



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN.

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DE LAS DESCARGAS DE UN CENTRO COMERCIAL DE
LA CIUDAD DE QUITO.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor:

Victor Hugo Faicán Cordero

Tutor:

Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela Msc.

PICHINCHA (QUITO) – ECUADOR

2023

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL
TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.**

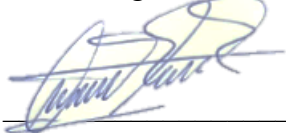
Yo, Víctor Hugo Faicán Cordero, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre: **“DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS DESCARGAS DE UN CENTRO COMERCIAL DE LA CIUDAD DE QUITO”**, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 27 días del mes de febrero de 2023, firmo conforme:

Autor: Víctor Hugo Faicán Cordero

Firma: 

Número de Cédula: 1719897637

Dirección: Pichincha, Quito, José Manuel Abascal N39-139, el Batán

Correo Electrónico: vicohugo20008@hotmail.es

Teléfono: 0998320406

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “**DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS DESCARGAS DE UN CENTRO COMERCIAL DE LA CIUDAD DE QUITO**”, presentado por Víctor Hugo Faicán Cordero, para optar por el Título Ingeniero Industrial,

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Integración Curricular, ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte de los Lectores que se designe.

Quito, 27 de febrero del 2023

Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela Msc.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos, personales, de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, 27 de febrero del 2023



Víctor Hugo Faicán Cordero

CI: 1719897637

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado, autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: **“DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS DESCARGAS DE UN CENTRO COMERCIAL DE LA CIUDAD DE QUITO”**, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Quito, 27 de febrero del 2023

.....

Ing. Fabián Alberto Ortiz Sarmiento

LECTOR

.....

Ing. Blanca Liliana Topón

LECTOR

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a nuestro Creador por el regalo de la vida, habilidades y talentos. A mi esposa Esmeralda, por su confianza y apoyo en los momentos más difíciles, tanto económicamente como emocionalmente, afrontando los retos juntos. También dedico este trabajo a mi hija Keylla, quien es mi motor, mi gran motivación para alcanzar todo lo que me propongo. A mi madre, quien me ha enseñado con amor y paciencia a convertirme en un ser humano valioso para el servicio del prójimo.

Victor Faicán

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por sus bendiciones, y su gran generosidad al brindarme las grandiosas personas que me rodean. También agradezco a mi esposa, mi hija y mi madre, quienes me han brindado su apoyo incondicional en todo el trayecto de mi formación. Quiero dar un agradecimiento especial al Ingeniero Pablo Ron por su guía en la realización de este trabajo, y a todos los docentes que fueron parte de este proyecto de formación y que me brindaron su sabiduría a lo largo de mi vida estudiantil.

Victor Faicán

CONTENIDO

| | |
|---|------|
| DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS DESCARGAS DE UN CENTRO COMERCIAL DE LA CIUDAD DE QUITO..... | i |
| AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR. | ii |
| APROBACIÓN DEL TUTOR | iii |
| DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD..... | iv |
| APROBACIÓN DE LECTORES | v |
| DEDICATORIA | vi |
| AGRADECIMIENTO | vii |
| CONTENIDO | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xi |
| ÍNDICE DE TABLAS | xii |
| ÍNDICE ANEXOS..... | xiii |
| RESUMEN EJECUTIVO | xiv |
| ABSTRACT..... | xv |
| CAPÍTULO I | 1 |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| Antecedentes | 3 |
| Justificación | 4 |
| Objetivo General..... | 5 |

| | |
|--|----|
| Objetivos específicos | 6 |
| CAPÍTULO II..... | 7 |
| INGENIERÍA DEL PROYECTO..... | 7 |
| Diagnóstico y situación actual del centro comercial..... | 7 |
| Análisis mediante la matriz de Vicente Coneza. | 14 |
| Área de estudio | 20 |
| Modelo operativo | 21 |
| PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS | 23 |
| Presentación de la propuesta..... | 23 |
| Descripción del sistema de trampas de grasa y los vertidos generados..... | 23 |
| Identificación de la recepción de las descargas | 23 |
| CAUDALES DE DISEÑO | 25 |
| Selección del tipo de tratamiento de aguas residuales | 26 |
| Evaluar el proceso para el tratamiento del agua contaminada..... | 28 |
| Determinar los criterios que se utilizan para evaluar alternativas | 29 |
| Identificar los criterios claves..... | 31 |
| Evaluación y selección del tipo de tratamiento..... | 34 |
| Cálculo del tanque de remoción grasas/aceites (unidad de floculación y coagulación)..... | 38 |
| Filtro de arena y grava lento | 40 |
| Cálculo de arena..... | 42 |
| Selección del tamiz..... | 45 |

| | |
|---|----|
| Generador de ozono | 46 |
| Cálculo para los accesorios adicionales | 46 |
| Análisis del diseño y resultados esperados. | 51 |
| CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PTAR54 | |
| PROPUESTA ECONÓMICA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS | |
| RESIDUALES PARA EL CENTRO COMERCIAL | 56 |
| CAPÍTULO IV..... | 58 |
| CONCLUSIONES:..... | 58 |
| RECOMENDACIONES..... | 59 |
| BIBLIOGRAFÍA | 60 |
| ANEXO..... | 66 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Ubicación Centro Comercial. | 7 |
| Figura 2. Dispersión de los límites máximos de aceite y grasas por trampa. | 12 |
| Figura 3. Dispersión del parámetro máximo DBO5 por trampa de grasa. | 12 |
| Figura 4. Dispersión de los límites de concentraciones D.Q.O. por trampa de grasa..... | 13 |
| Figura 6. Matriz de V. Conesa | 16 |
| Figura 7. Impactos negativos. | 17 |
| Figura 8. Modelo Operativo..... | 21 |
| Figura 9. Trampa de grasa del centro comercial..... | 24 |
| Figura 10. Trampa de grasa imagen referencial..... | 25 |
| Figura 11. Contaminantes de agua y las tecnologías de tratamiento correspondiente..... | 27 |
| Figura 12. Propuesta de tratamiento de agua residual | 38 |
| Figura 13. Bomba electro sumergible | 48 |
| Figura 14. Filtros de malla modular..... | 50 |
| Figura 15. Características de los filtros..... | 51 |
| Figura 16. Diagrama de Gantt Cronograma para la implementación de la PTAR. | 55 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Guía orientativa de los parámetros de descarga a analizarse..... | 8 |
| Tabla 2. Valores de referencia | 9 |
| Tabla 3 Reporte análisis físico químico trampa 1..... | 10 |
| Tabla 4. Reporte análisis físico químico trampa 2..... | 10 |
| Tabla 5. Reporte análisis físico químico trampa 3..... | 11 |
| Tabla 6. Reporte análisis físico químico trampa 4..... | 11 |
| Tabla 7. Promedios de la demanda bioquímica de oxígeno y demanda de oxígeno | 18 |
| Tabla 8. Valores tomados de la trampa de grasa. | 19 |
| Tabla 9. Área de estudio. | 20 |
| Tabla 10. Dimensiones de la trampa de grasa actual..... | 24 |
| Tabla 11. Caudal de la trampa de grasa N°1..... | 25 |
| Tabla 12. Caudales de diseño..... | 26 |
| Tabla 13. Importancia del impacto ambiental y social | 15 |
| Tabla 14. Resultados de priorización de los criterios | 31 |
| Tabla 15. Evaluación de los criterios importantes para la evaluación de tecnologías para tratamiento de agua residual | 33 |
| Tabla 16. Resultados de priorización de la evaluación de las tecnologías | 36 |
| Tabla 17. Tipos de Arena..... | 43 |
| Tabla 18. Tiempo de filtración en relación a la altura. | 44 |
| Tabla 19. Tipo de carbón de acuerdo a la contaminación..... | 45 |
| Tabla 20. Diámetros para la selección del tamiz y arena..... | 45 |
| Tabla 21. Características bombas electro sumergibles. | 48 |
| Tabla 22. Tabla de Diámetro de tuberías Plastigama | 49 |
| Tabla 23. Características de los filtros..... | 51 |

| | |
|--|----|
| Tabla 24. Eficiencia de la planta de tratamiento..... | 52 |
| Tabla 25. Cronograma actividades para implementación PTAR..... | 54 |
| Tabla 26. Costo implementación de la PTAR | 56 |

ÍNDICE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Límites máximos permisibles por cuerpo receptor | 66 |
| Anexo 2. Informe de la empresa calificada para la limpieza de las trampas de grasa..... | 67 |
| Anexo 3. Formato de la empresa calificada que se lleva los sobrenadantes..... | 68 |
| Anexo 4 Diagramas del tablero eléctrico manual automático | 69 |
| Anexo 5. Tabla de caudales semanales..... | 71 |
| Anexo 6. Diagrama de flujo de como quedaría la planta de tratamiento..... | 72 |
| Anexo 7. Instalación del venturi para la dosificación del ozono. | 73 |
| Anexo 8. Tabla de criterios y rangos para evaluar la matriz de Vicente Conesa | 74 |
| Anexo 9. Análisis físico-químico de la trampa de grasa | 79 |
| Anexo 10. Plano hidrosanitario de los locales del patio de comidas que recolecta la trampa de grasa | 80 |

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN.

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: “DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS DESCARGAS DE UN CENTRO COMERCIAL DE LA CIUDAD DE QUITO”

AUTOR: Victor Hugo Faicán Cordero

TUTOR: Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela Msc.

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo principal de este trabajo de titulación es el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para abordar el problema del agua contaminada que genera el centro comercial debido a sus actividades, especialmente la producción de alimentos en su patio de comidas. Como empresa responsable, el centro comercial debe tratar su efluente para cumplir con la Ordenanza Municipal N°0138, en este sentido, se ha desarrollado un modelo operativo para el diseño que se adapte a las necesidades y al entorno del centro comercial, mediante la selección de alternativas y ponderación se han evaluado el método más adecuado. A través de la realización de muestreos in situ de los volúmenes y caudales de los vertidos generados, y del análisis de la matriz de Vicente Conesa, se ha evaluado el impacto que el agua contaminada genera en el medio ambiente. Como resultado, se ha determinado que el tratamiento mediante la tecnología de filtración combinada con otras tecnologías es la más favorable debido a la alta concentración de contaminantes presentes en el agua.

Finalmente, en base a los resultados obtenidos y a la caracterización del agua residual se decidió la mejor alternativa por filtración y en combinación con el ozono se ha diseñado la capacidad y el dimensionamiento de la planta de tratamiento es importante destacar que todos los parámetros analizados exceden los niveles máximos permisibles establecidos, lo que evidencia la necesidad urgente de implementar una planta de tratamiento de aguas residuales.

Esto permitirá tratar el agua contaminada con una reducción con valores entre el 88% y el 99%. Esto indica que la planta de tratamiento logrará reducir significativamente la carga orgánica del agua residual. Y cumplir con la ley de medio ambiente vigente en el Distrito Metropolitano de Quito, sino que también contribuirá a la protección del medio ambiente y a la sostenibilidad del centro comercial como empresa responsable.

DESCRIPTORES: afluentes, agua residual, cuerpo receptor, efluentes, planta de tratamiento PTAR, vertederos.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN.

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: "DESIGN OF A WASTEWATER TREATMENT PLANT FOR WASTEWATER DISCHARGES FROM A SHOPPING CENTER IN THE CITY OF QUITO"

AUTOR (A): Victor Hugo Faicán Cordero

TUTOR (A): Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela Msc.

ABSTRACT

The main objective of this research is to design a wastewater treatment plant to address the contaminated water problem generated by the shopping center due to its activities, especially food production in its food court. As a responsible company, the mall must treat its effluent to comply with the Municipal Ordinance N°0138, in this sense, an operational model has been developed for the design to suit the needs and environment of the mall, through the selection of alternatives and weighting have been evaluated the most appropriate method. Through on-site sampling of the volumes and flow rates of the discharges generated, and analysis of Vicente Conesa matrix, the impact of the contaminated water on the environment has been evaluated. As a result, it has been determined that treatment by means of filtration technology combined with other technologies is the most favorable due to the high concentration of pollutants present in the water.

Finally, based on the results obtained and the characterization of the wastewater, the best alternative by filtration was decided and in combination with ozone, the capacity and sizing of the treatment plant has been designed. It is important to note that all the parameters analyzed exceed the maximum permissible levels established, which shows the urgent need to implement a wastewater treatment plant. This will allow treating the contaminated water with a reduction with values between 88% and 99%. This indicates that the treatment plant will significantly reduce the organic load of the wastewater. And comply with the environmental law in force in the Metropolitan District of Quito, but will also contribute to the protection of the environment and the sustainability of the shopping center as a responsible company.

KEYWORDS: affluents, effluents, landfill, receiving body, wastewater.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales tienen que ser tratadas de una manera responsable por las organizaciones que las generan a nivel mundial. Estas aguas, al no ser tratadas, pueden generar problemas en la salud de las personas o afectar la biodiversidad. De esta manera, se debe poner mayor atención en garantizar la disponibilidad del líquido, ya que el 40% de la población tiene escasez y así cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible, agenda 2030 objetivo de desarrollo número 6 agua limpia y saneamiento (UNDP, 2022, pág. 1).

Según (Organización Mundial de la Salud, 2022), una mala gestión de las aguas residuales industriales o domésticas conlleva a que de forma directa o indirecta se vea afectada la salud por presencia de diferentes contaminantes, sean estos químicos o biológicos, como es el caso del arsénico.

Algunos de los datos recopilados generados en 2015 por las diferentes actividades económicas de los países, a nivel mundial, se contabilizó 131.871 millones de metros cúbicos. De estos, solo 56 países declararon información acerca de las aguas residuales generadas. Se supone que el 22% de la población mundial genera 84 litros de agua per cápita. De acuerdo a los datos, son relativamente bajos y no permiten dar una estimación tanto de flujos mundiales como regionales. Sin embargo, los datos de aguas residuales fueron más elevados en los países miembros de la Unión Europea con un total de 25.378 millones de metros cúbicos de aguas residuales de 23 países, 70 litros de agua residuales generados per cápita (Graham Alabaster & Richard Johnston, 2021, pág. 22)

Según la (Unidad de Estadísticas Ambientales basadas en Registros Administrativos (GESARA), 2021, pág. 14) en el Ecuador, la disposición final de aguas residuales tratadas en el año 2020 fue del 44.9% en las plantas de tratamiento; mientras que el agua residual no tratada en el mismo año fue del 56.1%. Los procesos de tratamientos de aguas residuales de los GAD del entre el 2018 y 2020 se pudo observar que hubo un aumento en cada uno de los municipios que implementaron procedimientos y procesos de tratamiento de aguas residuales en 2018 fue del 66.5% y en el 2020 fue del 73.8%.

El Municipio de Quito, tiene muy poca capacidad para tratar los 3400 litros de aguas contaminadas y servidas que producen los 2.5 millones de habitantes de la ciudad, el Municipio capitalino espera tratar el 3.5% de todas sus aguas contaminadas con sus 7 plantas de tratamiento que cuenta en la actualidad, se estima que para tratar toda el agua se necesitaría al menos 22 plantas de tratamiento con esto sería posible tratar el 70% de las aguas contaminadas, las aguas contaminadas se descargan directamente a los ríos y a 182 quebradas de Quito. (PRIMICIAS, 2022).

En el Centro Comercial motivo de este estudio se tiene planificado que cada local del patio de comidas debe hacer una separación de residuos inorgánicos y tienen instaladas trampas de grasa con el fin de iniciar un pretratamiento de las aguas residuales generadas en cada negocio. De las inspecciones llevadas a cabo; se observa que existen algunas negligencias por parte de arrendatarios que retiran estas trampas y las descargas van directamente al sistema individualizado, por esta razón se contamina el efluente que cuenta el Centro Comercial lo que lleva a llamados de atención por parte del Departamento de Inspección del Distrito Metropolitano de Quito, por las descargas de las aguas sin un previo tratamiento que permita

enmarcar dentro de los valores máximos establecidos y permisibles de las normas que rigen actualmente en el país.

Antecedentes

El Centro Comercial se encuentra ubicado en la ciudad de Quito, se dedica a la administración y concesión de locales comerciales para tiendas de ropa, calzado, restaurantes y locales de comida rápida, estos últimos generan aguas residuales que actualmente por desconocimiento o imprudencia retiran o vulneran la correcta utilización de la trampa de grasa y para evitarse gastos con gestores ambientales lo que al Centro Comercial le generan inconvenientes con la autoridad ambiental, este establecimiento cuenta con cuatro trampas de grasa para recolectar las aguas de los locales del patio de comidas y dar el cumplimiento a la Ordenanza Metropolitana N.º138 que establece el Sistema de Manejo Ambiental del Distrito Metropolitano de Quito que mide los parámetros máximos permisibles de descarga.

El Centro Comercial en sus años de funcionamiento ha sufrido varias remodelaciones y adecuaciones, se ha venido dando varios procesos para mejorar los niveles de contaminación del agua residual grises; se implementó bacterias orgánicas, pero no hubo reducción en los parámetros, al igual se implementó un blower para ingresar aire al sistema, pero con todo lo adecuado no se logró bajar los parámetros. Es esencial implementar una planta de tratamiento de aguas residuales grises para los locales del patio de comidas, ya que el análisis del agua residual ha demostrado que los niveles de DQO5, DBO y SST se encuentran por encima de los rangos máximos permitidos. Este análisis fue realizado por la empresa LASA Laboratorio, contratada por el Centro Comercial.

La implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales grises permitiría reducir significativamente la carga contaminante en el agua y asegurar que los efluentes cumplan con los límites establecidos en las normativas ambientales.

El agua residual generada por el patio de comidas del Centro Comercial es el objeto de estudio para la propuesta del diseño de la PTAR. Las descargas resultantes del proceso de producción de alimentos contienen diversos elementos, tales como materia orgánica e inorgánica, así como sólidos suspendidos o disueltos en agua. Por esta razón, las concentraciones de los elementos pueden variar durante el periodo de funcionamiento de los locales del patio de comidas, los días de la semana o la cantidad de personas que consumen alimentos dentro del área.

Es crucial tener en cuenta esta variabilidad para diseñar una PTAR efectiva que sea capaz de tratar las aguas residuales de manera adecuada y cumplir con los límites permitidos por las normativas ambientales. Por lo tanto, se deben realizar análisis frecuentes del agua residual para determinar la calidad del agua y garantizar que la PTAR diseñada tenga la capacidad adecuada para tratar los efluentes generados por el patio de comidas del Centro Comercial.

Justificación

El Centro Comercial actualmente requiere tratar el agua que descarga al sistema de alcantarillado por que se encuentra por arriba de los límites permisibles mediante el análisis que se ha venido realizando con un laboratorio LASA de la ciudad de Quito.

La **importancia** de este trabajo es mejorar la calidad del agua que se descarga al sistema de alcantarillado minimizando los contaminantes mediante el diseño de una planta de tratamiento

de aguas residuales con el objetivo de reducir los parámetros que se encuentran por arriba de los límites permisibles de las descargas que genera el Centro Comercial de sus actividades del patio de comidas las cuales se recolectan a una trampa de grasa y posteriormente se descargan en la alcantarilla.

El **impacto** que se va a conseguir con el diseño de la Planta de tratamiento de agua es mejorar los niveles de contaminación del agua que se descargan al sistema de alcantarillado, estar dentro de los parámetros permisibles de la ordenanza metropolitana 138 y contribuir de esta manera con el mejoramiento del Medio Ambiente.

La **utilidad** de este diseño e investigación está orientada a contribuir con el Centro Comercial al contar con un diseño de una planta de tratamiento de agua residuales basada en un sustento teórico y práctico que servirá para mejorar los niveles de contaminación del agua que se descarga proveniente del patio de comidas del Centro Comercial.

Los principales **beneficiarios** del diseño de la Planta de tratamiento de agua residuales son los locales del patio de comidas, restaurantes y el medio ambiente al cual se descargan los efluentes o cuerpos receptores de la ciudad de Quito.

Objetivo General

Diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales grises a través de la selección y dimensionamiento de los componentes de la PTAR para el mejoramiento de los parámetros máximos permisibles que se encuentran en la Ordenanza Metropolitana N° 0138 que establece el Sistema de Manejo Ambiental en el Distrito Metropolitano de Quito.

Objetivos específicos

- Evaluar el Impacto Ambiental mediante la matriz de Vicente Conesa para asignar la importancia del Impacto Ambiental que está generando las aguas del Centro Comercial.
- Determinar el tipo de tratamiento de aguas grises mediante el análisis de criterios de selección que permitan la reducción de contaminantes provenientes del Centro Comercial de la ciudad de Quito.
- Diseñar la capacidad y dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para el Centro Comercial, mediante cálculos y selección de componentes del sistema, garantizando la descarga de las aguas en los límites permisibles dados por la Normativa Ambiental Vigente.

CAPÍTULO II

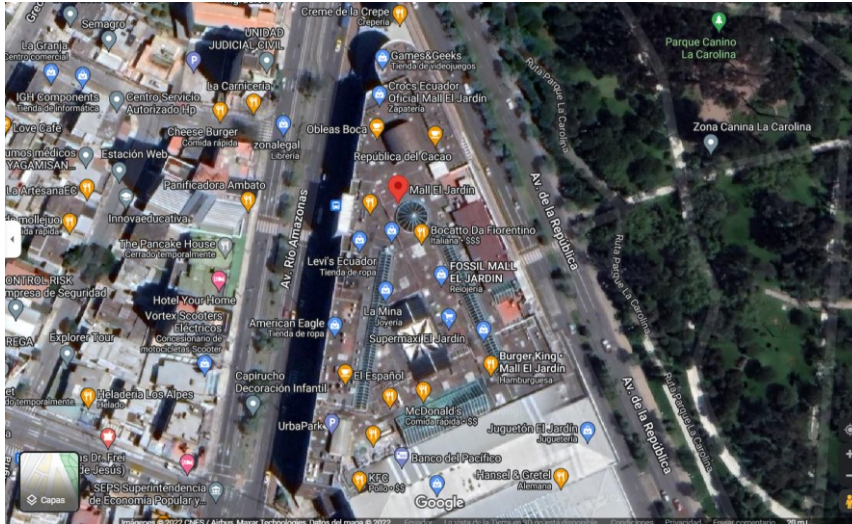
INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico y situación actual del centro comercial.

El Centro Comercial está considerado como uno de los mejores Centros Comerciales de la ciudad de Quito por sus tiendas exclusivas, su patio de comidas entre otras. El Centro Comercial se encuentra ubicado en la provincia de Pichincha, cantón Quito, en el sector norte de la ciudad como muestra en la Figura 1. Es una empresa que está dedicada a la administración y concesión de locales comerciales como tiendas y locales de comida.

Figura 1.

Ubicación Centro Comercial.



Fuente: Tomado la ubicación satelital de Google Maps.

Elaboración: Victor Faican.

De sus actividades en el patio de comidas existen varios locales que producen comida los cuales generan aguas residuales grises de los procesos que tiene cada local de comidas encontrando gran cantidad de sólidos suspendidos SST, este afluyente muchas de las veces es vertido en los bajantes directamente al sistema de tuberías del centro comercial y a su vez esto se descarga a la red de alcantarillado público elevando los niveles de contaminación del agua en las trampas de grasa del Centro Comercial la demanda bioquímica de oxígeno DBO5 y la

demanda química de oxígeno DQO encontrándose los parámetros de contaminación elevados de acuerdo a la ordenanza municipal N.º138 que genera el incumplimiento al Ministerio del Ambiente cuando se sube la información en línea, las instalaciones en la actualidad el Centro Comercial cuenta con estudios realizados por el laboratorio certificado LASA de la ciudad de Quito en cual muestra en el Anexo 10 los valores que se encuentran por encima de los límites permisibles, pero no se puede determinar la importancia del impacto que generan las aguas residuales del Centro Comercial.

El problema principal es que no cumplen con la normativa de la Ordenanza Municipal N.º 0138 que regula los límites máximos permisibles por cuerpo receptor (alcantarillado). La Información que se maneja y se sube al Ministerio del Ambiente puede acarrear en una multa para el Centro Comercial de ahí la importancia de realizar un diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para cumplir y no generar algún tipo de multa o sanción para este mismo.

En la siguiente Tabla 1. muestra los parámetros a ser tomados en cuenta para realizar el análisis de las descargas de agua.

Tabla 1.

Guía orientativa de los parámetros de descarga a analizarse.

TABLA No. A5 GUÍA ORIENTATIVA DE LOS PARAMETROS DE DESCARGA A ANALIZARSE. (continuación...)

| H. HOTELES Y RESTAURANTES | | |
|--|--|---|
| 5511 | Alojamiento en hoteles, hostales y aparthoteles | caudal, DBO, DQO, SST, SAAM, Aceites y Grasas |
| 5512 | Alojamiento en residencias, moteles y amoblados | |
| 5513 | Alojamiento en centros vacacionales y zonas de camping | |
| 5600 | Servicio de alimento y bebida | |
| I. TRANSPORTE ALMACENAMIENTO Y COMUNICACIONES | | |

Fuente: Parte de la norma técnica para control de descargas líquidas (NT002)

La investigación nos permitió conocer cómo se está manejando las descargas de aguas residuales de los locales y como el centro comercial realiza los controles a cada uno de los

locales para minimizar de cierta manera la contaminación, pese a los controles que se han realizado existe un alto desconocimiento por parte de los colaboradores de los locales con el manejo de las aguas residuales de cada establecimiento al cual pertenecen como resultado de las malas prácticas se ve afectado el agua de las trampas de grasa donde se recolecta toda el agua de los diferentes procesos de la producción de alimentos, el centro comercial para revisar y saber su situación ha realizado análisis del agua en diferentes periodos de los cuales se ha tenido acceso algunos de esos informes del laboratorio LASA que efectúa sus análisis que muestra los parámetros del agua que se descarga al alcantarillado como muestran las Tabla 3,4,5 y 6.

Los valores referenciales que se va a trabajar a lo largo del proyecto son los siguientes tomados de la Ordenanza Municipal N°0138 como muestra la Tabla 2. Un extracto de la ordenanza.

Tabla 2.

Valores de referencia

| ITEM | PARAMETROS | UNIDADES | VALOR DE REFERENCIA |
|------|--------------------------------------|----------|---------------------|
| 1 | ACEITES Y GRASA | mg/l | 70 |
| 2 | D.B.O5 DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO | mg/l | 170 |
| 3 | D.Q.O. DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO | mg/l | 350 |
| 4 | FENOLES | mg/l | 0 |
| 5 | SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS | mg/l | 120 |
| 6 | TENSOACTIVOS (MBAS) | mg/l | 1 |

Elaborado por: Victor Faican

Fuente: Parte de la norma técnica para control de descargas líquidas (NT002) anexo 1. Tabla A1

En las siguientes tablas se identifica los parámetros analizados por el Laboratorio en distintos periodos de las cuatro trampas de grasa que cuenta actualmente el centro comercial, se ha podido obtener gracias a los informes enviados por el laboratorio LASA al centro comercial, datos que nos ayudaran con la toma de decisiones para determinar cuál de estas genera mayor contaminación y poder centrarnos en la importancia de su impacto ambiental que genera.

Tabla 3*Reporte análisis físico químico trampa 1*

| REPORTE ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO TRAMPA 1 | | | | | | |
|--|------------------------|---|--|----------------|------------------------------------|----------------------------|
| FECHA | ACEITES Y GRASA | D.B.O5 DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO | D.Q.O. DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO | FENOLES | SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS | TENSOACTIVOS (MBAS) |
| 14/11/2017 | 128,33 | 1032,00 | 2269,11 | 0,025 | 510,00 | 4,61 |
| 5/4/2018 | 66,50 | 1375,00 | 3016,51 | 0,030 | 635,00 | 3,68 |
| 5/7/2018 | 95,00 | 1458,00 | 2760,00 | 0,025 | 470,00 | 10,58 |
| 26/9/2018 | 192,50 | 2490,00 | 3308,59 | 0,025 | 635,00 | 33,30 |
| 20/12/2018 | 156,50 | 1572,00 | 2129,85 | 0,030 | 635,00 | 26,25 |
| 23/4/2019 | 134,00 | 1608,00 | 2468,50 | 0,025 | 570,00 | 37,60 |
| 1/7/2019 | 351,50 | 1000,00 | 2165,00 | 0,031 | 1320,00 | 101,20 |
| 23/10/2019 | 54,00 | 614,00 | 873,50 | 0,025 | 242,00 | 14,07 |
| 23/12/2019 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,000 | 0,00 | 0,00 |
| 7/7/2020 | 72,00 | 990,00 | 1160,00 | 0,026 | 209,00 | 42,04 |
| 1/10/2020 | 67,20 | 1785,00 | 2366,00 | 0,025 | 182,00 | 46,08 |
| 16/12/2020 | 44,80 | 1206,00 | 2732,00 | 0,025 | 268,00 | 66,70 |

Elaborado por: Victor Faicán.

Fuente: investigación propia.

Tabla 4.*Reporte análisis físico químico trampa 2*

| REPORTE ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO TRAMPA 2 | | | | | | |
|--|------------------------|---|--|----------------|------------------------------------|----------------------------|
| FECHA | ACEITES Y GRASA | D.B.O5 DEMANDA BIOQUIMICA DE OXÍGENO | D.Q.O. DEMANDA QUIMICA DE OXÍGENO | FENOLES | SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS | TENSOACTIVOS (MBAS) |
| 14/11/2017 | 97,67 | 519,00 | 1890,00 | 0,025 | 365,00 | 49,60 |
| 5/4/2018 | 100,50 | 981,00 | 2390,44 | 0,030 | 456,67 | 62,00 |
| 5/7/2018 | 131,00 | 978,00 | 2160,00 | 0,025 | 426,67 | 43,30 |
| 26/9/2018 | 158,00 | 1086,00 | 1859,11 | 0,025 | 278,00 | 46,90 |
| 20/12/2018 | 135,00 | 1728,00 | 2447,74 | 0,025 | 542,00 | 29,45 |
| 23/4/2019 | 707,00 | 1728,00 | 2434,00 | 0,025 | 540,00 | 46,40 |
| 1/7/2019 | 133,50 | 36,00 | 1030,00 | 0,025 | 327,00 | 84,50 |
| 23/10/2019 | 144,00 | 1002,00 | 2592,00 | 0,025 | 660,00 | 14,34 |
| 23/12/2019 | 127,67 | 1035,00 | 1516,00 | 0,028 | 430,00 | 47,41 |
| 7/7/2020 | 104,00 | 1476,00 | 1516,00 | 0,025 | 356,00 | 51,18 |
| 1/10/2020 | 86,60 | 944,00 | 1336,00 | 0,025 | 144,00 | 59,19 |
| 16/12/2020 | 70,80 | 1216,00 | 1676,00 | 0,129 | 284,00 | 74,70 |

Elaborado por: Victor Faicán.

Fuente: investigación propia.

Tabla 5.*Reporte análisis físico químico trampa 3*

| REPORTE ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO TRAMPA 3 | | | | | | |
|--|--------------------------------|---|--|----------------|--|--------------------------------|
| FECHA | ACEITES Y GRASA | D.B.O5 DEMANDA BIOQUIMICA DE OXÍGENO | D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO | FENOLES | SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS | TENSOACTIVOS (MBAS) |
| 14/11/2017 | 99,67 | 513,00 | 1585,47 | 0,025 | 252,00 | 40,40 |
| 5/4/2018 | 71,50 | 732,00 | 1992,03 | 0,025 | 290,00 | 42,80 |
| 5/7/2018 | 139,50 | 654,00 | 1800,00 | 0,025 | 234,00 | 38,45 |
| 26/9/2018 | 162,00 | 930,00 | 1843,35 | 0,025 | 270,00 | 52,10 |
| 20/12/2018 | 144,00 | 1203,00 | 1668,91 | 0,025 | 283,00 | 25,40 |
| 23/4/2019 | 180,50 | 1173,00 | 1714,20 | 0,025 | 322,50 | 59,40 |
| 1/7/2019 | 161,00 | 564,00 | 2592,00 | 0,025 | 320,00 | 82,60 |
| 23/10/2019 | 139,50 | 246,00 | 2338,00 | 0,025 | 333,30 | 84,20 |
| 23/12/2019 | 174,50 | 969,00 | 1776,00 | 0,025 | 424,00 | 99,14 |
| 7/7/2020 | 126,00 | 1389,00 | 1534,00 | 0,025 | 420,00 | 78,87 |
| 1/10/2020 | 20,00 | 948,00 | 1029,06 | 0,025 | 154,00 | 70,38 |
| 16/12/2020 | 73,80 | 861,00 | 1916,00 | 0,183 | 198,00 | 78,20 |

Elaborado por: Victor Faicán.

Fuente: investigación propia.

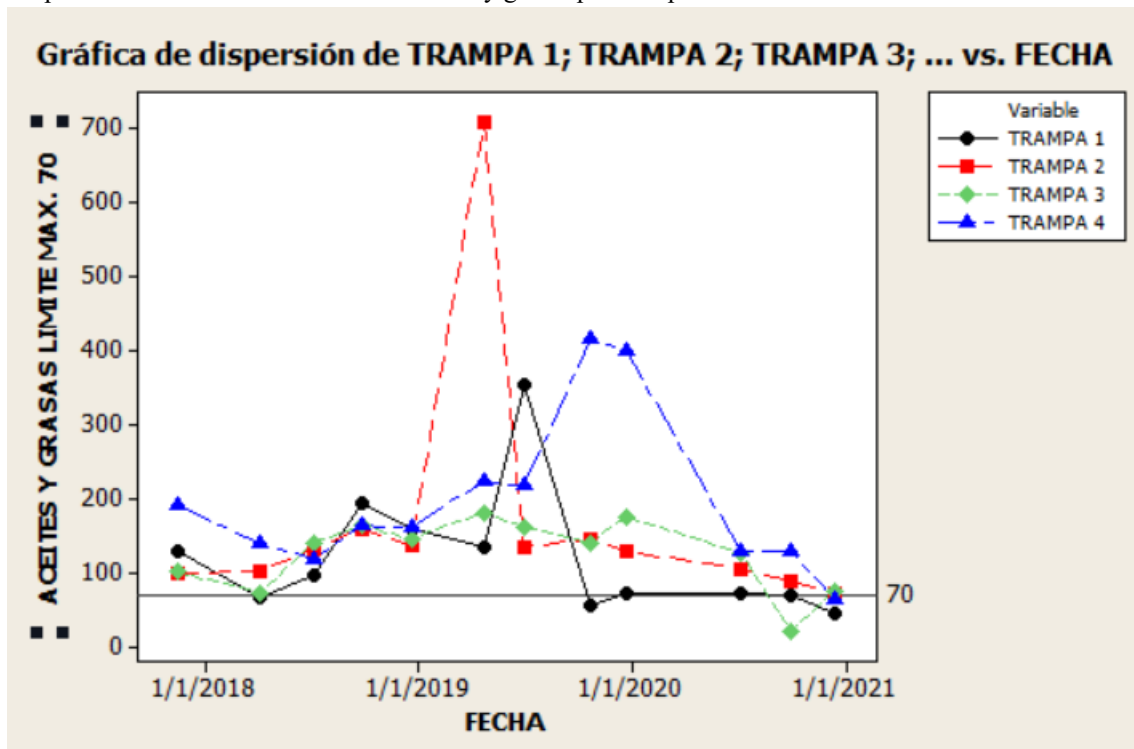
Tabla 6.*Reporte análisis físico químico trampa 4*

| REPORTE ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO TRAMPA 4 | | | | | | |
|--|--------------------------------|---|--|----------------|--|--------------------------------|
| FECHA | ACEITES Y GRASA | D.B.O5 DEMANDA BIOQUIMICA DE OXÍGENO | D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO | FENOLES | SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS | TENSOACTIVOS (MBAS) |
| 14/11/2017 | 190,67 | 729,00 | 1963,66 | 0,025 | 298,00 | 25,70 |
| 5/4/2018 | 137,50 | 915,00 | 1449,35 | 0,025 | 253,33 | 30,00 |
| 5/7/2018 | 117,00 | 300,00 | 1575,00 | 0,025 | 364,00 | 40,10 |
| 26/9/2018 | 162,00 | 930,00 | 1843,35 | 0,025 | 270,00 | 52,10 |
| 20/12/2018 | 160,00 | 1302,00 | 2066,27 | 0,025 | 319,00 | 29,40 |
| 23/4/2019 | 222,50 | 1176,00 | 1885,70 | 0,025 | 236,00 | 36,80 |
| 1/7/2019 | 216,00 | 770,00 | 1770,00 | 0,025 | 363,00 | 38,70 |
| 23/10/2019 | 414,00 | 1068,00 | 2658,00 | 0,025 | 746,60 | 14,62 |
| 23/12/2019 | 399,50 | 1610,00 | 3034,00 | 0,025 | 720,00 | 67,61 |
| 7/7/2020 | 127,00 | 1161,00 | 1312,00 | 0,025 | 274,00 | 45,80 |
| 1/10/2020 | 126,60 | 1010,00 | 1532,00 | 0,025 | 224,00 | 61,26 |
| 16/12/2020 | 62,40 | 1119,00 | 2052,00 | 0,040 | 86,00 | 76,40 |

Elaborado por: Victor Faicán.

Fuente: investigación propia.

Figura 2.
Dispersión de los límites máximos de aceite y grasas por trampa.

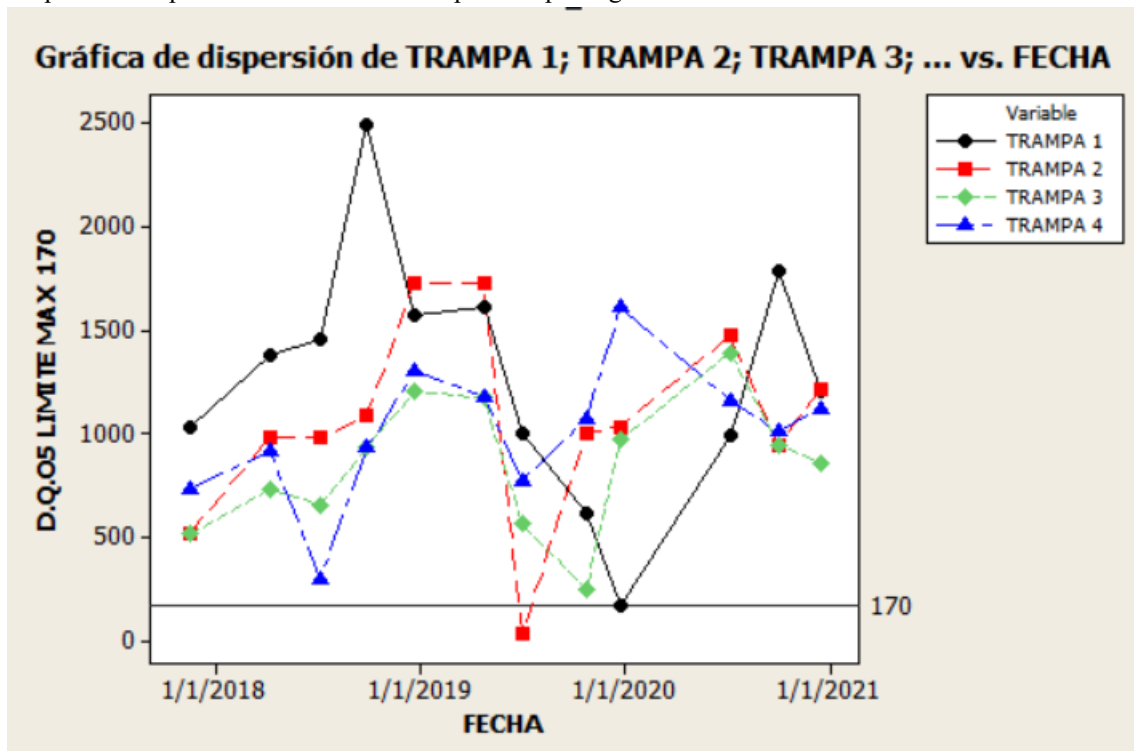


Elaborado por: Victor Faicán.

Fuente: investigación propia.

Nota: En la figura muestra la variación que existe sobre los límites permisibles en la relación de aceites y grasas de las 4 trampas de grasa.

Figura 3.
Dispersión del parámetro máximo DBO5 por trampa de grasa.



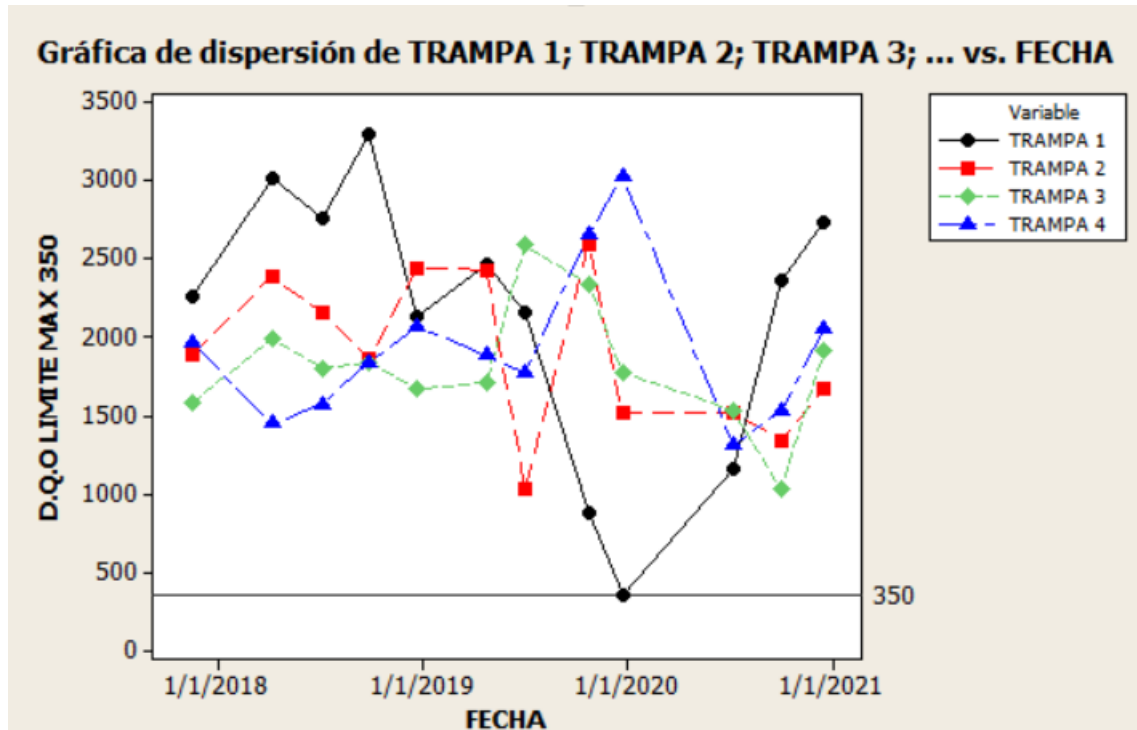
Elaborado por: Victor Faicán.

Fuente: investigación propia.

Nota: En la figura muestra la variación que existe sobre los límites permisibles la concentración DBO5 de las 4 trampas de grasa.

Figura 4.

Dispersión de los límites de concentraciones D.Q.O. por trampa de grasa.



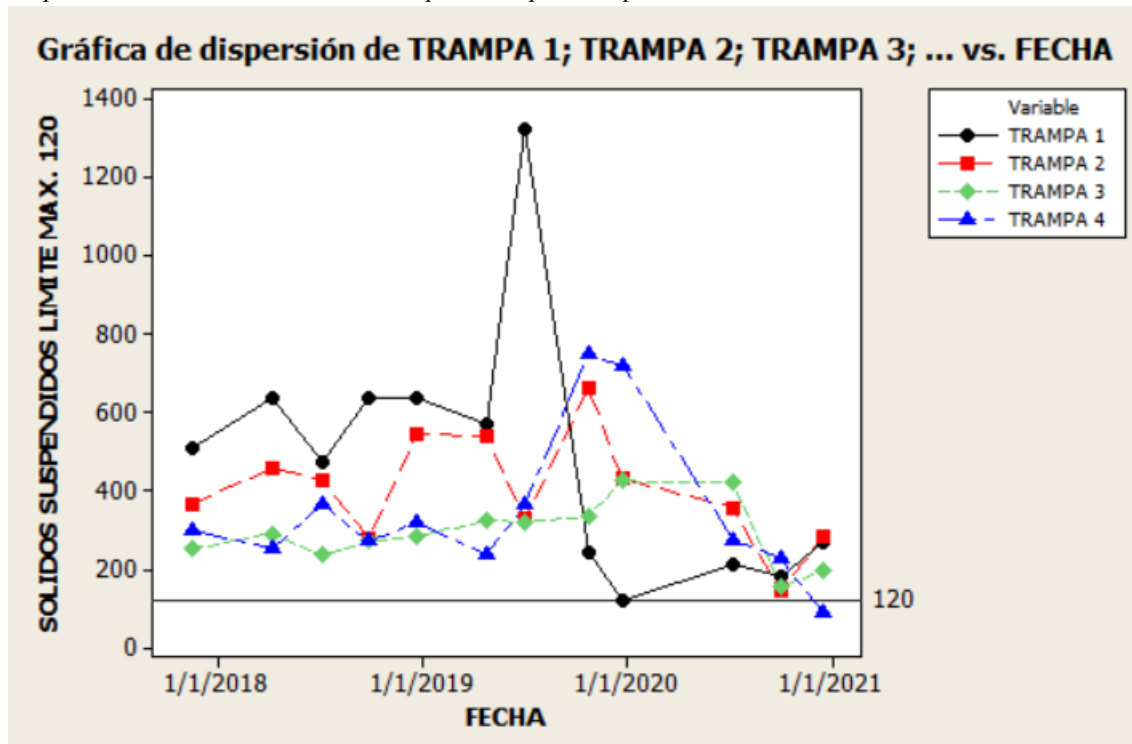
Elaborado por: Victor Faicán.

Fuente: investigación propia.

Nota: En la figura muestra la variación que existe sobre los límites permisibles la concentración D.Q.O. de las 4 trampas de grasa.

Figura 5.

Dispersión de los límites de sólidos suspendidos por trampa



Fuente: investigación propia.

Nota: En la figura muestra la variación que existe sobre los límites permisibles de los sólidos suspendidos de las 4 trampas de grasas.

Análisis mediante la matriz de Vicente Coneza.

Después de analizar las figuras, se identificó que los índices en las cuatro trampas de grasa del Centro Comercial superan los límites permisibles, lo que indica una situación preocupante. Por ello, se decidió enfocarse en la trampa de grasa N°1, ya que presenta mayores concentraciones por unidad de mg/l en comparación con las trampas 2, 3 y 4. Para evaluar adecuadamente los impactos ambientales generados por las aguas residuales del Centro Comercial, es fundamental utilizar la matriz de Vicente Coneza. A través de esta herramienta, es posible identificar los diferentes impactos ambientales asociados, asignarles un nivel de importancia y valor numérico para evaluar su grado de significancia y asignarles un nivel de importancia en función de su grado de afectación al medio ambiente. De esta manera, se puede abordar eficazmente la problemática de las aguas residuales del Centro Comercial.

Tabla 7.

Importancia del impacto ambiental y social

IMPORTANCIA DEL IMPACTO

$$I = \pm [3 \text{ IN} + 2 \text{ EX} + \text{MO} + \text{PE} + \text{RV} + \text{SI} + \text{AC} + \text{EF} + \text{PR} + \text{MC}]$$

| | |
|--|--|
| | Inferiores a 25 son irrelevantes o compatibles con el ambiente |
| | Entre 25 y 50 son impactos moderados. |
| | Entre 50 y 75 son severos |
| | Superiores a 75 son críticos |

Elaborado por: Elaboración propia.

Fuente: Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental de Vicente Conesa 2010

Una vez identificados los impactos, se asigna a cada uno un nivel de significancia, con lo cual se determina un valor numérico para cada impacto ambiental. Estos valores pueden ser utilizados para determinar el grado de impacto ambiental de las aguas residuales del Centro Comercial.

$$I = -1 * ((3 * 4) + (2 * 4) + 4 + 8 + 4 + 8 + 1 + 4 + 4 + 4)$$

$$I = -57$$

El impacto de 57 que genera se encuentra entre 50 y 75 e indica que son severos de acuerdo con la caracterización del agua del Anexo 9. como también la valoración y criterios de la matriz de Vicente Conesa.

La evaluación del impacto ambiental mediante la matriz de Vicente Conesa, permitir establecer medidas de mitigación y prevención para reducir o eliminar los impactos ambientales identificados en la **Figura 6**.

Figura 6.
Matriz de V. Conesa

MATRIZ MÉTODO CONESA VERTEDEROS DE AGUA RESIDUAL A LA TRAMPA DE GRASA

| MEDIO | IMPACTO IDENTIFICADO | NATURALEZA | INTENSIDAD | EXTENSIÓN | MOMENTO | PERSISTENCIA | REVERSIBILIDAD | RECUPERABILIDAD | SINERGIA | ACUMULACIÓN | EFEECTO | PERIODICIDAD | IMPORTANCIA | IMPACTO |
|-----------|--|--------------|------------|-----------|---------|--------------|----------------|-----------------|----------|-------------|---------|--------------|-------------|---------|
| Aire | Generación de mal olor | NEGATIVO (-) | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | -42 | |
| Agua | Consumo de agua del proceso productivo de alimentos del patio de comida, esto genera contaminación en las aguas residuales | NEGATIVO (-) | 4 | 4 | 4 | 8 | 4 | 8 | 1 | 4 | 4 | 4 | -57 | |
| Suelo | Alteración en la calidad del suelo por derrame de agua contaminada con aceite y grasas | NEGATIVO (-) | 2 | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | -25 | |
| Paisaje | Cambio en el paisaje por la presencia de la trampa de grasa ubicada en la jardinera del centro comercial | NEGATIVO (-) | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | -29 | |
| Flora | No aplica | NEGATIVO (-) | | | | | | | | | | | N/A | |
| Fauna | No aplica | NEGATIVO (-) | | | | | | | | | | | N/A | |
| Comunidad | Malestar en las personas que transitan cerca de la trampa de grasa | NEGATIVO (-) | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 | |
| Salud | Enfermedades laborales por concepto de limpieza y maejo de aceites, grasas y agua residual. | NEGATIVO (-) | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | -30 | |
| Servicios | Agotamiento en los servicios básicos por funcionamiento de la planta | NEGATIVO (-) | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | -23 | |
| Economía | Generación de empleos para el retiro de sobrenadantes y aguas residuales. | POSITIVO (+) | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 | 31 | |

Elaborado por: Victor Faicán.

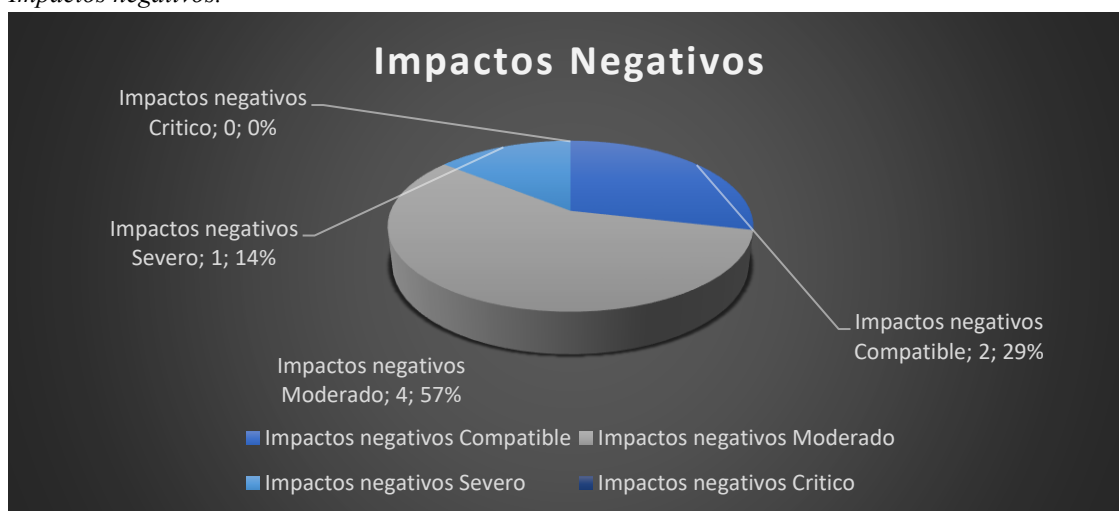
Fuente: Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental de Vicente Conesa 2010

La evaluación del impacto ambiental dio una calificación de -57 en la matriz de Vicente Conesa esto nos indica que los impactos ambientales generados por las aguas residuales del Centro Comercial son significativos y requieren medidas de mitigación y prevención para reducir su impacto ambiental.

Una de las medidas de mitigación y prevención es:

La Implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales adecuado, que permita la eliminación de los contaminantes presentes en las aguas residuales antes de su descarga al medio ambiente. Por lo que se plantea el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Figura 7.
Impactos negativos.



Elaborado por: Victor Faicán.
Fuente: Elaboración propia
Revisar el gráfico y sus porcentajes.

En la **Figura 7**. Se muestra los impactos negativos extraídos de la matriz de Vicente Conesa con el 57% de impactos moderados en comparación con el 14% de impactos severos donde

se pondrá énfasis para el tratamiento del afluente y por consecuencia la reducción de los impactos moderados a su vez.

Para el cálculo del caudal y el dimensionamiento y diseño de la planta de tratamiento, se tomaron en cuenta los datos relevantes proporcionados en la Tabla 8. Esto nos permitirá trabajar en la implementación de una solución que permita reducir los índices de contaminación en las aguas residuales y cumplir con los límites permisibles establecidos por la normativa ambiental.

Tabla 8.

Promedios de la demanda bioquímica de oxígeno y demanda de oxígeno.

| CONTAMINANTE | TRAMPA DE GRASA | | | |
|---|-----------------|---------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ACEITES Y GRASA | 113,5 | 166,3 | 124,3 | 194,6 |
| D.B.O5 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO | 1275 | 1060,75 | 848,5 | 1007,5 |
| D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO | 2187,4 | 1903,9 | 1815,8 | 1928,4 |
| SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS | 473,0 | 400,8 | 291,7 | 346,2 |

Nota: Promedios de los DBO5, DQO, SST, aceites y grasas de la tabla de análisis físico-químico general de la trampa de grasa.

Fuente: investigación propia.

Es importante tomar en cuenta esta información para poder realizar un diseño adecuado de la planta de tratamiento, que permita eliminar los contaminantes presentes en las aguas residuales antes de su descarga al medio ambiente. De esta forma, se podrán mitigar los impactos ambientales negativos generados por la contaminación en las aguas residuales del Centro Comercial y proteger la calidad del agua y el medio ambiente en general.

La toma de caudales diarios de la Tabla 9, es importante para el diseño y dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales. Los datos obtenidos a través de esta medición son necesarios para calcular el caudal promedio, máximo y mínimo, lo que permitirá definir el tamaño y capacidad de la planta de tratamiento necesaria para tratar el agua residual de manera eficiente.

Tabla 9.

Valores tomados de la trampa de grasa.

| HORA | LUNES | | | MARTES | | | MIÉRCOLES | | | JUEVES | | | VIERNES | | | SÁBADO | | | DOMINGO | | |
|-----------------|-------|------|------|--------|------|------|-----------|------|------|--------|------|------|---------|----|------|--------|----|------|---------|----|------|
| | s | Lt | Lt/s | s | Lt | Lt/s | s | Lt | Lt/s | s | Lt | Lt/s | s | Lt | Lt/s | s | Lt | Lt/s | s | Lt | Lt/s |
| 7:00:00 | 9 | 2,5 | 0,28 | 8,75 | 2,5 | 0,29 | 13,3 | 2,75 | 0,21 | 10,8 | 2,75 | 0,25 | 9,02 | 3 | 0,33 | 9,12 | 3 | 0,33 | 15,4 | 3 | 0,2 |
| 8:00:00 | 8,75 | 2,5 | 0,29 | 8,23 | 2,5 | 0,3 | 12,8 | 2,75 | 0,22 | 9,86 | 2,75 | 0,28 | 9,36 | 3 | 0,32 | 10 | 3 | 0,3 | 19,3 | 3 | 0,16 |
| 9:00:00 | 9,09 | 2,5 | 0,28 | 8,45 | 2,5 | 0,3 | 12,9 | 2,75 | 0,21 | 9,56 | 2,75 | 0,29 | 9,42 | 3 | 0,32 | 12,2 | 3 | 0,25 | 21,4 | 3 | 0,14 |
| 10:00:00 | 10 | 2,5 | 0,25 | 9,35 | 2,5 | 0,27 | 19,3 | 2,75 | 0,14 | 9,32 | 2,75 | 0,3 | 9,23 | 3 | 0,33 | 13,5 | 3 | 0,22 | 26,5 | 3 | 0,11 |
| 11:00:00 | 8,56 | 2,5 | 0,29 | 10,7 | 2,5 | 0,23 | 18,7 | 2,75 | 0,15 | 9,78 | 2,75 | 0,28 | 9,14 | 3 | 0,33 | 16,3 | 3 | 0,18 | 21,2 | 3 | 0,14 |
| 12:00:00 | 8,95 | 2,5 | 0,28 | 15,8 | 2,5 | 0,16 | 19 | 2,75 | 0,14 | 9,12 | 2,75 | 0,3 | 9 | 3 | 0,33 | 12,3 | 3 | 0,24 | 30,2 | 3 | 0,1 |
| 13:00:00 | 9 | 2,5 | 0,28 | 12,5 | 2,5 | 0,2 | 15,7 | 2,75 | 0,18 | 8,96 | 2,75 | 0,31 | 9,06 | 3 | 0,33 | 11,6 | 3 | 0,26 | 17,8 | 3 | 0,17 |
| 14:00:00 | 9,01 | 2,5 | 0,28 | 14,1 | 2,5 | 0,18 | 16,3 | 2,75 | 0,17 | 8,56 | 2,75 | 0,32 | 10 | 3 | 0,3 | 11,3 | 3 | 0,27 | 10,6 | 3 | 0,28 |
| 15:00:00 | 9 | 2,5 | 0,28 | 13,5 | 2,5 | 0,19 | 17,1 | 2,75 | 0,16 | 9,32 | 2,75 | 0,3 | 8 | 3 | 0,38 | 10,5 | 3 | 0,29 | 9,75 | 3 | 0,31 |
| 16:00:00 | 9,08 | 2,5 | 0,28 | 16,8 | 2,5 | 0,15 | 15,8 | 2,75 | 0,17 | 9,42 | 2,75 | 0,29 | 8,56 | 3 | 0,35 | 10,4 | 3 | 0,29 | 9,23 | 3 | 0,33 |
| 17:00:00 | 9,1 | 2,5 | 0,27 | 15,4 | 2,5 | 0,16 | 21 | 2,75 | 0,13 | 9,36 | 2,75 | 0,29 | 10,1 | 3 | 0,3 | 9,45 | 3 | 0,32 | 9,45 | 3 | 0,32 |
| 18:00:00 | 9,06 | 2,5 | 0,28 | 19,2 | 2,5 | 0,13 | 21,3 | 2,75 | 0,13 | 9,4 | 2,75 | 0,29 | 10,1 | 3 | 0,3 | 11,2 | 3 | 0,27 | 9,12 | 3 | 0,33 |
| 19:00:00 | 9,8 | 2,5 | 0,26 | 20,9 | 2,5 | 0,12 | 22 | 2,75 | 0,13 | 10,2 | 2,75 | 0,27 | 9,06 | 3 | 0,33 | 10,1 | 3 | 0,3 | 15,6 | 3 | 0,19 |
| 20:00:00 | 9,12 | 2,5 | 0,27 | 22,8 | 2,5 | 0,11 | 22,5 | 2,75 | 0,12 | 9,09 | 2,75 | 0,3 | 9,15 | 3 | 0,33 | 9,56 | 3 | 0,31 | 14,3 | 3 | 0,21 |
| 21:00:00 | 9,32 | 2,5 | 0,27 | 23,5 | 2,5 | 0,11 | 22,8 | 2,75 | 0,12 | 10,1 | 2,75 | 0,27 | 9,09 | 3 | 0,33 | 10,1 | 3 | 0,3 | 13,6 | 3 | 0,22 |
| TOTAL | 137 | 37,5 | 0,27 | 220 | 37,5 | 0,17 | 270 | 41,3 | 0,15 | 143 | 41,3 | 0,29 | 138 | 45 | 0,33 | 167 | 45 | 0,27 | 243 | 45 | 0,18 |
| PROMEDIO | | | 0,27 | | | 0,19 | | | 0,16 | | | 0,29 | | | 0,33 | | | 0,27 | | | 0,21 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Nota: La tabla de caudales diarios muestra los valores de caudal en litros por segundo para un periodo de 24 horas, con una jornada de 12 horas. El tiempo de recolección varía de 22.8 a 8 segundos, y los caudales promedios oscilan entre 0.33 y 0.11 litros por segundo.

Área de estudio

El área de estudio en el que se enmarca el diseño de la planta de tratamiento se muestra en la Tabla 10. El objetivo de la investigación es diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales para reducir el impacto ambiental causado por las descargas del centro comercial de la ciudad de Quito. La línea de investigación se centra en la selección de tecnologías adecuadas para tratar el tipo de agua residual y se lleva a cabo en el área de medio ambiente en el campo de la ingeniería industrial. El periodo de análisis es de octubre de 2022 a marzo de 2023.

Tabla 10.
Área de estudio.

| | |
|--------------------------------|---|
| Dominio: | Tecnología y Sociedad |
| Línea de investigación: | Selección de tecnologías |
| Campo: | Ingeniería Industrial |
| Área: | Medio Ambiente. |
| Aspecto: | Reducir el impacto ambiental mediante el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales |
| Objeto de estudio: | Las descargas de aguas residuales del centro comercial de la ciudad de Quito. |
| Periodo Análisis: | Octubre 2022- marzo 2023 |

Fuente: Elaboración propia.

Modelo operativo

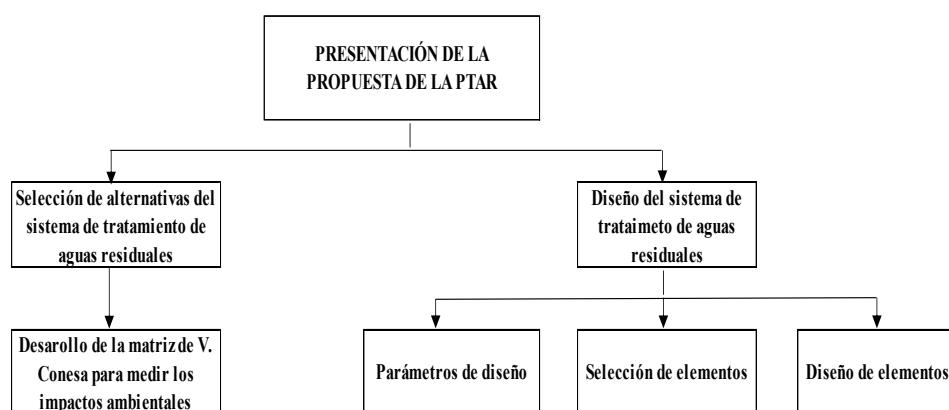
Para lograr los objetivos planteados se detalla el modelo operativo como muestra la **Figura 8**.

Una evaluación del Impacto Ambiental: Se realizará mediante la matriz de Vicente Conesa, que permitirá asignar la importancia del Impacto Ambiental generado por las aguas residuales del Centro Comercial. Se identificarán los impactos significativos.

Selección del tipo de tratamiento de aguas grises: Se realizará un análisis de criterios de selección que permitan la reducción de contaminantes provenientes del Centro Comercial. Se evaluarán diferentes opciones de tratamiento y se seleccionará la más adecuada en función de los costos, la eficiencia y la factibilidad técnica.

Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales: Se diseñará la capacidad y dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para el Centro Comercial, mediante cálculos y selección de componentes del sistema. Se garantizará que la descarga de las aguas tratadas cumpla con los límites permisibles dados por la Normativa Ambiental Vigente.

Figura 8.
Modelo Operativo



Fuente: Elaboración propia.

El modelo operativo propuesto en la **Figura 8.** para la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales en el Centro Comercial de la ciudad de Quito, permite evaluar el impacto ambiental generado por las aguas residuales, seleccionar el tipo de tratamiento adecuado y diseñar la capacidad y dimensionamiento de la planta para garantizar la descarga de las aguas dentro de los límites permisibles establecidos por la normativa ambiental vigente. La implementación de esta planta contribuirá a mejorar la gestión ambiental del Centro Comercial y a la protección del medio ambiente y la salud pública, cumpliendo así con los objetivos de desarrollo sostenible. Es importante destacar la relevancia de llevar a cabo este tipo de iniciativas en el ámbito empresarial, con el fin de contribuir a la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente en nuestras.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta

Como parte de la propuesta para reducir los contaminantes que se encuentran en el agua que se descarga del patio de comidas del Centro Comercial se desarrolló el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales la cual contemplaría un tratamiento de microburbujas por y finalmente finalizara por un filtro biológico que lograra estabilizar los parámetros de descarga, hasta cumplir con la normativa legal vigente.

Descripción del sistema de trampas de grasa y los vertidos generados.

Identificación de la recepción de las descargas

En la actualidad el CC cuenta con cuatro trampas de grasa después de haber analizado cual es la de mayor índice de contaminantes por descarga para nuestro estudio será la trampa número 1. Las descargas provienen de los locales del patio de comida, la cual consta de tres compartimientos como muestra la **Figura 9** de los cuales el primero retiene por sedimentación todos los sólidos que se encuentran suspendidos y también por flotación como es el aceite y la grasa por medio de este proceso para nuestro estudio no sirve como la primera fase para el pretratamiento de las aguas residuales porque ayuda separando los sólidos del agua residual, en gran cantidad, existe una empresa calificada para el retiro de los sobrenadantes ver el Anexo 10. La cual se encarga de la limpieza y transporte.

Figura 9.

Trampa de grasa del centro comercial.



Fuente: Elaboración propia. (foto real en trampa de grasa del proyecto).

La trampa grasa que actualmente está instalada tiene las siguientes características:

Tabla 11.

Dimensiones de la trampa de grasa actual

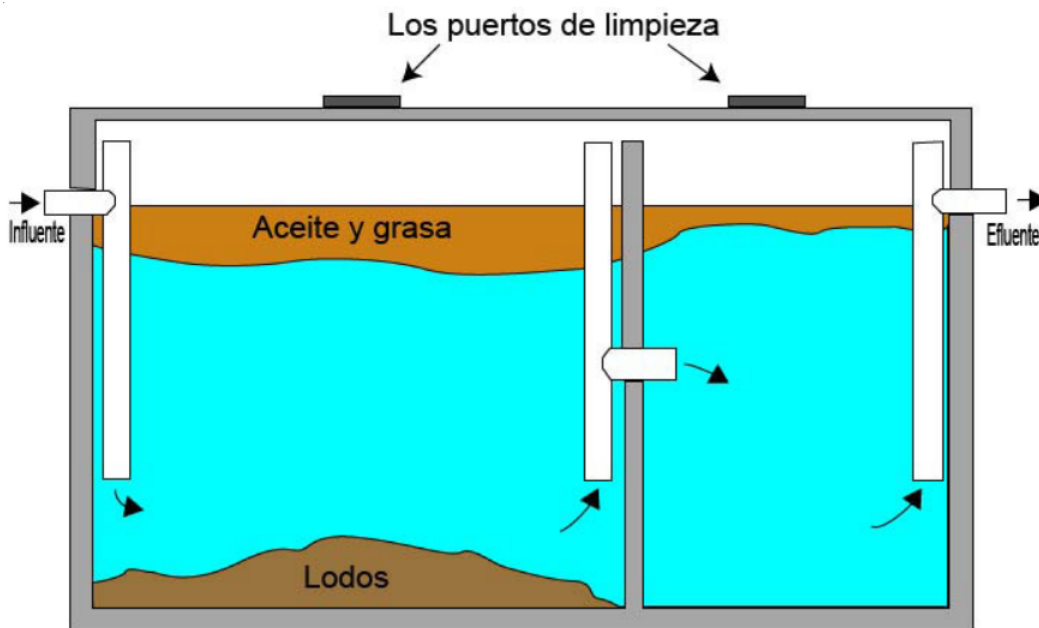
| PARÁMETRO | DIMENSIÓN | UNIDAD |
|---------------------------------------|------------------|----------------|
| Área actual de la trampa | 2.25 | m ² |
| Largo | 2.53 | m |
| Ancho | 0,89 | m |
| Profundidad | 0,9 | m |
| Tiempo de retención hidráulico | 22 | min |
| Diámetro tubería actual | 4 | plg |

Nota: Características, dimensiones de la trampa de grasa N°1.

La trampa de grasa es un dispositivo utilizado en sistemas de tratamiento de aguas residuales para separar y retener los aceites y grasas que provienen de las descargas del patio de comidas, instalaciones de procesamiento de alimentos. La trampa de grasa funciona mediante la retención de los residuos de grasa y aceite en un tanque o contenedor, mientras que el agua residual se dirige hacia el sistema de tratamiento principal. El Centro Comercial tiene las trampas de grasa como una herramienta importante en la prevención de la contaminación y la promoción de la gestión responsable de los desechos en la industria alimentaria, pero necesita de una planta de tratamiento de aguas residuales, para mejorar sus parámetros de contaminación.

Figura 10.

Trampa de grasa imagen referencial.



Elaborado por: Elaboración propia.

Fuente: OSD. Consultoría Integral S.A

CAUDALES DE DISEÑO

Tabla 12.

Caudal de la trampa de grasa N°1.

| CAUDALES L/S | LUNES | MARTES | MIÉRCOLES | JUEVES | VIERNES | SÁBADO | DOMINGO |
|---------------|-------|--------|-----------|--------|---------|--------|---------|
| Q. MIN DIARIO | 0,26 | 0,11 | 0,12 | 0,25 | 0,3 | 0,22 | 0,11 |
| Q. MED DIARIO | 0,27 | 0,19 | 0,16 | 0,29 | 0,33 | 0,27 | 0,21 |
| Q. MAX DIARIO | 0,29 | 0,3 | 0,22 | 0,32 | 0,32 | 0,33 | 0,33 |

Nota: Tabla de caudales promediados durante una semana.

Se ha determinado los caudales promedio diarios de la Tabla 12, para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, entonces se puede utilizar esta información para dimensionar la capacidad de la planta y seleccionar la tecnología más adecuada para tratar el caudal de agua residual esperado.

El caudal medio diario es de 0.25 l/s, se debe seleccionar una tecnología de tratamiento que pueda manejar ese caudal de manera eficiente y efectiva. Se requiere una combinación de tecnologías, como la filtración, la sedimentación, la aireación, la desinfección, entre otras,

para lograr los objetivos de tratamiento deseados que se plantean en la Tabla 15. Para seleccionar la mejor alternativa.

Con este caudal medio diario servirá para determinar el tamaño y la capacidad de los tanques de almacenamiento de agua a tratar, así como para calcular la capacidad de los equipos y maquinarias necesarios para el tratamiento del agua residual.

Tabla 13.

Caudales de diseño.

| CAUDAL DE DISEÑO | CAUDAL PROMEDIO L/S |
|-------------------------|----------------------------|
| Q. MIN DIARIO | 0,20 |
| Q. MED DIARIO | 0,25 |
| Q. MAX DIARIO | 0,30 |

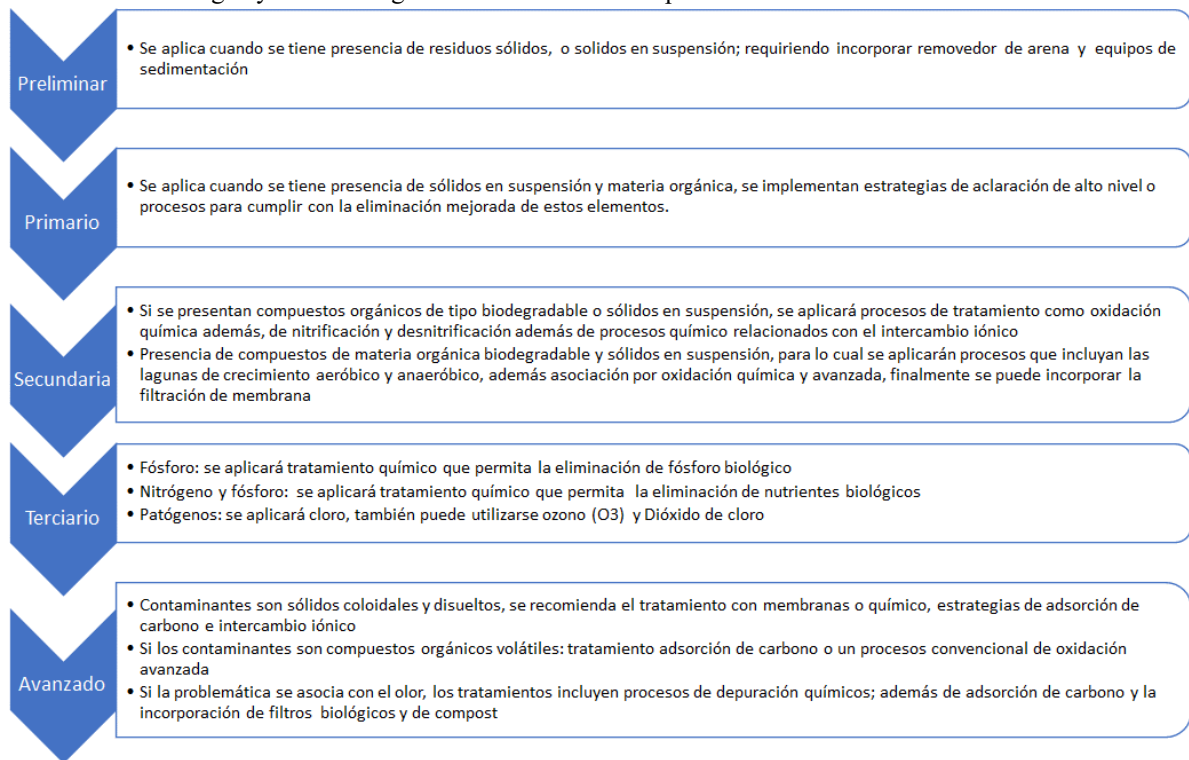
Nota: Tabla de caudales para el diseño de la PTAR.

Selección del tipo de tratamiento de aguas residuales

Los métodos de tratamiento se clasifican mediante; el tratamiento avanzado aplicado por la combinación de tipos; físico, químico, biológico, para los primarios, secundarios y terciarios aplica las mismas combinaciones. Para determinar las opciones técnicas para los tratamientos de agua contaminados disponibles para diseñar una PTAR y eliminar varios niveles de tratamiento, tratamiento principal, tratamiento avanzado, tratamiento secundario y nutrientes. Se recolectó información para el tratamiento secundario, el tratamiento terciario, tratamiento avanzado como muestra **Figura 11**. Un detalle por cada etapa de tratamiento.

Figura 11.

Contaminantes de agua y las tecnologías de tratamiento correspondiente.



Nota: Análisis por cada tipo y tecnología de cada etapa de tratamiento para aguas residuales.

En este sentido, los contaminantes comunes en las aguas residuales corporativas son los sólidos en suspensión, las sustancias orgánicas biodegradables y volátiles, los nutrientes, los sólidos coloidales y disueltos y los patógenos, que pueden eliminarse por métodos físicos, químicos o biológicos. Como se mencionó anteriormente, existe una gran cantidad de métodos independientes de tratamiento de aguas residuales que se utilizan hoy en día para eliminar los contaminantes comunes presentes en las aguas contaminadas. Sin embargo, debido a las características de los fluidos a tratar, no se cumple con la normativa ambiental en cuanto a parámetros como grasas, cobre, DBO y DBQ, por lo que es necesario diseñar sistemas de tratamiento de primer nivel. métodos fisicoquímicos, que implican una mejor eliminación de sólidos en suspensión y eliminación de materia orgánica, las opciones tecnológicas disponibles incluyen:

- Coagulación y floculación
- Electrocoagulación

- Electro oxidación
- Filtración
- Micro filtración
- Ultrafiltración
- Nano filtración
- Ósmosis inversa

Evaluar el proceso para el tratamiento del agua contaminada.

Teniendo en cuenta los diferentes volúmenes de aguas residuales industriales y las condiciones locales de las aguas residuales, no es posible seleccionar un proceso de tratamiento utilizando criterios generales. Sin embargo, existen varios puntos a la hora de elegir un proceso que se aplique a la mayoría de las aguas residuales industriales para realizar el pretratamiento (Karimi, Mehrdadi, Hasemian, Nabi y Tvakkoli, 2011). Un proceso típico de selección de procesos normalmente incluye los siguientes pasos; decidir los criterios que se utilizan para evaluar las alternativas:

Este paso debe establecer los criterios utilizados para evaluar las diferentes opciones de tratamiento. Los mismos pueden incluir la eficiencia del proceso, la viabilidad técnica, la viabilidad económica, la facilidad de operación y mantenimiento, el impacto ambiental y la seguridad. Es importante definir claramente los criterios y evaluarlos según su importancia relativa.

- Identificar los criterios que son importantes:

En este paso, se deben identificar los criterios que son más importantes para el proceso de tratamiento de aguas residuales industriales en cuestión. Es importante tener en cuenta que diferentes industrias pueden tener diferentes necesidades y requisitos específicos de tratamiento. Por ejemplo, una industria alimentaria puede estar más preocupada por la

eliminación de sólidos orgánicos y grasas, mientras que una industria química puede estar más preocupada por la eliminación de metales pesados y productos químicos tóxicos.

- Evaluar alternativas y seleccionar la mejor:

En este paso, se deben evaluar las diferentes opciones de tratamiento y seleccionar la mejor alternativa en función de los criterios establecidos en los pasos anteriores. Es importante tener en cuenta que no existe un proceso de tratamiento universalmente adecuado para todas las aguas residuales industriales, y se deben considerar diferentes opciones y tecnologías de tratamiento para encontrar la mejor solución.

Determinar los criterios que se utilizan para evaluar alternativas

Cada método de tratamiento de aguas residuales se evalúa y compara utilizando un conjunto de criterios estándar para ayudar a seleccionar la mejor tecnología. En este sentido, a continuación, se explican los criterios utilizados para la evaluación.

Costo (C): esta es la categoría de comparación principal e incluye costos de capital y operativos. El costo de capital es la consideración principal, pero la vida útil del equipo también es una consideración. Los tratamientos/técnicas de bajo costo que deben reemplazarse con frecuencia no tienen ninguna ventaja sobre los tratamientos costosos, pero de larga duración. Los costos de mantenimiento incluyen electricidad, productos químicos, aditivos, repuestos y mano de obra.

Impacto sobre la salud y el medio ambiente (ISM): Los sistemas de eliminación no deben representar un peligro para la salud del personal y están diseñados para operar de la manera más segura posible de acuerdo con las reglamentaciones nacionales. El personal debe poder operar con seguridad los sistemas de manejo, y los productos químicos deben usarse y almacenarse de manera segura.

Espacio (ES): debido a que el área r no dispone de grandes dimensiones para la instalación de la planta de tratamiento, el sistema debe poder manejar las aguas residuales generadas en el sitio con requisitos mínimos de espacio e infraestructura para el almacenamiento de productos químicos y agua limpia.

Mantenimiento (M): el cual no debe ser frecuente y no debe requerir la intervención de personal especializado con el fin que este sea efectuado por los operadores del taller, además por ningún motivo debe interrumpir las actividades diarias, así mismo, se consideró si se presenta incrustaciones y obstrucciones y su frecuencia y las facilidades de monitoreo y control.

Eficiencia de operación (EO): se evalúa sobre la base de la eficacia de la eliminación de contaminantes (SS, DS, DQO, aceite y grasa, tensioactivos, turbidez, nutrientes, metales pesados) y patógenos (bacterias, protozoos, virus) de las aguas residuales provenientes del CC, así como eficiencia en el uso de energía.

El tiempo de residencia (TR): requerido para el proceso de tratamiento es muy importante porque el agua tratada podrá verterse al alcantarillado. Un tiempo de residencia prolongado

significa que los costos del sistema serían mayores debido al aumento de los requisitos de almacenamiento, lo que reduce la eficiencia y la conveniencia del sistema en general.

La idoneidad (ID): incluye la facilidad de instalación, el trabajo en diversas condiciones de funcionamiento, la necesidad de un tratamiento previo y la necesidad de combinarlo con otro tratamiento para lograr los resultados requeridos. El sistema de tratamiento debe adaptarse a la operación del Centro Comercial y debe cumplir con la legislación actual.

Identificar los criterios claves.

Para seleccionar la mejor tecnología para el proyecto, se consideraron pesos de criterios como se muestra a continuación, en base a consideraciones previamente establecidas por el Centro Comercial.

Tabla 14.
Resultados de priorización de los criterios.

| Criterio | Peso |
|-----------------|-------------|
| C | 40% |
| SMA | 25% |
| ES | 10% |
| MAN | 10% |
| EO | 5% |
| TR | 5% |
| ID | 5% |
| Total | 100% |

Nota: Porcentajes para la valoración.

Una vez establecidos los criterios de evaluación de tecnologías, se realizó una revisión bibliográfica con el fin de recopilar información relevante para evaluar tecnologías

previamente seleccionadas que pudieran ser utilizadas en plantas de tratamiento de aguas residuales. Los resultados obtenidos se muestran a continuación en la Tabla 15.

Tabla 15.*Evaluación de los criterios importantes para la evaluación de tecnologías para tratamiento de agua residual*

| Tipo de tratamiento | Tecnología | Parámetro | -Eficiencia | Costos | Aspectos operativos | Otros tratamientos | Tiempo de residencia |
|----------------------------|---------------------------|---|--------------------|---|--|--|--|
| Química | Coagulación y floculación | Entre el 88 hasta el 99% en DQO, superior al 74% para la medición de la turbidez, superior al 77% en los parámetros tensioactivos y superior al 77% en el parámetro de fósforo. | | Alto costo de operación debido al uso de productos químicos costosos. | Se considera de fácil manipulación y control, además es un sistema estable y flexible, su producción de lodos son no biodegradables. | Es necesario incorporar tratamientos de agua adicionales como filtración, uso de cloro, proceso de ozonización o métodos biológicos. | Bajo (1 hora). |
| | Electrocoagulación | Entre 89 al 95% en DQO, entre el 69-99% para AyG, más de 95% para la medición de la turbidez, 30% en sólidos totales disueltos. | | Bajo. | Se considera de fácil manipulación y operación; además elimina contaminantes como sólidos suspendidos y materia orgánica, además, produce agua incolora e inodora. | Es necesario incorporar tratamientos de agua adicionales como filtración, uso de cloro, proceso de ozonización o métodos biológicos. | Bajo (1 hora y media). |
| | Electro oxidación | 83-99% en DQO, más del 83% DBO, más del 92% para AyG, mejora del 80 en color, mejora la turbidez en el 98%. | | Alto costo de operación. | Se considera de fácil manipulación y operación y no requiere usos de sustancias químicas | Es necesario incorporar tratamientos de agua adicionales de remediación biológica. | Bajo (1 hora y media). |
| Físico | Filtración | 100% en DQO, 100% en turbidez, y 80% en nitrógeno total. | | Bajo. | Se considera de fácil manipulación y operación. | Es necesario incorporar tratamientos de agua adicionales como sedimentación, procesos de osmosis inversa, o como ultrafiltración. | Alto más de 8 horas. |
| | Micro filtración | 82-99% en DQO, 96% en sólidos suspendidos, 99% en carbono orgánico y 99% para el inorgánico, 92-100% en AyG, más del 88% en turbidez y 50% en amonio. | | Bajo costo de adquisición, alto costo de operación. | Configuración básica y sencilla. | Es necesario efectuar un proceso de desinfección como rayos ultravioletas. | Medio (más de 1 hora menos de 6 horas) |
| | Ultrafiltración | 97% en DQO, 92% en turbidez, 95% en TOC y 35% en salinidad. | | Elevado. | Configuración básica y sencilla. | Es necesario incorporar procesos de tratamiento adicionales como remediación biológica. | |

| | | | | | | |
|------------------|-----------------|---|---------|--|---|---------------------|
| | Nano filtración | 99% en DQO, 100% en solidos suspendidos, 96 en AyG, 100% en turbidez, 98% en carbono orgánico total y 42% en amonio. | Elevado | Presenta problemas de ensuciamiento que requiere un mantenimiento constante. | Es necesario incorporar procesos de tratamiento adicionales como coagulación, uso de ozono, tecnologías biológicas. | Medio (2 horas). |
| | Ósmosis inversa | Efectividad superior al 96% en DQO, 100% en solidos totales, 83-93% en DS, 90% en AyG, 100% en turbidez. | Elevado | Configuración básica y sencilla. | Es necesario incorporar procesos adicionales como calentamiento de los fluidos para la reducción de posibles incrustaciones, además se requiere un nivel elevado de tratamiento previo. | Bajo (1 hora). |
| Biológico | Biofiltros | Efectividad superior al 87 hasta el 96% en DQO y del 93% en solidos totales, 82- 93% en DS, 99% en AyG. | Bajo | No requiere usos de sustancias químicas. | Es necesario incorporar procesos adicionales como cloración, rayos ultravioletas y un tratamiento básico de filtración. | Medio (5-15 horas). |
| | Biorreactor | Efectividad superior al 94% en DQO, eliminación del 68% en AyG, retiro de parámetros tensoactivos al 89% y 99% en amonio. | Elevado | Configuración básica y sencilla. | Es necesario efectuar un proceso de desinfección. | Medio (5-15 horas). |

Fuente: (Villalobos, 2021)

Nota. Aceite y Grasa (AYG)

Evaluación y selección del tipo de tratamiento

Una vez analizada y caracterizada las diferentes alternativas de tratamiento, se procedió a calificarlas, lo que implica que se asignó un puntaje de 1, cuando el criterio tiene el menor impacto negativo en la tecnología y 5 cuando el criterio tiene el mayor impacto en la tecnología propuesta, como se describe a continuación:

- (1) Costo: Si la tecnología evaluada requiere elevado costo de operación o capital se le asignó un puntaje de 1 y en caso contrario si requiere bajo costos se le asignó un puntaje de 5.
- (2) Impacto en la salud y el medio ambiente: Si la tecnología evaluada presenta altos impactos se le asignó el puntaje de 1, en caso contrario si presenta bajos impactos se le asignó un puntaje de 5.
- (3) Espacio: Si la tecnología evaluada requiere elevados espacios para su infraestructura se le asignó el puntaje de 1, en caso contrario se le asignó un puntaje de 5.
- (4) Mantenimiento: Si la tecnología evaluada requiere elevados mantenimientos se le asignó el puntaje de 1, en caso contrario se le asignó un puntaje de 5.
- (5) Eficiencia de operación: Si la tecnología evaluada presenta una eficiencia de operación baja se le asignó el puntaje de 1, en caso contrario se le asignó un puntaje de 5.
- (6) Tiempo de residencia: Si la tecnología evaluada presenta un tiempo de residencia alto se le asignó el puntaje de 1, en caso contrario se le asignó un puntaje de 5.
- (7) Idoneidad: Si la tecnología evaluada no se considera idónea en el contexto estudiado se le asignó el puntaje de 1, en caso contrario se le asignó un puntaje de 5.
- (8) En este contexto, se seleccionó la opción con mayor puntaje, como se muestra a continuación:

Tabla 16.*Resultados de priorización de la evaluación de las tecnologías.*

| Criterios | CF | | EC | | EO | | F | | MF | | UF | | NF | | OI | | |
|------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|----------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|------|
| | Punto | peso | Punto | peso | Punto | peso | Punto | peso | Punto | peso | Punto | peso | Punto | peso | Punto | peso | |
| C | 0,4 | 1 | 0,4 | 3 | 1,2 | 2 | 0,8 | 5 | 2 | 2 | 0,8 | 1 | 0,4 | 1 | 0,4 | 1 | 0,4 |
| SMA | 0,25 | 1 | 0,25 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 5 | 1,25 | 3 | 0,75 | 3 | 0,75 | 2 | 0,5 | 5 | 1,25 |
| ES | 0,1 | 4 | 0,4 | 4 | 0,4 | 4 | 0,4 | 5 | 0,5 | 4 | 0,4 | 4 | 0,4 | 4 | 0,4 | 3 | 0,3 |
| MAN | 0,1 | 3 | 0,3 | 3 | 0,3 | 3 | 0,3 | 5 | 0,5 | 3 | 0,3 | 2 | 0,2 | 2 | 0,2 | 2 | 0,2 |
| EO | 0,05 | 3 | 0,15 | 2 | 0,1 | 3 | 0,15 | 3 | 0,15 | 3 | 0,15 | 3 | 0,15 | 5 | 0,25 | 5 | 0,25 |
| TR | 0,05 | 1 | 0,05 | 1 | 0,05 | 1 | 0,05 | 2 | 0,1 | 3 | 0,15 | 2 | 0,1 | 1 | 0,05 | 1 | 0,05 |
| ID | 0,05 | 4 | 0,2 | 4 | 0,2 | 3 | 0,15 | 5 | 0,25 | 4 | 0,2 | 3 | 0,15 | 3 | 0,15 | 4 | 0,2 |
| C | 1 | 17 | 1,75 | 19 | 2,75 | 18 | 2,35 | 30 | 4,75 | 22 | 2,75 | 18 | 2,15 | 18 | 1,95 | 21 | 2,65 |

Fuente: Elaboración propia.

Nota. Tecnologías: Coagulación y floculación (CF), Electrocoagulación (EC), Electro oxidación (EO), Filtración (F), Micro filtración (MF), Ultrafiltración (UF), Nano filtración (NF), Ósmosis inversa (OI). Criterios: Costo (C), Impacto en la salud y el medio ambiente (ISM), Espacio (ES), mantenimiento (MAN), eficiencia de operación (EO), tiempo de residencia (TR), idoneidad (ID)

Según se observa en la **Tabla 16**, el tipo de tratamiento que recibió una mayor calificación corresponde a la alternativa 4 (filtración), que obtuvo 4,75 puntos y la cual debe combinarse con otras tecnologías; para verificar las otras tecnologías, se procedió a estimar la relación entre la DQO y DBO5 lo que permite establecer el nivel de biodegradabilidad del agua residual con los valores preestablecidos, si los rangos están entre 0,2 y 0,4 es biodegradable y si el rango esta sobre los 0,4 es altamente biodegradable (Raffo & Ruiz, 2014). A partir de esta información se realizaron los cálculos con base en la información de las caracterizaciones de las aguas residuales de la trampa de grasa N°1 correspondiente al último compartimiento. Datos que se obtiene de la Tabla 8, para el cálculo.

$$\frac{DBO5}{DQO} = \frac{1275}{2187.42} = 0,58$$

Por la gran cantidad de contaminantes y la relación que se calculó con un rango superior a 0,4 el agua residual a tratar es altamente biodegradable la alternativa que se implementará es instalar filtros biológicos para retener, degradar y eliminar la mayor carga contaminante del agua residual.

Tomando los resultados obtenidos en la relación $DBO5/DQO=0.58$ es una muestra altamente biodegradable por lo que se propone un proceso de oxidación para el tratamiento terciario como el ozono, dado que los mecanismos de oxidación funcionan como un catalizador en las reacciones que se encuentra asociados a los agentes oxidantes como es el ozono (O_3) o la luz ultra violeta (UV).

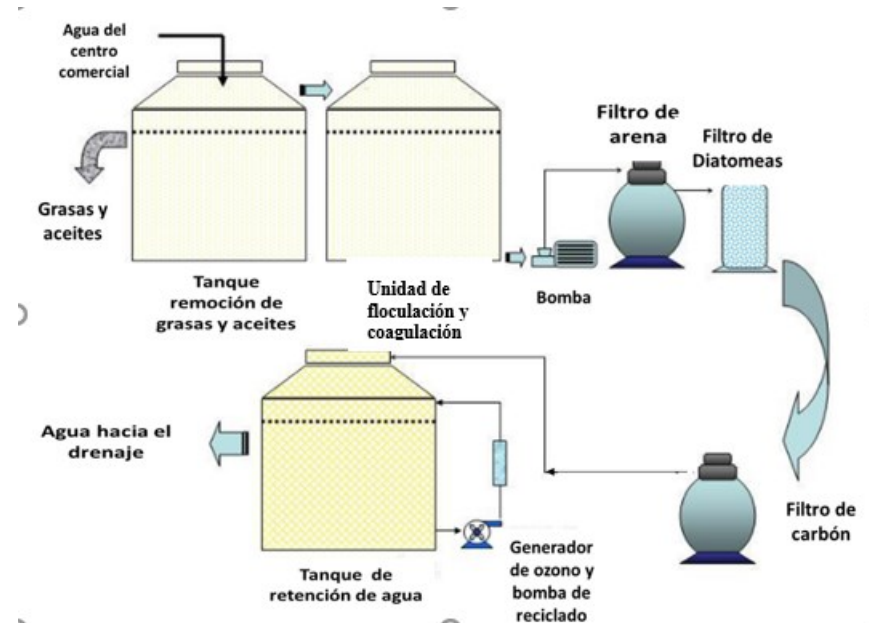
Por lo que, la tecnología propuesta para la planta correspondería;

- Unidad de floculación y coagulación.
- Filtro de arena y grava y filtro de carbón activado.

- Sistema de ozonificación.
- Tanque de almacenamiento de agua tratada.

Figura 12.

Propuesta de tratamiento de agua residual



Nota: bosquejo de cómo se implementaría la planta de tratamiento con sus diferentes implementos.

Cálculo del tanque de remoción grasas/aceites (unidad de floculación y coagulación)

Para dimensionar el floculador, se consideró lo establecido por Metcalf (2015), en su libro Ingeniería de aguas residuales y el trabajo de Guamanquispe (2017) para la determinación del área, se debe considerar la carga superficial recomendada en aguas residuales contaminadas, que corresponde a $1.35 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{d}$. El caudal de agua de diseño en el presente estudio, corresponde a $21.6 \text{ m}^3/\text{día}$.

$$A = \frac{Q}{C_s} \quad (1)$$

$$A = \frac{21.6 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}{1.35 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \text{ día}}} \quad (2)$$

$$A = 16 \text{ m}^2 \quad (3)$$

Donde:

Q: caudal de diseño $m^3/día$

Cs: carga superficial en $m^3/m^2 * día$

Ancho del floculador.

Para el cálculo del ancho del floculador, se utilizó la siguiente ecuación:

$$b = \sqrt{\frac{A}{2}} \quad (4)$$

$$b = \sqrt{\frac{21.6 m^2}{2}} \quad (5)$$

$$b = 3.28 m \quad (6)$$

Largo del floculador.

Para el cálculo del largo del floculador, se utilizó la siguiente ecuación:

$$l = 2 * b \quad (7)$$

$$l = 2 * 1.22 m \quad (8)$$

$$l = 6.56 m \quad (9)$$

Volumen del floculador.

Para el cálculo del volumen del floculador, se utilizó la siguiente ecuación:

$$v = l * b * h \quad (10)$$

Según Guamanquispe (2017), la h recomendada para el tanque de floculación es de 1 m.

$$v = 1.22 m * 2.44 m * 1 m \quad (11)$$

$$v = 21.5 m^3$$

Considerando la recomendación de diseñar con un mínimo de aumento del 20%, el volumen se estimó en aproximadamente $25.81 m^3$.

Tiempo de retención (tr).

Para el cálculo del tiempo de retención del floculador, se utilizó la siguiente ecuación:

$$tr = \frac{V}{Q_{max}} \quad (12)$$

$$tr = \frac{25.81 \frac{m^3}{}}{25.92 \frac{m^3}{dia}} \quad (13)$$

$$tr = 0.99 \text{ dia}$$

Para dimensionar el floculador se ha utilizado la carga superficial recomendada en aguas residuales contaminadas y se ha calculado el área, ancho, largo, volumen y tiempo de retención. El caudal de diseño utilizado en el estudio es de 21.6 m³/día y se ha determinado que el área necesaria para el floculador es de 16 m², el ancho es de 3.28 m, el largo es de 6.56 m y el volumen del floculador se ha estimado en aproximadamente 25.81 m³. El tiempo de retención del floculador es de 0.99 días. Estos cálculos son importantes para diseñar y construir un floculador eficiente para tratar las aguas residuales contaminadas.

Filtro de arena y grava lento

El diseño del filtro de arena y grava se realizó considerando que, cuando el filtro lento es la única unidad de tratamiento, la velocidad será de 0,10 m/h. Se podrán considerar velocidades mayores en casos excepcionales cuando se consideren otros procesos preliminares, como es el caso en estudio; por lo que, se consideró una velocidad de 0,20 m/h, para el procedimiento de cálculo se consideró lo establecido por la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2005) y Morales (2017):

Número de unidades (N): Mínimo dos unidades de filtración, en el presente estudio se utilizará tres unidades.

Área superficial del filtro (A_s)

$$A_s = \frac{Qd}{v_f * N} \quad (14)$$

Donde:

Qd = Caudal de diseño (m^3/h) = 0,9 m^3/h

v_f = velocidad de filtración (m/h) = 0,20 m/h ,

N = número de unidades

$$A_s = \frac{0.9m^3/h}{0.2 \frac{m}{h} * 3} \quad (15)$$

$$A_s = 1.5 m^2$$

Coefficiente de mínimo costo (K):

$$K = (2 * N)/(N + 1) \quad (16)$$

$$K = (2 * 3)/(3 + 1)$$

$$K = 1,5$$

Longitud de unidad:

$$L = (A_s * K)^{1/2} \quad (17)$$

$$L = (1,5 * 1,5)^{1/2}$$

$$L = 1.5m$$

Ancho de unidad:

$$b = (A_s/K)^{1/2} \quad (18)$$

$$b = (1,5/1,5)^{1/2}$$

$$b = 1 m$$

Cálculo de arena

Los valores antes calculados se utilizarán para determinar las dimensiones de cada unidad de filtración y la cantidad de arena y grava necesarias para llenar cada unidad.

Para determinar la cantidad de arena necesaria, se debe conocer la altura del lecho de arena en cada unidad de filtración. La altura del lecho de arena recomendada por la OPS (2005) y Morales (2017) es de 0,6 a 0,8 metros. Para este cálculo, se tomará una altura de 0,7 metros.

La cantidad de arena necesaria se puede calcular utilizando la fórmula siguiente:

Volumen de arena (V_a) = A_s x altura del lecho de arena

Reemplazando los valores obtenidos, se tiene:

$$V_a = 1,5 \text{ m}^2 \times 0,7 \text{ m} = 1,05 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, se necesitan $1,05 \text{ m}^3$ de arena para cada unidad de filtración.

Para seleccionar la arena adecuada para el filtro de arena y grava, es necesario conocer las características requeridas:

Filtración efectiva: La arena de cuarzo con un tamaño de grano uniforme asegura una filtración más efectiva, ya que permite que el agua fluya a través del filtro de manera uniforme sin crear canales o vacíos que puedan permitir el paso de partículas no deseadas.

Resistencia química: La arena de cuarzo es resistente a los productos químicos utilizados en el tratamiento del agua, lo que significa que no se disuelve ni se descompone con el tiempo, lo que reduce la necesidad de reemplazarla con frecuencia.

Durabilidad: La arena de cuarzo es un material duradero y resistente al desgaste y la rotura, lo que la hace ideal para su uso en filtros de arena y grava.

Facilidad de mantenimiento: La arena de cuarzo es fácil de limpiar y mantener, lo que permite una operación más eficiente y económica del filtro.

Se recomienda utilizar arenas de cuarzo con un tamaño de grano uniforme y un tamaño de grano entre 0,45 y 0,55 mm como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 17.

Tipos de Arena.

| Tipo de arena | Tamaño de grano (mm) |
|----------------------------|-----------------------------|
| Arena de cuarzo | 0,45 - 0,55 |
| Arena de sílice | 0,50 - 0,65 |
| Arena de vidrio | 0,60 - 0,80 |
| Arena de garnet | 0,20 - 1,00 |
| Arena de zeolita | 0,30 - 1,20 |
| Arena de alúmina | 0,30 - 1,20 |
| Arena de granate de hierro | 0,20 - 0,30 |

Elaborado por: Victor Faican.

Tasa de filtración (TF) = Q_d / A_s

Reemplazando los valores obtenidos, se tiene:

$$TF = 0.9 \text{ m}^3/\text{h} / 1.5\text{m}^2 = 0.60\text{m}/\text{h}$$

Por lo tanto, la tasa de filtración del filtro de arena y grava es de 0.60 m/h.

Para calcular el tiempo de filtración, se utiliza la siguiente fórmula:

Tiempo de filtración (TFi) = Altura del lecho de arena / Tasa de filtración

Reemplazando los valores obtenidos, se tiene:

$$TFi = 0.7 \text{ m} / 0.60 \text{ m}/\text{h} = 1.16 \text{ h}$$

Tabla 18.*Tiempo de filtración en relación con la altura.*

| Altura del lecho de arena (m) | Tiempo de filtración (h) |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| 0.6 | 1 |
| 0.7 | 1.16 |
| 0.8 | 1.33 |
| 0.9 | 1.5 |
| 1.0 | 1.66 |

Elaborado por: Victor Faicán.

Tenemos el filtro de arena con una longitud de 1.5 metros, una altura de 0.7 metro y un ancho de 1 metro. El caudal del agua que pasa a través del filtro es de 0,9 m³/h y el tiempo que tarda el agua en pasar a través del filtro es de 1.16 horas, entonces podemos calcular la permeabilidad de la arena de la siguiente manera:

$$k = V * L / (A * H * t)$$

Donde:

K: permeabilidad en m/día

V: volumen en m³ = 1.05 m³

L: longitud del filtro en metros = 1.5

A: área del filtro en m² = 1,5m²

H: altura del lecho de arena en metros = 0.7 m

T: tiempo de filtración en horas = 1.16 h

Sustituyendo los valores, obtenemos:

$$k = \frac{1.05 \text{ m}^3 * 1.5 \text{ m}}{1.5 \text{ m}^2 * 0.7 \text{ m} * 1.16 \text{ h}}$$

$$k = 1.29 \text{ m/h}$$

Por lo tanto, la permeabilidad de la arena en este filtro es de aproximadamente 1.29 m/h

Para la selección de carbón activado se muestra la **Tabla 19** con algunos tipos de carbón activado comúnmente utilizados para la eliminación de contaminantes de aguas residuales, junto con las concentraciones de contaminantes recomendadas y los tamaños de partículas adecuados para el caudal 0.9 m³/h y la tasa de filtración 0.6 m/h:

Tabla 19.

Tipo de carbón de acuerdo con la contaminación.

| Tipo de carbón activado | Concentración de contaminantes recomendada (mg/L) | Tamaño de partícula adecuado (mm) |
|--------------------------------|--|--|
| Carbón activado granular (GAC) | DBO5: 100-1000, DQO: 150-2000, Aceites y grasa: 5-100, Sólidos totales suspendidos: 10-200 | 0.8-1.5 |
| Carbón activado en polvo (PAC) | DBO5: 50-200, DQO: 50-500, Aceites y grasa: 2-10, Sólidos totales suspendidos: 5-50 | 0.075-0.15 |

Elaborado por: Victor Faicán.

La elección del carbón activado granular de 1.5 mm es adecuada para las condiciones específicas de la aplicación, proporcionando una alta capacidad de absorción, un tamaño de partícula adecuado y una capacidad probada para eliminar los contaminantes especificados. El tamaño de partícula de 1.5 mm es adecuado para el caudal y la tasa de filtración calculados.

Selección del tamiz.

El tamaño de la abertura del tamiz debe ser tal que permita el paso de la arena y retenga las partículas más grandes. En este caso, se puede seleccionar un tamiz con una abertura de 0,6 mm, que es lo suficientemente grande para permitir el paso de la arena de cuarzo recomendada y lo suficientemente pequeño para retener partículas más grandes.

Tabla 20.

Diámetros para la selección del tamiz y arena.

| Tamiz (mm) | Abertura del tamiz (mm) | Porcentaje que pasa (%) |
|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 0,3 | 0,3 | 0 |
| 0,425 | 0,425 | 10 |

| | | |
|-------------|------|-----|
| 0,6 | 0,6 | 40 |
| 0,85 | 0,85 | 95 |
| 1,18 | 1,18 | 100 |

Elaborado por: Victor Faicán.

Generador de ozono

En el trabajo de Santiago (2016) se establece que, para determinar la producción de ozono deseada, se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$Pd = Ds * Q$$

Donde:

Pd: Producción de ozono deseada (mg O₃/h)

Ds: Dosis de ozono (mg/l)

La dosificación de ozono se consigue mediante la realización de pruebas experimentales de la cinética de consumo de ozono, no obstante, según lo especificado por la EPA “Environmental Protection Agency”, se recomienda un valor de 1.6 mg por cada litro de agua contaminada (Jiménez, Esperanza, Castellón, & Peralta, 2009) que en el presente estudio corresponde a 21.6 m³ /día (0,25 litros/s), por lo que, se obtuvo:

$$Pd = 1,6 \frac{mg}{l} * 0,25 l/s \quad (19)$$

$$Pd = 0,4 mg/s$$

Cálculo para los accesorios adicionales

Para la selección de la bomba electro sumergible se realizó los cálculos mediante el caudal de bombeo, la potencia necesaria para bombear 2m³ que tiene la trampa de grasa en un tiempo de 150 segundos, necesitamos conocer el caudal requerido.

Cálculo de bombeo

El caudal necesario se puede calcular dividiendo el volumen por el tiempo:

$$Q = V / t$$

$$Q = 2 \text{ m}^3 / 150 \text{ s}$$

$$Q = 0.0133 \text{ m}^3/\text{s}$$

Luego, podemos utilizar la fórmula de la potencia:

$$P = (Q * H * \rho * g) / \eta$$

Donde:

Q: es el caudal en metros cúbicos por segundo (m^3/s)

H: es la altura total en metros (m)

ρ : es la densidad del líquido en kg/m^3

g: es la aceleración debido a la gravedad en m/s^2

η : es la eficiencia de la bomba (como fracción decimal)

Para este diseño, la altura total es de 0.9 metros, la densidad del agua es de $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$, la aceleración debido a la gravedad es de $9.81 \text{ m}/\text{s}^2$ y la eficiencia de la bomba es del 80% (o 0.8 como fracción decimal). Sustituyendo estos valores en la fórmula, obtenemos:

$$P = \frac{0.0133 \text{ m}^3/\text{s} * 0.9 \text{ m} * 1000 \text{ Kg}/\text{m}^3 * 9.81 \text{ m}/\text{s}^2}{0.8}$$

$$P = 146.78 \text{ W}$$

$$P = 0.196 \text{ HP}$$

Con los datos obtenidos se instalará una bomba sumergible de 1/4 HP en el tercer compartimento de la trampa de grasa N° 1 como muestra la **Figura 9**, trampa de grasa del centro comercial. La bomba sumergible que se instalara se muestra en la **Figura 13**.

Tabla 21.

Características bombas electro sumergibles.

| Potencia de la bomba | Voltaje | Altura de bombeo | Caudal de bombeo |
|----------------------|---------|------------------|------------------|
| 0.25 HP | 120 V | 27 pies | 1850 GPM |
| 0.5HP | 120V | 100pies | 2030GPM |
| 1 HP | 120 V | 150 pies | 210 GPM |
| 2 HP | 240 V | 200 pies | 2150 GPM |
| 3 HP | 240 V | 250 pies | 2200 GPM |
| 5 HP | 240 V | 350 pies | 2300 GPM |

Elaborado por: Victor Faicán.

Figura 13.

Bomba electro sumergible



Elaborado por: Victor Faicán.

Sistema de recirculación.

Cálculo para el sistema de recirculación por el serpentín.

Para la recirculación del agua que pasará por el sistema de ozonificación se utilizará una bomba igualmente de 1/4 Hp, adicional se instalará flotadores para el llenado y vaciado del tanque y sensores de control de nivel de agua para control de entrada desde tanque y salida del efluente ya tratado.

Cálculo tubería

De acuerdo con la potencia calculada y la selección de la bomba se estima una velocidad del fluido entre 0.8 m/s y 2m/s se tomará el valor de 0.8 m/s recomendado para este cálculo.

$$D = \sqrt{\frac{4*Q}{\pi*u}} \quad (20)$$

Donde:

D: diámetro mínimo

Q: caudal admisible (m³/s)

U: velocidad del fluido (m/s)

$$D = \sqrt{\frac{4*0.00025m^3/s}{3.14*0.8m/s}} \quad (21)$$

$$D = 0.019m$$

$$D = 19 \text{ mm}$$

Para seleccionar la tubería adecuada, se utilizó la Tabla 22, escogiendo la opción que se aproxime más a lo calculado un diámetro de ¾ plg, la bomba seleccionada su diámetro de salida es de 1 1/4 plg por lo que se seleccionó un diámetro intermedio.

Finalmente, se optó por la tubería de polipropileno PN6 de 1 pulgada proporcionada por el proveedor MEXICHEM ECUADOR S.A. Esta tubería cumple con los requisitos de diámetro y material necesarios para manejar el caudal de agua calculadas.

Tabla 22.

Tabla de Diámetro de tuberías Plastigama

| DIÁMETR O | COD | DIÁMETR O EXTERIOR | ESPEJOR | DIÁMETR O INTERIOR | PRESIÓN DE TRABAJO | | |
|--------------|--------|--------------------------|---------|--------------------------|-----------------------|------|--------------------|
| plg | | mm | mm | mm | psi | Mpa | Kg/cm ² |
| 1/2 | 926092 | 21,34 | 3,73 | 13,88 | 420 | 2,9 | 29,5 |
| 3/4 | 926094 | 26,67 | 3,91 | 18,85 | 340 | 2,34 | 23,9 |

| | | | | | | | |
|-------|--------|-------|------|-------|-----|------|------|
| 1 | 926091 | 33,4 | 4,55 | 24,3 | 320 | 2,21 | 22,5 |
| 1 1/4 | 926090 | 42,16 | 4,85 | 32,46 | 260 | 1,79 | 18,3 |
| 1 1/2 | 926089 | 48,26 | 5,08 | 38,1 | 240 | 1,65 | 16,9 |
| 2 | 926093 | 60,32 | 5,54 | 49,24 | 200 | 1,38 | 14,1 |

Elaborado por: Victor Faicán.

Fuente: MEXICHEM ECUADOR S.A.

Filtros adicionales dentro del sistema de recirculación

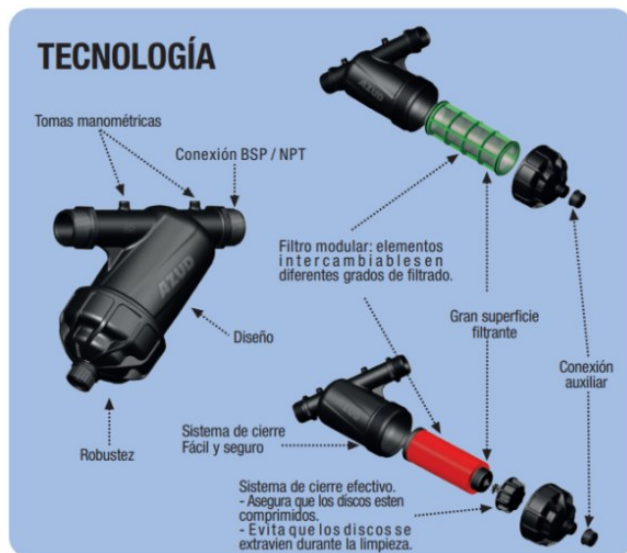
Para el filtro de malla adecuado de un caudal de diseño de 21.6 m³/día, se debe considerar el tamaño de la malla, el material del filtro y la capacidad del filtro para manejar el caudal.

Para el diseño utilizaremos una malla de 100 micrones para retener partículas finas en el agua.

Se puede seleccionar un filtro de malla de Cepex de 1 pulgada con una capacidad de caudal de hasta 1.7 m³/h (o 40.8 m³/día). Este filtro de malla está hecho de PVC y es resistente a la corrosión.

Figura 14.

Filtros de malla modular.



Elaborado por: Victor Faicán

Nota: Extraído de sistemas de tratamientos de agua residuales <https://www.turiego.es/filtros-de-malla-cepex-de-3-4-a-3.html#.Y9VIznbMK3A>

Figura 15.*Características de los filtros.*

| AZUD MODULAR 100 | 1 1/2" SUPER | | 2" | |
|-------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| CONEXIÓN | 1 1/2" BSP | | 2" BSP | |
| CAUDAL MÁXIMO RECOMENDADO | 20 m ³ /h | 88 gpm | 25 m ³ /h | 110 gpm |
| SUPERFICIE FILTRANTE (DISCOS) | 535 cm ² | 83 in ² | 535 cm ² | 83 in ² |
| SUPERFICIE FILTRANTE (MALLA) | 490 cm ² | 76 in ² | 490 cm ² | 76 in ² |

Nota: Extraído de sistemas de tratamientos de agua residuales <https://www.turiego.es/filtros-de-malla-cepex-de-3-4-a-3.html#.Y9VIznbMK3A>

Tabla 23.*Características de los filtros.*

| diámetro de ingreso / salida plg | diámetro del cuerpo plg | máximo caudal m ³ /h | peso vacío Kg | peso empacado Kg | volumen bruto m ³ |
|----------------------------------|-------------------------|---------------------------------|---------------|------------------|------------------------------|
| 1 | 12 | 5 | 42 | 60 | 0,1443 |
| 1,5 | 16 | 11 | 49 | 90 | 0,19 |
| 2 | 20 | 18 | 70 | 120 | 0,31 |
| 3 | 20 | 18 | 75 | 120 | 0,423 |
| 2 | 24 | 24 | 90 | 210 | 0,61 |
| 3 | 24 | 24 | 90 | 210 | 0,61 |
| 3 | 30 | 30 | 135 | 270 | 0,71 |
| 3 | 36 | 40 | 185 | 390 | 1,14 |
| 4 | 48 | 80 | 310 | 690 | 1,092 |

Nota: Tabla para la selección de filtros.

Dado que el caudal de diseño es de 21.6m³/día, se requerirán dos filtros de malla con una capacidad combinada de al menos 21.6 m³/día. Por lo tanto, se instalará dos filtros de malla de Cepex de 1 pulgada en paralelo para manejar el caudal de diseño.

Análisis del diseño y resultados esperados.

A partir de los cálculos realizados para dimensionar el tanque de remoción de grasas y aceites en la unidad de floculación y coagulación, se puede decir que se ha determinado un área adecuada para tratar un caudal de agua contaminada de 21.6 m³/día. El volumen estimado para el tanque es de aproximadamente 25.81 m³, lo que sugiere que hay suficiente capacidad para retener el agua el tiempo necesario para lograr una adecuada floculación y coagulación.

Además, el tiempo de retención estimado es de 0,99 días, lo que parece adecuado para garantizar una adecuada remoción de grasas y aceites.

El diseño del filtro de arena y grava se realizó considerando una velocidad de filtración de 0.20 m/h. Se decidió utilizar tres unidades de filtración y se calculó que el área superficial del filtro debería ser de 1.5 m². Además, se determinó que el coeficiente de mínimo costo (K) debería ser de 1.5 y que la longitud de la unidad de filtración sería de 1.5 m, mientras que el ancho debería ser de 1 m. Estos cálculos son importantes para el diseño y construcción de un filtro de arena y grava eficiente para tratar las aguas residuales contaminadas del centro comercial.

Para determinar la producción de ozono deseada, se consideró la dosis de ozono recomendada por la EPA. Según los cálculos realizados, se obtuvo que la producción de ozono deseada debería ser de 0,4 mg/s para tratar el caudal de agua contaminada del centro comercial. Este valor es importante para determinar el tamaño del generador de ozono que se necesitará para la planta de tratamiento de aguas residuales.

Según los valores proporcionados en la bibliografía de la Tabla 15, y el dimensionamiento de los componentes para la planta de tratamiento de aguas residuales funcionaría bien en términos generales. Los resultados indican que en función de su efectividad teórica para la reducción del DQO5, DBO, aguas y grasas y solidos totales suspendido, se podría obtener los siguientes valores finales:

Tabla 24.
Eficiencia de la planta de tratamiento.

| Parámetro fisicoquímico | Valor inicial | Valor requerido según normativa nacional | % eficiencia de la tecnología seleccionada | Valor final estimado | Cumplimiento |
|--------------------------------|----------------------|---|---|-----------------------------|---------------------|
| DBO5 | 1047,94 mg/L | 170 mg/L | 88% | 125,75 mg/L | Si |
| DQO | 1958,89 mg/L | 350 mg/L | 88% | 235,07 mg/L | Si |
| Aceites y grasa | 149,68 mg/L | 70 mg/L | 88% | 17,96 mg/L | Si |

| | | | | | |
|-----------------------------------|-------------|----------|-----|------------|----|
| Sólidos totales suspendidos | 377,93 mg/L | 120 mg/L | 94% | 22,68 mg/L | Si |
|-----------------------------------|-------------|----------|-----|------------|----|

Nota: Tabla para valorar la efectividad de la planta de tratamiento propuesta.

Para valorar la efectividad de la planta de tratamiento propuesta, se consideró lo establecido en la normativa nacional para vertimiento de agua en los alcantarillados, según la Ordenanza Municipal N° 0138 que regula los límites máximos permisibles por cuerpo receptor (alcantarillado). En particular, la eliminación del DQO es bastante alta, con valores entre el 88% y el 99%. Esto indica que la planta de tratamiento está logrando reducir significativamente la carga orgánica del agua residual. La DQO es una medida de la cantidad de compuestos orgánicos que se oxidan en el agua, por lo que una eliminación alta de la DQO indica que se están eliminando eficazmente los compuestos orgánicos y por lo tanto se está mejorando la calidad del agua. De igual manera se logra el cumplimiento de los límites establecidos en aceites y grasa y sólidos totales suspendidos.

Conclusión

El diseño realizado indica que la planta de tratamiento de aguas residuales logrará reducir efectivamente la carga orgánica y eliminar los contaminantes en el agua residual. Sin embargo, sería necesario realizar pruebas y análisis para garantizar que la calidad del agua cumpla con los estándares y regulaciones aplicables después de la implementación.

La propuesta de implementación se realiza un cronograma de actividades paso a paso para su implementación si así lo desea, de las partes interesadas del centro comercial.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PTAR

Tabla 25.

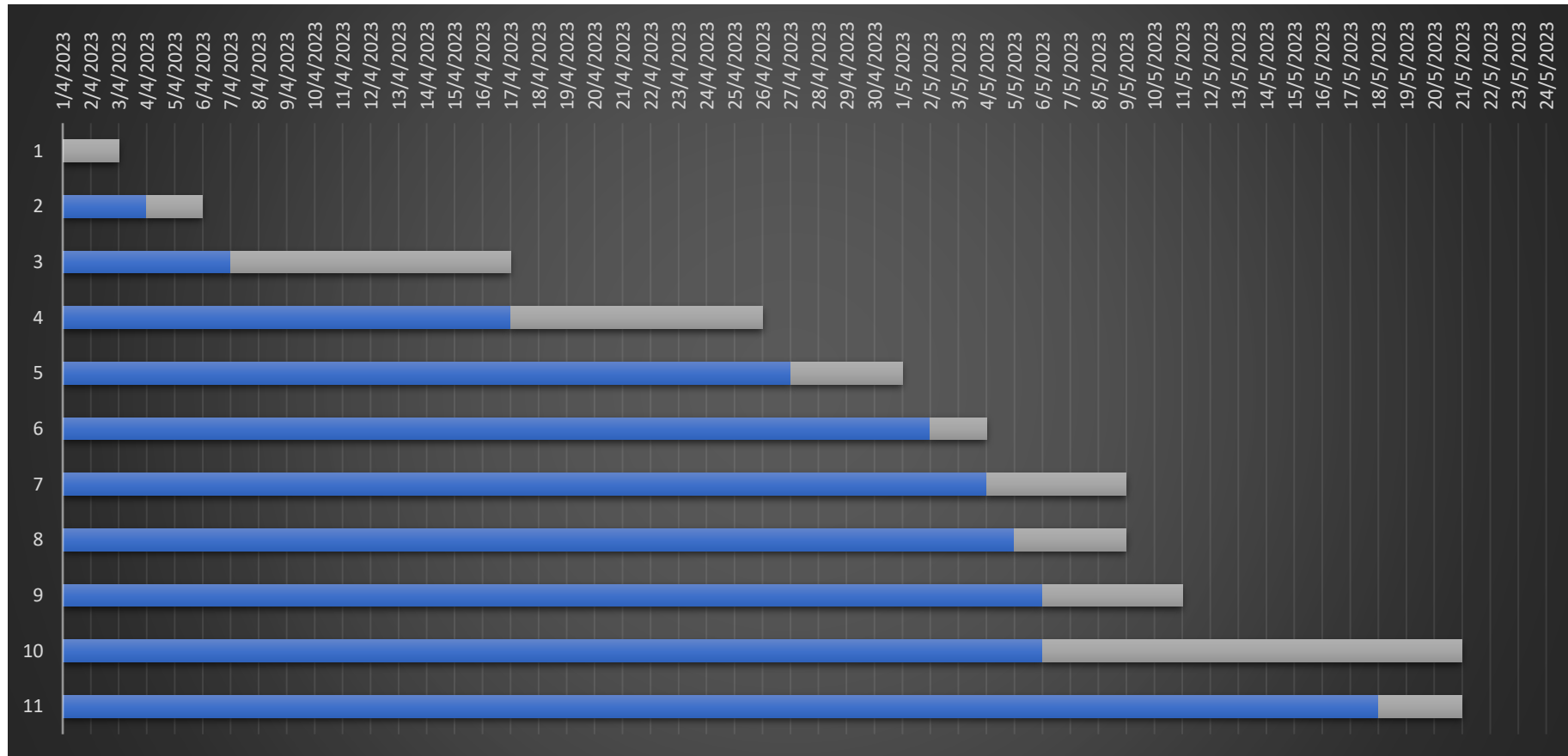
Cronograma actividades para implementación PTAR.

| CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ABRIL 2023 - MAYO 2023 | | | | |
|---|---|------------------------|-------------------------|--------------------|
| N° | Actividades | Fecha de inicio | Duración en días | Fecha final |
| | Desarrollo de la propuesta. | | | |
| 1 | Presentación del proyecto a la gerente general. | 1/4/2023 | 2 | 3/4/2023 |
| 2 | Aprobación de la propuesta. | 4/4/2023 | 2 | 6/4/2023 |
| 3 | Cotización de los materiales y mano de obra. | 7/4/2023 | 10 | 17/4/2023 |
| 4 | Compra de los materiales y equipos. | 17/4/2023 | 9 | 26/4/2023 |
| 5 | Elaboración del serpentín tubería pvc 1plg. | 27/4/2023 | 4 | 1/5/2023 |
| 6 | Construcción de tubería pvc descarga. | 2/5/2023 | 2 | 4/5/2023 |
| 7 | Construcción del tablero eléctrico. | 4/5/2023 | 5 | 9/5/2023 |
| 8 | Instalación eléctrica bombas y electroválvulas. | 5/5/2023 | 4 | 9/5/2023 |
| 9 | Instalación del sistema de filtrado y ozono. | 6/5/2023 | 5 | 11/5/2023 |
| 10 | Pruebas de funcionamiento y regulación de los parámetros. | 6/5/2023 | 15 | 21/5/2023 |
| 11 | Pruebas para puesta en marcha. | 18/5/2023 | 3 | 21/5/2023 |

Nota: Detalle de la planificación de las actividades para la implantación de la planta de tratamiento.

Figura 16.

Diagrama de Gantt Cronograma para la implementación de la PTAR.



Fuente: Elaboración propia.

PROPUESTA ECONÓMICA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL CENTRO COMERCIAL

Determinar los costos de cada uno de los sistemas que se implementaría va a depender del material y de la mano de obra calificada para su construcción.

Tabla 26.

Costo implementación de la PTAR

| DESCRIPCIÓN | MANO DE OBRA | | MATERIALES | | COSTO FIJO | PRESUPUESTO | IMPREVISTOS |
|-------------------------------------|--------------|---------|------------|-----------|------------|-------------|-------------|
| | HR S | TARIFA | UNID | \$/UNID | | | |
| TAREA | | | | | | | |
| INSTALACIÓN TUBERÍAS | | | | | | | |
| Instalación tanque | 2 | \$ 4,01 | 1 | \$ 490,00 | | \$ 498,02 | \$ 150,00 |
| Instalación de tuberías pvc 1plg | 8 | \$ 4,01 | 4 | \$ 26,14 | | \$ 136,64 | |
| Accesorios | | | 50 | \$ 3,75 | | \$ 187,50 | |
| Instalación pvc de descarga | 8 | \$ 4,01 | 3 | \$ 13,99 | | \$ 74,05 | |
| Accesorios | | | 15 | \$ 4,31 | | \$ 64,65 | |
| | | | | | | \$ 960,86 | \$ 150,00 |
| INSTALACIÓN EQUIPOS | | | | | | | |
| Instalación bomba sumergibles 1/4HP | 8 | \$ 4,01 | 1 | \$ 100,49 | | \$ 132,57 | \$ 100,00 |
| Instalación bomba sumergibles 1/4HP | 8 | \$ 4,01 | 1 | \$ 88,51 | | \$ 120,59 | |
| Instalación arena para el filtro. | 8 | \$ 4,01 | 1 | \$ 589,65 | | \$ 621,73 | |
| Instalación venturi | 2 | \$ 4,01 | 1 | \$ 42,24 | | \$ 50,26 | |
| Ozono | | | 1 | \$ 62,00 | | \$ 62,00 | |
| Radar para cisterna T/80 pedrollo | | | 2 | \$ 25,75 | | \$ 51,50 | |
| | | | | | | \$ 1.038,65 | \$ 100,00 |

| | | | | | | |
|---------------------------------------|---|----------|----|-----------|--------------------|------------------|
| INSTALACIÓN ELÉCTRICA | | | | | | |
| cableado | 8 | \$ 5,25 | 50 | \$ 2,51 | \$ 167,50 | \$ 200,00 |
| Instalación tablero de control | 8 | \$ 5,25 | 1 | \$ 850,00 | \$ 892,00 | |
| Válvula Solenoide Bronce 110vac | | | 4 | \$ 69,15 | \$ 276,60 | |
| Ozono | 1 | \$ 25,00 | 1 | \$ 320,00 | \$ 345,00 | |
| Filtro De Agua | | | | | | |
| SUPERVISIÓN Y PUESTA EN MARCHA | | | | | 450,00 | \$ 450,00 |
| | | | | | \$ 1.513,60 | \$ 200,00 |
| | | | | | \$ 4.119,17 | \$ 450,00 |
| TOTAL | | | | | \$ 4.569,17 | |

Nota: Se detalla los costos de implementación aproximados por actividades y puesta en marcha de la planta de tratamiento.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES:

- Se efectuó un diagnóstico de la situación actual de la gestión de las aguas residuales en el centro comercial y el funcionamiento de las trampas de grasa, para lo cual se efectuó una caracterización de la demanda bioquímica de oxígeno DBO5 y la demanda química de oxígeno DQO, obteniéndose que estos parámetros incumplen la Ordenanza Municipal N°1038 por lo que, es necesario implementar una planta de tratamiento de aguas residuales para evitar que se presente algún tipo de multa o sanción para el centro comercial.
- Como resultado de la evaluación del impacto ambiental mediante la matriz de Vicente Conesa, se identificaron en total 8 impactos ambientales negativos de los cuales, 14% calificaron como severos, entre los que se incluye la contaminación de aguas derivadas de una inadecuada gestión de aguas contaminadas y la generación de mal olor, mientras que el 57% corresponde a impactos moderados.
- Para el diseño de la planta, se procedió a determinar las opciones técnicas de tratamiento de aguas contaminadas, considerando las diferentes tecnologías, como básica también considerando como físico y avanzado que incorpora tratamiento fisicoquímico; secundaria, básico y con eliminación de los nutrientes y terciario solo de tipo avanzado, para la selección se evaluó en los diferentes puntajes; obteniendo que, la tecnología que recibió una mayor calificación indico que se requiere la ubicación de una unidad de floculación, coagulación, filtro de arena, grava, filtro de carbón activado, sistema de ozonificación y un tanque de almacenamiento de agua tratada.
- Finalmente se procedió a diseñar la capacidad y dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para el centro comercial, con el fin de reducir los

contaminantes presentes, para lo cual según las dimensiones obtenidas, la trampa de grasa que está actualmente en funcionamiento, son adecuadas, solo se requiere un sistema de ozonización de 0,4 mg O₃/h, además de la instalación de un filtro de arena y grava y la instalación de una bombas sumergibles en el tercer compartimento de la trampa de grasa N° 1, obtenido según el 88% y 94% eficiencia teórica de la tecnología seleccionada, que con la implementación de la planta, se cumplirá con el valor requerido según normativa nacional de los parámetros correspondientes a DBO₅, DQO, aceites y grasa y sólidos totales suspendidos.

RECOMENDACIONES.

- Se recomienda la implementación más un manual de operación de la planta de tratamiento de aguas residuales para el manejo y puesta en marcha del sistema entre más rápido sea puesto en funcionamiento ayudara a reducir los contaminantes que hasta el momento tienen en sus descargas el centro comercial.
- Se recomienda realizar un plan de limpieza y mantenimiento para la planta de tratamiento de aguas residuales mensualmente.
- Para reducir los costos de operación y mantenimiento si se implementaría la PTAR, se recomienda realizarlo con el personal de mantenimiento del centro comercial mediante una capacitación.

BIBLIOGRAFÍA

- A, Y., Umer, M., Karim, S., & Amaduddin, M. (2017).** Design of a car wash wastewater treatment process for local car wash stations. *Journal of Pakistan Institute of Chemical Engineers*, 45, 83-95. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/332842928_Design_of_a_car_wash_waste_water_treatment_process_for_local_car_wash_stations
- Aboulhassan, M., Souabi, S., Yaacoubi, A., & Baudu, M. (2007).** Removal of surfactant from industrial wastewaters by coagulation flocculation process. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 3, 327-332. Obtenido de <http://www.bioline.org.br/pdf?st06041>
- Boluarte, I., Andersen, M., Pramanik, B., & Chang, C. (2016).** Reuse of car wash wastewater by chemical coagulation and membrane bioreactor treatment processes. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 44-48. Obtenido de <https://daneshyari.com/article/preview/4364067.pdf>
- Christian Terán, J. A. (2021).** *Unidad de Estadísticas Ambientales basadas en Registros Administrativos (GESARA)*. Obtenido de Boletín Técnico: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2020/Agua_potable_alcantarillado_2020/Boletin_tecnico_APA_2020_VF.pdf
- Chu, J., Li, Y., Li, N., & Haung, W. (2012).** Treatment of Car-Washing Wastewater by Electrocoagulation-Ultrasound Technique for Reuse. *Advanced Material Research*, 433-440. Obtenido de <https://www.scientific.net/AMR.433-440.227>
- Davarnejad, R., Sarvmeili, K., & Sabzehe, M. (2020).** Car wash wastewater treatment using an advanced oxidation process: A rapid technique for the COD reduction of water pollutant sources. *Journal of Mexican Chemical Society*, 63, 164-175.

Eduardo Raffo Lecca, E. R. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Revista de la Facultad de Ingeniería industrial*, 76-77.

Graham Alabaster, P. d.-H., & Richard Johnston, O. M. (2021). *PROGRESO EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES*. Obtenido de PROGRESO EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES: https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2021/09/SDG6_Indicator_Report_631_Progress-on-Wastewater-Treatment_2021_ES.pdf

Guamanquispe, S. (2017). *DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PROVENIENTE DEL LAVADO DE AUTOS EN LA LAVADORA “LA UNIÓN” EN EL SECTOR LA JOYA*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26496/1/Tesis%201162%20-%20Guamanquispe%20Tigse%20Santiago%20Javier.pdf>

Jiménez, Y., Esperanza, G., Castellón, Y., & Peralta, L. (2009). Evaluación técnica y ambiental de la ozonización en la remoción de cianuro de cobre (i) presente en aguas residuales industriales. *Revista Cubana de Química*, XXI(2), 70-77. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4435/443543717011.pdf>

Karimi, A. R., Mehrdadi, N., Hashemian, S. J., Nabi, G. R., & Tvakkoli, R. (2011). Selection of wastewater treatment process based on the analytical hierarchy process and fuzzy analytical hierarchy process methods. *Int. J. Environ. Sci.*, 8(2), 267-280. Obtenido de <http://www.bioline.org.br/pdf?st11025>

Lau, W., Ismail, A., & Firdaus, S. (2013). Car wash industry in Malaysia: Treatment of car wash effluent using ultrafiltration and nanofiltration membranes. *Separation and Purification Technology*, 104, 26–31. doi:10.1016/j.seppur.2012.11.012

Luu, T. (2020). Tannery wastewater treatment after activated sludge pre-treatment using electro-oxidation on inactive anodes. *Clean Technology and Environment*, 22, 1701-

1713. Obtenido de <https://www.springerprofessional.de/en/tannery-wastewater-treatment-after-activated-sludge-pre-treatment/18248640>

Malimen, E., Nico, I., Valotmen, S., Hakala, J., & Mononen, T. (2012). *Biological treatment of car wash wastewaters – A reduction survey.* Kalmar, Suecia: Linnaeus ECO-TECH.

Mallick, S., & Chakraborty, S. (2019). Bioremediation of wastewater from automobile service station in anoxic-aerobic sequential reactors and microbial analysis. *Chemical Engineering Journal*, 361, 982-989. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1385894718326500>

Moazzem, S., Wills, J., Fan, L., Roddick, F., & Jegatheesan, V. (2018). Performance of ceramic ultrafiltration and reverse osmosis membranes in treating carwash wastewater for reuse. *Environmental Science and Pollution Research International*, 25, 8654-8668. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-017-1121-9>

Monney, I., Buamah, R., Donkor, E. A., Etuaful, R., Nota, H., & Ijzer, H. (2019). Treating waste with waste: the potential of synthesized alum from bauxite waste for treating carwash wastewater for reuse. *Environmental Science and Pollution Research Interna*, 26, 2755-12764. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30877548/>

Morales, F. (2017). *MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA, MEDIANTE UN DISEÑO DE FILTRACIÓN LENTA, PARA EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL LAS FLORES, SANTA ROSA.* Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8529/1/Francisco%20Armando%20Morales%20Aquino.pdf>

Nayir, T., & Kara, S. (2017). Container washing wastewater treatment by combined electrocoagulation–electrooxidation. *Journal Separation Science and Technology*, 531-

12. Obtenido de
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01496395.2019.1567548>
- OPS. (2005).** *GUÍA PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE FILTRACIÓN EN MÚLTIPLES ETAPAS.* Obtenido de
<http://www.elaguapotable.com/Guia%20dise%C3%B1o%20filtraci%C3%B3n%20en%20m%C3%BAltiples%20etapas.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (21 de marzo de 2022).** *Organización mundial de la Salud Agua-para-consumo-humano-.* Obtenido de Agua para consumo humano.:
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Pinto, A., Drossi, L., Melo, R., Assis, T., & Ribeiro, V. (2017).** Carwash wastewater treatment by micro and ultrafiltration membranes: Effects of geometry, pore size, pressure difference and feed flow rate in transport properties. *Journal of Water Process Engineering*, 17, 143-148. Obtenido de
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214714416305633>
- PRIMICIAS. (4 de Marzo de 2022).** *Solo el 3.5% de las aguas residuales en Quito recibe tratamiento .* Obtenido de PRIMICIAS: <https://www.primicias.ec/primicias-tv/sociedad/quito-plantas-tratamiento-aguas-contaminadas/>
- Priya, M., & Jevanthi, J. (2019).** Removal of COD, oil and grease from automobile wash water effluent using electrocoagulation technique. *Mechanical Journal*, 150, 104070. Obtenido de
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0026265X19310537>
- Raffo, E., & Ruiz, E. (2014).** Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Revista de la Facultad de Ingeniería industrial*, 76-77.
- Rubi, H., Barrera, E., & Hernandez, I. (2015).** A combined electrocoagulation-electrooxidation process for carwash wastewater reclamation. *International Journal of*

Electrochemical Science, 10, 6754-6767. Obtenido de <http://www.electrochemsci.org/papers/vol10/100806754.pdf>

Samad Gholami Yengejeh1, H. J. (2011). The use of electro- coagulation process for removal of turbidity, COD, detergent and phosphorous from carwash effluent. *Journal of Water and Wastewater*, 22, 19-25. Obtenido de <https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=213750>

Santiago, R. (2016). *Generador de ozono para una planta de tratamiento de agua en piscinas recreativas.* Universidad Técnica del Norte. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5637/1/04%20MEC%20136%20TRABAJO%20DE%20G>

Shabbazi, R., kemashahi, R. K., Gharavi, S., Moosavi, Z., & Borzooee, F. (2013). Screening of SDS-degrading bacteria from car wash wastewater and study of the alkylsulfatase enzyme activity. *Iran Journal of Microbiology*, 3., 153-15. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23825734/>

Shete, B., & Simkar, N. (2014). Use of membrane to treat car wash wastewater. *Journal for Research in Science and Advanced Technologies*, 3(1), 13-19. Obtenido de <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.670.926&rep=rep1&type=pdf>

Ucar, D. (2017). Membrane processes for the reuse of car washing wastewater. *Journal of Water Reuse and Desalination*, 8, 169-175. Obtenido de <https://iwaponline.com/jwrd/article/8/2/169/38021/Membrane-processes-for-the-reuse-of-car-washing>

UNDP, O. P. (2022). *Objetivos de Desarrollo Sostenible.* Obtenido de Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo. (s. f.). UNDP: <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>

Wang, L., Shamma, N., & Hung, T. (2009). *Advanced Biological Treatment Process*. New Jersey, USA: Humana Press. Obtenido de <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-60327-170-7>

Zaneti, R., Etchepare, R., & Rubio, J. (2012). More environmentally friendly vehicle washes: water reclamation. *Journal of Cleaner Production*, 37, 115-124. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652612003113>

ANEXO

Anexo 1. Límites máximos permisibles por cuerpo receptor

ANEXO 1
TABLA No. A1. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES POR CUERPO RECEPTOR

| PARÁMETROS | EXPRESADO COMO | UNIDAD | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE | |
|--|-------------------------------|----------------|--------------------------|---------------------------------|
| | | | Alcantarillado | Cauce de agua |
| Aceites y grasas | A y G | mg/l | 70 | 30 |
| Explosivos e inflamables | Sustancias | mg/l | Cero | |
| Alquil Mercurio | | mg/l | No detectable | No detectable |
| Aluminio | Al | mg/l | 5,0 | 5,0 |
| Arsénico total | As | mg/l | 0,1 | 0,1 |
| Bario | Ba | mg/l | | 2,0 |
| Boro | B | mg/l | | 2,0 |
| Cadmio | Cd | mg/l | 0,02 | 0,02 |
| Cianuro Total | CN ⁻ | mg/l | 1,0 | 0,1 |
| Cloro Activo | Cl | mg/l | 0,5 | 0,5 |
| Cloroformo | Ext. carbón cloroformo ECC | mg/l | 0,1 | 0,1 |
| Cloruros | Cl ⁻ | mg/l | | 1000 |
| Cobre | Cu | mg/l | 1,0 | 1,0 |
| Cobalto Total | Co | mg/l | 0,5 | 0,5 |
| Coliformes Fecales | NMP | NMP/100 ml | | Remoción > al 99,9% |
| Color real | Color real | Unidades Pt-Co | | *Inapreciable en dilución: 1/20 |
| Compuestos fenólicos | Expresado como fenol | mg/l | 0,2 | 0,2 |
| Cromo Hexavalente | Cr ⁺⁶ | mg/l | 0,5 | 0,5 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) | DBO ₅ | mg/l | 170 | 100 |
| Demanda Química de Oxígeno | DQO | mg/l | 350 | 160 |
| Dicloroetileno | Expresada como Dicloroetileno | mg/l | 1,0 | |
| Estaño | Sn | mg/l | | 5,0 |
| Fluoruros | F | mg/l | | 5,0 |
| Fósforo Total | P | mg/l | 15 | 10 |
| Hierro | Fe | mg/l | 25 | 10 |
| Hidrocarburos Totales | TPH | mg/l | 20 | 10 |
| Materia flotante | Visible | - | Ausencia | Ausencia |
| Manganeso | Mn | mg/l | 10,0 | 2,0 |
| Mercurio (total) | Hg | mg/l | 0,01 | 0,005 |
| Níquel | Ni | mg/l | 2,0 | 2,0 |
| Nitrógeno amoniacal | N | mg/l | | 30 |
| Nitrógeno Total | N | mg/l | 60,0 | 50,0 |
| Compuestos Organoclorados | Organoclorados Totales | mg/l | 0,05 | 0,05 |
| Organofosforados | Especies Totales | mg/l | 0,1 | 0,1 |
| Plata | Ag | mg/l | 0,5 | 0,1 |
| Plomo | Pb | mg/l | 0,5 | 0,2 |
| Potencial de hidrógeno*** | pH | --- | 6-9 | 6-9 |
| Selenio | Se | mg/l | 0,5 | 0,1 |
| Sulfuros | S | mg/l | 1,0 | 0,5 |
| Sólidos Suspendidos | SS | mg/l | 100 | 80 |
| Sólidos Suspendidos Totales | SST | mg/l | 120 | 100 |
| Sólidos Totales | ST | mg/l | 1200 | 1200 |
| Sólidos Sedimentables | SSE | ml/l | 20,0 | |

Anexo 2. Informe de la empresa calificada para la limpieza de las trampas de grasa.

INFORME

CLIENTE: **INVERSION Y SERVICIOS**
RUC: **19110920301**
DIRECCION DEL TRABAJO: AV AMAZONAS N6-114 Y AV REPUBLICA.
FECHA: 03 DE OCTUBRE DEL 2022
TRABAJO: ASEO, DESALOJO Y DESINFECCIÓN TRAMPAS DE GRASA.

ANTECEDENTES.-

Para Iniciar los trabajos **SMARTCLEANING** realizó una previa inspección del lugar para determinar el tiempo que llevará la limpieza del mismo y sus condiciones, teniendo un tiempo aproximado de 1 día en los puntos solicitados.

TRABAJOS REALIZADOS.-

FECHA DE REALIZACIÓN DE TRABAJOS: 29 de septiembre 2022.

SMART CLEANING realizó el Aseo, desalojo y desinfección de:


- TRAMPAS DE GRASA (3) con capacidad de 2 m3 cada una.

Trampa de grasa (3) con capacidad de 2 m3 cada una, (Fotos ANEXO A) encontrando:

DESINFECCIÓN Y DESALOJO.-

De acuerdo con el certificado de gestión de desechos SC-0022-SGI-000051 se retira un total de 10m3 producto del agua para el lavado de las fosas, las descargas se la realizaron en el Centro de Remediación Ambiental **SMARTCLEANING** – Santo Domingo

Anexo 3. Formato de la empresa calificada que se lleva los sobrenadantes



SMART CLEANING
SOLUCIONES SANITARIAS

SMARTCLEANING N° SC-2001
SOLUCIONES SANITARIAS
CADENA DE CUSTODIA PARA GESTIÓN DE DESECHOS

ENTREGA, TRANSPORTE, Y RECEPCIÓN DE DESECHOS **30003900**

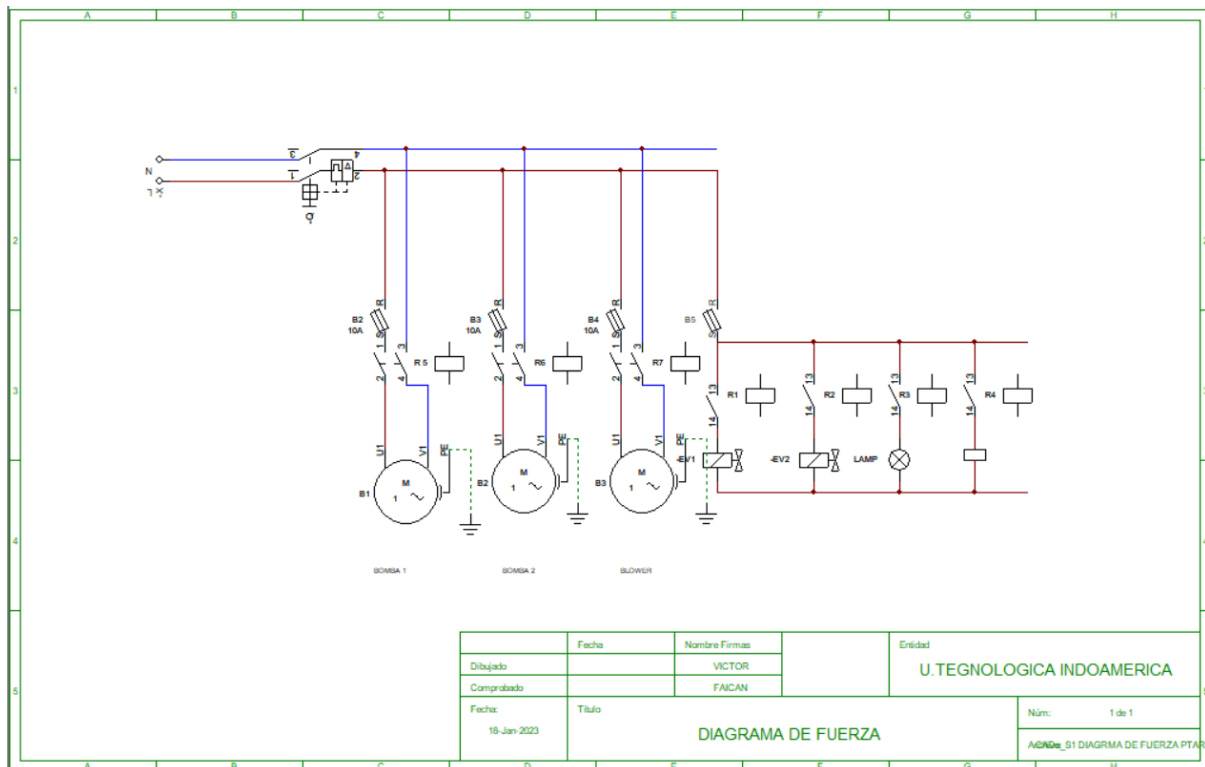
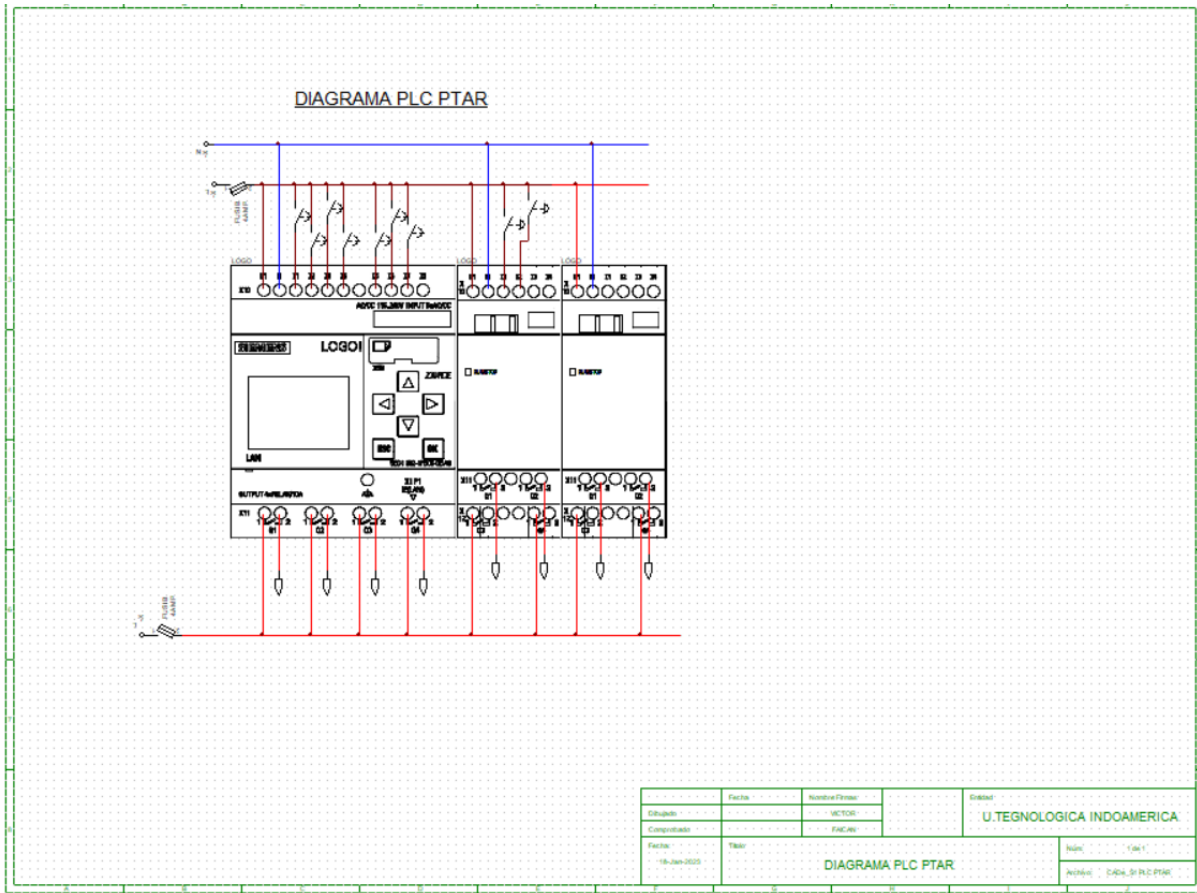
| <p>1. NUM. DE REGISTRO COMO GENERADOR DE DESECHOS:</p> <p>5. NOMBRE DE LA EMPRESA GENERADORA:</p> <p>6. REGISTRO ÚNICO DE CONTRIBUYENTES:</p> <p>7. NOMBRE DE LA INSTALACIÓN GENERADORA:</p> <p>8. DOMICILIO (CALLE Y NO.):</p> <p>PROVINCIA: <u>Pichincha</u></p> <p>CANTÓN: <u>Quito</u></p> | <p>2. NUM. DE LICENCIA AMBIENTAL:</p> <p>3. PAGINA:</p> <p>9. DESCRIPCIÓN:</p> <p>Código del Desecho: <u>52.002</u></p> <p>TIPO: <u>Vacío</u></p> <p>CAPACIDAD: <u>15</u></p> <p>CANTIDAD TOTAL DEL DESECHO: <u>10</u></p> <p>UNIDAD VOLUMEN/ PESO: <u>litro</u></p> | <p>10. CERTIFICACIÓN DEL GENERADOR:</p> <p>DECLARO QUE EL CONTENIDO DE ESTE LOTE ESTÁ TOTAL Y CORRECTAMENTE DESCRITO MEDIANTE EL NOMBRE DEL DESECHO, CARACTERÍSTICAS ORG, TIPO, EMPAQUE, ENVASADO MARCADO Y ROTULADO, NO ESTÁ MEZCLADO CON DESECHOS O MATERIALES INCOMPATIBLES, SE HA PREVISTO LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA SU TRANSPORTE POR VÍA TERRESTRE DE ACUERDO A LA LEGISLACIÓN NACIONAL VIGENTE.</p> <p>NOMBRE, CARGO Y FIRMA DEL RESPONSABLE: <u>DANIO ESTEVEZ SUPERVISOR SSA</u></p> <p>TELÉFONO Y/O CORREO ELECTRÓNICO DE RESPONSABLE: _____</p> <p>NO. DE RESOLUTIVO DE NO RESISIÓN/QUEDE EN LA INSTALACIÓN: _____</p> <p>FECHA: <u>29-09-2022</u></p> | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--------------------------|--------------------------|------------------|--------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <p>11. NOMBRE DE LA EMPRESA TRANSPORTISTA: <u>SMART CLEANING</u></p> <p>DOMICILIO: <u>ISLA FLOREANA 19-118 Y AV. DE LOS SHYRIS</u></p> <p>TELÉFONOS: <u>33481733</u></p> <p>NO. DE LICENCIA AMBIENTAL DEL MAZ/B: <u>MAE-RA-2015-214084</u></p> <p>NO. DE LICENCIA DE POLICIA NACIONAL: _____</p> <p>NO. DE PLAN DE EMERGENCIAS APROBADO: _____</p> | <p>12. REOIR LOS DESECHOS DESCRITOS EN EL MANIFIESTO PARA SU TRANSPORTE.</p> <p>NOMBRE: <u>Osvaldo Ceallos</u></p> <p>CARGO: <u>Conductor</u></p> <p>FIRMA: _____</p> <p>FECHA DE EMISIÓN: <u>29-09-2022</u></p> <p>13. RUTA DE LA EMPRESA GENERADORA HASTA SU ENTREGA:</p> <p>PROVINCIA, CANTÓN Y PARROQUIAS INTERMEDIAS: _____</p> <p>CARRERAS O CAMINOS UTILIZADOS: <u>Pavimento</u></p> <p>14. TIPO DE VEHÍCULO: <u>VACUUM</u></p> <p>No. DE PLACA: <u>GPA1292</u></p> | | | | | | | | | | | |
| <p>15. NOMBRE DE LA EMPRESA DESTINATARIA:</p> <p>15.1 NÚMERO DE LICENCIA AMBIENTAL:</p> <p>DOMICILIO:</p> <p>15.2 En caso de existir diferencias en la verificación de entrega (Marcar con una X):</p> <p>Cantidad <input type="checkbox"/> Tipo <input type="checkbox"/> Desecho <input type="checkbox"/> Rechazo parcial <input type="checkbox"/></p> <p>15.3 Destinatario externo.</p> <p>Nombre: _____</p> <p>Teléfono: _____</p> <p>No. de Licencia Ambiental: _____</p> <p>15.4 Nombre y Firma del responsable del destinatario externo.</p> <p>FECHA: _____</p> | <p>15.5 MANEJO QUE SE DARÁ AL DESECHO (Indicar con X y/o especificar):</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>REUSO/RECLAS.</th> <th>TRATAMIENTO</th> <th>CO PROCESAMIENTO</th> <th>INCINERACIÓN</th> <th>RELLENO DE SEGURIDAD</th> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>16. CERTIFICACIÓN DE LA RECEPCIÓN DE LOS DESECHOS DESCRITOS EN EL MANIFIESTO INDICADOS EN EL MANIFIESTO EXCEPTO LO INDICADO EN LAS OBSERVACIONES:</p> <p>OBSERVACIONES: _____</p> <p>NOMBRE: <u>Wilman Pastamante</u></p> <p>CARGO: <u>Operador</u></p> <p>FIRMA: _____</p> <p>FECHA DE RECEPCIÓN: <u>30 de Septiembre 2022</u></p> | | REUSO/RECLAS. | TRATAMIENTO | CO PROCESAMIENTO | INCINERACIÓN | RELLENO DE SEGURIDAD | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| REUSO/RECLAS. | TRATAMIENTO | CO PROCESAMIENTO | INCINERACIÓN | RELLENO DE SEGURIDAD | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | |
| <p>ADIC. OBSERVACIONES:</p> | <p style="text-align: center;">CENTRO DE REMEDIACIÓN AMBIENTAL</p> <p style="text-align: center;">SMART CLEANING</p> <p style="text-align: center;">SOLUCIONES SANITARIAS</p> <p style="text-align: center;">Santo Domingo</p> <p style="text-align: center;">CENTRO DE REMEDIACIÓN AMBIENTAL</p> <p style="text-align: center;">SMART CLEANING</p> <p style="text-align: center;">SOLUCIONES SANITARIAS</p> <p style="text-align: center;">Santo Domingo</p> | | | | | | | | | | | |

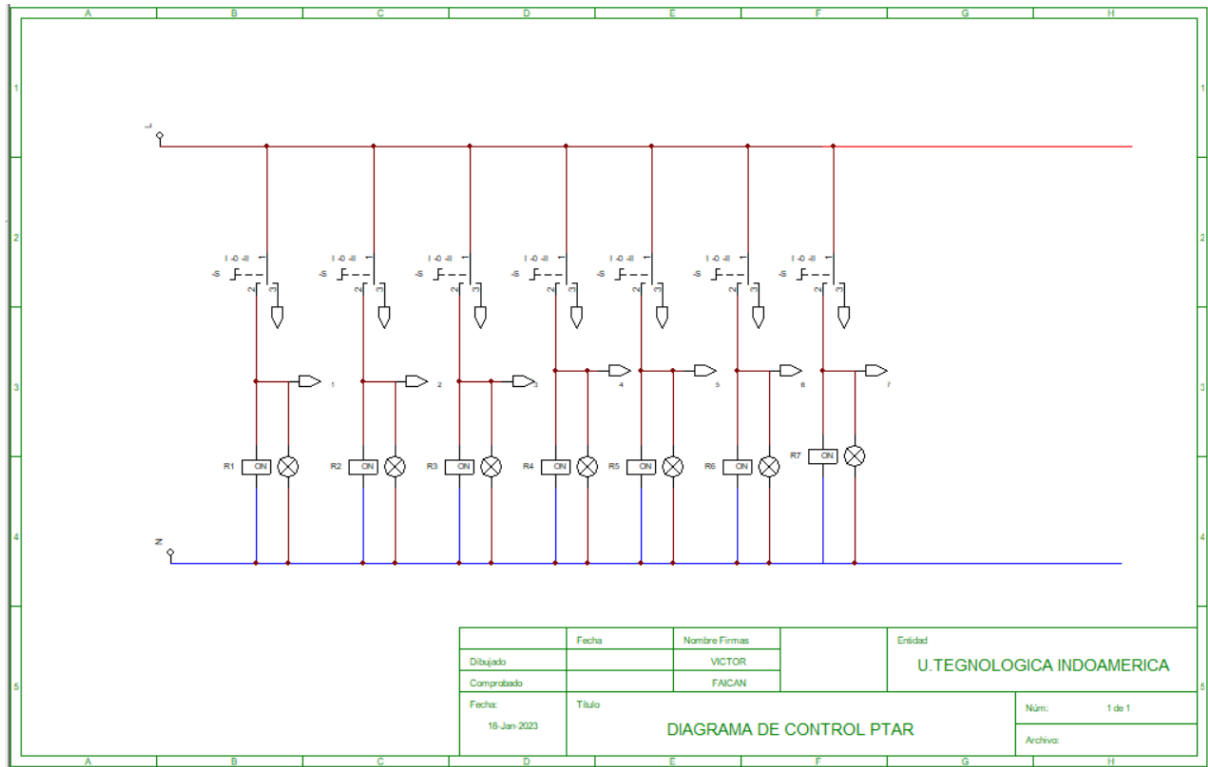
INSTRUCCIONES DE LLENADO:

- Para cada embarque o volumen de transporte, el generador deberá entregar al transportista un manifiesto en original, debidamente firmado, y dos copias del mismo.
- El transportista conservará una de las copias que le entregue el generador, para su archivo, y firmará el original del manifiesto, mismo que entregará al destinatario, junto con una copia de éste, en el momento en que le entregue los desechos al destinatario.
- El destinatario de los desechos conservará la copia de la cadena de custodia que le entregue al transportista, para su archivo, y firmará el original, mismo que deberá remitir de inmediato al generador.
- El original del manifiesto y las copias del mismo, deberán ser conservados por el generador, por el transportista y por el destinatario de los desechos peligrosos, respectivamente, conforme lo marca el Ministerio del Ambiente.
- Llenar con letra de molde, máquina o computadores.

FOKELART TELF 5152175 DEL 3801 AL 3900

Anexo 4 Diagramas del tablero eléctrico manual automático.





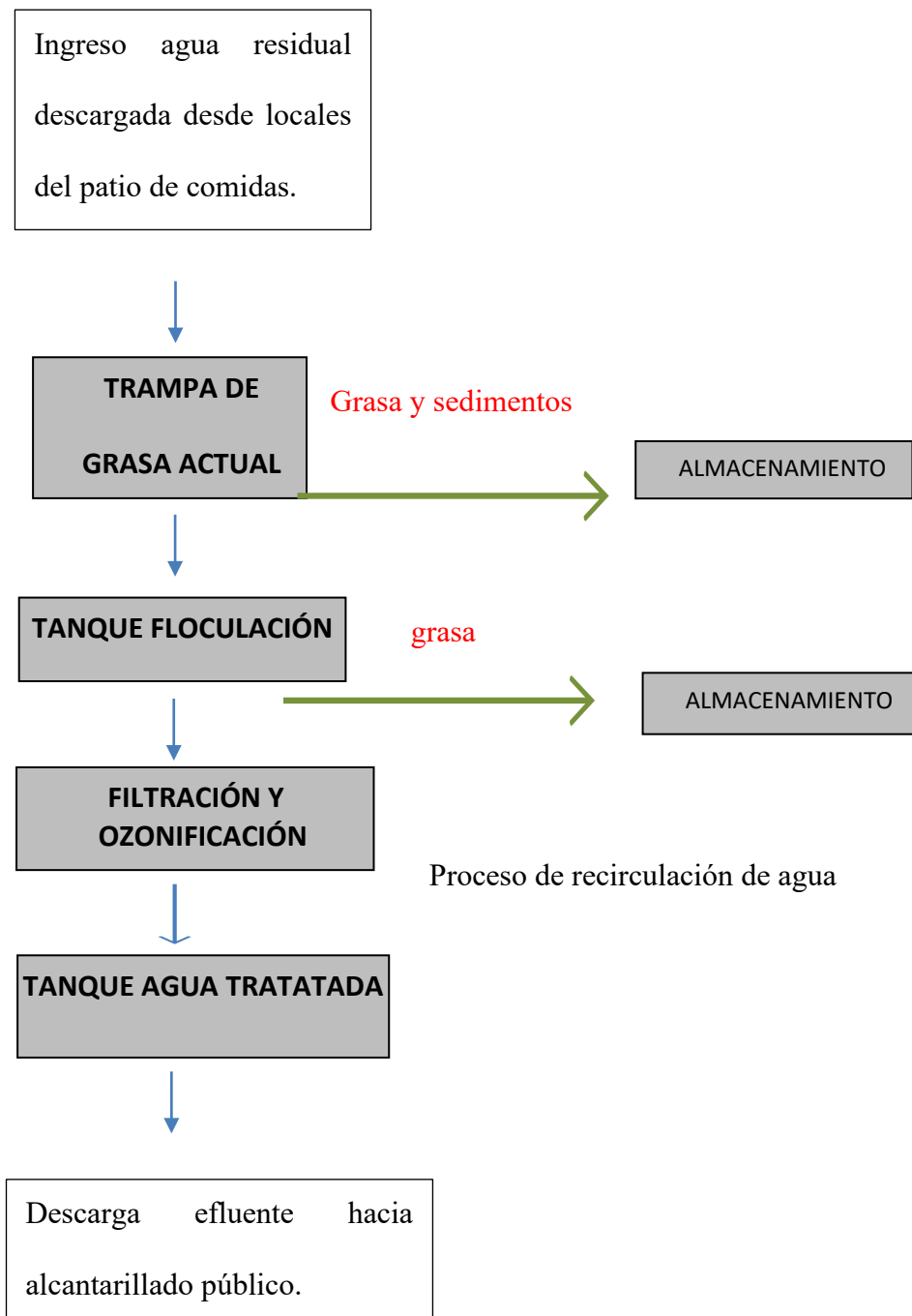
| | | | |
|-----------------------|--------------------------|---------------|----------------------------|
| | Fecha | Nombre Firmas | Entidad |
| Dibujado | | VICTOR | U. TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA |
| Comprobado | | FAICAN | |
| Fecha: 18-Jan-2023 | Título | | Núm.: 1 de 1 |
| | DIAGRAMA DE CONTROL PTAR | | Archivo: |

Anexo 5. Tabla de caudales semanal.

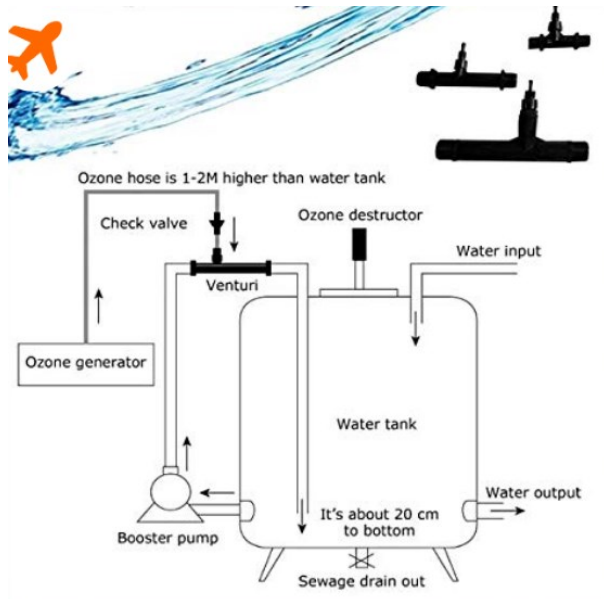
| HORA | LUNES | | | MARTES | | | MIÉRCOLES | | | JUEVES | | | VIERNES | | | SÁBADO | | | DOMINGO | | |
|----------------|-------|------|------|--------|------|------|-----------|------|------|--------|------|------|---------|----|------|--------|----|------|---------|----|------|
| | s | Lt | Lt/s | s | Lt | Lt/s | s | Lt | Lt/s | s | Lt | Lt/s | s | Lt | Lt/s | s | Lt | Lt/s | s | Lt | Lt/s |
| 7:00:00 | 9 | 2,5 | 0,28 | 8,75 | 2,5 | 0,29 | 13,3 | 2,75 | 0,21 | 10,8 | 2,75 | 0,25 | 9,02 | 3 | 0,33 | 9,12 | 3 | 0,33 | 15,4 | 3 | 0,2 |
| 8:00:00 | 8,75 | 2,5 | 0,29 | 8,23 | 2,5 | 0,3 | 12,8 | 2,75 | 0,22 | 9,86 | 2,75 | 0,28 | 9,36 | 3 | 0,32 | 10 | 3 | 0,3 | 19,3 | 3 | 0,16 |
| 9:00:00 | 9,09 | 2,5 | 0,28 | 8,45 | 2,5 | 0,3 | 12,9 | 2,75 | 0,21 | 9,56 | 2,75 | 0,29 | 9,42 | 3 | 0,32 | 12,2 | 3 | 0,25 | 21,4 | 3 | 0,14 |
| 10:00:00 | 10 | 2,5 | 0,25 | 9,35 | 2,5 | 0,27 | 19,3 | 2,75 | 0,14 | 9,32 | 2,75 | 0,3 | 9,23 | 3 | 0,33 | 13,5 | 3 | 0,22 | 26,5 | 3 | 0,11 |
| 11:00:00 | 8,56 | 2,5 | 0,29 | 10,7 | 2,5 | 0,23 | 18,7 | 2,75 | 0,15 | 9,78 | 2,75 | 0,28 | 9,14 | 3 | 0,33 | 16,3 | 3 | 0,18 | 21,2 | 3 | 0,14 |
| 12:00:00 | 8,95 | 2,5 | 0,28 | 15,8 | 2,5 | 0,16 | 19 | 2,75 | 0,14 | 9,12 | 2,75 | 0,3 | 9 | 3 | 0,33 | 12,3 | 3 | 0,24 | 30,2 | 3 | 0,1 |
| 13:00:00 | 9 | 2,5 | 0,28 | 12,5 | 2,5 | 0,2 | 15,7 | 2,75 | 0,18 | 8,96 | 2,75 | 0,31 | 9,06 | 3 | 0,33 | 11,6 | 3 | 0,26 | 17,8 | 3 | 0,17 |
| 14:00:00 | 9,01 | 2,5 | 0,28 | 14,1 | 2,5 | 0,18 | 16,3 | 2,75 | 0,17 | 8,56 | 2,75 | 0,32 | 10 | 3 | 0,3 | 11,3 | 3 | 0,27 | 10,6 | 3 | 0,28 |
| 15:00:00 | 9 | 2,5 | 0,28 | 13,5 | 2,5 | 0,19 | 17,1 | 2,75 | 0,16 | 9,32 | 2,75 | 0,3 | 8 | 3 | 0,38 | 10,5 | 3 | 0,29 | 9,75 | 3 | 0,31 |
| 16:00:00 | 9,08 | 2,5 | 0,28 | 16,8 | 2,5 | 0,15 | 15,8 | 2,75 | 0,17 | 9,42 | 2,75 | 0,29 | 8,56 | 3 | 0,35 | 10,4 | 3 | 0,29 | 9,23 | 3 | 0,33 |
| 17:00:00 | 9,1 | 2,5 | 0,27 | 15,4 | 2,5 | 0,16 | 21 | 2,75 | 0,13 | 9,36 | 2,75 | 0,29 | 10,1 | 3 | 0,3 | 9,45 | 3 | 0,32 | 9,45 | 3 | 0,32 |
| 18:00:00 | 9,06 | 2,5 | 0,28 | 19,2 | 2,5 | 0,13 | 21,3 | 2,75 | 0,13 | 9,4 | 2,75 | 0,29 | 10,1 | 3 | 0,3 | 11,2 | 3 | 0,27 | 9,12 | 3 | 0,33 |
| 19:00:00 | 9,8 | 2,5 | 0,26 | 20,9 | 2,5 | 0,12 | 22 | 2,75 | 0,13 | 10,2 | 2,75 | 0,27 | 9,06 | 3 | 0,33 | 10,1 | 3 | 0,3 | 15,6 | 3 | 0,19 |
| 20:00:00 | 9,12 | 2,5 | 0,27 | 22,8 | 2,5 | 0,11 | 22,5 | 2,75 | 0,12 | 9,09 | 2,75 | 0,3 | 9,15 | 3 | 0,33 | 9,56 | 3 | 0,31 | 14,3 | 3 | 0,21 |
| 21:00:00 | 9,32 | 2,5 | 0,27 | 23,5 | 2,5 | 0,11 | 22,8 | 2,75 | 0,12 | 10,1 | 2,75 | 0,27 | 9,09 | 3 | 0,33 | 10,1 | 3 | 0,3 | 13,6 | 3 | 0,22 |
| TOTAL | 137 | 37,5 | 0,27 | 220 | 37,5 | 0,17 | 270 | 41,3 | 0,15 | 143 | 41,3 | 0,29 | 138 | 45 | 0,33 | 167 | 45 | 0,27 | 243 | 45 | 0,18 |
| PROMEDIO TOTAL | | | 0,27 | | | 0,19 | | | 0,16 | | | 0,29 | | | 0,33 | | | 0,27 | | | 0,21 |

Nota: Detalle de los caudales durante toda la semana durante 14 horas aproximadamente.

Anexo 6. Diagrama de flujo de como quedaría la planta de tratamiento.



Anexo 7. *Instalación del Venturi para la dosificación del ozono.*



Anexo 8 Características técnicas de la bomba sumergible.

SPECIFICATION

- Horsepower :1/4 HP
- Construction: Thermoplastic
- Voltage: 110V 60Hz
- Qmax: 1850 GPH
- Package Dimensions: 10.4*6.3*5.7in
- Power Cord Length: 10 feet.
- Discharge Size: 1-1/4 in. NPT
- Type: Water Pump
- Solids: 1/8 in.
- Gallons / per hour: 1850
- Vertical height: 27'
- Item Weight: 3.62kg
- Package Contents:
 - 1 * Sump Pump
 - 1 * User Manual



Anexo 9.Tabla de criterios y rangos para evaluar la matriz de Vicente Conesa.

| CRITERIOS | | SIGNIFICADO | RANGO | CALIF. |
|-----------|-------------------|---|---------------------|--------|
| Signo | Positivo (+) | Hace alusión al carácter benéfico (+) perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados. | Impacto benéfico. | + |
| | Negativo o (-) | | Impacto perjudicial | - |

| | | | | |
|----------------|----|--|---------------|------|
| Intensidad | IN | Grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en el que actúa. | Baja | 1 |
| | | | Media | 2 |
| | | | Alta | 4 |
| | | | Muy alta | 8 |
| | | | Total | 12 |
| Extensión | EX | Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). | Puntual | 2 |
| | | | Parcial | 2 |
| | | | Extensa | 4 |
| | | | Total | 8 |
| | | | Crítica | (+4) |
| Momento | MO | Alude al tiempo entre la aparición de la acción que produce el impacto y el comienzo de las afectaciones sobre el factor considerado. | Largo plazo | 1 |
| | | | Mediano plazo | 2 |
| | | | Inmediato | 4 |
| | | | Crítico | (+4) |
| Persistencia | PE | Tiempo que supuestamente permanecerá el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquel deje de actuar sobre el medio | Fugaz | 1 |
| | | | Temporal | 2 |
| | | | Permanente | 4 |
| Reversibilidad | RV | | Corto plazo | 1 |

| | | | | |
|-----------------|----|---|-------------------------|---|
| | | Se refiere a la posibilidad de construcción del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquel deje de actuar sobre el medio. | Mediano plazo | 2 |
| | | | Irreversible | 4 |
| Recuperabilidad | MC | Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana (o sea mediante la implementación de medidas de manejo ambiental). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor de ocho (8). En caso de ser. | Inmediato | 1 |
| | | | Medio plazo | 2 |
| | | | Mitigable o compensable | 4 |
| | | | Irrecuperable | 8 |
| Sinergia | SI | Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los | Sin sinergismo (simple) | 1 |
| | | | Sinérgico | 2 |

| | | | | |
|-------------|----|--|------------------------|---|
| | | efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea. | Muy sinérgico | 4 |
| Acumulación | AC | Este atributo de idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera | Simple | 1 |
| | | | Acumulación | 4 |
| Efecto | EF | Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de la acción consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden. | Indirecto (secundario) | 1 |
| | | | Directo | 4 |

| | | | | |
|--------------|----|--|------------------------|---|
| Periodicidad | PR | Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo). | Irregular o aperiódico | 1 |
| | | | Periódico | 2 |
| | | | Continuo | 4 |

Anexo 10. Análisis físico-químico de la trampa de grasa



Acreditación N° SAE LEN 06-002
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA-04-10-19-04082
ORDEN DE TRABAJO No. 04683-19

| DATOS DEL CLIENTE | | |
|---|--|--------------------------------|
| SOLICITADO POR: [REDACTED] | DIRECCIÓN: AV. AMAZONAS N6-114 Y AV. REPUBLICA | |
| TELÉFONO/FAX: 022980300 | TIPO DE MUESTRA: AGUA | PROCEDENCIA: TRAMPA DE GRASA 4 |
| IDENTIFICACIÓN: AGUA RESIDUAL - 10H15 - 16H15 | CÓDIGO INICIAL: M4 | |

| DATOS DEL LABORATORIO | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| MUESTREO POR: LASA | FECHA DE MUESTREO: 20/09/2019 | INGRESO AL LABORATORIO: 23/09/2019 | |
| FECHA DE ANÁLISIS: 23/09-04/10/2019 | FECHA DE ENTREGA: 04/10/2019 | NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1) | |
| CÓDIGO DE MUESTRA: 15972-19 | COORDENADAS: X: 779688-Y: 9979109 | REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO | |

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

| ITEM | PARÁMETROS | UNIDADES | MUESTRA | ¹ VALORES DE REFERENCIA | INCERTIDUMBRE U (k=2) | MÉTODO DE ENSAYO |
|------|--|----------|---------|------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| 1 | ACEITES Y GRASAS | mg/l | 414 | 70 | ± 62,10 | PEE-LASA-FQ-15 APHA 5520 B |
| 2 | D.B.O5 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO | mg/l | 1068 | 170 | ± 106,80 | PEE-LASA-FQ-07 APHA 5210 B |
| 3 | D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO | mg/l | 2658 | 350 | ± 425,28 | PEE-LASA-FQ-04B APHA 5220 D |
| 4 | FENOLES | mg/l | <0,025 | 0,2 | N.A. | PEE-LASA-FQ-12 APHA 5530 C |
| 5 | SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS | mg/l | 746,6 | 120 | ± 104,52 | PEE-LASA-FQ-05 APHA 2540-D |
| 6 | TENSOACTIVOS (MBAS) | mg/l | 14,62 | 1 | ± 1,90 | PEE-LASA-FQ-13 APHA 5540 C |

LAS OPINIONES E INTERPRETACIONES ESTÁN FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL SAE

N.A.: No Aplica


Dr. Marco Cujarro Ruedes
GERENTE DE LABORATORIO

Prohíbese la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.
LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida o tomada por el laboratorio.
Cuando se cumplan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociado al resultado y declarado por el método específico.
El laboratorio se compromete con la imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com)

⁽¹⁾ Valores de referencia tomado de Ordenanza Metropolitana No. 138 - Tabla 1: Límites máximos permisibles por cuerpo receptor - Alcantarillado

Pág. 1 de 1

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469- 814 / 2269-012
Juan Ignacio Pareja OE5-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815 • Celular: 099 9236 287
e-mail: info@laboratoriolasa.com • web: www.laboratoriolasa.com • Quito - Ecuador

Anexo 11. Plano hidrosanitario de los locales del patio de comidas que recolecta la trampa de grasa.

