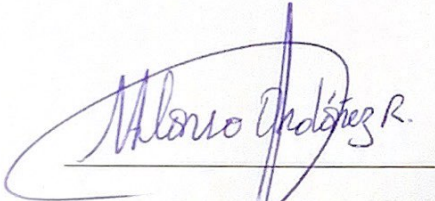
0921992111

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Ing. Virgilio Ordoñez Ramírez** con documento de identificación N° 0909780850, docente de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **TRATABILIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES DE UNA EMPRESA EMPACADORA DE CAMARÓN**, realizado por **Laylin Jamilex Jara Dominguez** con documento de identificación No. 0923878649 y por **Tyrone Fabrizio Carriel Torres** con documento de identificación No. 0921992111, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 11 de agosto del año 2023

Atentamente,



Ing. Virgilio Ordoñez Ramírez, PhD

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi tesis a:

Mi mamá Magaly pues sin todo el esfuerzo y fe que ha puesto en mí no lo habría logrado, por su apoyo incondicional, sus consejos, sus corajes y amor que hacen de mí una mejor persona.

A mis hermanos que son mi motor e inspiración para cumplir mis metas y ser un ejemplo para ellos; Ronik mi compañero desde siempre por apoyarme, escucharme y a Matteito que alegra aún más días desde su llegada.

A mis abuelitos, Piedad y Luis, mis papis como les digo que al igual que mi mami desde que nací se han preocupado por mí, me enseñaron muchas cosas vitales para la vida, me brindaron amor y cobijo y me encaminaron por el buen sendero.

Gracias a ustedes soy lo que soy y he podido lograr grandes cosas, son mi razón de ser los amo mucho.

Laylin Jamilex J.D

AGRADECIMIENTO

A mi familia por su apoyo incondicional desde siempre.

A Jor que durante estos últimos años de carrera ha sabido apoyarme para continuar, gracias por su amor incondicional y su ayuda constante.

A la Universidad por permitirme convertirme en un ser profesional.

A cada profesor que hizo parte de este proceso.

A mi tutor de tesis el Ing. Virgilio Ordoñez que es una excelente persona y educador, nos enseñó amar lo que hacemos, de una manera divertida y responsable.

A mis amigos que han hecho más fácil este camino, entre risas y demás anécdotas.

Laylin Jamilex J.D

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con todo mi corazón:

A mi mamá Carmen que es la persona que me apoyó desde que empecé a cursar la carrera hasta el día de hoy, entiendo que sin el apoyo de ella no lo hubiera logrado llegar hasta este punto.

A mis hermanos; Fabian y Nagelly a quienes respeto mucho y que han sido parte fundamental para poder ponerle empeño y dedicación en todo mi proceso de formación.

A mi tía Nora, quien también me ha apoyado y guiado de muchas maneras a lo largo de mi carrera, a ella también le dedico esta tesis con mucho cariño.

Gracias a ustedes he podido llegar hasta esta etapa en mi formación profesional, si ustedes no hubieran estado junto a mí no hubiera sido lo mismo. Muchas gracias de todo corazón.

Tyrone Fabrizio C.T

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la salud y la sabiduría que necesito día a día para lograr mis metas.

A mi familia por apoyarme y estar pendiente a mí siempre.

A la Universidad Politécnica Salesiana por darme la instrucción correcta para poder desempeñarme en un futuro como un excelente profesional.

A cada profesor que formo parte de este proceso.

A mi tutor de tesis el Ing. Virgilio Ordoñez, a quién conozco desde el primer día de clases, él es una excelente persona y un gran profesional.

A mis compañeros de clases que más que compañeros se han convertido en hermanos de otras madres. Con ellos este proceso parecía más fácil de cursar por las anécdotas y ocurrencias que tenemos juntos.

Tyrone Fabrizio C.T

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. Problema.....	3
1.2. Delimitación.....	5
1.3. Pregunta de investigación	6
1.4. Objetivos	6
1.4.1. Objetivos Generales.....	6
1.4.2. Objetivos Específicos.....	6
1.5. Hipótesis.....	7
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	8
2.1. Agua residual.....	8
2.2. Tipo de aguas residuales.....	9
2.3. Contaminantes de aguas residuales.....	9
2.4. Características físicas del agua residual	10
2.4.1. Turbidez	10
2.4.2. Sólidos.....	10
2.4.3. Temperatura	11
2.5. Características químicas del agua residual	11
2.5.1. Materia orgánica.....	11
2.5.2. Fósforo	11
2.5.3. Metales pesados	12
2.5.4. Demanda química de oxígeno (DQO).....	12
2.5.5. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	12
2.5.6. pH.....	13
2.6. Características biológicas del agua residual.....	13
2.7. Calidad del agua.....	13
2.7.1. Muestreo del agua residual.....	13
2.8. Marco legal	14
2.8.1. Constitución de la república del Ecuador	14
2.8.2. TULSMA Acuerdo ministerial 097-A.....	15
2.8.3. Guía para ejecución de monitoreos de aguas residuales industriales (Alcaldía de Guayaquil – Dirección de ambiente, sostenibilidad y cambio climático).....	17

2.9.	Tratamiento de aguas residuales	18
2.9.1.	Operaciones unitarias y procesos	19
2.9.2.	Estudio de tratabilidad.....	20
2.9.3.	Estudios de tratabilidad.....	20
3.	MATERIALES Y METODOS.....	23
3.1.	Materiales	23
3.1.1.	Materiales para muestreo In situ	23
3.1.2.	Materiales para análisis de laboratorio	23
3.2.	Equipos utilizados en laboratorio.....	24
3.3.	Muestreo	24
3.3.1.	Definición del sitio del muestro	24
3.4.	Metodología	25
3.4.1.	Metodología de campo	25
3.4.1.1.	Muestreo del agua residual.....	25
3.4.1.2.	Medición de caudal.....	25
3.4.1.3.	Turbidez.....	26
3.4.1.4.	pH.....	26
3.4.1.5.	Conductividad	27
3.4.1.6.	Temperatura.....	27
3.4.	Metodología de análisis de laboratorio	27
3.5.1.	Determinación de sólidos	27
3.5.2.	Nitrógeno total Kjeldahl.....	28
3.5.3.	Pruebas de tratabilidad	28
3.5.3.1.	Prueba de jarras	28
3.5.3.2.	Materiales, equipos y reactivos	29
3.5.3.3.	Procedimiento	30
3.6.	Factores para evaluar para la elección y selección de diseño de una PTAR	31
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1.	Diagnostico	32
4.2.	Punto de muestro	33
4.3.	Determinación del caudal.....	34
4.4.	Caracterización del agua residual	38
4.4.1.	Resultados de parámetros <i>in situ</i>	38
4.4.2.	Análisis enviados al laboratorio	38
4.4.3.	Resultado de parámetros medidos en el laboratorio	39

4.5. Tratabilidad.....	40
4.5.1. Prueba de jarra.....	40
4.6. Resultados alcanzados en la tratabilidad de agua residual.....	43
4.6.1. Análisis enviados al laboratorio.....	43
4.6.2. Resultado de parámetros medidos en el laboratorio.....	43
4.7. Diseño propuesto para la planta de tratamiento de aguas residuales industriales.....	44
4.7.1. Diseño óptimo del proyecto.....	44
4.7.2. Propuesta del sistema a aplicar.....	45
4.7.3. Descripción de equipos y materiales.....	46
4.8. Plan financiero.....	47
4.8.1 Terrenos y obras civiles.....	47
4.8.2 Maquinarias, mobiliarios y equipos.....	48
4.8.3 Total inversión fija inicial.....	48
4.8.4 Materiales Directos.....	49
4.8.5 Mano de obra directa.....	49
4.8.6 Costos totales de producción.....	50
4.8.7 Capital de trabajo.....	50
4.8.8 Depreciación de las unidades de la estación depuradora.....	51
4.8.9 Análisis de los resultados.....	51
5. CONCLUSIONES.....	52
6. RECOMENDACIONES.....	53
7. Bibliografía.....	54
8. ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: (: Adaptado de Arrieta Goyes y Chica Santos (2019, pp. 10,11). Elaborado por: Cueva y Eras, 2021, 2021).....	10
Tabla 2: ACUERDO 097-A Reforma del TULSMA, Tabla 8. Límites máximos permisibles de descarga al sistema de alcantarillado público.....	17
Tabla3: Guía para ejecución de monitoreos de aguas residuales industriales (Alcaldía de Guayaquil – Dirección de ambiente, sostenibilidad y cambio climático. Anexo1	17
Tabla 4. Materiales para recolección de muestras <i>in situ</i>	23
Tabla 5. Materiales empleados en la fase de análisis de laboratorio.....	23
Tabla 6: Equipos utilizados en la fase de análisis de laboratorio.....	24
Tabla 7. Equipos, materiales y reactivos utilizados en la prueba de jarras.....	29
Tabla 8: Resultados in situ.....	38
Tabla 9: Resultados adjuntados en el Anexo 8.....	38
Tabla 11. Prueba de jarra.....	40
Tabla 12: Resultados agua tratada, adjuntados en el Anexo 9.....	43
Tabla 13: Resultados del agua tratada.....	43
Tabla 14: Valores cotizados el mercado de los materiales y equipos.....	46
Fuente:.....	47
Tabla 15: Terreno y obras civiles.....	48
Tabla 16: Maquinarias, mobiliarios y equipos.....	48
Tabla 17: Inversión fija total.....	49
Tabla 18: Materiales directos.....	49
Tabla 19: Mano de obra directa.....	49
Tabla 20: Costos totales de producción.....	50
Tabla 21: Capital de trabajo.....	50
Tabla 22: Depreciación de las unidades de la estación depuradora.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del sector industrial.....	5
Figura 2. Agitador de prueba de jarra.....	29
Figura 3. Punto de muestro dentro de la empresa.	33
Gráfico N° 4 Caudal día 1	34
Gráfico N° 5 Caudal día 2	35
Gráfico N° 6 Caudal día 3	35
Gráfico N° 7 Caudal día 4	36
Gráfico N° 8 Caudal día 5	36
Gráfico N° 9 Caudal día 6	37
Gráfico N° 10 Caudal día 4	37
Gráfico N° 1. Turbidez Agua cruda y agua Tratada.....	41
Gráfico N° 2. pH Agua cruda y agua Tratada	41
Gráfico N° 3. Temperatura Agua cruda y agua Tratada.....	42
Imagen 4. Resultado de prueba de jarras.....	42
Imagen 5. Planta de tratamiento móvil.....	44

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	56
Ubicación de la empacadora de camarón	56
ANEXO 2	57
Tabla N° 8 límites de descarga al sistema de alcantarillado público	57
ANEXO 3	58
Toma de muestras	58
ANEXO 4	59
Análisis de parámetros In Situ.....	59
ANEXO 5	60
Análisis de parámetros en el laboratorio	60
ANEXO 6	61
Guía para ejecución de monitoreos del Municipio.....	61
ANEXO 7	62
Idea de diseño de la planta de tratamiento móvil	62
ANEXO 8	63
Resultados del Laboratorio IPSOMARY del agua cruda.....	63
ANEXO 9	65
Resultados del Laboratorio IPSOMARY del agua tratada.....	65
ANEXO 10	67
Tratabilidad de las aguas residuales	67
Pruebas de jarras.....	67

RESUMEN

El siguiente trabajo experimental se realizó con la meta de obtener un tratamiento al agua residual industrial de manera eficiente, la cual proviene de una empacadora de camarón, ubicada en el sector industria INMACONSA en Guayaquil. Mediante cálculos y resultados obtenidos en nuestras pruebas de tratabilidad para determinar el dimensionamiento, materiales y cantidad de químicos requeridos para las unidades de proceso, así diseñar y poner en funcionamiento el sistema de tratamiento que requiere la empresa.

Este estudio surge de la necesidad que existe actualmente en la empresa de depurar sus aguas residuales industriales y así poder mitigar y controlar los impactos ambientales que ha estado generando.

Se inicio realizando medidas de caudal hasta llegar a u promedio del mismo, ya que de esta forma podemos precisar la cantidad de agua que la empresa genera por día y por año. Luego mediante pruebas de tratabilidad que nos ayudaran a determinar la dosis que necesitamos para la clarificación y bajo los análisis de los parámetros que se encontraron en el agua residual, se definió el método adecuado de tratamiento y comprobando de tal manera que el agua tratada se encuentra dentro de lo estipulado por el Acuerdo ministerial 0-97A.

Finalmente, basándonos en los resultados obtenidos pudimos dimensionar una por una las unidades de tratamiento que utilizaremos en la planta, con la ayuda de AUTOCAD se elaboró el diseño que nos ayuda a entender el área que se le designo a cada unidad. También se realizó el análisis financiero, donde detallamos costos necesarios para la construcción de la planta de tratamiento.

Palabras claves: Plantas de tratamiento, tratabilidad, aguas residuales industriales, carga contaminante, caudal, caracterización del agua.

ABSTRACT

The following experimental work was carried out with the goal of obtaining an efficient industrial wastewater treatment, which comes from a shrimp packing plant, located in the industrial sector INMACONSA in Guayaquil. Through calculations and results obtained in our treatability tests to determine the sizing, materials and quantity of chemicals required for the process units, thus designing and implementing the treatment system required by the company.

This study arises from the company's current need to treat its industrial wastewater in order to mitigate and control the environmental impacts it has been generating.

We started by measuring the flow rate until we reached an average, since this way we can determine the amount of water that the company generates per day and per year. Then, by means of treatability tests that will help us determine the dose we need for clarification and under the analysis of the parameters that were found in the wastewater, we defined the appropriate treatment method, thus verifying that the treated water is within the stipulations of the Ministerial Agreement 0-97A.

Finally, based on the results obtained, we were able to size one by one the treatment units that we will use in the plant, with the AUTOCAD program we elaborated the design that helps us to understand the area that was designated to each unit. We also performed the financial analysis, where we detailed the necessary costs for the construction of the treatment plant.

Key words: treatment plant, treatability, industrial wastewater, pollutant load, flow rate, water characterization.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema

Las empresas empacadoras de camarón en todo el mundo siguen aumentando las cantidades de producto y empaque, principalmente en regiones de clima tropical, en el mundo, la industria empacadora de camarón afronta una serie de problemas asociados con la sostenibilidad y la presencia de sus aguas residuales industriales que son muy difíciles de evitar generar.

La ONU-Agua, en las naciones de pocos ingresos sólo se trata un 8% de las aguas residuales domésticas e industriales, un porcentaje muy pequeño comparado con el de los países desarrollados, donde un 70% de esas aguas son sometidas a tratamiento, Daniela Bostrom, es la portavoz del Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de la ONU, se pronunció: Si el agua no se trata y se regresa al medio ambiente esto causa toxicidad y puede afectar la biodiversidad. (ONU, 2017, pág. 1)

En Ecuador el aumento de las actividades productivas de esta índole, han hecho que se convierta en uno de los más grandes exportadores de camarón en el mundo y los conflictos que tienen muchas de estas empresas en nuestro país es la descarga de aguas residuales que no son tratadas, contaminando así fuentes receptoras de descargas, sean ríos, alcantarillado público, etc.

Estas actividades afectan la calidad del agua de un cuerpo receptor, contaminándola e invalidando el uso de esta para otras actividades adicionales, al descargar estas aguas residuales y no tener un tratamiento adecuado ocasiona daños, muchas veces irreversibles, al medio ambiente, especialmente a entornos acuáticos e incluso a la población humana, haciendo que el tratamiento de estas aguas sea de mayor importancia.

La limpieza o depuración de aguas residuales es cada vez de mayor importancia debido al aumento de la población y al crecimiento de las industrias en todos los países del mundo, al mismo tiempo las exigencias de las normativas de depuración de aguas residuales son cada vez más rigurosas, por lo que es necesario crear nuevas técnicas de depuración que no solo sean más eficientes sino también más sostenibles y limpias. (Jácome-Pilco, Carlos Ballesteros, Edwin Rea, Luis Margarita Rea Cayambe, 2021)

Las aguas residuales son aquellas vertientes provenientes de procesos postindustriales; es decir aquellas aguas que han sido utilizadas en los diferentes sistemas de fabricación, producción o manejo industrial y que para ser desechadas necesitan ser tratadas previamente, de manera tal que puedan ser adecuadas para su ubicación en las respectivas redes de vertido, depurados o sistemas naturales, tales como lagos, ríos, embalses, etc. (Lesly Da Cámara, Mario Hernández y Luiselena Paz)

La unidad de producción en donde se desarrolla nuestro proyecto experimental será en una empresa empacadora de camarón, el agua tiene diferentes usos de acondicionamiento y procesado mínimo de la industria, ya que se utiliza para enfriar el producto, el descongelado del mismo, el lavado del camarón y para limpieza general de toda el área de trabajo.

El problema que tiene la empacadora de camarón es que esta descargando sus aguas residuales industriales sin darle el tratamiento adecuado, por lo que las aguas se descargan presentando valores de contaminación superiores a los que se establece en la tabla No. 8 límites de descarga al sistema de alcantarillado público estipulado en el acuerdo ministerial 097-A, libro VI Anexo I de Norma TULSMA. Los valores y las variables para controlar se encuentran en el Acuerdo Ministerial No. 028.

El motivo que nos llevó a realizar el presente trabajo investigativo fue, la gran necesidad que existe actualmente en el establecimiento de identificar los procesos de tratamiento requeridos para así poder depurar el agua residual industrial, al paso que aumenta la demanda, también crece el volumen de aguas residuales generadas y con un constante aumento a nivel de contaminación.

La depuración de estas aguas residuales se consigue por medio de un estudio de tratabilidad, que es justamente el proyecto que se va a realizar, debido a que la empresa no ha realizado dicho estudio.

al medio ambiente sin ningún tipo de tratamiento, la UNESCO indica que para producir una gestión óptima de los recursos hídricos se debe invertir en técnicas de tratamiento modernas que permitan la extracción de metano, un poderoso gas de efecto invernadero que se encuentra en las aguas residuales no tratadas, de materia orgánica. (ONU, 2020)

La empresa empaedora de camarón requiere de un monitoreo minucioso y la disposición final, correcta de las aguas residuales generadas, mediante el desarrollo de una tratabilidad que busca precisar los distintos procesos y operaciones para el tratamiento, describiendo también las características físicas, químicas y biológicas del agua residual antes y después del tratamiento aplicado, siendo así técnica y financieramente viable beneficiando a la empresa para que el agua pueda ser descargada cumpliendo así legalmente con lo estipulado por la ley en cuanto a valores máximos permitidos para no afectar al agua receptora, contribuyendo también a ser una solución sostenible a los aspectos cuantitativos y cualitativos de la actual crisis que se tiene en el país.

1.2. Delimitación

La empresa está ubicada en el noroeste de Guayaquil, en la zona de Inmaconsa, sector industrial de la parroquia Pascuales.



Figura 1. Ubicación del sector industrial.

1.3. Pregunta de investigación

- ¿Ejecutando el proceso de tratabilidad del agua residual de la empacadora de camarón, permitirá precisar las operaciones requeridas en la unidad de análisis y que beneficios traerá consigo para la empresa?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivos Generales

Realizar un estudio de tratabilidad del agua residual de una empresa empacadora de camarón mediante pruebas físicas, químicas y biológicas en prototipos para reconocer la metodología requerida de la depuración del agua residual para que las variables de calidad cumplan con lo establecido en la normativa ambiental.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar el agua residual industrial que se genera en las instalaciones de la empresa empacadora de camarón mediante evaluaciones de calidad de agua en el laboratorio de la universidad Politécnica Salesiana para reconocer el grado de contaminación que esta presenta.
- Ejecutar el proceso de tratabilidad del agua residual industrial mediante pruebas realizadas en el laboratorio para precisar las operaciones requeridas en la unidad de análisis.
- Definir el costo de tratabilidad del agua residual industrial mediante una evaluación financiera para determinar el valor de la operación.

1.5. Hipótesis

Hipótesis de investigación

La caracterización del agua residual industrial de la empresa empacadora de camarón permitirá reconocer el grado de contaminación que presenta y su tratabilidad dejará precisar las operaciones requeridas en la unidad de análisis, definiendo el costo de tratabilidad se podrá tener el valor de operación.

Hipótesis nula

La caracterización del agua residual industrial de la empresa empacadora de camarón no permitirá reconocer el grado de contaminación que presenta y su tratabilidad no dejará precisar las operaciones requeridas en la unidad de análisis, definiendo el costo de tratabilidad no se podrá tener el valor de operación.

Hipótesis alterna

La caracterización del agua residual industrial de la empresa empacadora de camarón influye de manera positiva permitiéndonos reconocer el grado de contaminación que presenta y su tratabilidad nos ayuda a precisar las operaciones requeridas en la unidad de análisis, definiendo el costo de tratabilidad se podrá tener el valor de operación.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La contaminación del agua es un tema urgente ya que además de causar una disminución en el uso y consumo de agua, amenaza con la vida de los seres vivos y la diversidad biológica en ambientes acuáticos viéndose perjudicados por la contaminación del agua. Una parte de los recursos hídricos se están contaminando químicamente por las industrias. Cualquier tipo de agua contaminada que es transportada a diferentes fuentes receptoras, amenazan el equilibrio ecológico e incluso a nuestra salud.

Como bien sabemos el agua es sumamente importante para que la vida pueda existir, el agua es vida, por lo tanto, cada acción que tenga como principal recurso al agua es de extrema importancia, es importante. en nuestra opinión, el hombre está en el centro de la naturaleza, Sin embargo, no podemos hablar de una situación como la separación del hombre y la naturaleza, si una persona posee valores éticos y morales, valora a los demás seres vivos y actúa de manera que respete su derecho a la vida, puede tener un entorno habitable. (Kılıç, Zeyneb, 2020, pág. 5)

2.1. Agua residual

Las aguas residuales son las procedentes de procesos productivos o del consumo humano, son susceptibles de ser tratadas para ser reutilizadas si se alcanzan ciertos niveles de calidad para según qué usos, La UNESCO asegura que el 80% de las aguas residuales vuelve al ecosistema sin ser tratada ni reutilizada, o también indica que pueden ser herramientas útiles para el desarrollo sostenible, en este sentido, Naciones Unidas insta a ejercer una responsabilidad común y compartida para mejorar su gestión y prevenir la contaminación ambiental. (BBVA, 2021)

Antes de ser vertidas a los océanos, mares y lagos, estas aguas deben ser tratadas de una forma especial que modifique sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas en las plantas de tratamiento de aguas residuales, de esta manera, se pueden evitar desastres medioambientales tanto en la flora como en la fauna, por otra parte, las aguas contaminadas y no potables y, por supuesto, un saneamiento deficiente, causan la muerte de 1,5 millones de niños cada año, según Naciones Unidas, pero invertir en soluciones en

pos de la consecución de este ODS no sólo es moralmente ético, sino que, según un estudio de la Organización Mundial de la Salud, aporta, también, rentabilidad, ya que un solo dólar invertido contra esta causa de pobreza y desigualdad revierte en 5,5 dólares estadounidenses. (BBVA, 2021)

2.2. Tipo de aguas residuales

Aguas residuales domésticas: Son aquellas aguas que se generan dentro de las viviendas. Pueden ser aguas negras, aguas grises y aguas con productos de limpieza. (BBVA, 2021)

Aguas residuales industriales: Son aquellas que originan las empresas en sus procesos de producción. (BBVA, 2021)

Aguas residuales agrícolas: El mayor contaminante de los acuíferos subterráneos son los nitratos que proceden de la actividad agrícola. (BBVA, 2021)

Aguas residuales urbanas: Son las aguas resultantes del uso en las calles y edificios de la ciudad. (BBVA, 2021)

2.3. Contaminantes de aguas residuales

Contaminante	Efecto
Sólidos suspendidos	Ayuda a la producción de lodo y genera condiciones anaerobias en hábitats acuáticos.
Materia orgánica Biodegradable	Genera por lo general un olor desagradable y la desoxigenación del agua, afectando especialmente a los animales que la habitan.
Nutrientes	En exceso, genera exceso de nutrientes y sobre todo la propagación de vida acuática indeseable.

Metales pesados	Tienen diferentes efectos, estos cambian dependiendo del tipo que sea el metal, por lo general causan severos daños a los seres humanos en lo que se refiere a salud.
Sustancias causantes de desequilibrio biológico	Altera los ecosistemas por medio de la proliferación de hongos y plantas acuáticas.
Sustancias que alteran: turbiedad, color y olor	Produce aumento de temperatura que afectan tanto a los animales como a las plantas. Para fijarnos si el agua esta apta para el consumo basta con fijarse en su color, olor y turbiedad.

Tabla 1: (: Adaptado de Arrieta Goyes y Chica Santos (2019, pp. 10,11). Elaborado por: Cueva y Eras, 2021, 2021)

2.4. Características físicas del agua residual

2.4.1. Turbidez

La turbidez es una medida de la dispersión de la luz, que se debe principalmente a las partículas suspendidas, que pueden ser de origen orgánico o inorgánico, pueden existir grandes cambios en la turbidez debido al ingreso de efluentes industriales o urbanos, o debido a procesos de erosión, Aguas relativamente calmadas permiten la sedimentación del material suspendido, por lo que en general, presentan menor turbidez que aguas turbulentas en un mismo curso. (Aguas urbanas NUCLEO INTERDISCIPLINARIO, 2018)

2.4.2. Sólidos

Los sólidos en suspensión en el agua son aquellos sólidos de tamaño superior a los sólidos disueltos, es decir, mayores a 0,45 micrómetros, compuestos en parte por materia inorgánica y en parte por orgánica., el incremento en estas dos variables se correlaciona

con un aumento en la turbidez del agua e indican un incremento de aportes minerales u orgánicos provenientes tanto de la erosión como de efluentes. (Aguas urbanas NUCLEO INTERDISCIPLINARIO, 2018)

La concentración de TDS es la suma de todas las sustancias filtrables presentes en el agua que pueden determinarse gravimétricamente, comprenden las sales inorgánicas (principalmente calcio, magnesio, potasio, sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que se disuelven en el agua. (Hach, 2021)

2.4.3. Temperatura

La temperatura tiene una influencia directa en la actividad y respiración de los organismos y en la descomposición de la materia orgánica por microorganismos, un aumento en la temperatura incrementa considerablemente la velocidad de las reacciones químicas que se producen en las actividades de los organismos afectando todo el metabolismo del sistema. (Aguas urbanas NUCLEO INTERDISCIPLINARIO, 2018)

2.5. Características químicas del agua residual

2.5.1. Materia orgánica

La materia orgánica en suspensión está integrada por seres vivos (plancton), detritos y materia orgánica proveniente de efluentes, la descomposición de la misma por microorganismos se realiza más rápido cuando aumenta la temperatura del agua, lo que provoca un rápido descenso de la concentración de oxígeno. (Aguas urbanas NUCLEO INTERDISCIPLINARIO, 2018)

2.5.2. Fósforo

El fósforo es un elemento que utilizan los seres vivos para acumular la energía que emplean en procesos metabólicos, la demanda de fósforos por bacterias y algas en sistemas acuáticos es muy alta en relación con su oferta. (Aguas urbanas NUCLEO INTERDISCIPLINARIO, 2018)

2.5.3. Metales pesados

La contaminación por metales pesados puede provenir de diferentes fuentes: por ejemplo, minería, efluentes industriales, fertilizantes y plaguicidas, emisiones vehiculares, fundiciones, así como la inadecuada disposición de residuos metálicos, los arroyos urbanos se caracterizan por presentar contaminación por estos metales, que llegan a los sistemas acuáticos por el lavado de la ciudad en eventos de precipitación., por otra parte, en algunos casos existe contaminación por metales pesados de forma natural, por ejemplo, debido a altas concentraciones en determinados suelos o rocas. (Aguas urbanas NUCLEO INTERDISCIPLINARIO, 2018)

2.5.4. Demanda química de oxígeno (DQO)

El oxígeno disuelto, normalmente se expresa en partes por millón (ppm). La solubilidad del oxígeno en el agua depende de la temperatura menos oxígeno se disuelve, detectar una concentración menor de oxígeno a la correspondiente para una temperatura dada nos indica que estamos en una situación de sub-saturación, que es perjudicial para los organismos, valores mayores a los esperados para una temperatura dada implican una sobresaturación que es perjudicial para muchos organismos, valores mayores a los esperados para una temperatura dada implican una sobresaturación. (Aguas urbanas NUCLEO INTERDISCIPLINARIO, 2018) cito a (WAZTEL, 2001)

2.5.5. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es la cantidad de oxígeno que requieren las bacterias para degradar la materia orgánica susceptible de descomposición de una muestra líquida en condiciones aerobias (en presencia de oxígeno), se utiliza para determinar el grado de contaminación orgánica, se mide transcurrido 5 días y se expresa en mg O₂.L⁻¹, en condiciones no fotosintéticas, valores altos de DBO suelen indicar contaminación por materia orgánica. (Aguas urbanas NUCLEO INTERDISCIPLINARIO, 2018)

2.5.6. pH

El potencial de hidrogeno (pH) es una medida de acidez que muestra la concentración de iones hidronio (H_3O^+) presentes en delimitadas disoluciones y su medición se realiza potenciometría, con un electrodo conocido como pH metro, pero también pueden usarse sondas multiparamétricas. (Aguas urbanas NUCLEO INTERDISCIPLINARIO, 2018)

2.6. Características biológicas del agua residual

El tipo y concentración de microorganismos en un agua residual depende del estado general de salud de la población, la existencia de portadores de alguna enfermedad y la capacidad de los agentes infecciosos a sobrevivir fuera de los huéspedes bajo diversas condiciones ambientales, los microorganismos patógenos en el agua se pueden dividir en tres categorías: bacterias, virus y protozoos parásitos, las bacterias y virus se pueden encontrar tanto en las aguas subterráneas como en las aguas superficiales, mientras que los protozoos son comunes en las aguas superficiales. (MADRID BLOGS, s.f.)

2.7. Calidad del agua

La calidad de agua depende del uso que se le dará por medio de factores y variables para describir el estado del cuerpo de agua una vez ya cumplidos los parámetros físico - químicos y biológicos, se podrá considerar apta, en este caso para descarga a alcantarillado público.

Los límites máximos permisibles para descarga al sistema de alcantarillado público, se encuentra en la tabla No. 8 estipulado en el acuerdo ministerial 097-A, libro VI Anexo I de Norma TULSMA. Los valores y las variables para controlar se encuentran en el Acuerdo Ministerial No. 028.

2.7.1. Muestreo del agua residual

Un muestreo es la extracción de una parte del agua residual industrial, para luego ser llevada a un laboratorio con el propósito de analizar las características que posee. Se debe

tener en cuenta las normas de precaución al tomar la muestra de agua, de manera que no se altere su composición hasta ser analizada.

2.8. Marco legal

2.8.1. Constitución de la república del Ecuador

Aprobada por la Asamblea Nacional Constituyente y el Referéndum aprobatorio, que se encuentra publicado en el Registro Oficial No.449, del lunes 20 de octubre del 2008, La Constitución Política de la República del Ecuador, nos indica sobre los derechos del buen vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, de preservar los recursos naturales y la biodiversidad existente en el territorio ecuatoriano. (Ecuador, 1887)

TÍTULO II

DE LOS DERECHOS CAPÍTULO II

DERECHO DEL BUEN VIVIR SECCIÓN II AMBIENTE SANO

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. (Ecuador, 1887)

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (Ecuador, 1887)

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto, la soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. (Ecuador, 1887)

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustenten el buen vivir. (Ecuador, 1887)

CAPÍTULO VII

DERECHOS DE LA NATURALEZA

Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales, se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional. (Ecuador, 1887)

Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir, los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado. (Ecuador, 1887)

CAPITULO IX

RESPONSABILIDADES

Art. 83.- Son deberes y responsabilidades de los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la constitución y la ley: Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible. (Ecuador, 1887)

2.8.2. TULSMA Acuerdo ministerial 097-A

En el acuerdo ministerial encontramos las normas generales para descarga de efluentes al sistema de alcantarillado

Nos dice que se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin tratar hacia el sistema de alcantarillado, provenientes del lavado y mantenimiento de vehículos, así como el de aplicadores manuales y aéreos, recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas. (TULSMA, 2018)

Las descargas líquidas provenientes de sistemas de potabilización de agua no deberán disponerse en sistemas de alcantarillado, a menos que exista capacidad de recepción en la planta de tratamiento de aguas residuales, ya sea en funcionamiento o proyectadas en los planes maestros o programas de control de la contaminación, en implementación, en cuyo caso se deberá contar con la autorización de la Autoridad Ambiental Nacional o la Autoridad Ambiental Competente que corresponda. (TULSMA, 2018)

También se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado sanitario, combinado o pluvial cualquier sustancia que pudiera bloquear los colectores o sus

accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa. (TULSMA, 2018)

La EPS podrá solicitar a la Entidad Ambiental de Control, la autorización necesaria, de manera parcial o total descarguen al sistema de alcantarillado efluentes, cuya calidad se encuentre por encima de los estándares para descarga a un sistema de alcantarillado, establecidos en la presente norma. (TULSMA, 2018)

Las descargas al sistema de alcantarillado provenientes de actividades sujetas a regularización deberán cumplir los valores establecidos en la TABLA 8, en la cual las concentraciones corresponden a valores medios diarios. (TULSMA, 2018)

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	mg/l	1,0
Cinc	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	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0
Dicloro etileno	Dicloetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos totales de Petróleo	TPII	mg/l	20,0

Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno total Kjeldahl	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	mg/l	6,9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos sedimentables	SD	mg/l	20,0
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	220,0
Sólidos totales	ST	mg/l	1600,0
Sulfatos	SO4	mg/l	400,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C	mg/l	< 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

Tabla 2: ACUERDO 097-A Reforma del TULSMA, Tabla 8. Límites máximos permisibles de descarga al sistema de alcantarillado público.

2.8.3. Guía para ejecución de monitoreos de aguas residuales industriales (Alcaldía de Guayaquil – Dirección de ambiente, sostenibilidad y cambio climático)

Tabla 3: Guía para ejecución de monitoreos de aguas residuales industriales.

Tabla que se muestra en el Anexo 6 (Alcaldía de Guayaquil – Dirección de ambiente, sostenibilidad y cambio climático. Anexo 1

<i>Nº</i>	<i>ACTIVIDAD</i>	<i>PARÁMETROS</i>
16	Empacadoras de productos acuícolas	Caudal, DQO, DBO, SST, ST, Aceites & Grasas, pH, Tensoactivos, Nitrógeno Total Kjeldahl (N), Fósforo Total (P), Cloruros (Cl), Sulfatos (SO ₄), Sulfuros (S), Compuestos Fenólicos

Fuente: Elaborado por: Jara y Carriel, 2023.

2.9. Tratamiento de aguas residuales

Las pruebas de tratabilidad permiten conocer los valores de ciertos parámetros necesario para el tratamiento del agua en las plantas de depuración, también, permiten determinar los parámetros de diseño, las dosis precisas de insumos, así como el tamaño y tipo de las diferentes unidades que conforman una planta de tratamiento, para llegar a un tratamiento eficaz y lograr así que remueva la mayor cantidad de carga contaminante, al no remover la contaminación, se generan descargas de agua residual que presentan concentraciones en los parámetros de control que sobrepasan los valores establecidos como límite máximo permisible, lo que expone a la empresa a sanciones económicas por parte de la autoridad ambiental de aplicación responsable, así como a la remediación por la afectación ambiental. (V. Ordoñez, 2019)

Actualmente, los tratamientos aplicados para la potabilización del agua implementan un modelo de economía circular hídrica, ya que al tratarla pueden volver a implementarse mediante la recuperación de nutrientes, energía, biomoléculas, metales, compuestos orgánicos e inorgánicos provenientes de estas aguas, adicionalmente, estos suponen una ventaja para la valorización de aguas residuales porque, en este momento, solo se tiene en cuenta en servicios agrícolas. (S. Guerra, 2020)

Los procesos de tratamientos por el cual debe pasar el agua residual para poder ser tratada son:

- **Pretratamiento:** Es la etapa que ayuda a que los sólidos de gran tamaño sean removidos por medio de un sistema de rejillas y se lo conoce como desbaste, ayudándonos a no ocasionar problemas en los tratamientos posteriores ya que estos sólidos pueden alterar el funcionamiento normal de la unidad de tratamiento.
Para esta etapa de tratamiento se puede instalar los siguientes materiales:
 - Tanto Rejillas delgadas, gruesas e inclinadas.
 - Cedazos con cerdas finas.
 - Trampas de arena.
 - Trituradores.
- **Tratamiento primario:** Aquí es donde se da uno de los procesos de sedimentación, se eliminan los componentes orgánicos que flotan o se suspenden, además se busca disminuir la demanda química de oxígeno alrededor del 30 a 40%. (Csineros, 2018)
- **Tratamiento secundario:** Actúa con ayuda de oxidación y mediante 3 métodos: que son aireación, biofiltración y piscinas de oxidación se pretende reducir Demanda química de oxígeno entre 10-30 mg/L. (Organica water, 2017)
- **Tratamiento terciario:** Elimina, principalmente, fosfatos y nitratos, además con el árca y carbón activado y utilizando muy buena tecnología. (Organica water, 2017)

2.9.1. Operaciones unitarias y procesos

El agua residual en este caso es proveniente del sector industrial, de una empacadora de camarón, la calidad de esta agua se ve alterada debido a la presencia de sustancias químicas y materia orgánica.

El tratamiento de aguas residuales se somete a procesos físicos, químicos y biológicos que como objetivo tienen disminuir la concentración de la carga contaminante y así poder verter los efluentes depurados, reduciendo riesgos tanto para el medio ambiente, como para todos los seres vivos, las Plantas de Tratamiento son un conjunto de operaciones y procesos unitarios de origen fisicoquímico o biológico, o combinación de ellos que están envueltos por fenómenos de transporte y manejo de fluidos. (Marquez, Bettys Farias de, 2018)

- Operaciones Físicas: Son aquellas operaciones en donde se involucran reacciones químicas. (Marquez, Bettys Farias de, 2018)
- Operaciones o Procesos Químicos: En estas Operaciones donde ocurren las reacciones químicas. (Marquez, Bettys Farias de, 2018)
- Operaciones o Procesos Biológicos: Reacciones en donde se producen reacciones biológicas o bioquímicas. (Marquez, Bettys Farias de, 2018)

Tratamiento de las Aguas Residuales:

Para preservar y conservar la salud del medio del cual nos vemos rodeados es importante tratar las aguas negras:

- Eliminando bacterias que son causantes de enfermedades.
- Estabilizar la carga orgánica que tienen este tipo de agua.
- Disminuir la polución a los cuerpos de agua.

2.9.2. Estudio de tratabilidad

Por lo general los estudios que se llevan a cabo con el agua el laboratorio tienen como objetivo primordial identificar si el agua tiene algún componente fuera de lo normal, es decir, las sustancias que están inmersas en esta, ya sea que estén disueltas o suspendidas. Existen diferentes análisis de aguas residuales, los cuales tienen objetivos muy distintos. Un ejemplo muy claro son las pruebas de tratabilidad las cuales nos indican valores de parámetros indispensables para el tratamiento en las plantas de depuración.

Es la parte fundamental del tratamiento de aguas, aquí se caracteriza el agua y se la analiza, por lo general las aguas en estos ensayos suelen constar de:

- Analíticas de entrada.
- Ensayos de coagulación floculación.

2.9.3. Estudios de tratabilidad.

Las pruebas de jarras son técnicas usadas para lograr establecer la dosis necesaria de los químicos y otros parámetros que involucran el funcionamiento de nuestra unidad de tratamiento. Simulando los procesos de floculación, coagulación y sedimentación a una

escala. Existen infinidad de materiales y equipos que son necesarios y muy útiles para realizar los test de jarra, pero todo el proceso se enfoca en usar una serie de vasos de precipitación simultáneamente y de variar la velocidad con la que se agita dichos vasos (r.p.m) En este proceso tenemos:

1. Temperatura.
2. Aplicación de químicos.
3. Coagulante (concentración).
4. TS (Tiempo de sedimentación).
5. pH.
6. Grado de agitación.

Conocemos al pH, ya que es un parámetro fundamental al momento que se está realizando el proceso de floculación y coagulación, de esta manera las cargas de partículas coloidales que han absorbido iones OH⁻, no vuelve a ser la misma debido a una gran demanda en la concentración de iones H₃O⁺ que provoca reducción de la estabilidad de la suspensión de los coloides, se recomienda que el pH debe permanecer en el rango al grado soluble de los iones metálicos con respecto al coagulante que se usó, para las sales que contiene el hierro el rango del pH es mucho más amplio. (Yaniris, Lorenzo-Acosta, 2006)

El pH del medio en la coagulación tradicional con hidróxido de aluminio ha demostrado que sólo coagula cuando es inferior a 7,4 o superior a 8,5; sin embargo, la eliminación de las materias orgánicas se efectúa mejor en medio ácido con pH inferior a 7,4 o como sucede con el hidróxido férrico que coagula a un PH superior a 6. pero el alto contenido de materia orgánica del agua cruda proporcionará la formación de sales orgánicas de hierro y el agua quedará coloreada. (Yaniris, Lorenzo-Acosta, 2006)

El coagulador férrico está indicado en la coagulación de aguas cuyo pH oscila en los rangos entre 7.0 y 8.0, zona en la que el sulfato de alumina coagula muy mal, el coagulador cúprico se utiliza en aguas alcalinas, en las que asegura su decoloración, este tipo de coagulante posee un poder desodorante muy acentuado y evita el desarrollo de algas en decantadores y filtros. (Yaniris, Lorenzo-Acosta, 2006)

La temperatura del agua también influye grandemente en la efectividad de la coagulación y en la velocidad de formación del floculo, según disminuye la temperatura del agua debe aumentarse la dosis de productos químicos usados para coagular, con el objetivo de lograr

o asegurar la formación de flóculos adecuados, el tiempo de mezclado del coagulante en el agua a tratar será el necesario para que el producto utilizado se difunda con la mayor rapidez posible, el tiempo de coagulación es extraordinariamente breve, menos de un segundo y la utilización óptima del coagulante exige que la neutralización sea total antes de que una parte del coagulante haya comenzado a precipitar. (Yaniris, Lorenzo-Acosta, pág. 2)

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Materiales

Aplicamos diversos materiales y equipos mientras duró el muestreo en la empresa y durante los análisis de laboratorio, entre los meses de julio y agosto.

3.1.1. Materiales para muestreo In situ

Los materiales utilizados para la etapa de muestro en el lugar en donde se encuentra el afluente de la empacadora, están detallados en la Tabla 4.

Tabla 4. Materiales para recolección de muestras *in situ*.

Material	Características
Jarra	Capacidad de 1l
Botellones de agua	Capacidad 5 galones
Etiquetas adhesivas	Para rotulación de muestras
Guantes	Látex
Botellas pequeñas de agua	Capacidad 1l
Hielera	

Fuente: Elaborado por: Jara y Carriel, 2023.

3.1.2. Materiales para análisis de laboratorio

En esta tabla se describen los materiales proporcionados por la universidad y que fueron utilizados para análisis en laboratorio de la misma.

Tabla 5. Materiales empleados en la etapa de análisis de laboratorio.

Material	Características
Probeta	Capacidad 1000 ml.
Vasos de precipitación	Capacidad 1000 ml
Pipeta	Capacidad 5 y 10 ml
Cuchara dosificadora	Capacidad 10 ml

Tubos de digestión	
Peras	De 3 vías
Parafilm	10 cm
Discos antiestáticos de pesaje	

Fuente: Elaborado por Jara y Carriel, 2023.

3.2. Equipos utilizados en laboratorio

e muestran a continuación los equipos utilizados en laboratorio para analizar los parámetros del agua residual.

Tabla 6: Equipos utilizados en la fase de análisis de laboratorio.

Nombre	Marca
pH – metro	Hanna
Equipo de conductividad	Horiba Scientific
Prueba de jarras	Sunshine Scientific
Estufa de secado	Hanna
Destilador	VELP
Balanza analítica	

Fuente: Elaborado por Jara y Carriel, 2023.

3.3. Muestreo

3.3.1. Definición del sitio del muestro

Para establecer el sitio de muestro se ejecutó una visita por todas las instalaciones de la empresa siguiendo el recorrido que realizan las aguas por los diferentes canales, en las diferentes estaciones de trabajo para observar el punto de llegada del agua al sistema de alcantarillado que se encontró dentro de la empresa, antes de evacuar todo su caudal al sistema de alcantarillado público.

3.4. Metodología

3.4.1. Metodología de campo

3.4.1.1. Muestreo del agua residual

Para poder tomar una muestra del agua residual dentro de la industria se tuvieron en cuenta los cuatro factores más importantes para la toma de muestras, que nos permite determinar las características que posee y son: el sitio adecuado para muestrear, la técnica adecuada para la recolección de muestras, el tiempo y la frecuencia adecuada.

La técnica que usamos para la recolección fue muestras tipo compuestas, que consta en un conjunto de muestras simples que fueron tomadas en el mes de julio y también en agosto del presente año, en el horario de 8:00 am a 16:00 pm, siendo recogidas las muestras cada hora y observando los días picos en la generación de aguas residuales. Con los análisis in situ se determinó que no existe gran alteración en los resultados obtenidos de los parámetros, por lo cual no se planificaron otros días de muestro, teniendo en cuenta la conservación de las muestras de aguas residuales.

Para la toma de muestras se utilizó una jarra de 1000 ml, se llenaron en total 6 garrafones de agua residual con una funda plástica se sellaron las tapas de los garrafones y se transportó a las instalaciones de universidad para su tratabilidad. Para transportar las muestras que se enviarían a analizar se recolectaron dos botellas de agua cada una de litro y para su conservación y transporte se utilizó una hielera.

En la misma jarra al recolectar el agua residual se aprovechó para medir los siguientes parámetros: pH, turbidez, conductividad, SDT. Las mediciones in situ que se realizaron en diferentes días, dentro de los meses antes mencionados. Durante la medición se comprobó que había muy poca variación en los parámetros.

3.4.1.2. Medición de caudal

Para poder determinar el caudal usamos un método denominado volumétrico, que llenando un recipiente y contabilizando el tiempo en que tarda en llenar podemos determinar el caudal. La fórmula con la que se puede determinar el caudal es:

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

Q = Caudal, (L/s).

V = Volumen del recipiente, (L).

T = Tiempo de llenado, (s).

Las mediciones de caudal se llevaron a cabo durante una semana del mes de julio, se realizaron 8 repeticiones diarias cada hora aproximadamente, el sábado 1, lunes 3, martes 4, martes 5, miércoles 6, jueves 7, viernes 8, desde las 9 am hasta las 16 pm.

3.4.1.3. Turbidez

Medimos la turbidez tanto del agua cruda como también del agua tratada para esto usamos el turbidímetro que se encuentra en el laboratorio de química en la Universidad, ya que los turbidímetros son usados para poder medir las partículas suspendidas de un líquido en este caso nuestras muestras de agua, mostrando valores en NTU (Unidad de turbidez nefelométrica).

Primero medimos la turbidez de nuestra agua cruda que recolectamos en ese momento y luego de tratarla hicimos lo mismo con el agua, pero ya clarificada, de esta manera se obtuvo un resultado significativo en la reducción de la cantidad de turbidez que tenía nuestra agua luego de ser tratada.

3.4.1.4. pH

El pH nos muestra la alcalinidad o la acidez que posee un agua. Podemos llamarla también como la concentración de iones de hidrógeno en el agua. Por lo general, existe una escala del pH logarítmica y esta va del 0 al 14.

Para medir el pH in Situ usamos el multiparámetro portátil, tomamos muestras del agua durante 12 horas y en cada hora se midió la cantidad de pH que tenía el agua.

3.4.1.5. Conductividad

La conductividad eléctrica es la capacidad que tiene el agua para poder transportar una corriente eléctrica por medio de iones disueltos. Para medir la conductividad eléctrica usamos un multiparámetro, ubicando el método correcto para medir este parámetro.

3.4.1.6 Temperatura

Medir temperatura es importante ya que afecta la cantidad de oxígeno que puede transportar el agua. Podemos decir que a menor temperatura se transporta más oxígeno. Para medir este parámetro también se usó el multiparámetro.

3.4. Metodología de análisis de laboratorio

3.5.1. Determinación de sólidos

3.5.1.1. Sólidos totales (ST)

El proceso para medir los sólidos totales es por medio de evaporación del agua residual en crisoles de porcelana.

Se ponen a calentar los 3 crisoles vacíos, se realizó el pesaje en una balanza analítica y después se colocan 100 ml de agua residual en cada uno y se los lleva a la estufa a una temperatura de 105°C se dejó 24h y finalmente se los peso.

3.5.1.2 Sólidos suspendidos totales (SST)

Con ayuda de un filtro retuvimos los sólidos suspendidos, para el análisis, con ayuda de una bomba de vacío que filtra las muestras a través del papel.

Se pesan los crisoles con el papel filtro y se vierten 100 ml de agua residual por la lámina de papel. Ya secado el papel, se retira el embudo, se coloca en el crisol y finalmente es pesada.

3.5.2. Nitrógeno total Kjeldahl

Es parámetro consta en 3 partes:

Digestión: Se midió 50 ml del agua residual y se transfiere a un tubo de digestión, se agrega ácido sulfúrico junto a 2 tabletas de catalizador y de antiespumante, se programa el digesto Velp.

Destilación: Se coloca el tubo de digestión en el destilador a 5 min de destilación y 50 ml de Na (OH) al 30%, se recoge el destilado en un matraz de titulación que contenga ácido bórico.

Titulación: Se introduce la sonda del titulador en la solución de HCl y se titula el blanco hasta un pH de 4. y luego el destilado de la muestra.

Finalmente se calcula el nitrógeno con la siguiente fórmula:

$$\% N = \frac{(ml \text{ ácido valorante} - ml \text{ del blanco}) \times N \text{ del ácido} \times 1,4007}{\text{peso de la muestra en gramos}}$$

3.5.3. Pruebas de tratabilidad

Para poder llevar a cabo la tratabilidad del agua residual se realizó un análisis preliminar con las pruebas de Jarras permitiéndonos determinar la dosis óptima de coagulante-floculante, pH adecuado de coagulación, la velocidad y el tiempo de sedimentación óptimo que nos ayude a remover los sólidos y a clarificar el agua residual.

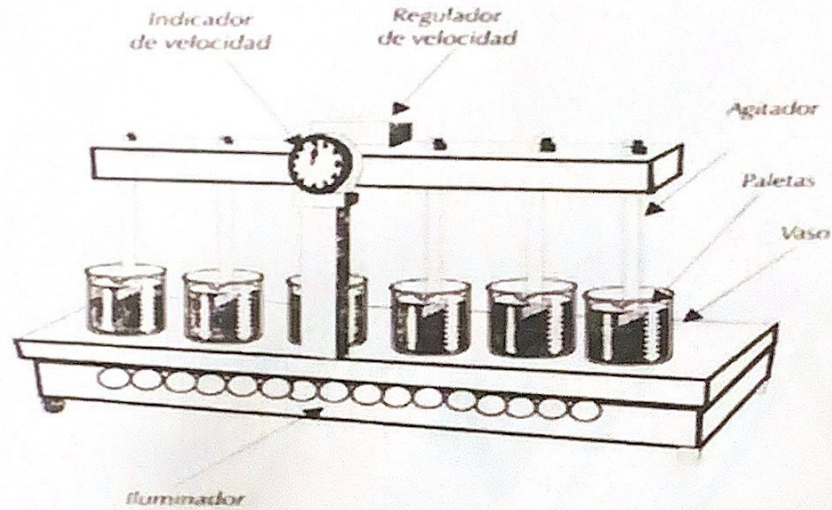
3.5.3.1. Prueba de jarras

La prueba de jarras es un análisis que nos ayuda a determinar el diseño y funcionamiento de una planta, es una etapa sumamente importante en el proceso de tratamiento de aguas. Aquí evaluamos el comportamiento del coagulante-floculante mediante la observación.

La prueba de tratabilidad que se realizó en el laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana consistió en agregar a 6 vasos de precipitación de 1000 ml de agua cruda cierta cantidad de coagulante y floculante de tal manera que el agua residual de los vasos

empiece a clarificarse y los sólidos se sedimenten. Realizamos este tipo de prueba para encontrar la dosis óptima de coagulante y floculante para nuestro sistema de tratamiento.

Figura 2. Agitador de prueba de jarra.



Fuente: QQA Química

3.5.3.2. Materiales, equipos y reactivos

En la siguiente tabla se describen los materiales, equipos y reactivos utilizados para las pruebas de jarras:

Tabla 7. Equipos, materiales y reactivos utilizados en la prueba de jarras

Materiales	Equipos	Reactivos
Probeta 1000ml	FLOCCULATOR JAR TEST (prueba de jarras)	Agua destilada
Vasos de precipitación	pH-metro	Sulfato de aluminio

Pipetas	Pesa	Policloruro de aluminio
		1%
Peras		

Fuente: Elaborado por: Jara y Carriell, 2023.

3.5.3.3. Procedimiento

Preparación de soluciones.

Determinación de la dosis y tiempo óptimo de coagulante-floculante.

1. Antes de colocar la muestra en los vasos de precipitación se mezcló previamente, en la probeta se midieron 1000ml del agua residual para que los 6 vasos de precipitación queden con las mismas cantidades.
2. Una vez organizados los 6 vasos de precipitación se los organiza y ubica en la máquina, se bajan las paletas de agitación. Por otro lado, se tienen listas las diferentes dosis de coagulante-floculante que vamos a utilizar en cada una de las jarras.
3. Se configura la primera velocidad a 120 rpm durante 1 minutos y se da inicio, enseguida se vierte la cantidad de coagulante que elegimos para cada jarra, la primera jarra contenía 0,5 gr y se fue aumentando 0,5 gr a cada jarra.
4. Una vez terminada la velocidad rápida, se redujo la velocidad a 10 rpm durante 15 min, y se añadió la dosis de floculante partiendo de 1 ml con la primera jarra y agregando 1 ml más a cada jarra.
5. La formación de flocs se calificó mediante el Índice de Willcomb.
6. Se dejó sedimentar por 20 minutos y luego se analizó el agua clarificada.

Determinación del tiempo óptimo.

1. En las seis jarras con agua residual, se ajustó el pH, la velocidad rápida y la dosis óptima del PAC
2. Se redujo la velocidad a 10 rpm durante 10 minutos, y los flóculos se califican.

3. Para la determinación del tiempo se probaron diferentes tiempos hasta llegar al óptimo. Transcurrido el tiempo que elegimos se llevaron a cabo los análisis de esta agua clarificada.

3.6. Factores para evaluar para la elección y selección de diseño de una PTAR

1. Una vez determinado el caudal de operación, los procesos deben ser dimensionados con ese caudal de referencia.
2. Se debe tener en cuenta si el diseño esta apto para variaciones de caudal y si presenta variaciones se requieren de tanques homogeneizadoras.
3. Una buena caracterización del agua residual cruda.
4. Elección de los procesos.
5. El tamaño de la PTAR depende de la cinética de reacción predominante.
6. Que tan efectivo será el desempeño del sistema y si cumple las normas vigentes del país.
7. El procesamiento de los lodos.
8. Condiciones de operación y mantenimiento
9. Realizar los planos de construcción.
10. Estimar los costos de ingeniería.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diagnostico

La empresa empacadora de camarón en la que se realizó el proyecto de titulación, la actividad se encuentra circunscrita dentro de actividades acuícolas y pecuarias de acuerdo con los reglamentos del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca, así como dentro del Ministerio del Ambiente. Es importante mencionar que la carga contaminante de estas empresas hace que sea el aspecto ambiental más representativo dentro del sector alimenticio, por eso la normativa exige a las industrias a que traten sus aguas residuales.

Se está descargando el agua residual con un tratamiento básico que luego pasa al sistema de alcantarillado público, por lo que existe la probabilidad de generar un proceso alternativo que permita a la empresa recuperar el agua, reusándola luego del tratamiento, lo cual generaría un ahorro significativo a la empresa, es la causa por la que la empresa abre las puertas a los estudiantes de la carrera de ingeniería ambiental de la Universidad Politécnica Salesiana para poder identificar esta opción que permita optimizar sus procesos. Se observó que en el agua residual industrial existe gran cantidad de sólidos gruesos compuestos por residuos de camarón, cascara, cabeza que pueden aprovecharse.

Las actividades que logran aportar carga contaminante y volumen son:

- CIP de limpieza en las instalaciones que se realiza 3 veces al día: con productos químicos utilizados (hipoclorito).
- Limpieza de la materia prima (camarón) con cloro.
- Limpieza de que equipos y meses de trabajo.
- Restos de materia prima (cascara, cabezas de camarón)

Por temas de higiene y sanidad el consumo de agua es extremadamente alto, con fines de auditora y calidad del producto.

Operaciones del procesamiento de camarón:

- a. Recepción de la materia: Se recibe el camarón entero, por medio de bins que reciben de 800 a 1000 libras, por temas de calidad y de conservación del producto esta es la manera más común que usan, también les llega camarón en gavetas de 30 a 50 libras diarias.

- b. Descabezado y pelado: Este trabajo se hace completamente manual, dependiendo el producto terminado que se requiera que son el pelado de cola, esta materia prima llega se descabeza, pela, se lava y en una maquina clasificadora y cuando el camarón llega totalmente entero va directo a la maquina clasificadora.
- c. Clasificación: La máquina los clasifica y su función es agrupar los camarones por tamaño, de 6 a 10 camarones por caja.
- d. Enhiela miento: Se los conserva en reefers a una temperatura de -18 o -20 , el producto es almacenado allí luego de haber pasado por los procesos anteriormente mencionados.
- e. Almacenamiento: El almacenamiento es netamente temporal. Por ejemplo, cuando el producto procesado tiene que esperar el transporte que hará su retiro final.
- f. Producto terminado: Es vendido a empresas exportadoras.

4.2 Punto de muestro

Donde se juntan todas las aguas residuales de la empresa antes de ser descargadas es en una caja de alcantarillado dentro de la empresa. Por lo mismo este fue el punto seleccionado para todos los nuestros realizados.

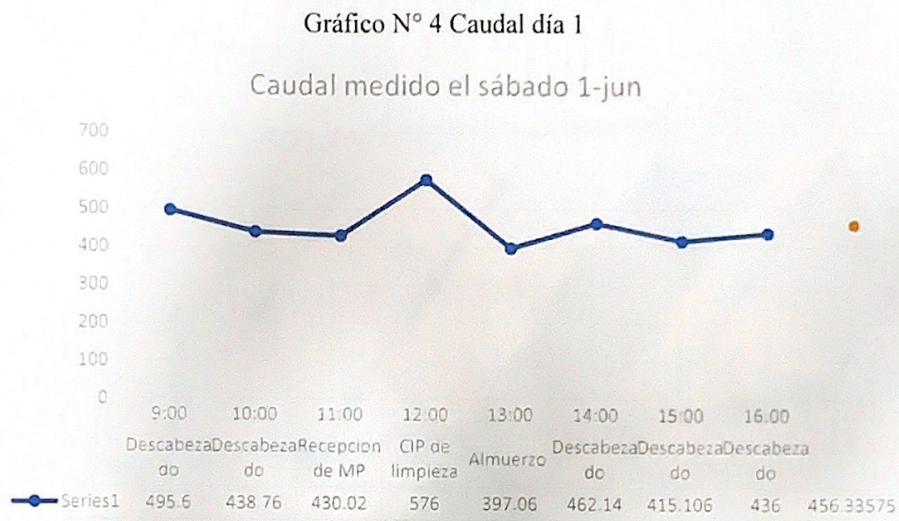


Figura 3. Punto de muestro dentro de la empresa.

4.3. Determinación del caudal

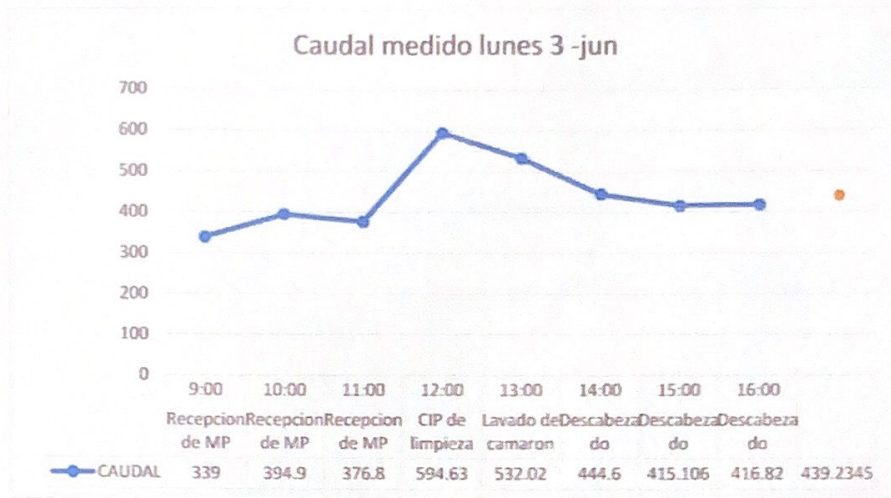
Durante la primera semana de junio, diariamente se tomaron 8 repeticiones de caudal de 9:00 am a 16:00 pm, para llegar a un promedio con el que nos basaremos para dimensionar nuestra planta.

En las gráficas se detalla la actividad que se realizaba en la unidad de producción, hora de medición y el punto de color naranja muestra el promedio por día.



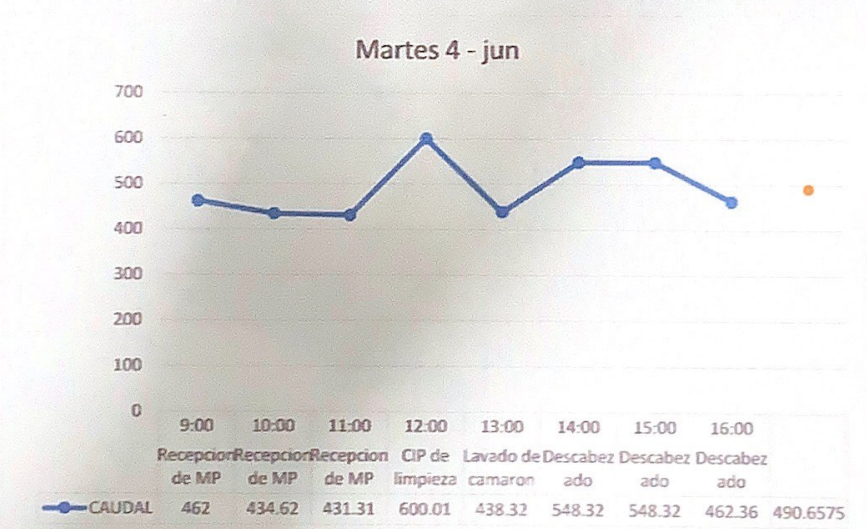
Fuente: Elaborado por Jara y Carriel.

Gráfico N° 5 Caudal día 2



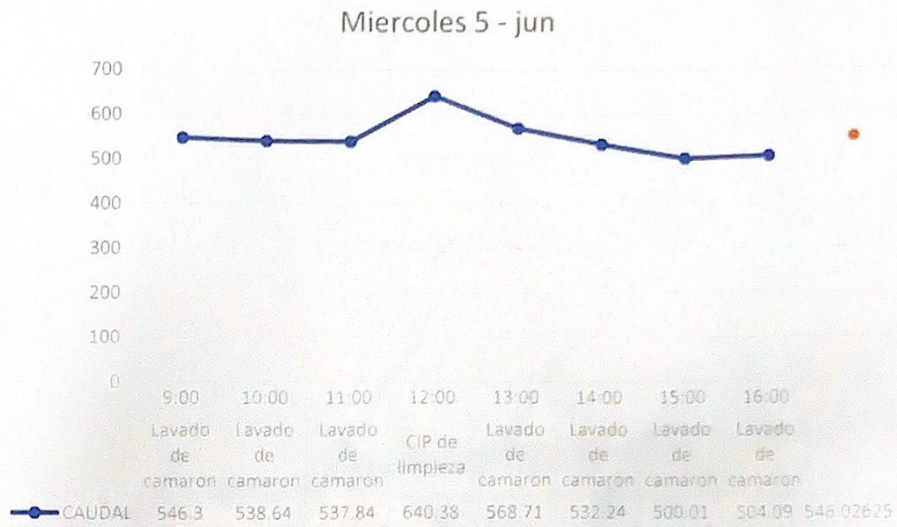
Fuente: Elaborado por Jara y Carriel.

Gráfico N° 6 Caudal día 3



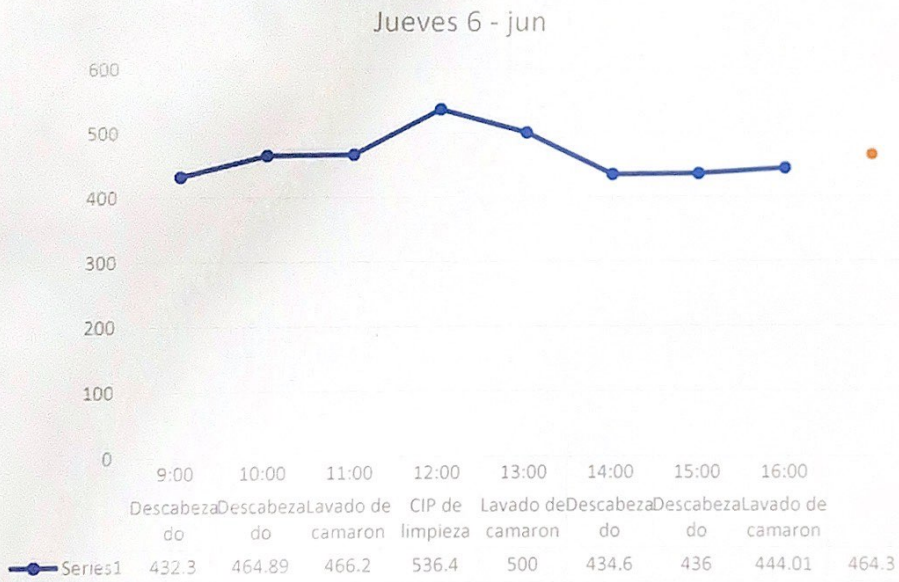
Fuente: Elaborado por Jara y Carriel.

Gráfico N° 7 Caudal día 4



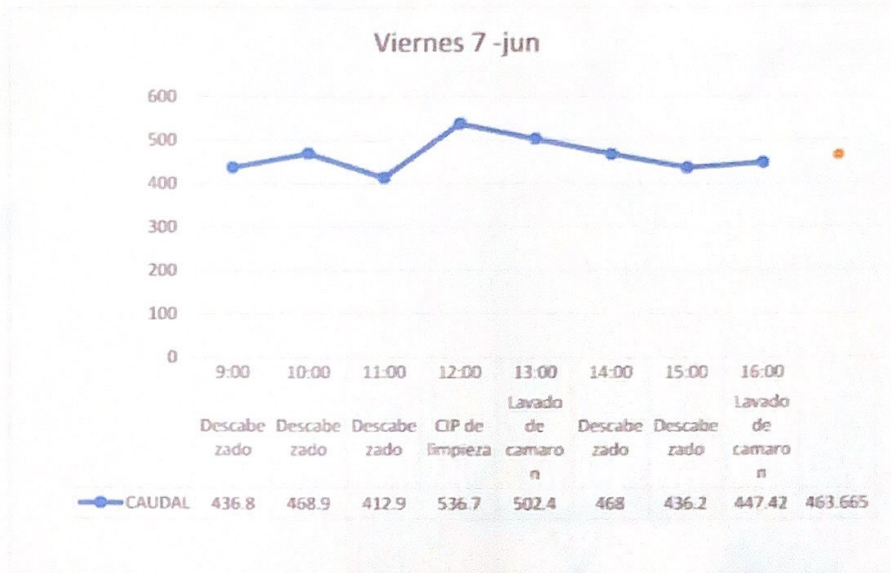
Fuente: Elaborado por Jara y Carriel.

Gráfico N° 8 Caudal día 5



Fuente: Elaborado por Jara y Carriel.

Gráfico N° 9 Caudal día 6

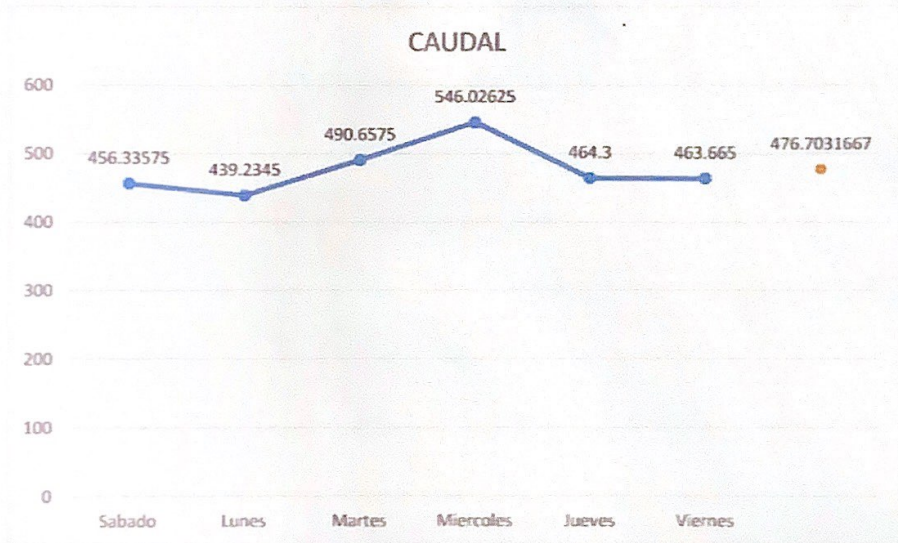


Fuente: Elaborado por Jara y Carriel.

- El caudal referencial que usaremos para poder diseñar nuestra planta es:

$$Q = 476.7031$$

Gráfico N° 10 Caudal día 4



Fuente: Elaborado por Jara y Carriel.

4.4. Caracterización del agua residual

4.4.1. Resultados de parámetros *in situ*

Los resultados obtenidos de las mediciones de dos muestreos compuestos *in situ* realizados, el 15 de junio y el 20 de julio, todas durante el presente año 2023.

Tabla 8: Resultados in situ. Lo resultados se comparan con lo establecido en el ACUERDO 097-A Riforma del TULSMA, Tabla 8. – Norma de calidad Ambiental y descarga de efluentes a alcantarillado.

Semana	pH	Conductividad (mS/cm)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)
15 de junio	7.81	1596	5.16	23.2
20 de julio	7.90	1603	4.60	23.9
Límites	6.9	–	–	< 40,0
Norma 097-A				

Fuente: Elaborado por: Jara y Carriel, 2023.

4.4.2. Análisis enviados al laboratorio

Se enviaron algunas muestras del agua residual a IPSOMARY un laboratorio de servicios ambientales (resultados adjuntados en el Anexo 8).

Tabla 9: Resultados adjuntados en el Anexo 8. Lo resultados se comparan con lo establecido en el ACUERDO 097-A Reforma del TULSMA, Tabla 8. – Norma de calidad Ambiental y descarga de efluentes a alcantarillado.

Semana	DQO (mg/l)	DBO (mg/l)	Aceites y grasas	Tenso activo	Fósforo total (mg/l)	Cloruros	Sulfatos	Sulfuro	Compuestos Fenólicos
20 Julio	2.246,50	1.058,75		2.140	47.693	11.150,6	5	10,10	0,456
Límites norma 097-A	500,0	250	70,0	2,0	15,0	0,5	400,0	1,0	0,2

Fuente: Elaborado por: Jara y Carriel, 2023.

Con los resultados del agua residual que descarga la empresa, observamos que ninguno de los parámetros cumple con los límites estipulados por el Acuerdo Ministerial. Por lo que es importante realizar las pruebas de jarra, para encontrar una tratabilidad adecuada para este caso.

4.4.3. Resultado de parámetros medidos en el laboratorio

En el laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana se llevaron a cabo tres parámetros, sólidos suspendidos totales, sólidos totales, nitrógeno total Kjeldahl.

Tabla 10: Resultados de parámetros analizados en el laboratorio. Los resultados se comparan con lo establecido en el ACUERDO 097-A Reforma del TULSMA, Tabla 8. – Norma de calidad Ambiental y descarga de efluentes a alcantarillado.

Semana	SST	ST	Nitrógeno Total Kjeldahl
20 Julio	390,8	1865,0	72,3
Límites norma 097-A	220,0	1600,0	60,0

Fuente: Elaborado por: Jara y Carriel, 2023.

4.5. Tratabilidad

4.5.1. Prueba de jarra

Como resultado de nuestras pruebas de jarra nos quedamos con la muestra 9 siendo nuestra dosis optima de coagulante y floculante.

Tabla 11. Prueba de jarra.

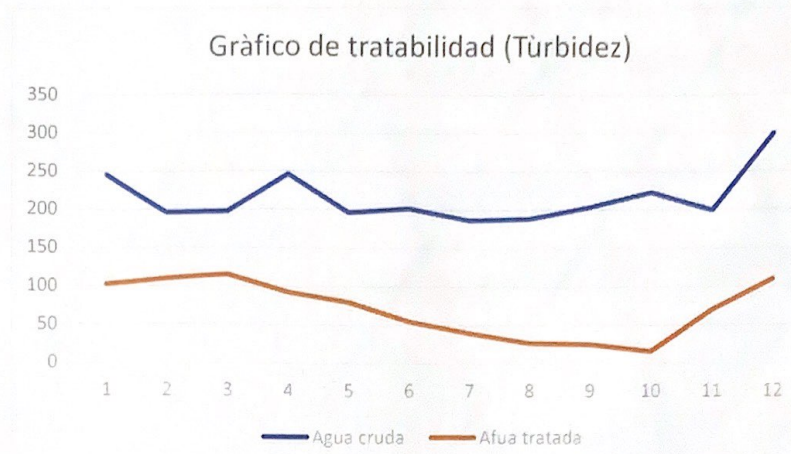
PRUEBA DE TRATABILIDAD								
Número de muestras	Dosis de Sulfato de Aluminio (Al ₂ (SO ₄) ₃)	Dosis de Floculante	Turbidez UTN		PH		Temperatura °c	
			Inicial	Final	pH inicial	pH final	Inicial	Final
1	0,5 g	0,2 ml	245	102	6,4	7,1	25,9	22,9
2	1,0 g	0,3 ml	195	109	6,3	7,8	26,3	23,2
3	1,5 g	0,4 ml	196	114	6,4	7,9	24,9	23,6
4	2,0 g	0,5 ml	245	92	6,8	7,5	25,9	22,1
5	2,5 g	0,6 ml	196	79	6,7	7,1	25,5	23,9
6	3 g	0,7 ml	201	54	6,9	7,2	26,3	23
7	3,5 g	1 ml	186	39	6,7	6,9	28,1	23,5
8	4,0 g	2 ml	188	26	6,8	7,2	24,9	23,3
9	4,5 g	3 ml	203	24	6,5	6,9	24,8	24,1
10	5,0 g	4 ml	222	15	6,9	6,8	26,1	24,1
11	5,5 g	5 ml	199	69	7	6,7	26,3	23,6
12	6,0 g	6 ml	298	109	6,6	6,9	26	23

Fuente: Elaborado por autores

Los resultados en el cuadro muestran la remoción obtenida con respecto al agua cruda con el agua tratada. Esta remoción se empieza a observar en las primeras pruebas de tratabilidad que se hicieron, pero no siempre la primera cumple con los resultados deseados.

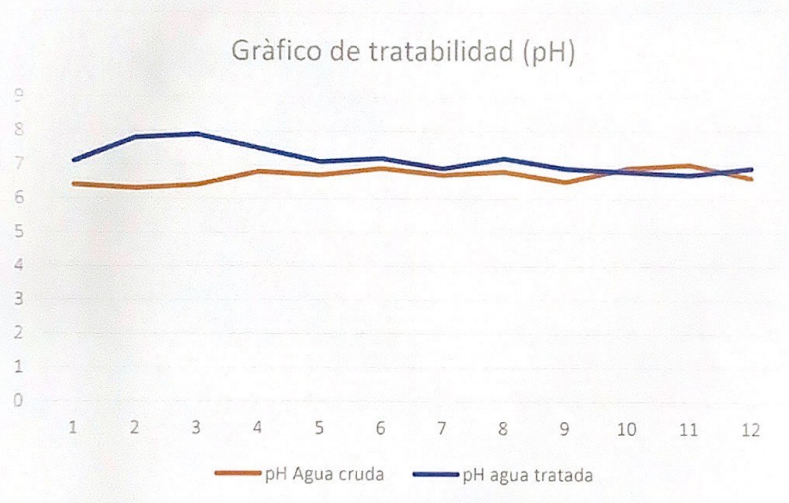
Como dosis óptima podemos tener a el punto número 8 o 9, si bien ambos no tienen el agua tan clarificada como el punto 10 estos tienen el resultado al que queremos llegar y a la vez nos ahorramos el consumo de coagulante y floculante mucho más rápido.

Gráfico N° 1. Turbidez Agua cruda y agua Tratada



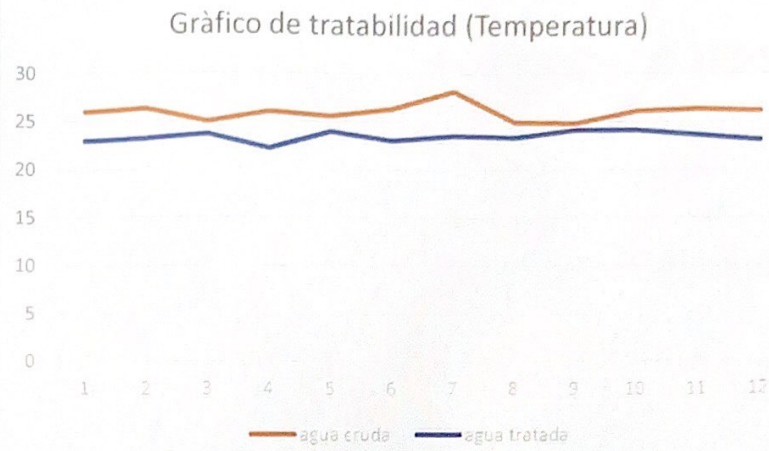
Fuente: Elaborado por autores.

Gráfico N° 2. pH Agua cruda y agua Tratada



Fuente: Elaborado por autores.

Gráfico N° 3. Temperatura Agua cruda y agua Tratada



Fuente: Elaborado por autores.

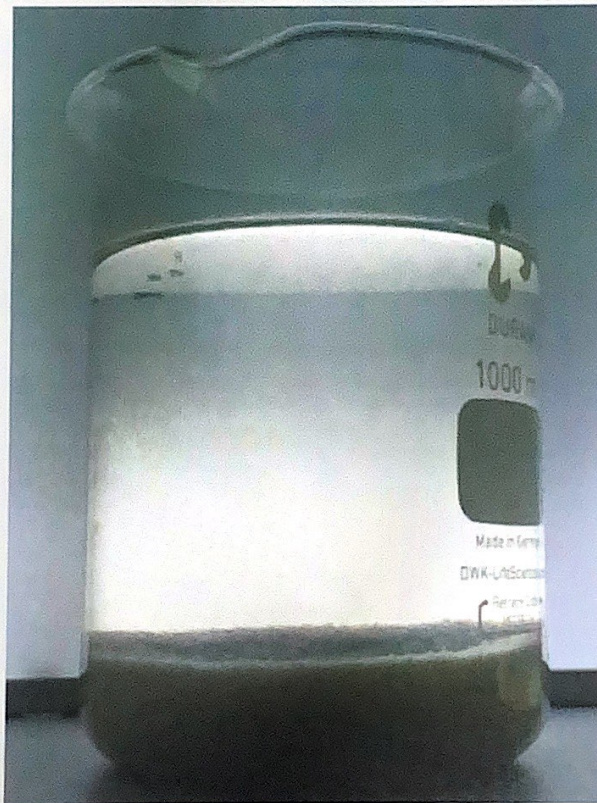


Figura 4. Resultado de prueba de jarras.

4.6. Resultados alcanzados en la tratabilidad de agua residual.

4.6.1. Análisis enviados al laboratorio

Tabla 12: Resultados agua tratada, adjuntados en el Anexo 9. Lo resultados se comparan con lo establecido en el ACUERDO 097-A Reforma del TULSMA, Tabla 8. – Norma de calidad Ambiental y descarga de efluentes a alcantarillado.

Semana	DQO (mg/l)	BDO (mg/l)	Aceites y grasas	Tenso activo s	Fósforo total (mg/l)	Cloruros	Sulfatos	Sulfuro	Compuestos Fenólicos
20 Julio	360.70	105.92	-	1.2	7.43	10	310	0.10	0.4
Límites	500,0	250	70,0	2,0	15,0	0,5	400,0	1,0	0,2
norma 097-A									

Fuente: Elaborado por: Jara y Carricl, 2023.

Con los resultados obtenidos del laboratorio pudimos darnos cuenta que los parámetros evaluados si cumplen con límites de descarga permisibles al alcantarillado. Y que nuestra tratabilidad es la adecuada para ser aplicada en la industria.

4.6.2. Resultado de parámetros medidos en el laboratorio

A continuación, se muestran los resultados que analizamos en el laboratorio de la universidad.

Tabla 13: Resultados del agua tratada. Lo resultados se comparan con lo establecido en el ACUERDO 097-A Reforma del TULSMA, Tabla 8. – Norma de calidad Ambiental y descarga de efluentes a alcantarillado.

Semana	SST	ST	Nitrógeno Total Kjedahl
20 Julio 12:00pm	23,5	12,0	12,7
Límites norma 097-A	220,0	1600,0	60,0

Fuente: Elaborado por: Jara y Carriel, 2023.

4.7. Diseño propuesto para la planta de tratamiento de aguas residuales industriales

4.7.1. Diseño óptimo del proyecto

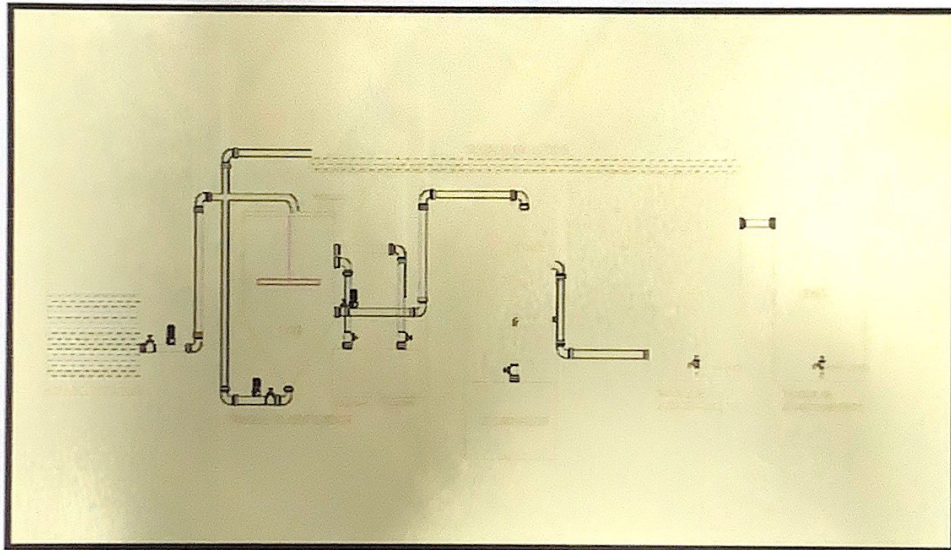


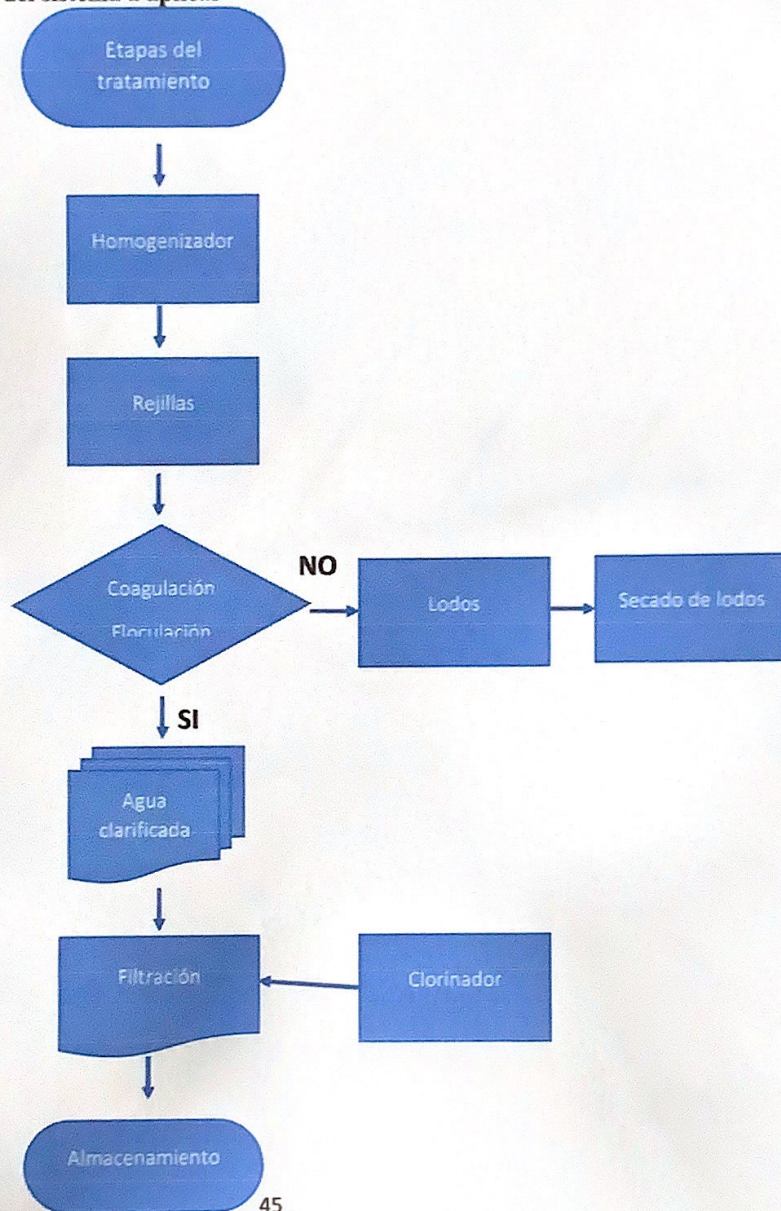
Figura 5. Planta de tratamiento móvil.

El diseño de nuestra planta de tratamiento de aguas residuales, son estructuras metálicas que se encargan de tratar el agua bajo un sistema de tratamiento. Contando con una estructura portátil que hace que la movilización de esta sea fácil y cómoda.

Beneficios de la planta de tratamiento móvil:

1. Su capacidad es modificable
2. Fácil movilización.
3. Fácil instalación.
4. Cumplirá con la normativa que necesitamos aplicar.
5. El agua se puede recircular para limpieza de pisos.

4.7.2. Propuesta del sistema a aplicar



1. **Homogenizador:** Este pretratamiento cumplirá con la función de absorber los picos del caudal que entrará a la planta de tratamiento con el fin de proveer un flujo constante a las siguientes etapas de proceso. Este tendrá una capacidad aproximada de $15.4 m^3$.
2. **Rejillas:** El sistema de rejillas evitara que los sólidos gruesos (cascara, cabeza de camarón, plástico, guantes y otros tipos de basura de la empresa) entren al tratamiento de la PTAR. Los sólidos se quedarán atrapados en la rejilla y se podrá limpiar manualmente.
3. **Coagulación y floculación:** Este proceso nos ayudara a convertir el agua turbia en agua clara acelerando el tiempo que tardan las partículas en asentarse, una vez las partículas asentadas se puede filtrar el agua clarificada y separar los lodos.
4. **Lodos:** Una vez extraídos los lodos son enviados al secador del lodo, para este proceso usamos la energía solar siendo un proceso simple y económico que reduce considerablemente el volumen del lodo para luego ser debidamente gestionado.
5. **Agua clarificada:** Es la que obtuvimos por medio de la coagulación – floculación, que luego será filtrada.
6. **Filtración:** El filtro nos ayudara a eliminar los sólidos en suspensión.
7. **Clorinador:** Este es un proceso opcional que nos ayudara a desinfectar el agua para poder utilizarla en la limpieza de pisos. Y así poder ser aprovechada al máximo.
8. **Almacenamiento:** Finalmente tendremos un tanque para poder almacenar el agua que luego será utilizada.

4.7.3. Descripción de equipos y materiales

Tabla 14: Valores cotizados el mercado de los materiales y equipos que se van a usarse para la construcción de la Planta de tratamiento móvil.

Cantidades requeridas	Descripción del producto	Valor unitario en dólares	Total
1	Remolque	\$14000,00	\$14000,00
2	Tanques de plástico	\$409,00	\$818,00
15	Vigas metálicas	\$75,00	\$1125,00
10	Planchas metálicas	\$40,00	\$400,00
15	Tubos pvc	\$4,00	\$60,00
20	Codos	\$3,00	\$60,00
4	Válvula esférica	\$20,00	\$80,00
3	Bombas dosificadoras	\$350	\$1050,00
3	Bombas centrífuga	\$1800	\$5400,00
2	Rejillas plásticas	\$100	\$200,00

Fuente: Elaborado por Jara y Carriel,2023.

4.8. Plan financiero

Este plan financiero tiene como principal objetivo recopilar la información económica del plan de negocio para estudiar la viabilidad del plan.

4.8.1 Terrenos y obras civiles.

No se considera valor para el terreno debido a que la empresa no es dueña de las instalaciones, se encuentran alquilando, por lo que solicitan que el diseño considere una planta móvil.

Tabla 15: Terreno y obras civiles

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
		metros cuadrados	
Terreno	0	0	0,00
Contrapiso	0	0	0,00
Puntos de luz	40	6	240,00
Techado	0	0	0,00
Instalación de puntos eléctricos	40	6	240,00
TOTAL			480,00

Fuente: Elaborado por autores

4.8.2 Maquinarias, mobiliarios y equipos.

En el siguiente cuadro se detalla a continuación el valor que se requiere para poder adquirir las maquinarias, mobiliarios y equipos que el proyecto necesita para llevarse a cabo.

Tabla 16: Maquinarias, mobiliarios y equipos

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Remolque	\$14.000,00	1	14.000,00
Tanques de plástico	\$818,00	2	1.636,00
Vigas metálicas	\$1.125,00	15	16.875,00
Planchas metálicas	\$400,00	10	4.000,00
Tubos pvc	\$60,00	15	900,00
Codos	\$60,00	20	1.200,00
Válvula esférica	\$80,00	4	320,00
Antracita	\$1.285	500	642.500,00
Bombas dosificadoras	\$1.050,00	3	3.150,00
Bombas centrifuga	\$5.400,00	3	16.200,00
Rejillas plásticas	\$200,00	2	400,00
TOTAL			701.181,00

Fuente: Elaborado por autore

4.8.3 Total inversión fija inicial.

A continuación, se detallan los requerimientos de la inversión fija total que suman \$59.161,00 dólares americanos, que serán prestados por una entidad bancaria.

Tabla 17: Inversión fija total

CONCEPTO	VALOR	%
TERRENOS Y OBRAS CIVILES	480,00	0,07
MAQUINARIAS, MOBILIARIOS Y EQUIPOS	701.181,00	99,93
OTROS ACTIVOS	0,00	0,00
TOTAL	701.661,00	100,00

Fuente: Elaborado por autores

4.8.4 Materiales Directos.

Para los materiales directos que son requeridos en la elaboración del proyecto el costo es el siguiente:

Tabla 18: Materiales directos

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Sulfato de aluminio	\$0,71	8.091,00	5.744,61
Polímero	\$0,80	5.394,00	4.315,20
Cloro	\$3,15	200,00	630,00
TOTAL			10.689,81

Fuente: Elaborado por autores

4.8.5 Mano de obra directa.

El valor de los operadores y empleados que van a estar encargados del sistema de tratamiento está plasmado a continuación:

Tabla 19: Mano de obra directa

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Empleados	12.996,00	1	12.996,00
Operarios	8.400,00	1	8.400,00
TOTAL			21.396,00

Fuente: Elaborado por autores

4.8.6 Costos totales de producción.

Los costos totales de producción son los siguientes:

Tabla 20: Costos totales de producción

COSTOS TOTALES DE PRODUCCION		
CONCEPTO	VALOR	%
MATERIALES DIRECTOS	10.689,00	18,92
LABOR DIRECTA	21.396,00	37,88
COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCION	13.800,00	24,43
COSTOS INDIRECTOS DE PRODUCCION	10.600,00	18,77
TOTAL	56.485,00	100,00

Fuente: Elaborado por autores

4.8.7 Capital de trabajo

Tabla 21: Capital de trabajo

CONCEPTO	VALOR	%
MATERIALES DIRECTOS	10.689,00	8,56
LABOR DIRECTA	21.396,00	17,13
COSTO DIRECTO DE PRODUCCION	13.800,00	11,05
COSTO INDIRECTO DE PRODUCCION	10.600,00	8,49
GASTOS ADMINISTRATIVOS	68.400,00	54,77
TOTAL	124.885,00	100,00

Fuente: Elaborado por autores

4.8.8 Depreciación de las unidades de la estación depuradora.

Tabla 22: Depreciación de las unidades de la estación depuradora.

Depreciación de las unidades de la estación depuradora				
Descripción	Vida útil	Porcentaje anual	Valor total	Valor anual de depreciación
Remolque	50	2	\$14.000,00	\$280,00
Tanques de plástico	20	5	\$818,00	\$40,90
Vigas metálicas	20	5	\$1.125,00	\$56,25
Planchas metálicas	20	5	\$400,00	\$20,00
Tubos pvc	10	10	\$60,00	\$6,00
Codos	10	10	\$60,00	\$6,00
Válvula esférica	10	10	\$80,00	\$8,00
Bombas dosificadoras	5	20	\$1.050,00	\$210,00
Bombas centrífuga	5	20	\$5.400,00	\$1.080,00
Rejillas plásticas	20	5	\$200,00	\$10,00

Fuente: Elaborado por autores

4.8.9 Análisis de los resultados.

La construcción de un sistema de tratamiento de agua residual puede ser manejado como un proyecto de inversión dejando un beneficio de ahorro en el consumo de agua diario en la empresa. El plan financiero que se presentó anteriormente confirma a detalle el costo de cada una de las áreas que debe cubrir económicamente la empresa para llevar a cabo el proyecto del sistema de tratamiento de aguas residuales. La empresa debe tener un aproximado de setecientos unos mil ciento ochenta y unos dólares anuales, para poder instalar la unidad de tratamiento, además de treinta y dos mil ochenta y cinco dólares anuales para poder mantener en funcionamiento la unidad de tratamiento sin ningún problema. De esta manera, la empresa puede hacer que el consumo de agua para la producción y lavado de la materia prima que es el camarón disminuya considerable, ya que el agua tratada se reusaría para actividades de limpieza, lavado, jardinería y en los baños.

5. CONCLUSIONES

A partir de la caracterización del agua cruda, para la determinación de parámetros físicos-químicos, que fueron respectivamente analizados en laboratorios, se pudo identificar las características contaminantes que tenía el agua y que efectivamente al no ser tratada debidamente el agua los parámetros no cumplen con lo estipulado en la legislación.

Las pruebas de tratabilidad realizadas en el laboratorio de la Universidad fueron fundamentales para determinar la dosis óptima de coagulante y floculante que se van a usar en el proceso de clarificación de nuestra unidad de tratamiento.

Los análisis de laboratorio con respecto al agua tratada, que determina parámetros físicos-químicos, nos dio un resultado positivo ya que los parámetros están cumpliendo con los parámetros establecidos en la legislación ecuatoriana, específicamente en el acuerdo ministerial 097-A, anexo 1, Tabla 8 límites de descarga al sistema de alcantarillado público, que es a donde descargan en la actualidad.

El diseño propuesto, resuelve la problemática en la que se encuentra la empresa, con respecto a la descarga de sus aguas residuales industriales, logrando la remoción de la carga contaminante y así poder ser descargadas debidamente, permitiéndoles cumplir con la normativa ambiental.

El agua residual industrial que se genera en las instalaciones es producto de la limpieza y presenta un valor promedio de $6.2 \text{ m}^3/\text{día}$, lo que genera un consumo de agua de $2263 \text{ m}^3/\text{año}$, que al momento no es aprovechado. Los sólidos presentes en el agua residual corresponden a la materia orgánica, y está presente en un valor aproximado de 4 toneladas anuales, que de igual manera no son aprovechados.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda hacer uso de los estudios realizados en las pruebas de tratabilidad ya que determinaron que el agua residual industrial una vez tratada, si es viable para el reusó en actividades como la jardinería, la limpieza que se realiza en la planta y para el uso de esta en los sistemas sanitarios, y puede ser aprovechable.

Considerar utilizar la dosis óptima determinada en el estudio para poder reusar el agua.

Se recomienda que se aprovechen las aguas residuales que se generan en las instalaciones que presenta un valor promedio de 6.2 m³/día, en las actividades de limpieza, baños.

También es recomendable aprovechar los sólidos presentes en el agua residual debido a que corresponden a la materia orgánica, y está presente en un valor aproximado de 4 toneladas anuales.

Realizar los correctos y adecuados mantenimientos que le corresponden a la Unidad de tratamiento de aguas residuales a implementarse en la empresa, debido a que el cuidado de todo equipo podrá extender su vida útil.

Verificar que los parámetros definidos tengan el rango adecuado, es decir que cumpla con lo acordado según la legislación ecuatoriana. Ya que, al no cumplir con la normativa la Autoridad Ambiental podría sancionar e incluso clausurar a la empresa.

Monitorear constantemente los parámetros correspondientes a temperatura y pH en el proceso de aclimatación, de esta forma poder asegurar la presencia de los organismos vivos.

Chequear constantemente los equipos y materiales presentes en la unidad de tratamiento para asegurar el correcto funcionamiento de este y evitar problemas.

Aplicar el proceso de tratamiento del agua residual durante las horas de producción de la planta para asegurar los mejores resultados de eficiencia y parámetros dentro de la Norma Ambiental Vigente.

7. Bibliografía

Noticias ONU, Naciones Unidas, Mirada global Historias humanas (2017). *Las aguas residuales también pueden ser herramientas para el desarrollo sostenible*. 23 de marzo, 2017

URL: <https://news.un.org/es/story/2017/03/1375771>

Jácome-Pilco, C. ., Ballesteros, C. ., Rea, E. ., & Rea Cayambe, L. M. . (2021). Microalgas en el tratamiento de aguas residuales generadas en industrias de curtiembres. *Ciencia Y Tecnología*, 14(2), 47–55. <https://doi.org/10.18779/cyt.v14i2.502>

Noticias ONU, Naciones Unidas, Mirada global Historias humanas (2020). *Las aguas residuales también pueden ser herramientas para el desarrollo sostenible*. 22 de marzo, 2020

DOI: <https://news.un.org/es/story/2020/03/1471492>

K?l?ç Z. *La importancia del agua y el uso consciente del agua*. Int J Hydro. 2020 ;4(5) :239-241.

DOI : 10.15406/ijh.2020.04.00250

S. Guerra, P. Oulego, E. Rodríguez et al., *Towards the Implementation of Circular Economy in the Wastewater Sector: Challenges and Opportunities*, Madrid: Water, 2020
URL: https://oa.upm.es/65479/1/INVE_MEM_2020_327852.pdf

Oakley, S. (2018). *Preliminary Treatment and Primary Settling*. In: J.B. Rose and B. Jiménez-Cisneros (eds), *Water and Sanitation for the 21st Century: Health and Microbiological Aspects of Excreta and Wastewater Management* (Global Water Pathogen Project). (J.R. Mihelcic and M.E. Verbyla (eds), Part 4: Management Of Risk from Excreta and Wastewater - Section: Sanitation System Technologies, Pathogen Reduction in Sewered System Technologies), Michigan State University, E. Lansing, MI, UNESCO. URL: <https://doi.org/10.14321/waterpathogens.60>

Organica, "*Primary, secondary and tertiary was-tewater treatment: How do they work?*", 2017, jun. 27. [Internet]. URL: <https://www.organicawater.com/primary-secondary-tertiary-wastewater-treatment-work/>

Blog, Club iagua, *Conocimientos básicos sobre las plantas de tratamiento de aguas residuales*, Bettys de Marquez. 2018.

Manual de depuración de aguas residuales. Monográficos agua en centro América. 2018 disponible en: <http://idiaqua.cu/web/wp-content/uploads/2018/07/monografico3.pdf>

Ordóñez Ramírez, V. A., Palacios Limones, C. E., López Vargas, A. F., & Suárez Escobar, I. E. (2020). *Optimización del sistema de tratamiento fisicoquímico de una estación depuradora de aguas residuales de bebidas gaseosas*. *Industrial Data*, 22(2), 199–212.

<https://doi.org/10.15381/idata.v22i2.16291>

Organica news, *Primary, secondary, and tertiary Wastewater treatment: How do they work?* <https://www.organicawater.com/primary-secondary-tertiary-wastewater-treatment-work/>

8. ANEXOS

ANEXO 1

Ubicación de la empacadora de camarón

Anexo 1. Ubicación de la empresa



La empresa se encuentra ubicada en el noroeste de Guayaquil, en la zona de Inmaconsa, sector industrial de la parroquia Pascuales.

ANEXO 2

Tabla N° 8 límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Anexo 2: Tabla n° 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
Akil 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	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 ^{VI}	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
Manganeso total	Mn	mg/l	10.0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0.01
Níquel	Ni	mg/l	2.0
Nitrógeno Total Kjeldahl	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		6-9
Selenio	Se	mg/l	0.5
Sólidos Sedimentables	SD	ml/l	20.0
Sólidos Suspendedos Total e s	SST	mg/l	220.0
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600.0
Sulfatos	SO ₄ 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

Se usó la tabla 8 del acuerdo ministerial 097-A para comparar los resultados y que el agua que ingrese al sistema de alcantarillado cumpla con la normativa

ANEXO 3

Toma de muestras



Anexo 3. Toma de muestras en la empresa.



Toma de muestras en la empresa para luego realizar su respectivo análisis en el laboratorio de la Universidad politécnica Salesiana

ANEXO 4

Análisis de parámetros In Situ



Anexo 4. Análisis de parámetros In Situ



Análisis de parámetros In Situ como pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto.

ANEXO 5

Análisis de parámetros en el laboratorio



Anexo 5. Análisis en el laboratorio.



Análisis realizados en el laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana tanto del agua tratada como del agua cruda.

ANEXO 6

Guía para ejecución de monitoreos del Municipio



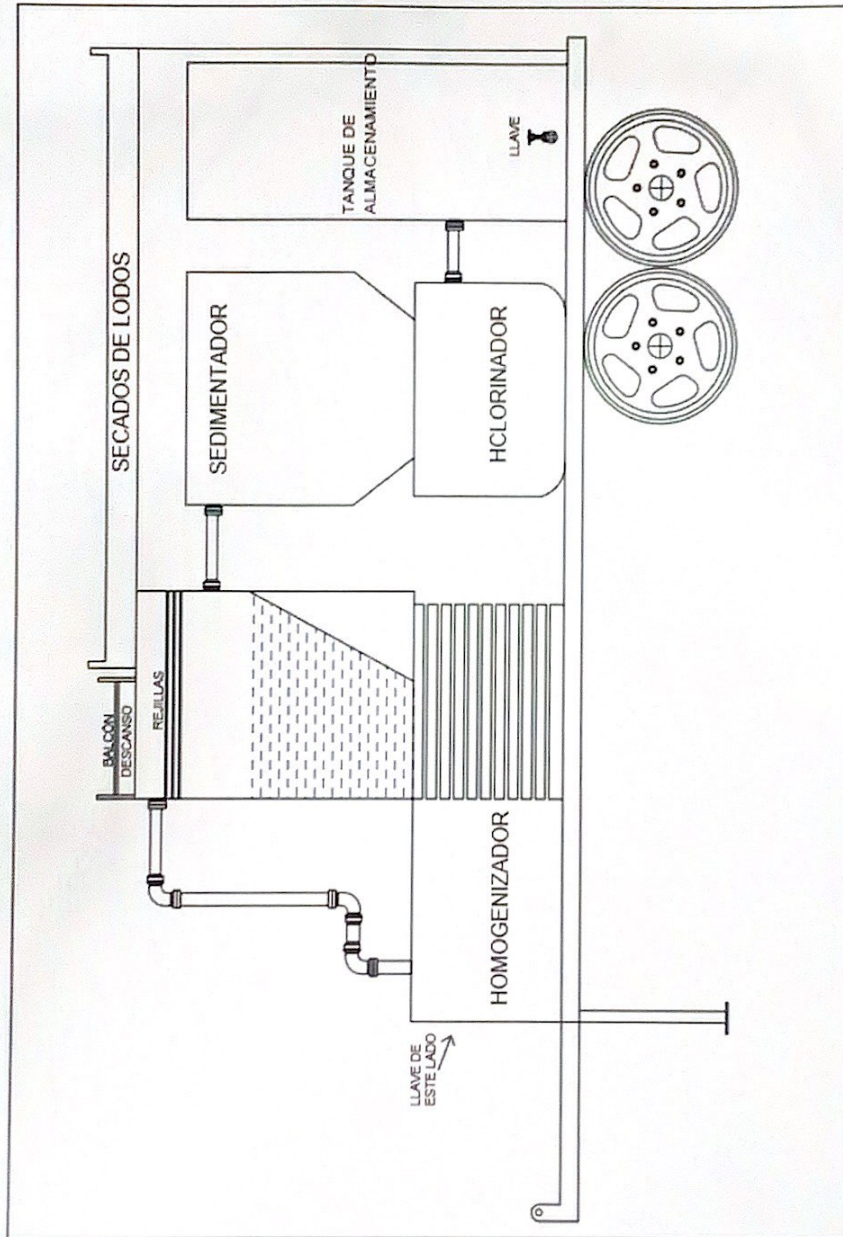
GUIA PARA EJECUCIÓN DE MONITOREOS DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

Dirección de
Ambiente,
Sostenibilidad y
Cambio Climático

No.	ACTIVIDAD	FRECUENCIA DE MONITOREO	PARÁMETROS MÍNIMOS A MONITOREAR
1	ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES	TRIMESTRAL	Caudal, DQO, Aceites & Grasas, pH, Tensoactivos, TPH, ST, SST
2	CENTRO COMERCIAL CON PATIO DE COMIDAS	MENSUAL	Caudal, DQO, DBO, SST, ST, Aceites & Grasas, pH, Tensoactivos, SS
3	CENTRO COMERCIAL SIN PATIO DE COMIDAS	SEMESTRAL	Caudal, DQO, DBO, SST, ST, Aceites & Grasas, pH, Tensoactivos, SS
4	CENTRO DE DIÁLISIS	MENSUAL	Caudal, DQO, DBO, SST, ST, Aceites & Grasas, pH, Tensoactivos
5	CLÍNICAS Y HOSPITALES	MENSUAL	Caudal, DQO, DBO, SST, ST, Aceites & Grasas, pH, Tensoactivos
6	CONSESIONARIAS DE VEHÍCULOS	TRIMESTRAL	Caudal, DQO, Aceites & Grasas, pH, Tensoactivos, TPH
7	ELABORACIÓN DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS / NO ALCOHÓLICAS	MENSUAL	Caudal, DQO, DBO, SST, ST, Aceites & Grasas, pH, Tensoactivos, Cloruros (Cl), Sulfatos (SO4), Fósforo (P), Nitrógeno Amóniacal, ST, Color Real
8	ELABORACIÓN DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN	SEMESTRAL	Caudal, DQO, DBO, SST, ST, Aceites & Grasas, pH, Tensoactivos, Aluminio (Al), Bario (Ba), Cobre (Cu), Niquel (Ni), Sulfatos (S), Fósforo total (P), Cromo hexavalente
9	ELABORACIÓN DE PAPEL, CARTÓN	MENSUAL	Caudal, DQO, DBO, SST, ST, Aceites & Grasas, pH, Tensoactivos, Cromo hexavalente (Cr), Cobre (Cu), Cadmio (Cd), Plomo (Pb), Selenio (Se), Mercurio (Hg), Nitrógeno Total Kjeldahl (N), Zinc (Zn), Sulfatos (SO4)
10	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS BALANCEADOS	MENSUAL	Caudal, DQO, DBO, SST, ST, Aceites & Grasas, pH, Tensoactivos
11	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS COSMETICOS	MENSUAL	Caudal, DQO, DBO, SST, ST, Aceites & Grasas, pH, Tensoactivos
12	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS PLASTICOS	TRIMESTRAL	Caudal, DQO, DBO, SST, ST, Aceites & Grasas, pH, Tensoactivos, Cobre (Cu), Mercurio (Hg), Niquel (Ni), Plomo (Pb), Zinc (Zn), Tensoactivos, Compuestos fenólicos
13	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS	MENSUAL	Caudal, DQO, DBO, SST, ST, Aceites & Grasas, pH, Tensoactivos, Cromo hexavalente (Cr), Cobre (Cu), Cadmio (Cd), Plomo (Pb), Selenio (Se), Mercurio (Hg), Plata (Ag), Zinc (Zn), Sulfatos (SO4)
14	ELABORACIÓN DE PINTURAS, SOLVENTES, BARNICES Y REVESTIMIENTO	MENSUAL	Caudal, DQO, DBO, SST, ST, Aceites & Grasas, pH, Tensoactivos, Mercurio (Hg), Plomo (Pb)
15	ELABORACIÓN, ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGROQUÍMICOS, PLAGUICIDAS	SEMESTRAL	Caudal, DQO, DBO, SST, ST, Aceites & Grasas, pH, Tensoactivos, Carbamatos, Compuestos organoclorados y organofosforados
16	EMPACADORAS DE PRODUCTOS ACUICOLAS	MENSUAL	Caudal, DQO, DBO, SST, ST, Aceites & Grasas, pH, Tensoactivos, Nitrógeno Total Kjeldahl (N), Fósforo Total (P), Cloruros (Cl), Sulfatos (SO4), Sulfuros (S), Compuestos Fenólicos
17	ESTACIONES DE SERVICIOS	SEMESTRAL	Caudal, DQO, DBO, SST, ST, Aceites & Grasas, pH, Tensoactivos, Sulfatos (SO4), Compuestos fenólicos, Plomo (Pb), Bario (Ba), Cromo (Cr), Vanadio (V), TPH

ANEXO 7

Idea de diseño de la planta de tratamiento móvil



ANEXO 8

Resultados del Laboratorio IPSOMARY del agua cruda.



INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS AGUAS
23-889-001-AG01



DATOS DEL CLIENTE	
Empresa(3): FABRICIO CASSELL - TESIS DE GRADO	
Dirección(3): DAZAS	
Persona de Contacto(3): Sr. Fabricio Cassel	
DATOS DE LA MUESTRA	
(3) Tipo de Muestra/Ítem de Ensayo: Agua	(3) Fecha/Hora Toma de Muestra: ---
(3) Tipo toma de Muestra/Procedimiento: Puntual Simple	(3) Cantidad de Muestra / Condición del ítem de ensayo: 2000 mL / Muestra turbia con presencia de sólidos suspendidos.
(3) Lugar/Punto de Toma de Muestra: Agua Cruda	(3) Muestra Tomada por: Muestra proporcionada por el cliente.
Código de Identificación de la Muestra: 900-23	Fecha/Hora de Recepción de Muestra: 11 de julio del 2023 / 16:53

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS	
Desviaciones/Adiciones/Exclusiones a los Procedimientos: N/A	Con. Amb. del Laboratorio: 24°C

Parámetro	Resultados Unidades	Incert. E=± Unidad	(4) Valores de Referencia	(4) Declaración de Conformidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Demanda Química de Oxígeno	2,246.50 mgO ₂ /L	166.016 mgO ₂ /L	500 mgO ₂ /L	NO CUMPLE	PEE/IPSOMARY/10-17 S.M. Ed. 23th 5228 C, 2017	02/08/2023
Demanda Bioquímica de Oxígeno	1,658.75 mgO ₂ /L	83.01 mgO ₂ /L	250 mgO ₂ /L	NO CUMPLE	PEE/IPSOMARY/13-9 S.M. Ed. 23th 5210 B, 2017	02/08/2023
Sulfato	< 5 mg/L	1 mg/L	400 mg/L	CUMPLE	PEE/IPSOMARY/10-10 S.M. Ed. 23th 4500 904 E, 2017	02/08/2023
Tensoactivo	2.140 mg/L	0.182 mg/L	2 mg/L	NO CUMPLE CONDICIONADO	PEE/IPSOMARY/31-07 S.M. Ed. 23th 5540 C, 2017	04/08/2023
Cloruros	12,150.614 mg/L	357.935 mg/L	-	-	PEE/IPSOMARY/37-03 S.M. Ed. 23th 4500 01-B, 2017	02/08/2023
Sulfuros	> 10.10 mg/L	2.76 mg/L	1 mg/L	NO CUMPLE	PEE/IPSOMARY/45-03 S.M. Ed. 23th 4500 32-F, 2017	02/08/2023
Fosforo	47.693 mg/L	2.490 mg/L	15 mg/L	NO CUMPLE	PEE/IPSOMARY/43-04 S.M. Ed. 23th 4500 P E y S, 2017	09/08/2023
Fenoles	> 0.456 mg/L	0.256 mg/L	-	-	PEE/IPSOMARY/46-01 S.M. Ed. 23th 5530 C, 2017	10/08/2023

"No Detectado" Resultado por debajo del límite de Detección del método.
 (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación por el SAE.
 (2) Parámetro ACREDITADO cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
 (3) Información proporcionada por el cliente, el Laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente.
 (4) Declaración de conformidad:
 - La declaración de conformidad aplica a los resultados reportados en la tabla anterior.
 - La especificación o norma con la cual se realiza la declaración de conformidad es: **Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público, Tabla 8 del Libro VI del TULONA Acuerdo Ministerial 097 A.**

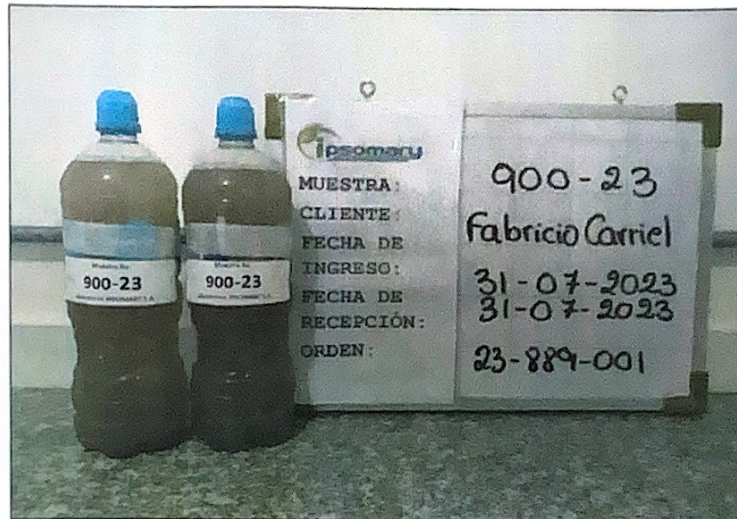
Este informe afecta exclusivamente a las muestras sometidas a ensayo.
 Este informe no deberá reproducirse más que en su totalidad con la autorización por escrito de IPSOMARY S.A.

PEE18-05
Fecha: 05/01/2023

IPSOMARY S.A.
29 de junio Manz. E Solar 04 • Falt. 593-4-6013531 / 6013532
Email: serviciosambientales@ipsomary.com • www.ipsomary.com • Guayaquil, Ecuador

IPSOMARY S.A.
29 de junio Manz. E Solar 04 • Falt. 593-4-6013531 / 6013532
Email: serviciosambientales@ipsomary.com • www.ipsomary.com • Guayaquil, Ecuador
Página 1 de 3

ANEXOS



- Este informe afecta exclusivamente a las muestras sometidas a ensayo.
- Este informe no deberá reproducirse más que en su totalidad con la autorización por escrito de IPSOMARY S.A.

ANEXO 9

Resultados del Laboratorio IPSOMARY del agua tratada.



INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS AGUAS
23-889-001-AG02



DATOS DEL CLIENTE						
Empresa (3): FABRICIO CASRIEL - TESIS DE GRADO						
Dirección (3): Duran						
Persona de Contacto (3): Sr. Fabricio Casriel						
DATOS DE LA MUESTRA						
(3) Tipo de Muestra/Item de Ensayo: Agua			(3) Fecha/Hora Toma de Muestra: --/-- / --:--			
(3) Tipo toma de Muestra/Procedimiento: Puntual Simple			(3) Cantidad de Muestra / Condición del item de ensayo: 2500 ml / Muestra			
(3) Lugar/Punto de Toma de Muestra: Agua Tratada			(3) Muestra Tomada por: Muestra proporcionada por el cliente.			
Código de Identificación de la Muestra: 901-23			Fecha/Hora de Recepción de Muestra: 31 de julio del 2023 / 16:53			
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS						
Desviaciones/Adiciones/Exclusiones a los Procedimientos: N/A			Con. Amb. del Laboratorio: 24°C 27.4MSF			
Parámetro	Resultados Unidades	Incert. R=21 Unidad	(4) Valores de Referencia	(4) Declaración de Conformidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Demanda Química de Oxígeno	360.70 mgO2/L	167.066 mgO2/L	500 mgO2/L	CUMPLE	FEI/IPSOMARY/12-17 S.M. Ed. 23th 5220 D, 2017	02/08/2023
Demanda Bioquímica de Oxígeno	105.92 mgO2/L	82.63 mgO2/L	250 mgO2/L	CUMPLE	FEI/IPSOMARY/13-9 S.M. Ed. 23th 5210 B, 2017	02/08/2023
Sulfato	310 mg/L	141 mg/L	400 mg/L	CUMPLE	FEI/IPSOMARY/20-10 S.M. Ed. 23th 4500 804 B, 2017	02/08/2023
Tensoactivo	1.8 mg/L	1.027 mg/L	2 mg/L	CUMPLE	FEI/IPSOMARY/31-07 S.M. Ed. 23th 5540 C, 2017	04/08/2023
Cloruros	410 mg/L	175.667 mg/L	-	-	FEI/IPSOMARY/37-03 S.M. Ed. 23th 4500 Cl-B, 2017	02/08/2023
Sulfuros	0.7 mg/L	2.51 mg/L	1 mg/L	CUMPLE	FEI/IPSOMARY/45-03 S.M. Ed. 23th 4500 80-P, 2017	02/08/2023
Fosforo	1.43 mg/L	1.435 mg/L	15 mg/L	CUMPLE	FEI/IPSOMARY/43-04 S.M. Ed. 23th 4500 F E y F, 2017	09/08/2023
Fenoles	> 0.9 mg/L	0.736 mg/L	-	-	FEI/IPSOMARY/48-01 S.M. Ed. 23th 5530 C, 2017	10/08/2023

"No Detectado" Resultado por debajo del Límite de Detección del método.

(1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación por el SAE.

(2) Parámetro ACREDITADO cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.

(3) Información proporcionada por el cliente, el laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente.

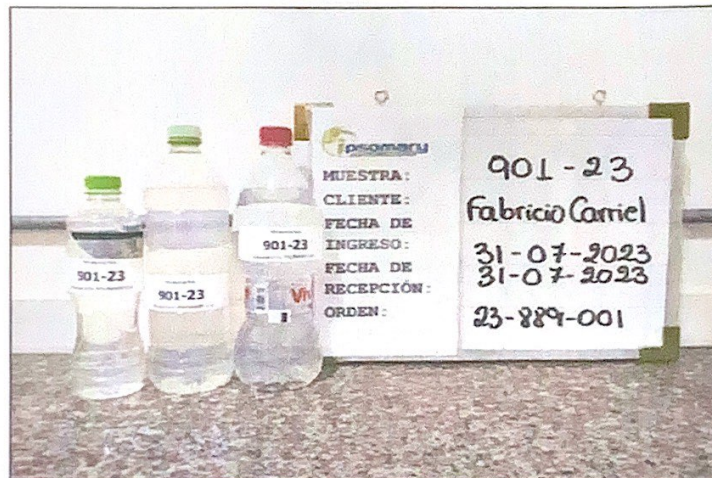
(4) Declaración de conformidad:

- La declaración de conformidad aplica a los resultados reportados en la tabla anterior.
- La especificación o norma con la cual se realiza la declaración de conformidad es: **Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público, Tabla 8 del Libro VI del TUSLMA Acuerdo Ministerial 097 A.**

Este informe afecta exclusivamente a las muestras sometidas a ensayo.

Este informe no deberá reproducirse más que en su totalidad con la autorización por escrito de IPSOMARY S.A.

ANEXOS

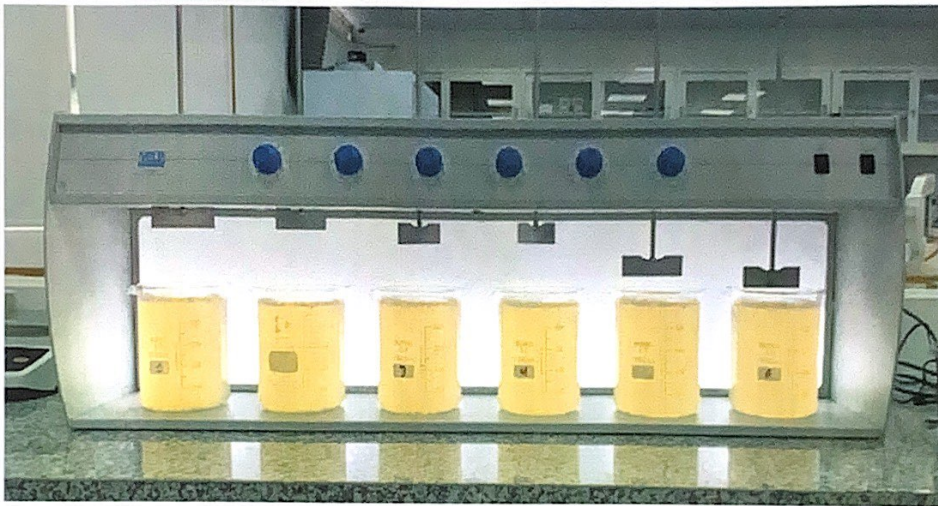


- Este informe afecta exclusivamente a las muestras sometidas a ensayo.
- Este informe no deberá reproducirse más que en su totalidad con la autorización por escrito de IPSOMARY S.A.

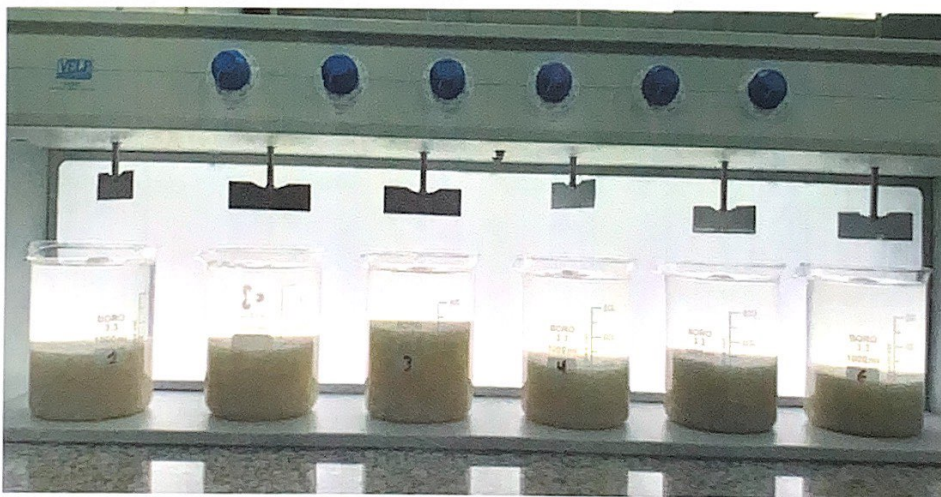
ANEXO 10

Tratabilidad de las aguas residuales

Pruebas de jarras



Anexo 10. Pruebas de jarra y resultados.



Pruebas de Jarras utilizadas para la determinación del coagulante y floculante.