



TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Tecnologías Lipídicas e Hidrología
Urbana: Refinamiento de efluentes en
US Technologies

Proyecto Integral de Formación DUAL

Que para obtener el título de:
INGENIERÍA AMBIENTAL

Con la Especialidad
Gestión Sustentable del Recurso Hídrico

Presenta:
Andrea Nicole Lavariega Caballero

Matricula: 202020396

Coacalco de Berriozábal, Marzo 2025

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente al profesor y asesor **Jorge Torres Sánchez** por su invaluable apoyo y colaboración en numerosos proyectos. Su disposición constante para ofrecer soluciones, críticas constructivas, y consejos ha sido un pilar fundamental en el desarrollo de mis ideas, proyectos y en la resolución de situaciones de conflicto o de éxito. Su guía ha sido una fuente inagotable de inspiración y crecimiento personal y profesional.

De igual manera, extendiendo mi más sincero agradecimiento al jefe de carrera **Israel Zermelo Caballero**, quien ha sido un faro de orientación en mi trayectoria académica. Su apoyo, guía, y disposición para ayudar en momentos cruciales de crecimiento, tanto en proyectos como en el desarrollo de ideas, han sido fundamentales para mi evolución como estudiante y profesional. Su compromiso con la formación ha dejado una huella imborrable tanto en mi camino como el de muchos estudiantes más.

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a **Elizabeth Portillo** y a la empresa **US Technologies** por brindarme la oportunidad de formar parte de su equipo y por abrirme las puertas a un invaluable proceso de aprendizaje. Su apoyo constante y orientación tanto en momentos de dificultad como en los de éxito han sido fundamentales para mi desarrollo profesional. Agradezco profundamente la guía que me han proporcionado, así como el enriquecedor conocimiento adquirido durante mi estancia en la empresa. Su compromiso con mi formación ha sido un pilar esencial en el logro de mis objetivos y en la consolidación de mi experiencia en el campo.

RESUMEN

El proyecto titulado "Tecnologías Lipídicas e Hidrología Urbana: Refinamiento de Efluentes en US Technologies" tiene como objetivo explorar la implementación de un sistema de refinamiento de efluentes basado en tecnologías lipídicas dentro de las operaciones de US Technologies. Este enfoque se orienta a mejorar la calidad del agua residual en contextos urbanos, abordando la creciente problemática de la contaminación hídrica causada por la industrialización y urbanización.

A lo largo del desarrollo del proyecto, se abordarán varias fases clave. Inicialmente, se llevará a cabo una investigación exhaustiva sobre las tecnologías lipídicas aplicadas al tratamiento de aguas residuales, incluyendo un análisis detallado de la literatura científica y estudios de casos relevantes. Se consultarán expertos en ingeniería ambiental para obtener un conocimiento profundo sobre las posibilidades de implementación de estas tecnologías en un entorno urbano.

Seguidamente, se evaluará la viabilidad técnica y económica del sistema en el contexto específico de US Technologies. Este análisis incluirá una revisión de los requerimientos técnicos y de infraestructura necesarios, así como un estudio de los costos asociados con la implementación y operación del sistema propuesto.

Finalmente, se diseñará un plan de implementación detallado, que incluirá la definición de objetivos específicos, la asignación de recursos y un cronograma de actividades. Al concluir, se presentará un informe final que resuma los hallazgos, ofrezca recomendaciones y proponga posibles acciones futuras para optimizar el sistema de refinamiento.

Este proyecto no solo contribuirá a mejorar la calidad del agua residual en US Technologies, sino que también ofrecerá un modelo de referencia para otras industrias que busquen soluciones sostenibles en la gestión de efluentes, apoyando los esfuerzos globales por promover prácticas ambientales responsables en las ciudades.

ÍNDICE

Generalidades Del Proyecto.....	5
Introduccion... ..	6
Descripcion De La Empresa	7
Descripcion De Los Procesos Productivos... ..	8
Descripcion Del Puesto.....	9
Problemas A Resolver.....	21
Objetivos... ..	22
Justificacion... ..	23
Marco Teorico.....	25
Desarrollo.....	30
Resultados... ..	51
Conclusiones... ..	61
Competencias Desarrolladas... ..	62
Fuentes De Informacion.....	63
Anexos... ..	64

CAPITULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

INTRODUCCIÓN

El proyecto tiene como objetivo principal evaluar la viabilidad de integrar un sistema de refinamiento de efluentes mediante tecnologías lipídicas en las operaciones de la empresa US Technologies. Este enfoque innovador se centra en la mejora de la calidad del agua residual en entornos urbanos, un desafío creciente debido a la urbanización y las actividades industriales que contribuyen a la contaminación del agua.

El trabajo está estructurado en varias fases interrelacionadas. En primer lugar, se llevará a cabo una investigación exhaustiva sobre las tecnologías lipídicas aplicadas al tratamiento de aguas residuales. Esta fase incluirá una revisión detallada de la literatura científica para identificar los principios fundamentales, los avances recientes y los desafíos asociados con estas tecnologías. Además, se analizarán estudios de casos previos para evaluar la eficacia de estas tecnologías en contextos similares y se realizarán consultas con expertos en ingeniería ambiental para obtener perspectivas prácticas sobre su implementación y funcionamiento.

La metodología empleada combinará enfoques teóricos y prácticos. Se utilizarán técnicas cualitativas, como entrevistas con expertos y revisión de literatura, así como técnicas cuantitativas para realizar un análisis detallado de costos y viabilidad del sistema propuesto. Esta combinación permitirá una evaluación integral del sistema de refinamiento en términos de eficacia y costo.

En la segunda fase, se llevará a cabo una evaluación minuciosa de la viabilidad técnica y económica del sistema en el contexto específico de US Technologies. Se examinarán los requisitos técnicos y operativos necesarios para integrar el sistema en las instalaciones de la empresa, y se realizará un análisis exhaustivo de los costos asociados a su implementación y operación. También se evaluará la infraestructura existente en la empresa para determinar su adecuación y los ajustes necesarios.

La fase final del proyecto consistirá en el desarrollo de un plan de implementación detallado. Este plan definirá los objetivos específicos del proyecto, establecerá un cronograma de actividades y asignará los recursos necesarios, incluidos personal, equipos y materiales. El proyecto concluirá con la redacción y presentación de un informe final que resumirá los hallazgos, ofrecerá recomendaciones basadas en los resultados y delineará posibles acciones futuras para la optimización y expansión del sistema de refinamiento.

Las limitaciones del estudio incluyen la dependencia de información disponible en la literatura científica y la posibilidad de que las condiciones específicas de US Technologies no se alineen completamente con los casos de estudio analizados. Además, la implementación del sistema basado en tecnologías lipídicas podría enfrentar desafíos técnicos y financieros imprevistos.

Este estudio no solo tiene el potencial de avanzar en la aplicación de tecnologías lipídicas para el tratamiento de aguas residuales urbanas, sino que también podría ofrecer un modelo replicable en otras industrias. Al abordar los desafíos actuales en la gestión de efluentes, el proyecto se alinea con los esfuerzos globales para mejorar la calidad del agua y promover prácticas ambientales más sostenibles en las ciudades.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Razón social	US TECHNOLOGIES, S.A. DE C.V.
Actividad o giro	Elaboración de aceites industriales de origen animal, vegetal, mineral y reciclado de Residuos Peligrosos
RFC	UTE0202216DA
Registro patronal del IMSS	C551640310-7
Dirección	Av. Independencia No. 28 Col. Independencia Tultitlan, Estado de México C.P. 54914
Características de la construcción	Nave industrial techada con construcción de concreto en columnas y muros de monoblock y techo de lámina galvanizada.
Tipo de propiedad	Rentada
Superficie total del predio	20 692.20 m2
Superficie construida	12 214.37 m2
Numero de niveles	Dos
Altura de la construcción	6m
Horarios de trabajo operativo	Lunes a viernes Primer turno 6:00 a 14:00 Segundo turno 14:00 a 22:00 Sábados 8:00 a 17:30
Horario de oficinas	Lunes a viernes 8:00 a 18:00
Número de trabajadores	Operativos 38 Administrativos 43

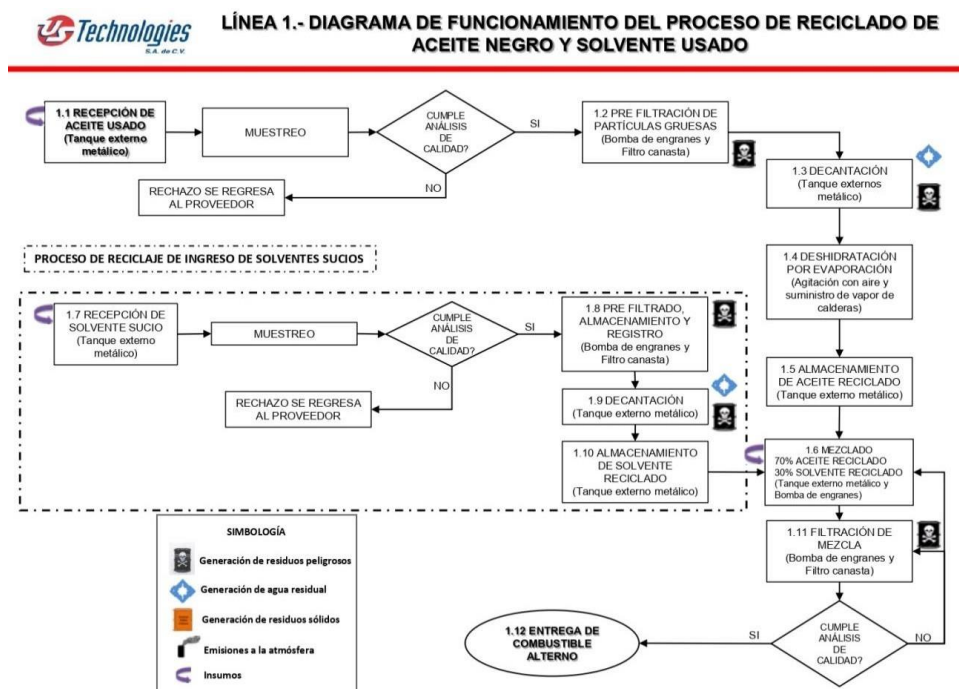
1. Información De La Empresa

DESCRIPCION DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

US TECHNOLOGIES, S.A. de C.V. se dedica a la elaboración de aceites lubricantes industriales de origen animal, vegetal y mineral y al reciclado de Residuos Peligrosos, las cuales son utilizadas en la industria automotriz, mecánica y curtiduría

2.1 Línea 1. Procesos de reciclado de aceite negro y solvente usado para combustible alternativo

El aceite usado, recibido a granel en auto-tanques de 4,000 a 20,000 litros o más, se transporta con autorización y se registra en vigilancia al llegar a US TECHNOLOGIES, S.A. de C.V. El transportista muestra la documentación y equipo de protección personal, y el peso de la unidad se verifica en la báscula. Tras pesaje, se toma una muestra del aceite y/o solvente para su análisis en el laboratorio de control de calidad, asegurando que cumple con los requisitos para reciclaje. Si el residuo no cumple, se rechaza. El aceite aceptado se filtra con malla 40 para eliminar partículas gruesas y se almacena en tanques, mientras que el solvente gastado se filtra con canasta antes de almacenamiento. El aceite usado se transfiere a tanques de proceso donde se decantan partículas sólidas y se deshidrata mediante calentamiento con vapor y agitación por aire. El aceite y solvente reciclados se mezclan en una proporción aproximada del 70% aceite y 30% solvente, ajustada según los análisis de calidad, y se filtran para eliminar sedimentos finos. Finalmente, el combustible alternativo se envía a granel a los clientes.

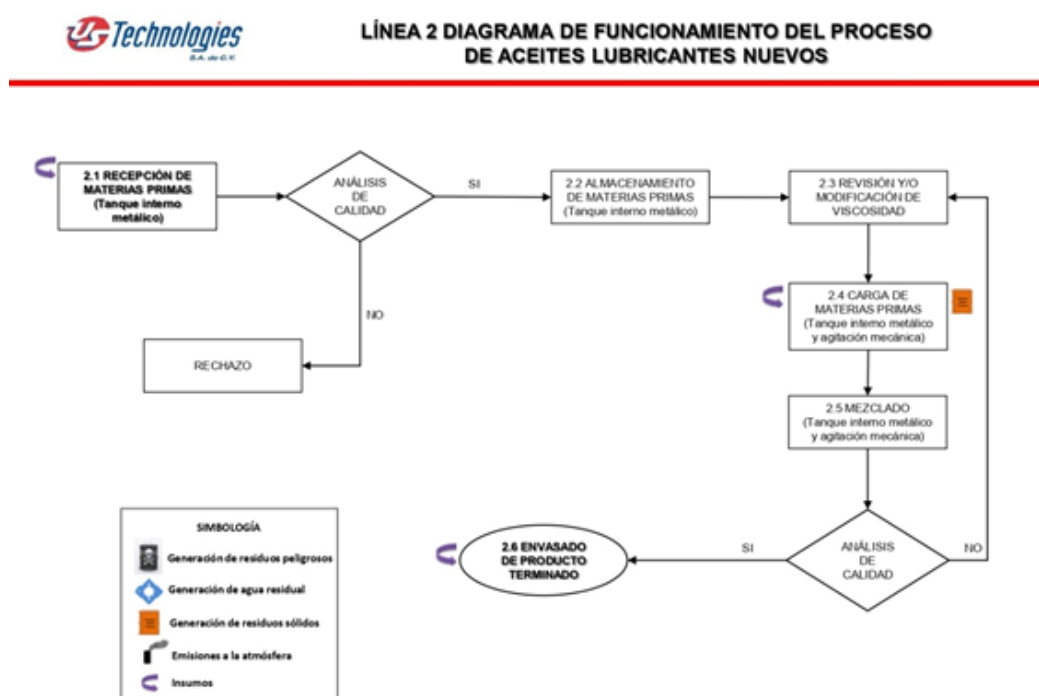


2. Diagrama de funcionamiento del proceso de reciclado del aceite negro y solvente usado

2.2 Línea 2. Aceites y gras lubricantes nuevos.

2.2.1 Aceites lubricantes nuevos

US TECHNOLOGIES, S.A. de C.V. ofrece una amplia gama de aceites lubricantes, como aceites para corte, engranajes, refrigeración, dieléctricos y especialidades. Para cada orden de producción, se reciben las materias primas que han pasado por la aceptación del control de calidad. Se verifica que la viscosidad de los básicos y aditivos cumpla con los requisitos de la orden. Tras la confirmación, se cargan las materias primas en un tanque con agitación mecánica para mezclar uniformemente el producto. Se toma una muestra para análisis y liberación por parte del control de calidad; si algún parámetro no cumple con las especificaciones, se ajusta según las recomendaciones del laboratorio. Una vez aprobado, el producto se envasa según las cantidades y condiciones acordadas con el cliente.

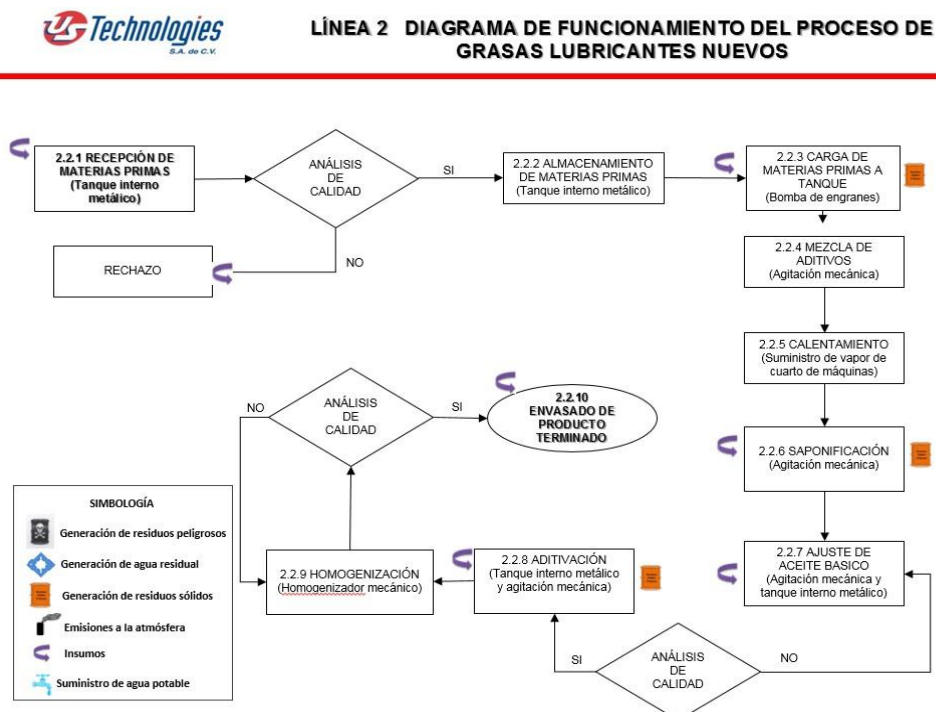


3. Diagrama de funcionamiento del proceso de aceites lubricantes nuevos

2.2.2 Grasas lubricantes nuevos

US TECHNOLOGIES, S.A. de C.V. produce grasas lubricantes según las especificaciones del cliente. Cada orden de producción incluye la cantidad, nombre del producto y formulación requerida. Las materias primas se mezclan en un tanque metálico designado, utilizando agitación mecánica y calentamiento con vapor a través de un serpentín para homogeneizar la mezcla. Se realiza una saponificación para hidrolizar los compuestos orgánicos y garantizar una mezcla uniforme. Después, se añaden los aditivos según la orden y se envía una muestra al laboratorio de control de calidad para su análisis. Si los parámetros no cumplen con las especificaciones, se ajustan según las recomendaciones del laboratorio. Con la aprobación, el producto pasa por un equipo de homogenización para asegurar que cumple con todas las especificaciones. Finalmente, se realiza un último

análisis en el laboratorio antes del envasado, el cual se lleva a cabo de acuerdo con las cantidades y condiciones acordadas con el cliente



4. Diagrama de funcionamiento del proceso de grasas lubricantes nuevos

2.3 Línea 3. Emulsiones

Se reciben las materias primas conforme a la orden de producción, en cantidad, las materias primas previamente ya pasaron por la aceptación de Control de calidad.

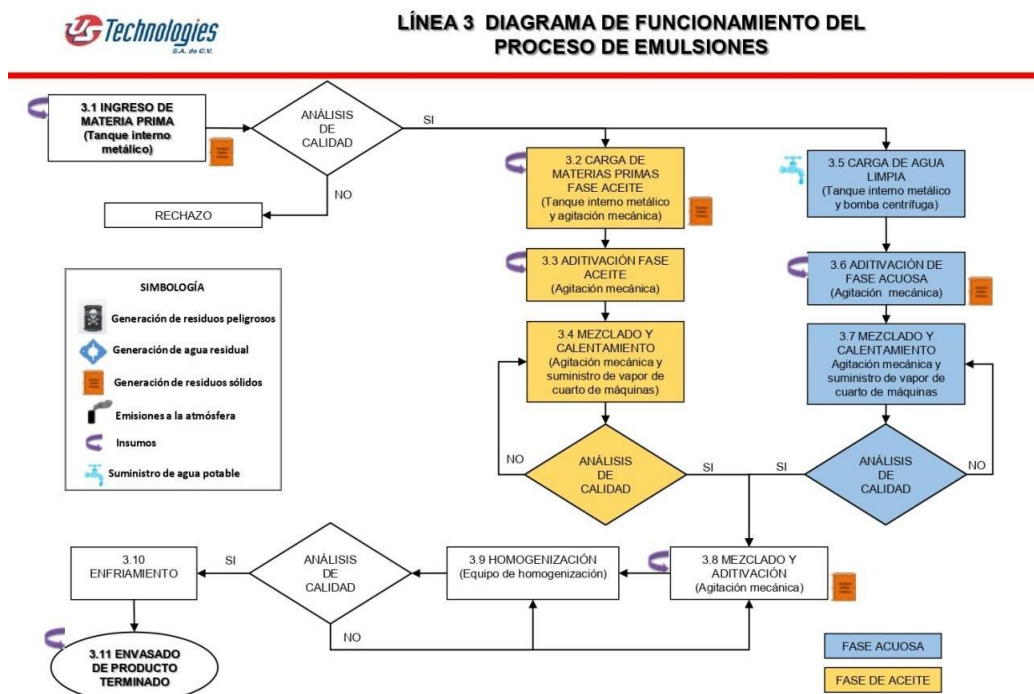
La producción de emulsiones se dividirá en la fase de agua y en la fase de aceite. Previo ingreso y análisis del aceite básico o parafina, se hará la carga al proceso en el tanque de proceso y se elevará la temperatura conforme al procedimiento.

Por su parte, a la fase de agua se le elevará la temperatura conforme a procedimiento del proceso y se le adicionarán aditivos químicos para mezclarse, esta etapa se puede realizar en los tanques de proceso.

Una vez aprobadas por el laboratorio de control de calidad las dos fases, se procede a la mezcla de ambas y se agregan los aditivos hasta que nuevamente el laboratorio libere conforme a procedimiento y especificaciones de la etapa de proceso

Ambas fases previamente mezcladas y dependiendo del tipo de Emulsión se aplica el procedimiento del proceso y de ser necesario se pasará al homogeneizador y una vez aprobado por el laboratorio se procede a su enfriamiento a temperatura ambiente.

Una vez liberado el producto por el laboratorio se procede a su envasado, dependiendo de la cantidad y condiciones acordadas con el cliente.



5. Diagrama de funcionamiento del proceso de emulsiones

2.4 Línea 4. Aceites Básicos

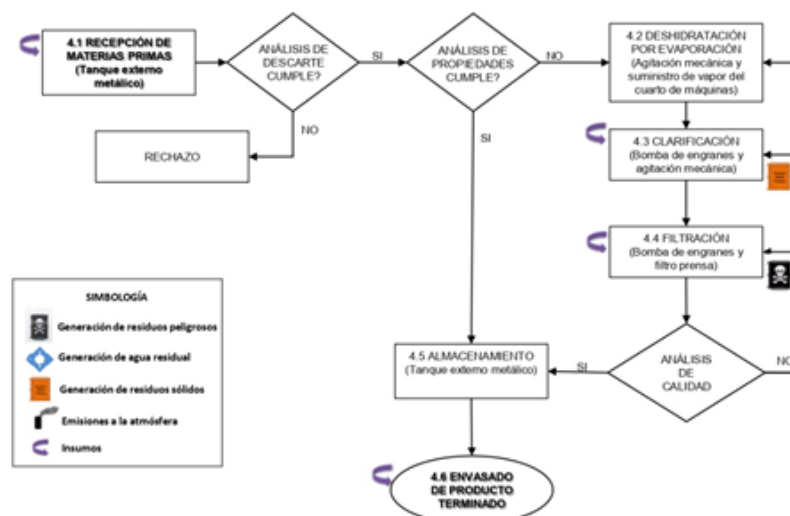
La producción de aceites básicos comienza con la recepción y un análisis de descarte de la materia prima. Se realizará un segundo análisis, ahora de sus propiedades para conocer el tren de tratamiento que se le dará al aceite.

Si el análisis de propiedades arroja que se tiene que hacer un ajuste de color y/o porcentaje de humedad, el aceite básico pasará al tanque de deshidratado a una temperatura conforme al procedimiento del proceso.

La clarificación y filtración del aceite serán las siguientes etapas del aceite básico ya deshidratado, abarcando un espacio conforme a procedimiento.

Una vez que laboratorio de Control de Calidad libera el cumplimiento de las especificaciones del aceite básico procesado, se procede a su almacenamiento en un tanque de almacenamiento designado.

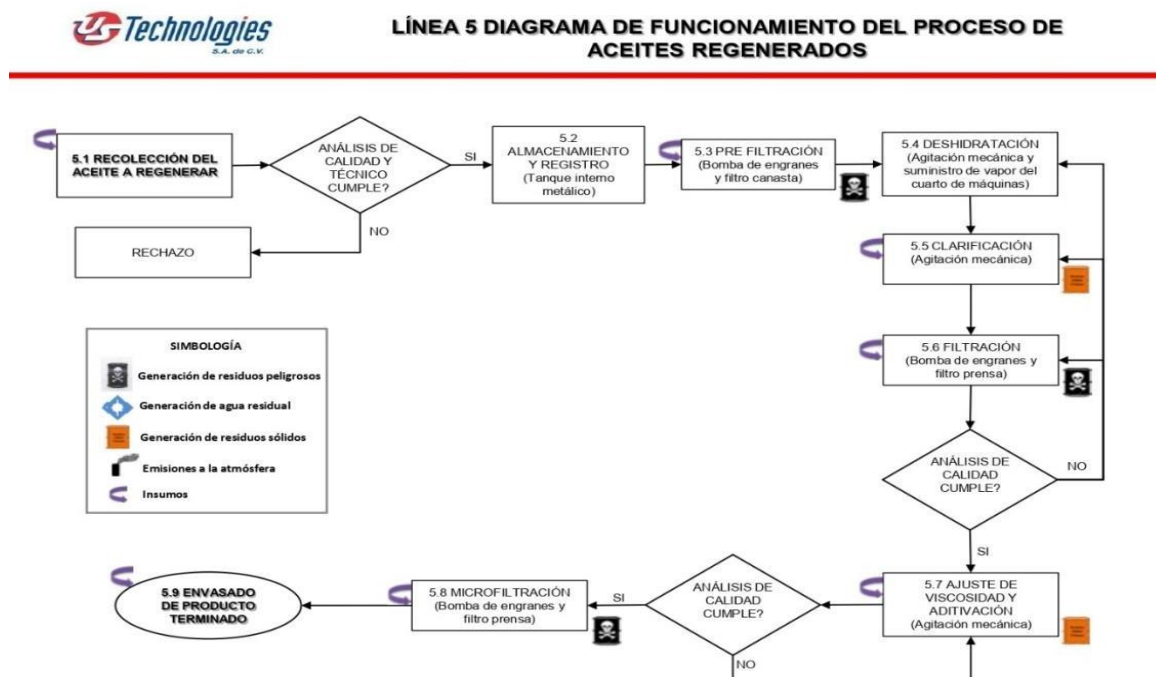
Una vez liberado el producto por el laboratorio se procede a su envasado, dependiendo de la cantidad y condiciones solicitadas por el cliente.



6. Diagrama de funcionamiento del proceso de aceites básicos.

2.5 Línea 5. Aceites Regenerados

El aceite a regenerar se recoge en transportes autorizados y, al llegar a la instalación, se somete a un análisis técnico para determinar el tratamiento adecuado. Una vez aceptado, se registra y pasa por una pre filtración antes de deshidratarse. La deshidratación se realiza mediante diversas técnicas: decantación para más del 50% de agua, centrifugado para sólidos, destilación flash a 70°C para hasta 300 ppm de agua, evaporación a 140°C para 2-8% de agua, o una combinación de estos métodos. Luego, el aceite se clarifica y filtra con tierras diatomáceas a la temperatura indicada. Se ajusta la viscosidad y se añaden aditivos químicos, seguido de una micro filtración. Finalmente, el aceite regenerado se envasa, y durante cada etapa del proceso, se realiza un análisis de aseguramiento de calidad para su liberación.



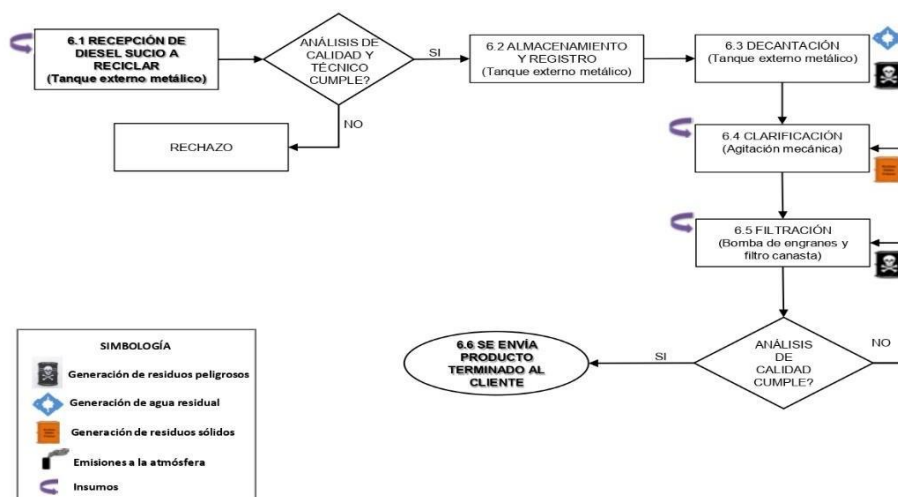
7. Diagrama de funcionamiento del proceso de aceites regenerados

2.6 Línea 6. Aceites reciclados

Se cuenta con los procedimientos para reciclar residuos peligrosos como son; diésel sucio, aceite de laminación, mezcla de glicoles (anticongelante y líquido de frenos sucio), para vender como productos reciclados.

Se reciben los aceites a reciclar para almacenarlos y registrarlos, en esta parte se lleva a cabo la decantación en donde se elimina agua y sedimentos, para posteriormente pasar a su etapa de clarificación y filtración con tierras diatomáceas en un proceso que se realiza en tanques designados con agitación mecánica, posteriormente se hace una filtración y se solicita al laboratorio de control de calidad su análisis para conocer si se libera el producto o si se tiene que repetir alguna de las etapas anteriores.

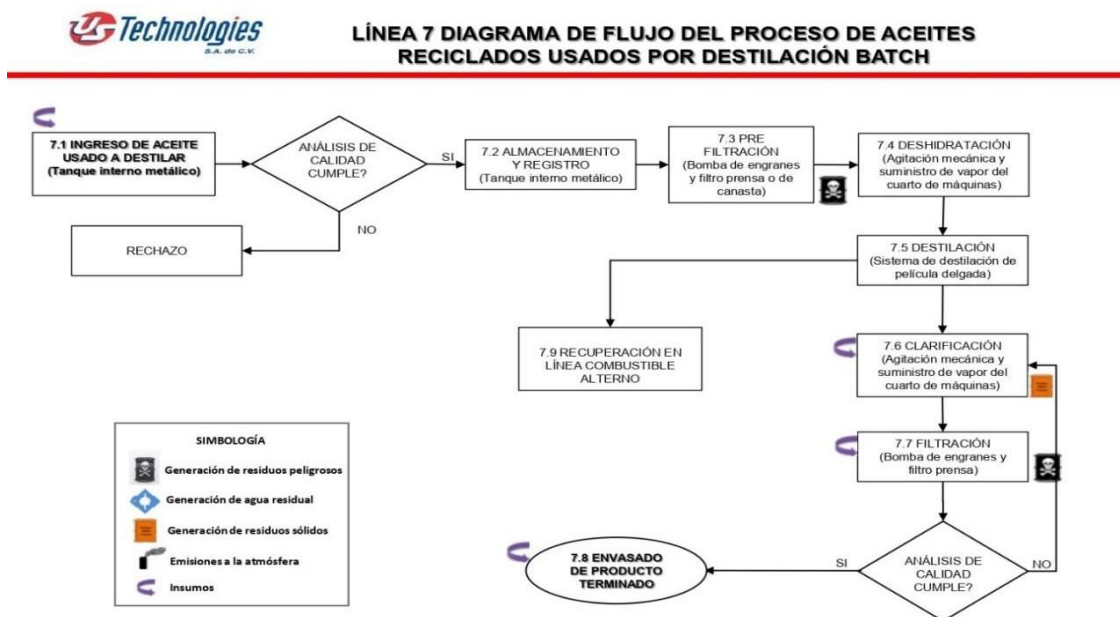
Cuando esté liberado el material, éste se almacenará el producto terminado en los tanques para su posterior envasado conforme a lo acordado con el cliente.



8. Diagrama de funcionamiento del proceso de reciclado de diesel sucio

2.7 Línea 7. Aceites reciclados por destilación

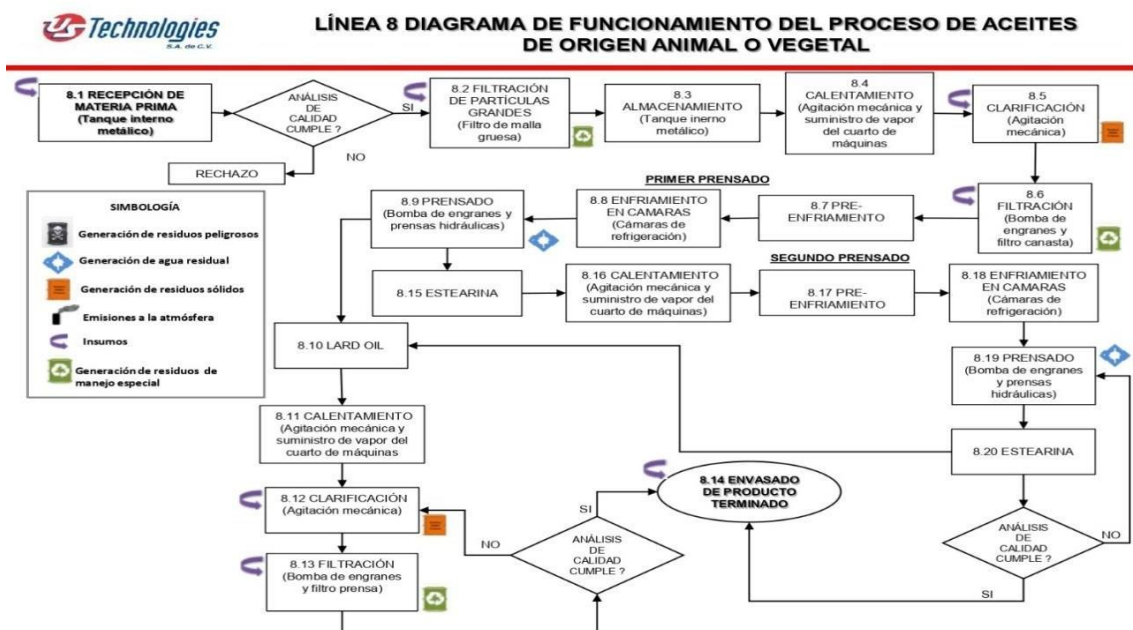
Al recibir un residuo peligroso para reciclado, el área de control de calidad toma una muestra para analizar las condiciones del producto y determinar las condiciones de trabajo adecuadas. Los residuos se procesan mediante destilación en lotes para aceites usados, aceite de laminación y percloroetileno. Primero, se realiza una pre filtración para eliminar sedimentos. Los aceites usados se deshidratan para eliminar la humedad, mientras que el aceite de laminación y percloroetileno no se deshidratan debido a su bajo punto de inflamación. El material libre de sedimentos y humedad se bombea al equipo de destilación LUWA, donde se obtienen dos fases: una fracción pesada, que se envía a la Línea 1 para convertirse en combustible alternativo, y una fracción ligera, que se clarifica y filtra para obtener el producto terminado. Después de la destilación, el producto se clarifica en tanques de proceso mediante calentamiento y agitación. Se prepara un filtro tipo prensa con papel filtro indicado por control de calidad y se toma una muestra final para análisis. Si el producto no cumple con las especificaciones, se ajusta según las recomendaciones o se envía a la Línea 1 y se notifica al cliente. Una vez aprobado, el producto se almacena en tambores o totes y puede ser enviado a granel si así lo solicita el cliente.



9. Diagrama de flujo del proceso de aceites reciclados usados por destilación batch

2.8 Línea 8. Aceites derivados de origen animal o vegetal

En UST, las grasas animales y vegetales se reciben y analizan para asegurar su calidad. Si son aptas, se descargan en una tina con malla para filtrar partículas grandes y luego se almacenan en tanques. Se realiza una deshidratación, seguida de clarificación y filtración en tanques con agitación mecánica y calentamiento por vapor. El material se enfría a temperatura ambiente y luego a 10 °C en cámaras de winterizado. Después, se hace un prensado hidráulico para separar el aceite de la estearina, que se lava y raspa para obtener el subproducto. Si el subproducto cumple con las especificaciones, se envasa; si no, se prensa nuevamente. El aceite líquido se somete a evaporación, blanqueo, calentamiento, agitación, y filtrado hasta que esté claro y brillante. Finalmente, se analiza en el laboratorio y, si cumple con las especificaciones, se almacena o envasado según lo requiera el cliente.

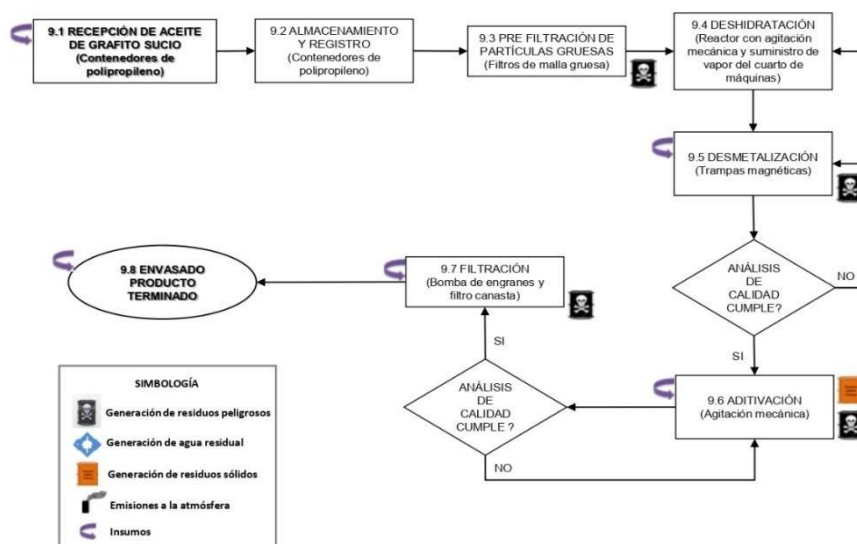


10. Diagrama de funcionamiento del proceso de aceites de origen animal o vegetal

2.9 Línea 9. Aceites de grafito

2.9.1 Aceites de grafito reciclado

La recolección de residuos se realiza en vehículos autorizados, utilizando contenedores de 1,000 litros o tambores de 200 litros. El almacenamiento se hace en los mismos contenedores en los que llega el producto, en la zona designada. Primero, se filtran partículas grandes con una malla. Luego, el aceite sucio se deshidrata en un tanque con agitación mecánica y calentamiento por vapor. Se toma una muestra para determinar el contenido de agua. Tras deshidratar, se realiza la desmetalización con una trampa magnética, y se toma otra muestra para verificar la aditivación según los requisitos del cliente. Si el aceite grafitado no cumple con las especificaciones, se hacen ajustes necesarios. Finalmente, el aceite procesado se filtra y se almacena en contenedores limpios tras la aprobación del laboratorio de control de calidad.



11. Diagrama de funcionamiento del progreso de reciclado de aceite de grafito sucio.

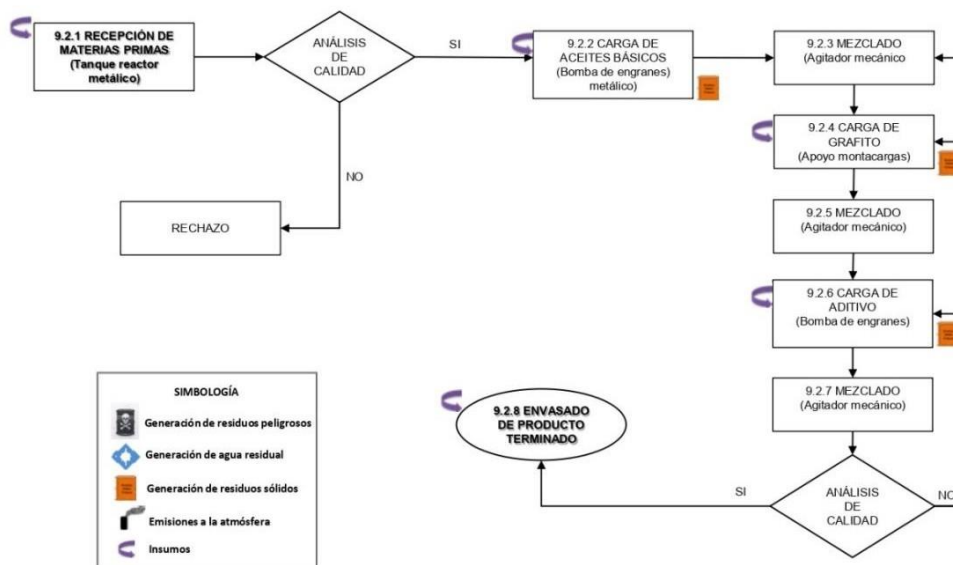
2.9.2. Aceite de Grafito nuevo

Se reciben las materias primas conforme a la orden de producción, en cantidad del aceite de grafito a elaborar, las materias primas previamente ya pasaron por la aceptación de Control de calidad.

Conforme a la orden de producción, primeramente, se hace la carga del aceite básico en un tanque con agitación mecánica y calentamiento, en donde se llevará a cabo el mezclado de las materias primas, posteriormente se agrega el grafito en polvo y se continua con la agitación y calentamiento para su mezclado homogéneo, el paso siguiente es la carga de los aditivos conforme a formulación, manteniendo la agitación y calentamiento.

Conforme a los procedimientos de producción para los aceites nuevos de grafito, se toma una muestra y se solicita a control de calidad su análisis y liberación, en el caso de que alguno de los parámetros no cumpla con especificación, se siguen las recomendaciones de laboratorio y se hacen los ajustes necesarios.

Una vez liberado el producto por el laboratorio se procede a su envasado, dependiendo de la cantidad y condiciones acordadas con el cliente



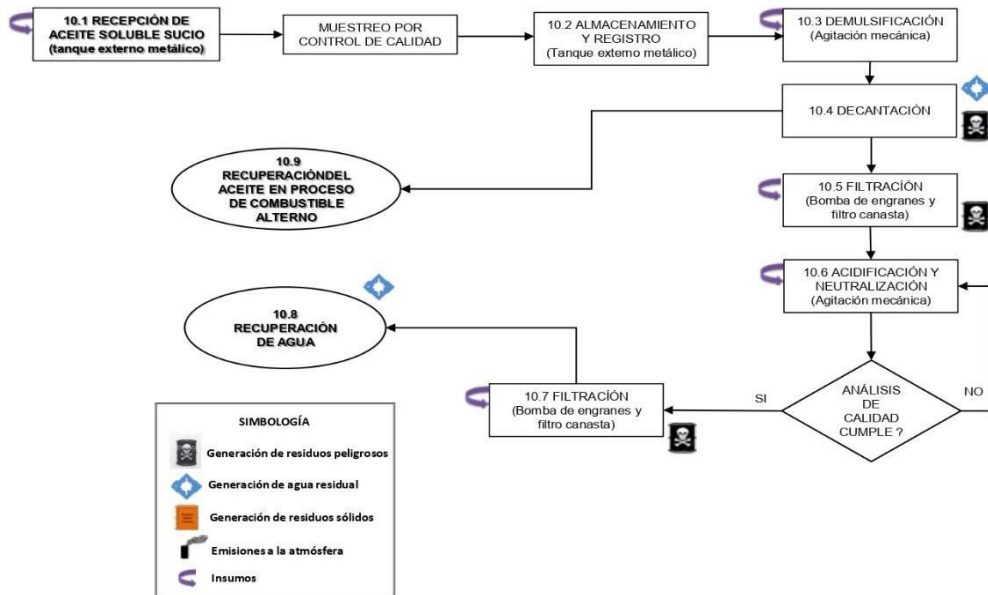
12. Diagrama de funcionamiento del progresó de aceites de grafito nuevo.

2.10 Línea 10. Reciclado de aceite soluble

El aceite soluble sucio se recibe en un tanque externo asignado y se le añade un desemulsificante para acelerar la separación del agua del aceite, dada su alta humedad. Durante la decantación, se eliminan la humedad y los sedimentos. El aceite separado se transfiere al proceso de reciclado en la Línea 1 para producir combustible alterno. El agua restante se filtra con un filtro canasta para eliminar sedimentos y luego pasa por una etapa de acidificación y neutralización. Se toma una muestra de esta agua para el laboratorio, que verifica si cumple con las especificaciones para ser clasificada como agua de recuperación. Si no cumple, se siguen las recomendaciones del laboratorio para ajustar el proceso. Antes de su traslado al depósito asignado, se realiza una segunda filtración para eliminar sedimentos más pequeños.



LÍNEA 10 DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO DE RECICLADO DE ACEITES SOLUBLES SUCIO



12. Diagrama de funcionamiento del proceso de reciclado de aceites solubles sucio

DESCRIPCION DEL PUESTO

En el rol como Auxiliar en Seguridad, Higiene y Medio Ambiente en US Technologies, se tiene la responsabilidad integral de garantizar el cumplimiento de las normativas vigentes y la implementación de las mejores prácticas en seguridad e higiene dentro del entorno laboral. Las funciones incluyen la realización de inspecciones periódicas en todas las áreas de la empresa, con el objetivo de identificar y evaluar posibles riesgos. Posteriormente, se elaboran informes detallados y se recomiendan medidas correctivas y preventivas para mitigar estos riesgos.

Además, se supervisa la implementación de estas medidas, asegurando que se apliquen de manera adecuada y oportuna. También se imparten capacitaciones y talleres regulares a los empleados sobre procedimientos de seguridad, el uso adecuado del equipo de protección personal y prácticas de higiene, con el fin de fomentar una cultura de seguridad proactiva y un ambiente de trabajo saludable.

Entre las responsabilidades se incluye el desarrollo y la actualización de materiales educativos y procedimientos operativos estándar, asegurando que reflejen los cambios en la normativa y las mejores prácticas del sector. Asimismo, se gestionan y levantan permisos de trabajo para actividades específicas, como trabajos en alturas, espacios confinados, trabajos eléctricos y trabajos en caliente, verificando que se cumplan todos los requisitos de seguridad antes de la ejecución de estas tareas.

Se mantienen registros detallados y organizados de incidentes, auditorías internas y verificaciones de cumplimiento, asegurando que toda la documentación esté al día y conforme a las regulaciones locales y los estándares internacionales. Se realiza el seguimiento de las acciones correctivas derivadas de auditorías e incidentes, evaluando su efectividad y proponiendo mejoras cuando es necesario.

Se colabora estrechamente con otros departamentos para identificar áreas de mejora y trabajar en la implementación de nuevas estrategias y procedimientos que optimicen los procesos de seguridad y medio ambiente. Además, se participa en la elaboración y revisión de políticas internas y procedimientos operativos, garantizando su alineación con las normativas vigentes y promoviendo una cultura de mejora continua dentro de la empresa.

El objetivo principal es promover una cultura de seguridad integral y asegurar el cumplimiento de todos los requisitos normativos, protegiendo tanto a los empleados como al medio ambiente. Esto implica la constante actualización de conocimientos en normativas y prácticas, así como la proactividad en la identificación y resolución de problemas relacionados con la seguridad y el medio ambiente.

PROBLEMA A RESOLVER

El proyecto busca determinar la viabilidad de integrar un sistema avanzado de refinamiento de efluentes en US Technologies, con un enfoque específico en la mejora de la calidad del agua residual. En el contexto actual de creciente urbanización e industrialización, que intensifica los problemas de contaminación hídrica, es esencial implementar estrategias efectivas para la gestión de efluentes.

Actualmente, los procesos de reciclaje y tratamiento de aceites y grasas en US Technologies presentan retos importantes. La recepción y el tratamiento de grasas animales y vegetales, junto con aceites usados, implican etapas como filtración, deshidratación y clarificación. Sin embargo, la falta de un control riguroso en ciertas fases del proceso puede resultar en la presencia de residuos no deseados en los sistemas de drenaje, lo que se debe a la insuficiente eliminación de estos materiales antes de su disposición final.

Este proyecto propone la implementación de un sistema innovador para el refinamiento de efluentes, utilizando tecnologías especializadas que mejoren la eliminación de impurezas y residuos. Este enfoque no solo pretende mejorar la calidad del agua residual, sino también disminuir el impacto ambiental asociado con el tratamiento de aceites y grasas. La propuesta incluye una investigación exhaustiva sobre tecnologías emergentes, un análisis técnico y económico detallado, y la creación de un plan para su implementación.

Si no se lleva a cabo esta propuesta, US Technologies podría enfrentar desafíos persistentes relacionados con la contaminación de sus efluentes y el cumplimiento de normativas ambientales. La falta de un control adecuado sobre estos procesos podría tener consecuencias negativas, como la disminución de la calidad del agua residual, el aumento de los costos operativos y posibles conflictos con las autoridades regulatorias.

La adopción de este sistema no solo mejoraría el manejo de efluentes en US Technologies, sino que también podría establecer un precedente para otras industrias, promoviendo un enfoque más sostenible en la gestión de residuos.

OBJETIVOS

Objetivo general

El objetivo central de este proyecto es investigar y evaluar la viabilidad de implementar un sistema de refinamiento de efluentes utilizando tecnologías lipídicas en US Technologies. El propósito es mejorar la calidad del agua residual en áreas urbanas mediante la eliminación eficaz de contaminantes orgánicos e inorgánicos, optimizando así las operaciones de la empresa y promoviendo prácticas ambientales más sostenibles.

Objetivos específicos

1. Investigar tecnologías lipídicas para el refinamiento de efluentes urbanos, con el propósito de identificar métodos innovadores y eficaces que mejoren la calidad del agua residual en entornos urbanos.
2. Evaluar la viabilidad técnica y económica del sistema propuesto en US Technologies, para determinar los requisitos operativos y costos asociados, asegurando su integración eficiente en las instalaciones de la empresa.
3. Desarrollar un plan de implementación detallado para el sistema de refinamiento de efluentes, con el objetivo de establecer un cronograma, asignar recursos y definir procedimientos claros para su puesta en marcha exitosa.

JUSTIFICACIÓN

Trabajando en una zona industrial, se ha observado con creciente preocupación cómo la contaminación del agua en los drenajes afecta el entorno. Investigaciones científicas indican que los efluentes industriales suelen contener contaminantes que pueden tener graves efectos en el medio ambiente y la salud pública. En México, las actividades industriales representan una fuente significativa de contaminación en los cuerpos de agua superficiales. La CONAGUA señala que aproximadamente el 50% de las descargas de contaminantes orgánicos y metales pesados provienen de fuentes industriales, lo que pone de manifiesto la urgente necesidad de mejorar los sistemas de tratamiento de aguas residuales y controlar mejor estas descargas para proteger los recursos hídricos del país.

Los contaminantes comunes incluyen metales pesados como el plomo y el mercurio, compuestos orgánicos volátiles y otros químicos industriales. Los efluentes no tratados pueden elevar los niveles de contaminantes en el agua hasta un 200% en comparación con los niveles normales, lo que deteriora la calidad del agua y la biodiversidad acuática. La falta de tratamiento adecuado también contribuye a problemas como la obstrucción de los sistemas de drenaje y el aumento de la carga orgánica en los cuerpos de agua, promoviendo la eutrofización y la disminución del oxígeno disuelto.

La implementación de tecnologías lipídicas para el refinamiento de efluentes ha demostrado ser altamente efectiva. Estudios recientes revelan que estas tecnologías pueden eliminar hasta un 95% de los contaminantes orgánicos en efluentes industriales, mejorando significativamente la calidad del agua tratada. Este método no solo facilita la eliminación de contaminantes orgánicos, sino que también es adaptable a una variedad de efluentes industriales, lo que demuestra su eficacia y versatilidad en diferentes contextos.

El interés en este tema surge de la necesidad urgente de adoptar prácticas más sostenibles en la gestión de efluentes. Existe una preocupación por el impacto ambiental de las prácticas actuales y un compromiso con la mejora de las prácticas industriales. Investigar e implementar un sistema de refinamiento de efluentes con tecnologías lipídicas no solo puede mitigar la contaminación, sino también servir como modelo para otras industrias.

En conclusión, la motivación para este proyecto está impulsada por la necesidad de mejorar la calidad del agua y reducir la contaminación industrial. La integración de tecnologías lipídicas representa una solución avanzada y viable que puede contribuir significativamente a la sostenibilidad ambiental y a una gestión más eficiente de los efluentes. Este proyecto aborda un problema crítico en el entorno de trabajo y ofrece una oportunidad para liderar el cambio hacia prácticas industriales más responsables y sostenibles.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la Investigación

El tratamiento de efluentes industriales ha sido objeto de diversas investigaciones a lo largo de los años. Entre los estudios relevantes, se destaca la investigación de López, A., García, R., & Martínez, J. (2019) "Advanced treatment technologies for industrial wastewater: A review" quien analizó el impacto de las tecnologías de tratamiento avanzadas en la reducción de contaminantes en aguas residuales industriales. Este estudio reveló que las tecnologías basadas en procesos de separación y filtración tienen una eficacia significativa en la remoción de sólidos y compuestos orgánicos, pero enfrentan limitaciones cuando se trata de contaminantes persistente y complejo.

Un estudio de Vidales Olivo, Leos Magallanes y Campos Sandoval (2010) comparó tres métodos de extracción de grasas y aceites en aguas residuales industriales: goma arábica, cabello y resina epoxi, utilizando la técnica soxhlet según normas mexicanas. Los resultados de esta investigación ofrecen una guía para seleccionar métodos efectivos en el tratamiento de efluentes, garantizando eficiencia y cumplimiento con los estándares regulatorios.

Un estudio de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (2024) identificó varias cepas nativas de bacterias lipolíticas, principalmente de los géneros *Bacillus* y *Staphylococcus*, con potencial para el tratamiento de aguas residuales industriales con alto contenido de grasas. Se demostró que las lipasas producidas son estables a temperaturas de 32°C a 36°C y a pH de 7.5 a 8.5. Las cepas B1, B.1 y E4 mostraron la mayor actividad enzimática. Se recomienda realizar caracterización molecular mediante RT-PCR, investigar nuevos parámetros fisicoquímicos para mejorar el rendimiento de las lipasas, y explorar la inmovilización de bacterias para aplicaciones industriales.

Bases Teóricas

El marco teórico de este proyecto se basa en dos teorías clave: la teoría de separación de fases y los métodos avanzados de tratamiento de efluentes, con un énfasis particular en el manejo de grasas en drenajes pequeños.

La teoría de separación de fases es fundamental para comprender cómo se pueden tratar y manejar los efluentes mediante tecnologías lipídicas. Según esta teoría, los contaminantes en las aguas residuales se pueden separar en diferentes fases utilizando métodos físicos y químicos. En el contexto de la UST, esto incluye procesos como la decantación, que permite la separación de sólidos y líquidos mediante gravedad; la filtración, que elimina partículas más finas; y la deshidratación, que remueve la humedad residual. Estos métodos son esenciales para tratar efluentes con una alta carga de grasa, que no puede ser manejada eficientemente con tecnologías sofisticadas debido a la limitada infraestructura en los drenajes pequeños.

Por otro lado, la teoría de la adsorción y la filtración avanzada aportan una comprensión detallada de cómo las tecnologías lipídicas pueden mejorar el tratamiento de efluentes. La

adsorción se basa en la capacidad de ciertos materiales para atraer y retener contaminantes, proporcionando una forma efectiva de tratar efluentes en sistemas con alta concentración de grasas. La filtración avanzada, por su parte, utiliza medios especializados que pueden remover partículas y compuestos disueltos, complementando la capacidad de las tecnologías lipídicas para eliminar contaminantes residuales.

En el contexto de los drenajes pequeños de UST, donde la instalación de equipos sofisticados para el tratamiento de efluentes es inviable, el enfoque se centra en capturar o aislar la grasa de manera efectiva sin depender de sistemas complejos. La integración de la separación de fases con tecnologías lipídicas adaptadas a las limitaciones del sistema permite una gestión más eficiente y sostenible de los efluentes. Esto no solo mejora la calidad del agua residual, sino que también asegura una solución práctica y adecuada para la infraestructura existente.

Bases Conceptuales

Tecnologías Lipídicas: Se refiere al uso de grasas y aceites para tratar efluentes residuales. Estas tecnologías utilizan lípidos para capturar y eliminar contaminantes, como aceites y grasas, de las aguas residuales. Los procesos típicos incluyen la adsorción de contaminantes en lípidos y la separación de fases para obtener agua más limpia.

Refinamiento de Efluentes: Es el proceso de tratar y purificar las aguas residuales para cumplir con las especificaciones ambientales y de calidad. Incluye técnicas como la decantación, filtración, deshidratación, y el uso de aditivos químicos para ajustar las propiedades del efluente.

Deshidratación y Desmetalización: La deshidratación es el proceso de eliminación de agua de un efluente, mientras que la desmetalización se refiere a la remoción de metales y sólidos mediante técnicas como la filtración magnética.

Winterizado: Es un proceso de enfriamiento controlado para separar sólidos de aceites, en el que el aceite se enfría para solidificar impurezas que luego son removidas.

Prensado Hidráulico: Técnica utilizada para separar sólidos de líquidos, en la que se aplica presión para extraer el líquido de los sólidos, utilizando filtros que retienen las partículas.

Tecnología de Separación por Flotación:

- Flotación por Aire Disuelto (DAF): Un método que utiliza la inyección de aire para generar burbujas que ayudan a flotar los sólidos y grasas en el agua, facilitando su separación. Es útil para tratar efluentes con alta carga de grasas y aceites.
- Flotación por Aire Disuelto (DAF): Un método que utiliza la inyección de aire para generar burbujas que ayudan a flotar los sólidos y grasas en el agua, facilitando su separación. Es útil para tratar efluentes con alta carga de grasas y aceites.

Adsorción en Filtros de Carbón Activado: Un material altamente poroso que adsorbe contaminantes orgánicos y algunos inorgánicos, proporcionando un método eficiente para la purificación de agua y la eliminación de compuestos indeseables en el efluente.

Tecnología de Biofiltros: Sistemas que utilizan microorganismos para descomponer contaminantes en efluentes. Los microorganismos se adhieren a un material filtrante, que proporciona un entorno para la biotransformación de los contaminantes.

Neutralización Química: Proceso en el que se añaden reactivos químicos para ajustar el pH del efluente, eliminando o reduciendo la acidez o alcalinidad para cumplir con los requisitos de descarga o tratamiento.

Saponificación: Reacción química en la que un éster se convierte en un jabón y un alcohol al reaccionar con una base fuerte. Es un proceso clave en la producción de grasas y aceites, especialmente en la fabricación de productos de limpieza.

Filtración por Membranas:

- Microfiltración: Utiliza membranas con poros muy pequeños para eliminar partículas grandes y algunos microorganismos del efluente.
- Ultrafiltración: Técnica de filtración que utiliza membranas aún más finas para eliminar partículas más pequeñas y algunos compuestos disueltos.

Reactor de Lecho Fluidizado: Un tipo de reactor en el que un lecho de partículas sólidas se mantiene en suspensión mediante la circulación de un fluido, facilitando las reacciones químicas y el intercambio de masa.

Extracción Líquido-Líquido: Proceso en el que se utiliza un solvente para separar los contaminantes del efluente en función de sus diferencias de solubilidad.

Tecnologías de Oxidación Avanzada (AOPs): Métodos que utilizan oxidantes fuertes, como el ozono o peróxidos, para descomponer contaminantes orgánicos en el efluente en compuestos menos perjudiciales.

Interpretación del Problema bajo los Términos de la Teoría

El problema de la contaminación del agua residual en US Technologies puede analizarse eficazmente a través de la teoría de separación de fases y las tecnologías avanzadas de tratamiento de efluentes. Los efluentes industriales generados en la empresa, que contienen una alta carga de aceites y grasas, presentan desafíos significativos para su tratamiento y recuperación.

La teoría de separación de fases destaca la importancia de dividir los contaminantes en diferentes fases mediante métodos físicos y químicos. En este contexto, la implementación de tecnologías lipídicas para el tratamiento de efluentes se muestra como una solución innovadora. Estas tecnologías pueden superar las limitaciones de los métodos tradicionales,

proporcionando una remoción más eficiente de contaminantes persistentes como aceites y grasas, que son difíciles de tratar con técnicas convencionales.

La teoría de la adsorción juega un papel crucial al explicar cómo ciertos materiales pueden atraer y retener contaminantes presentes en los efluentes. Al utilizar adsorbentes específicos, las tecnologías lipídicas pueden capturar y remover aceites y grasas de manera más eficaz. Además, la filtración avanzada complementa este proceso al utilizar medios especializados para eliminar partículas finas y compuestos disueltos, asegurando una mejora integral en la calidad del agua residual.

Los procesos de deshidratación y desmetalización son esenciales para tratar los efluentes en US Technologies. La deshidratación remueve la humedad residual, mientras que la desmetalización elimina contaminantes metálicos, garantizando que los efluentes sean tratados de manera completa y efectiva. La integración de estas etapas con tecnologías lipídicas permite una gestión más eficiente y sostenible de los efluentes.

CAPÍTULO III

DESARROLLO

Se llevó a cabo una investigación exhaustiva sobre el sistema de drenaje ubicado en US Technologies, dado que se presentaban problemas significativos de contaminación y desorganización. Con la colaboración de Elizabeth Portillo, jefa del proyecto, se realizaron diversas pruebas y análisis para comprender mejor el diagrama de flujo del agua en los drenajes de la empresa.

El objetivo principal fue identificar el proceso que causaba mayor contaminación en el sistema. Se observó que el proceso de producción de aceites vegetales y animales era una fuente significativa de contaminación. A continuación, se detalla el proceso implicado:

Recepción de Materia Prima: Se recibe la grasa animal o vegetal, la cual se somete a un análisis inicial para garantizar su calidad. La grasa se descarga en una tina con malla para filtrar partículas grandes antes de ser almacenada en tanques designados.

Deshidratación: La grasa se deshidrata en un tanque con agitación mecánica y calentamiento a base de vapor para eliminar la humedad.

Clarificación y Filtración: Se realiza la clarificación y filtración en un tanque con agitación mecánica. La grasa se filtra para eliminar sedimentos y se descarga a contenedores móviles.

Enfriamiento y Winterizado: El material se somete a un enfriamiento a temperatura ambiente y luego a un enfriamiento a 10 °C en cámaras especializadas, seguido de un proceso de winterizado.

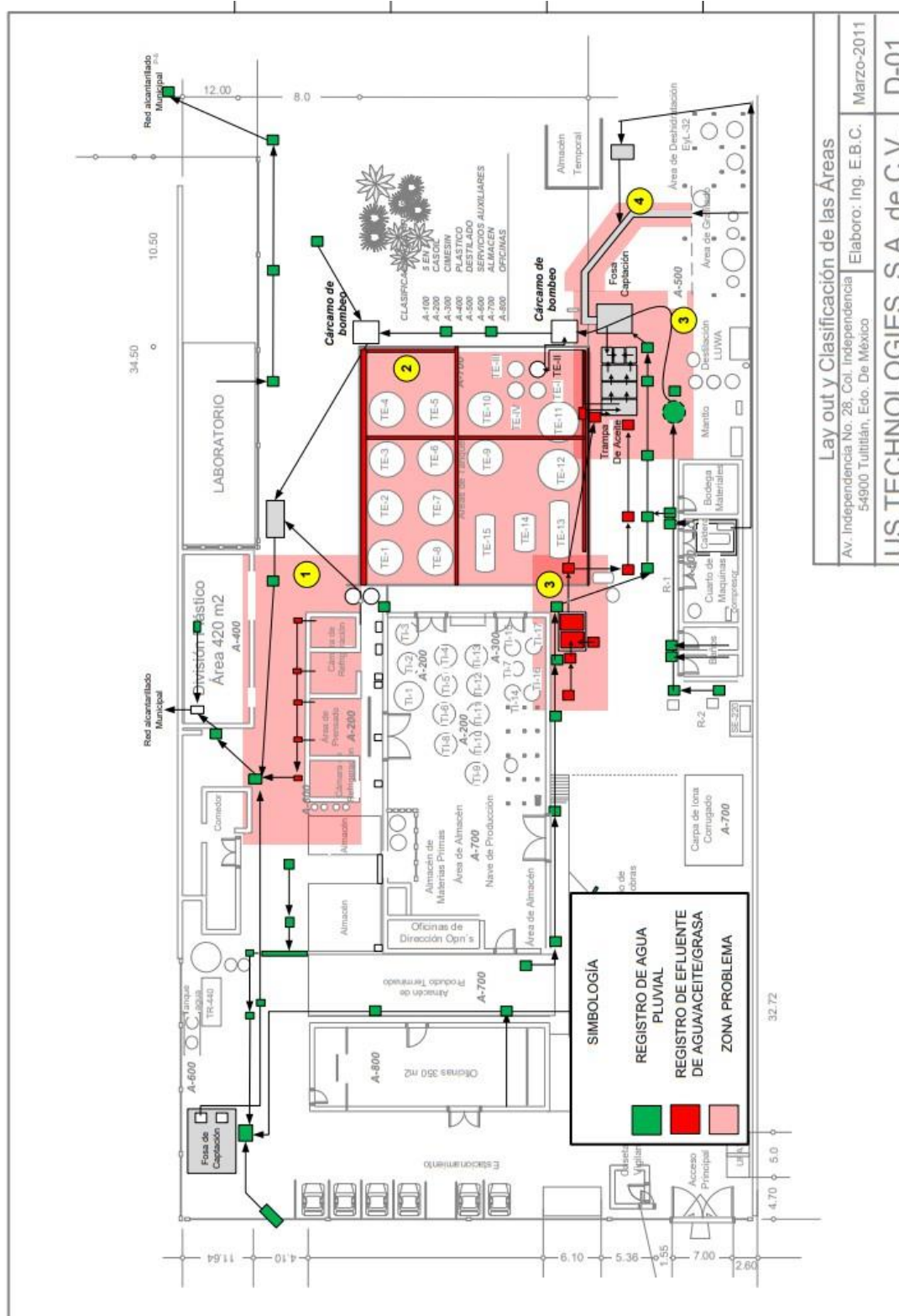
Prensado Hidráulico: Se realiza el prensado hidráulico para separar el aceite de la estearina. La estearina se lava y el aceite se recoge para su procesamiento posterior.

Evaporación y Blanqueo: El aceite se somete a un proceso de evaporación y blanqueo para retirar estearina residual. Luego, se calienta, agita y filtra hasta obtener un aceite claro y brillante.

Análisis Final: El aceite refinado se analiza para asegurar que cumple con las especificaciones antes de ser almacenado o envasado según los requerimientos del cliente.

Durante el proceso, se identificaron fugas de aceite en varias etapas que afectan a distintas áreas del drenaje. Esto resulta en una acumulación significativa de contaminantes, lo que requiere una limpieza manual frecuente para mantener el sistema de drenaje en funcionamiento.

Los planos del sistema de drenaje y los puntos críticos identificados durante la investigación se mostrarán en el informe para proporcionar una visión clara de las áreas que necesitan atención y mejora.



13. Layout y clasificación de las áreas problema.

Como parte del informe, se adjunta evidencia visual de cómo se observa el drenaje afectado por la contaminación de diversos aceites. Estas imágenes muestran claramente la acumulación de aceite y otros contaminantes, resaltando la urgencia de implementar soluciones más efectivas para el manejo de residuos y la mejora del sistema de drenaje.



14. Evidencia de los drenajes con aceite.

A pesar del esfuerzo constante en la extracción manual de la grasa, este proceso representa una pérdida significativa de energía y tiempo, recursos que podrían aprovecharse en otras actividades más productivas. La limpieza diaria manual de todo el sistema de drenajes es poco factible y, aunque se realiza según las normas y se asegura que el agua cumple con los parámetros establecidos, sigue siendo una situación preocupante que resulta desgastante a largo plazo mostrando a continuación el análisis y resultados del estudio del agua anual para reportar ente la NOM-002-SEMARNAT-1998.

José Luis Chávez Juárez

Laboratorio de Ensayos Ambientales



Acreditación en rama agua No. AG-061-012/09
Aprobación CNA-GCA-2553 (vigente al 29/10/2024)
PADLA/CDMX/CA/027/AAR (vigente al 22/01/2024)

Informe técnico de la caracterización fisicoquímica y bacteriológica

Identificación única del informe de ensayo: **755-2023**

Fecha de Muestreo: 04/12/2023
Fecha Recepción de Muestra: 05/12/2023
Período de Análisis: 06/12/2023 al 14/12/2023
Fecha de emisión: **22 de diciembre de 2023**

US TECHNOLOGIES, S.A. DE C.V.

Av. Independencia 28, Col. Independencia
Mpio. Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900

I. INFORMACIÓN DE LA ACTIVIDAD QUE GENERA LA DESCARGA.

Giro del establecimiento	Elaboración de aceites industriales de origen mineral, animal o vegetal y reciclado de aceites usados
Proceso generador de la descarga	Servicios
Horas por día del proceso generador	15

II. RESULTADOS DE MEDICIONES EN CAMPO.

Las actividades relacionadas con el muestreo se realizan de acuerdo a las especificaciones que establece la NMX-AA-003-1980, se registran en el **Informe Técnico del Muestreo y forma parte integral del presente.**

Parámetro (unidades)	Resultados			Incertidumbre Expandida k=2	Límite máximo permisible ²	Método NMX-AA	Decisión ¹
	Mínimo	Máximo	Promedio				
Temperatura (°C)	20	21	20	±0.24	40	007-SCFI-2013	Cumple
pH (unidad de pH)	7.3	8.2	7.7	±0.17	5.5-10.0	008-SCFI-2016	Cumple
Conductividad (µS/cm) ¹	No Analizado	No Analizado	No Analizado	±2	No Normado	003-SCFI-2018	No Determinado
Materia Flotante	Ausente			No aplica	Ausente	006-SCFI-2010	Cumple
Caudal instantáneo Qi(L/s)	0.041 9	0.080 6	0.066 7	No aplica	No Especificado		

¹ Medido con equipo con compensador automático de temperatura a 25°C.

III. RESULTADOS DE GRASAS Y ACEITES NMX-AA-005-SCFI-2013.

La incertidumbre asociada al resultado de Grasas y Aceites es ±3 mg/L, con factor de cobertura k=2.

No. de Muestra	Hora	Caudal Qi (L/s)	CIQi	Resultado instantáneo de Grasas y Aceites Ci (mg/L)
1	08:00	0.080 6	0.806	<10
2	10:00	0.078 4	0.784	<10
3	12:00	0.041 9	0.419	<10
4	14:00	0.056 2	0.562	<10
5	16:00	0.070 0	0.700	<10
6	18:00	0.073 2	0.732	<10
Totales		0.400 3	4.003	<10
Mínimo				<10
Máximo				<10
Grasas y Aceites (mg/L), Promedio Ponderado				<10
Límite máximo permisible ² Promedio Diario				75
Decisión¹				Cumple

La incertidumbre asociada al resultado de Grasas y Aceites es ±3 mg/L, con factor de cobertura k=2.

US TECHNOLOGIES, S.A. DE C.V.

Descarga 1 de 2

Página no. 2 de 3

Av. Pedro Henríquez Ureña Eje 10 Sur No. 77
Col. Pedregal de Santo Domingo
Alcaldía Coyoacán, CDMX, C.P. 04369

Teléfonos: 55 5618 1034, 55 7822 4058, 55 5338 3753
atencion.clientes@jlcjlab.com
www.jlcjlab.com

SGT-18-HC/08
Emisión: 27/09/2023

José Luis Chávez Juárez
Laboratorio de Ensayos Ambientales



Acreditación ema rama agua No. AG-061-012/09
Aprobación CNA-GCA-2553 (vigente al 29/10/2024)
PADLA/CDMX/CA/027/AAR (vigente al 22/01/2024)

Informe técnico de la caracterización fisicoquímica y bacteriológica

Identificación única del informe de ensayo: **755-2023**

Fecha de Muestreo: 04/12/2023
Fecha Recepción de Muestra: 05/12/2023
Período de Análisis: 06/12/2023 al 14/12/2023
Fecha de emisión: **22 de diciembre de 2023**

US TECHNOLOGIES, S.A. DE C.V.
Av. Independencia 28, Col. Independencia
Mpio. Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900

IV. TABLA DE RESULTADOS.

Parámetros	Resultado	Límite máximo ²	Incertidumbre Expandida ^{3,4}	Unidades	Método de análisis NMX-AA	Decisión*
Sólidos Sedimentables	<0.1	7.5	No aplica	mL/L	004-SCFI-2013	Cumple
Sólidos Suspendidos Totales	<10	72	±1	mg/L	034-SCFI-2015	Cumple
Demanda Química de Oxígeno	21.493	180	±0.976	mg/L	030/2-SCFI-2011	Cumple
Cromo Hexavalente	<0.1	0.75	±0.017	mg/L	044-SCFI-2014	Cumple
Cianuro total	<0.025	1.5	±0.004	mg/L	058-SCFI-2001	Cumple
Arsénico total	<0.003	0.75	±0.000 4	mg/L	051-SCFI-2016	Cumple
Mercurio total	<0.001	0.015	±0.000 4	mg/L	051-SCFI-2016	Cumple
Cadmio total	<0.050	0.75	±0.003	mg/L	051-SCFI-2016	Cumple
Cobre total	<0.075	15	±0.005	mg/L	051-SCFI-2016	Cumple
Plomo total	<0.180	1.5	±0.013	mg/L	051-SCFI-2016	Cumple
Zinc total	<0.200	9	±0.012	mg/L	051-SCFI-2016	Cumple
Níquel total	<0.500	6	±0.044	mg/L	051-SCFI-2016	Cumple

² Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano y municipal.

³ Menor al límite de cuantificación del método (LCM). Anexos: Original informe técnico de muestreo, copia de acreditación.

⁴ La decisión de cumplimiento/no cumplimiento estará basada en los límites de aceptación que establece la norma evaluada, elegidos en función de la aceptación simple (zona de seguridad = 0) para valores de incertidumbre menores a 1/3 de límite permisible. Referencia: Guía para establecer reglas de decisión en la declaración de conformidad, ILAC-G8:09/2019, apartado 4.2.1. Declaración Binaria para una regla de aceptación simple (w=0).

Anexos: Se integra al presente informe de Resultados, el original del Informe técnico de muestreo que incluye los registros de muestreo, mediciones en campo, aforo y croquis de ubicación del punto de monitoreo; así como la copia de acreditación ema vigente y la cadena de custodia de la muestra (final del informe).

ATENTAMENTE

BIOL. ROSALINA MUÑOZ RANGEL
Dirección General
Ced. Prof. 1165511



INFORME TÉCNICO DE MUESTREO

Biol. José Luis Chávez Juárez

Laboratorio de Ecología Acuática

No. De muestra:

755 -2023

V. APENDICE

Método de Aforo: Sección-Velocidad

Diámetro del registro de:		Distancia recorrida:		0.50		m	
10		cm					
Tiempo (s) fluidez registras	14.06	19.08	14.32	15.90	17.13	16.41	Mínimo 0.0419
Tranque (cm)	2.0	2.5	1.0	1.5	2.0	2.0	Máximo 0.0806
Velocidad (m/s)	0.0403	0.0314	0.0419	0.0377	0.0350	0.0368	Promedio 0.0367
Área (m²)	0.002000	0.002496	0.001	0.001492	0.002	0.002	Total 0.0003
Caudal (L/s)	0.0806	0.0794	0.0419	0.0562	0.0700	0.0732	Total 0.000
Volumen de muestra (m³)	1205	1175	628	842	1049	1097	Total 6000

SE ANEXA CROQUIS DE UBICACIÓN DE LA DESCARGA (APLICA PARA TODOS LOS CASOS) Y SU DESCRIPCIÓN (APLICA PARA NOM-001-SEMARNAT-2021)

VI. MEMORIA DE CÁLCULO

Fórmulas

Método sección-velocidad $Q = v \times A$, Donde: Q = Caudal o gasto, en L/s; $v = \frac{d}{t}$, en m/s; $A = \pi R^2$, en m². Obtener a de tablas, de acuerdo al valor de t/D.

donde: h = trazo (cm) y D = diámetro de registro (cm)

Método descarga libre (volumétrico) $Q = V/t$, Donde: Q = Caudal o gasto, en L/s; V = volumen, (L); t = tiempo, (s)

Las MUESTRAS COMPUESTAS se conforman utilizando la siguiente relación proporcional: $V_i = (Q_i) (v_i) Q_c$

Donde: V_i = volumen de la muestra simple o instantánea; Q_i = gasto de la muestra simple o instantánea; V_c = volumen de la muestra compuesta (volumen en función de las análisis a realizar); Q_c = suma de los gastos instantáneos.

EJEMPLO DE CÁLCULO DE AFORO:

$$Q = vx A = (0.0403)(0.002000)(1000) = 0.0806 L/s$$

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO



Biol. José Luis Chávez Juárez
Laboratorio de Ensayos Ambientales

INFORME TÉCNICO DE MUESTREO

No. De muestra:

755 -2023

VII. PRESERVACIÓN DE MUESTRAS

Se verificó la preservación de las muestras con tira reactiva: Si ☒ No ☐

Las muestras se preservaron a 4°C: Si ☒ No ☐

Envase (Parámetro)	No. Envases	Preservación	Marca del reactivo	Lote del reactivo	Referencia en Bóveda SGA-147 PR01 Folio	Preservación (ml. por envase)	Indicar con "X" si se verificó pH con tira reactiva
Envase de plástico 500 mL (Metales As, Cd, Cu, Ni, Pb, Zn)	1	pH <2 con HNO ₃ suprapuro	JT BAKER	22E1062003	No Aplica	3	X
Envase de plástico 500 mL (Hg)	1	pH <2 con HNO ₃ suprapuro, Dicromato de Potasio al 10%	JT BAKER	22E1062003	17112023	3	X
Envase de plástico de 250 mL (Cr VI)	1	0.6 mL NaOH 5 mol/L + 1 mL solución buffer (por cada 100 mL de muestra), pH = 9	No Aplica	No Aplica	17112023	1.5 de NaOH 5 o 1 Mol + 2.5 solución buffer.	X
Envase de plástico de 1 L (Cloruros)	1	NaOH 1 N, pH a 12	No Aplica	No Aplica	17112023	5	X
Envase de plástico 2 L (FQ: Sólidos,)	1	4 °C	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Envase de plástico 125 mL (DOO)	1	H ₂ SO ₄ (4 Mol) para un pH <2	No Aplica	No Aplica	17112023	2	X
Envase de plástico 500 mL (Fósforo total)	1	4 °C	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Envase de plástico 2 L (Nitrógeno Kjeldahl, Nitrógeno Orgánico, Nitrógeno Amomiacal)	1	H ₂ SO ₄ conc. para un pH <2	TECSIQUIM	ASR-04-AK-R	No Aplica		
Envase de plástico 1 L (Nitratos)	1	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Envase de plástico 500 mL (Nitratos)	1	H ₂ SO ₄ conc. para un pH <2	TECSIQUIM	ASR-04-AK-R	No Aplica		
Envase de plástico 1 L (SAAM)	1	H ₂ SO ₄ conc. para un pH <2	TECSIQUIM	ASR-04-AK-R	No Aplica		
Envase de plástico 1 L (Fenoles)	1	2 mL H ₂ SO ₄ conc. + 5 mL de la dis. CuSO ₄ 5H ₂ O al 10%					
Envase de plástico 500 mL (Aluminio)	1	pH <2 con HNO ₃	TECSIQUIM	ANR-01-XE-R	No Aplica		
Envase de plástico 500 mL (Dureza Total)	1	pH <2 con HNO ₃	TECSIQUIM	ANR-01-XE-R	No Aplica		
Envase de plástico 500 mL (Dureza de Calcio)	1	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Envase de vidrio de 1 L, boca ancha (OyA)	6	pH <2 con HCl o H ₂ SO ₄ (1:1)	No Aplica	No Aplica	17112023	5	X
Envase de vidrio de 300 mL, hermético (oxígeno disuelto)	1	4 °C	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Envase de plástico de 1 L (Alcalinidad Total, Acidez Total)	1	4 °C	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Envase amber de 250 mL (Color Verdadero)	1	4 °C	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Envase de plástico de 500 mL (Cloruros)	1	4 °C	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Envase de plástico de 500 mL (Sulfatos)	1	4 °C	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Envase de Vidrio 100 mL, hermético (Turbiidad)	1	4 °C	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Frasco Amber con tapones de Teflón 1 L (Carbono Orgánico Total)	1	H ₂ SO ₄ conc. para un pH <2	TECSIQUIM	ASR-04-AK-R	No Aplica		
Frascos Amber de 50 mL, nuevos (Toxicidad)	1	4 °C	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Envase de plástico 5 L (Huevas de helminto)	1	4 °C	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Bolsa estéril 300 mL (Coliformes Fecales)	1	4 °C	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Bolsa estéril 300 mL (Coliformes Totales)	1	4 °C	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Bolsa estéril 300 mL (E. Coli)	1	4 °C	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Bolsa estéril 300 mL (E. Fecales)	1	4 °C	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---

FIRMA DE CONFORMIDAD DEL CLIENTE CON EL MUESTREO	MUESTREADOR Y RESPONSABLE DEL TRASLADO DE LA MUESTRA AL LABORATORIO	SUPERVISOR DE MUESTREO
Ana Patricia Gabriel Trancoso	José Francisco Chávez Muñoz	José Luis Chávez Juárez
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA

Personal en custodia:

Original: Cliente // Copia: Laboratorio

SGA-35-FR/29
Emisión: 04/09/2023

José Luis Chávez Juárez
Laboratorio de Ensayos Ambientales



Acreditación ema rama agua No. AG-061-012/09
Aprobación CNA-GCA-2553 (vigente al 29/10/2024)
PADLA/CDMX/CA/027/AAR (vigente al 22/01/2024)

Informe técnico de la caracterización fisicoquímica y bacteriológica

Identificación única del informe de ensayo: **755-2023**

Fecha de Muestreo: 04/12/2023
Fecha Recepción de Muestra: 05/12/2023
Período de Análisis: 06/12/2023 al 14/12/2023
Fecha de emisión: **22 de diciembre de 2023**

US TECHNOLOGIES, S.A. DE C.V.
Av. Independencia 28, Col. Independencia
Mpio. Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900

At'n. C. María Elizabeth Portillo Juárez
Responsable del Establecimiento

A continuación se presenta a usted el informe de resultados de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos realizados, conforme a métodos normalizados vigentes en una muestra compuesta de agua residual.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los parámetros analizados de la muestra que avala el presente informe, cumple o no cumple conforme la regla de decisión que se indica para cada parámetro y se basa en los límites máximos permisibles que establece la norma evaluada **NOM-002-SEMARNAT-1996**.

Este informe únicamente avala los resultados de la muestra a la que se hace referencia y el mismo no puede ser reproducido total o parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio.

Esperando que nuestro servicio cumpla con sus expectativas ambientales, estamos a sus órdenes por cualquier consulta.

ATENTAMENTE

BIÓL. ROSALINA MUÑOZ RANGEL
Dirección General
Ced. Prof. 1165511

15. Resultados del análisis al agua de los drenajes.

A pesar de los resultados del estudio es factible el proyecto por lo que se llevó a cabo la primera etapa del proyecto: investigar tecnologías lipídicas aplicables al refinamiento de efluentes urbanos, con el objetivo de identificar métodos innovadores y eficaces para mejorar la calidad del agua residual en estos entornos.

Investigación de Tecnologías Lipídicas para el Refinamiento de Efluentes Urbanos

En esta primera fase del proyecto, se llevó a cabo una investigación exhaustiva enfocada en el análisis de tecnologías lipídicas aplicables al refinamiento de efluentes en entornos urbanos. El propósito de esta investigación fue identificar y evaluar métodos innovadores que puedan mejorar la calidad del agua residual, un desafío crítico en áreas urbanizadas debido al impacto de las actividades industriales.

Revisión de Literatura Científica

La investigación comenzó con una revisión detallada de la literatura científica sobre el uso de lípidos en el tratamiento de aguas residuales. Se revisaron estudios recientes que examinan diversas aplicaciones de las tecnologías lipídicas, como la separación de fases y la adsorción, procesos esenciales para la remoción de contaminantes presentes en los efluentes industriales. Los estudios revisados incluyen trabajos de Cossu et al. (2020), que exploraron la eficiencia de estas tecnologías en diferentes entornos industriales, y López, García, y Martínez (2019), quienes realizaron una revisión exhaustiva de tecnologías avanzadas de tratamiento de aguas residuales industriales.

Principales Hallazgos:

1. Separación de Fases:

- La teoría de la separación de fases es crucial para comprender cómo se pueden utilizar las grasas y aceites para mejorar el tratamiento de efluentes. Los procesos de decantación y filtración, que permiten la separación de contaminantes en diferentes fases, son fundamentales para el diseño de sistemas de tratamiento eficientes.
- Se identificaron estudios que demuestran la eficacia de la separación de fases en la reducción de contaminantes, especialmente en sistemas de tratamiento de agua con altos contenidos de aceites y grasas.

2. Adsorción:

- La adsorción es otro proceso clave, en el que ciertos materiales, como los lípidos, se utilizan para atraer y retener contaminantes en su superficie. Se revisaron estudios que muestran cómo la adsorción puede ser optimizada mediante la modificación de los materiales adsorbentes para mejorar la captura de contaminantes específicos.
- Investigaciones recientes destacan la posibilidad de combinar la adsorción con tecnologías de filtración avanzada para lograr una mayor eficiencia en la remoción de contaminantes.

Investigaciones sobre la Limpieza de Canaletas

Además, se exploraron investigaciones relacionadas con la limpieza de canaletas, enfocadas en métodos económicos y efectivos para la gestión de grasas y aceites, particularmente en México.

1. Trampas de Grasa y Filtros de Sedimentación (Singh & Patel, 2019):

Otra investigación relevante que aborda la limpieza de canaletas de manera eficiente y con baja inversión es la realizada por Singh, A., & Patel, R. (2019), titulada "Low-Cost Gutter Cleaning Techniques for Industrial Facilities". Esta investigación se centra en métodos simples y rentables para la limpieza de canaletas y drenajes en entornos industriales.

Resumen de la Investigación:

El estudio propone el uso de trampas de grasa y sistemas de filtración básica que se pueden instalar fácilmente en canaletas y drenajes. Estas trampas capturan aceites y grasas antes de que lleguen al sistema de drenaje principal, evitando obstrucciones y acumulación de residuos.

Métodos Propuestos:

Trampas de Grasa de Bajo Costo: Las trampas están hechas de materiales económicos como mallas metálicas o filtros de fibra, que se pueden instalar en puntos estratégicos de las canaletas. Estas trampas requieren mantenimiento mínimo y son fáciles de limpiar.

Filtros de Sedimentación: Se recomienda instalar filtros en las entradas de las canaletas que permiten la sedimentación de partículas grandes y aceites. Estos filtros pueden ser limpiados manualmente sin necesidad de equipos especializados.

Lavado a Presión con Agua Reciclada: El estudio sugiere el uso de sistemas de lavado a presión utilizando agua reciclada para eliminar residuos adheridos. Esta técnica es efectiva y utiliza poca agua, lo que reduce costos y el impacto ambiental.

Ventajas:

- **Bajo Costo de Implementación:** Los materiales utilizados son económicos y están fácilmente disponibles
- **Fácil Mantenimiento:** Las trampas y filtros requieren poco mantenimiento y se pueden limpiar manualmente sin necesidad de maquinaria pesada.
- **Eficiencia:** Los métodos propuestos son altamente efectivos para prevenir la acumulación de residuos en canaletas, mejorando la limpieza general del sistema de drenaje.

2. Separadores de Aceite Flotante y Biorrollos Absorbentes (Kumar & Gupta, 2021):

Otra investigación que ofrece una solución sencilla y efectiva para la limpieza de canaletas con baja inversión es la de Kumar, S., & Gupta, P. (2021), titulada "Eco-Friendly and Cost-Effective Gutter Maintenance Solutions for Small Industrial Plants". Este estudio se enfoca en técnicas que combinan simplicidad, eficiencia y sostenibilidad para mantener limpias las canaletas en plantas industriales de pequeña escala.

Resumen de la Investigación:

El estudio propone la utilización de dispositivos de separación y sistemas de limpieza pasiva que pueden ser instalados en las canaletas sin la necesidad de infraestructura costosa. Estos métodos se diseñaron para minimizar el mantenimiento y maximizar la eficiencia en la captura de residuos y grasas.

Métodos Propuestos:

1. Separadores de Aceite Flotante: Se sugiere la instalación de separadores flotantes hechos de materiales reciclados, que capturan y retienen el aceite que flota en la superficie del agua. Estos separadores son fáciles de colocar en canaletas y pueden ser retirados y limpiados manualmente.
2. Biorrollos Absorbentes: El estudio recomienda el uso de biorrollos, que son cilindros absorbentes hechos de materiales orgánicos como el coco o la paja, que se colocan dentro de las canaletas para absorber aceites y grasas. Estos biorrollos son biodegradables y pueden ser reemplazados regularmente.
3. Mantenimiento con Herramientas Manuales: En lugar de equipos sofisticados, el estudio propone el uso de herramientas manuales simples, como rastrillos o cepillos especiales, para remover residuos acumulados en las canaletas. Estas herramientas son de bajo costo y pueden ser utilizadas por el personal de mantenimiento sin necesidad de capacitación especializada.

Ventajas:

- Sostenibilidad: El uso de materiales reciclados y biodegradables hace que estos métodos sean respetuosos con el medio ambiente.
- Bajo Costo: La implementación de estas soluciones no requiere grandes inversiones en infraestructura ni equipos costosos.
- Facilidad de Uso: Las técnicas propuestas son fáciles de aplicar y no requieren de un mantenimiento complejo o frecuente.

3. Soluciones para la Limpieza de Canaletas en Pequeñas Industrias Mexicanas (Ramírez & Torres, 2018):

Una investigación relevante implementada en México es la de Ramírez, G., & Torres, L. (2018), titulada "Soluciones Sencillas para la Limpieza de Canaletas en Pequeñas Industrias Mexicanas". Este estudio se realizó en una planta procesadora de alimentos en el estado de Jalisco, y se enfoca en métodos prácticos y económicos para mantener limpias las canaletas, reduciendo así los costos de mantenimiento y los riesgos de obstrucciones y contaminación.

Resumen de la Investigación:

El objetivo de esta investigación fue desarrollar e implementar técnicas de limpieza de canaletas que fueran adecuadas para pequeñas industrias mexicanas, donde los recursos y la infraestructura suelen ser limitados. Los investigadores se centraron en soluciones que pudieran ser fácilmente adoptadas por el personal de mantenimiento sin la necesidad de equipamiento sofisticado.

Métodos Implementados:

1. **Trampas de Sedimentos de Bajo Costo:** Se diseñaron e instalaron trampas de sedimentos hechas con materiales fácilmente disponibles, como malla metálica y tambores reutilizados. Estas trampas se colocaron en puntos clave de las canaletas para capturar residuos sólidos antes de que ingresaran al sistema de drenaje. El mantenimiento de estas trampas es sencillo y consiste en la remoción y limpieza periódica de los residuos acumulados.
2. **Uso de Barreras de Absorción de Aceite:** El estudio implementó barreras absorbentes hechas de fibra de coco, un material abundante y económico en México. Estas barreras se colocaron a lo largo de las canaletas para absorber aceites y grasas, evitando que estos contaminantes llegaran a los sistemas de drenaje principales. Las barreras son reemplazadas mensualmente, y el material absorbente puede ser compostado o descartado de manera segura.
3. **Limpieza Manual y Capacitación:** Se capacitó al personal de la planta en técnicas de limpieza manual, utilizando herramientas simples como cepillos y escobas especiales para la remoción de residuos en las canaletas. Además, se implementó un programa de mantenimiento regular que incluye la limpieza diaria y una revisión mensual más exhaustiva para asegurar que las canaletas permanezcan libres de obstrucciones.

Ventajas:

- **Adaptación Local:** Las soluciones se diseñaron específicamente para adaptarse a las condiciones locales de las pequeñas industrias mexicanas, utilizando materiales accesibles y técnicas sencillas.
- **Costos Reducidos:** La implementación de estas técnicas requirió una inversión mínima, aprovechando recursos y materiales disponibles localmente.
- **Facilidad de Mantenimiento:** Las técnicas no solo son fáciles de implementar, sino que también reducen la necesidad de mantenimiento frecuente y especializado, lo que es ideal para pequeñas industrias con recursos limitados.

4. Métodos Económicos y Eficaces para la Limpieza de Canaletas Contaminadas con Grasas y Aceites (Hernández & Delgado, 2020):

Una investigación específica sobre la limpieza de canaletas con enfoque en la gestión de grasas y aceites en México es el estudio realizado por Hernández, M., & Delgado, P. (2020), titulado "Métodos Económicos y Eficaces para la Limpieza de Canaletas Contaminadas con Grasas y Aceites en Pequeñas Industrias Alimentarias en México". Este trabajo se llevó a cabo en una fábrica de productos lácteos en el estado de Puebla y presenta soluciones prácticas para mitigar la acumulación de grasas y aceites en las canaletas, un problema común en la industria alimentaria.

Resumen de la Investigación:

El propósito de la investigación fue desarrollar un método de limpieza accesible y eficaz para canaletas que transportan efluentes cargados de grasas y aceites, utilizando materiales de bajo costo y técnicas que no requieran infraestructura compleja. El estudio se centró en pequeñas industrias, donde la inversión en sistemas de limpieza sofisticados no es viable.

Métodos Implementados:

1. Barreras de Contención de Grasa con Materiales Absorbentes Locales: Se diseñaron barreras absorbentes hechas de tela de yute, un material económico y disponible localmente, impregnado con polvo de bagazo de caña, conocido por su alta capacidad de absorción de grasas. Estas barreras se colocaron en puntos estratégicos de las canaletas para capturar y retener las grasas antes de que llegaran a los sistemas de drenaje. Las barreras son reemplazadas semanalmente, y el material absorbente usado es incinerado de manera controlada.
2. Uso de Desengrasantes Biodegradables Caseros: Se desarrolló una mezcla de desengrasante biodegradable a base de saponinas de plantas locales, como el árbol de jaboncillo, que se aplica directamente en las canaletas. Este desengrasante, aplicado semanalmente, ayuda a descomponer las grasas y aceites acumulados, facilitando su remoción y reduciendo el riesgo de obstrucciones.
3. Sistema de Limpieza Manual con Filtros Reutilizables: Se implementó un sistema de limpieza manual utilizando filtros reutilizables de acero inoxidable colocados en las salidas de las canaletas. Estos filtros atrapan partículas gruesas y restos de grasa antes de que ingresen al sistema de drenaje principal. El personal de mantenimiento realiza la limpieza diaria de estos filtros, asegurando un flujo constante y libre de obstrucciones.

Ventajas:

- Eficiencia en la Retención de Grasas: Las barreras de yute y el desengrasante biodegradable han demostrado ser altamente efectivos en la captura y degradación de grasas, minimizando su acumulación en las canaletas.
- Bajo Costo y Fácil Implementación: Los métodos desarrollados no requieren de inversiones significativas ni de infraestructura especializada, lo que los hace ideales para pequeñas industrias con recursos limitados.

- Impacto Ambiental Positivo: El uso de desengrasantes biodegradables y materiales locales no solo es económico, sino también respetuoso con el medio ambiente, reduciendo la carga contaminante del proceso de limpieza.

5. Implementación de Trampas de Grasa Modulares en la Industria Restaurantera de Ciudad de México: Una Solución Económica y Sostenible para la Gestión de Efluentes Aceitosos

Otra investigación relevante en México relacionada con la limpieza de canaletas enfocadas en la gestión de grasas y aceites es la realizada por Gutiérrez, L., & Morales, A. (2018), titulada "Implementación de Trampas de Grasa en Canaletas Industriales: Una Solución Económica para la Industria Restaurantera en Ciudad de México". Este estudio se centró en las prácticas de limpieza y mantenimiento en la industria restaurantera, donde la acumulación de grasas y aceites en las canaletas es un problema recurrente.

Resumen de la Investigación:

El objetivo principal del estudio fue diseñar y probar un sistema de trampas de grasa económicas que pudieran ser fácilmente implementadas en restaurantes de tamaño mediano en Ciudad de México. Dada la alta carga de grasas y aceites que estos establecimientos generan, se buscó una solución que no solo fuera efectiva, sino también de bajo costo y sencilla de mantener.

Métodos Implementados:

1. Instalación de Trampas de Grasa Modulares: Se diseñaron trampas de grasa modulares que podían ser instaladas directamente en las canaletas existentes, sin necesidad de realizar modificaciones mayores en la infraestructura. Estas trampas estaban hechas de materiales reciclados, como bidones de plástico cortados y mallas metálicas, y se colocaban en puntos estratégicos donde se sabía que la acumulación de grasa era mayor.
2. Sistema de Recirculación con Biodegradadores: Junto con las trampas de grasa, se implementó un sistema de recirculación de agua que incluía la adición de biodegradadores enzimáticos. Estos biodegradadores descomponen las grasas retenidas en las trampas, facilitando su eliminación y reduciendo la necesidad de limpieza manual frecuente. El sistema recirculaba el agua tratada de vuelta a las trampas, optimizando el proceso de descomposición de grasas.
3. Programa de Mantenimiento Preventivo: Se desarrolló un programa de mantenimiento preventivo para los restaurantes participantes, en el que se capacitó al personal en la limpieza y el vaciado regular de las trampas de grasa. Esto se complementó con la implementación de un registro de mantenimiento, lo que ayudó a asegurar que las trampas estuvieran siempre operando de manera óptima.

Ventajas:

- Costo Reducido: La utilización de materiales reciclados y la simplicidad del diseño modular hicieron que las trampas de grasa fueran económicas de producir e instalar, haciéndolas accesibles para la mayoría de los restaurantes.

- **Mantenimiento Sencillo:** Gracias al diseño modular y al programa de capacitación, el mantenimiento de las trampas es sencillo y no requiere de conocimientos técnicos avanzados, lo que permite que el personal de cocina se encargue de su limpieza. •
- **Reducción de Obstrucciones y Contaminación:** La implementación de estas trampas de grasa resultó en una significativa reducción de las obstrucciones en las canaletas y una mejora en la calidad del agua que se descargaba al sistema de drenaje, contribuyendo a un menor impacto ambiental.

Análisis de Viabilidad Técnica y Económica para la Implementación del Sistema de Refinamiento en US Technologies

El objetivo principal de esta fase del proyecto es evaluar la viabilidad técnica y económica de implementar un sistema de refinamiento de efluentes utilizando tecnologías lipídicas en US Technologies. La investigación previa ha proporcionado una comprensión detallada de las tecnologías disponibles y sus aplicaciones potenciales en el tratamiento de aguas residuales industriales.

1. Evaluación Técnica

1.1. Tecnologías Lipídicas en el Tratamiento de Efluentes

La investigación exhaustiva ha identificado varias tecnologías lipídicas prometedoras para el refinamiento de efluentes, cada una con características únicas que contribuyen a la mejora de la calidad del agua tratada:

- **Separación de Fases:** La separación de fases es un proceso crítico en la gestión de efluentes que involucra la separación de contaminantes en distintas fases utilizando métodos como la decantación y la filtración. Esta tecnología se basa en la diferencia de densidades entre los contaminantes y el agua, permitiendo la separación efectiva de aceites y grasas. Estudios recientes han demostrado que la separación de fases puede reducir significativamente la concentración de contaminantes en los efluentes, alcanzando niveles compatibles con las normativas ambientales. Los métodos más utilizados incluyen: o
 - **Decantación:** Aprovecha la diferencia de densidad para permitir que los aceites y grasas, que son menos densos que el agua, floten en la superficie y sean retirados. o
 - **Filtración:** Emplea filtros específicos para capturar las partículas de grasa y aceite, que se acumulan en la superficie de los filtros y pueden ser removidas periódicamente.

Estos procesos son especialmente útiles en el contexto industrial de US Technologies, donde la presencia de grandes cantidades de aceites y grasas puede causar obstrucciones y contaminación. La integración de sistemas de separación de fases podría mejorar significativamente la eficiencia del tratamiento de efluentes.

- **Adsorción:** La adsorción es un proceso en el que los contaminantes se adhieren a la superficie de un material adsorbente. En el contexto de los efluentes, se utilizan materiales adsorbentes, como lípidos modificados, para capturar aceites y otras sustancias contaminantes. La eficacia de la adsorción puede ser incrementada mediante la

modificación de los materiales adsorbentes y la combinación con tecnologías de filtración avanzada. Las técnicas de adsorción incluyen:

- o Adsorción con Materiales Modificados: Los materiales como los lípidos modificados pueden ser diseñados para atraer y retener contaminantes específicos, mejorando la capacidad del sistema para tratar efluentes con características particulares.
- o Adsorción Combinada con Filtración: La combinación de adsorción con procesos de filtración avanzada permite una remoción más eficiente de contaminantes, optimizando el rendimiento del sistema de tratamiento.

La adsorción es eficaz en la eliminación de contaminantes de bajo peso molecular que pueden no ser fácilmente removidos por separación de fases. Esta tecnología es particularmente útil para el tratamiento de efluentes que contienen una mezcla compleja de contaminantes.

1.2. Implementación de Sistemas en el Contexto de US Technologies

Para evaluar la viabilidad técnica de implementar las tecnologías lipídicas en US Technologies, se deben considerar los siguientes aspectos clave:

- Adaptabilidad del Sistema: Las tecnologías lipídicas deben integrarse sin causar grandes alteraciones en las instalaciones existentes de US Technologies. La adaptabilidad se evalúa en función de la capacidad de los sistemas propuestos para instalarse en las canaletas y drenajes actuales sin requerir modificaciones estructurales extensas. Los sistemas como las trampas de grasa modulares y los filtros de sedimentación son adecuados para esta adaptación. Estos sistemas están diseñados para ser insertados en puntos estratégicos del sistema de drenaje existente, permitiendo una integración sencilla y eficiente.

- o Trampas de Grasa Modulares: Estas trampas se pueden instalar en las canaletas existentes y están diseñadas para capturar aceites y grasas sin necesidad de reconfigurar el sistema de drenaje.

- o Filtros de Sedimentación: Los filtros se colocan en puntos clave para capturar partículas grandes y aceites, complementando el sistema de separación de fases existente.

- Requerimientos Operativos: Los sistemas deben operar de manera eficiente bajo las condiciones específicas de US Technologies, considerando la carga de efluentes, el volumen de agua a tratar y la frecuencia de mantenimiento requerida. La investigación ha mostrado que la separación de fases y la adsorción pueden ser altamente eficientes, pero requieren un monitoreo continuo para asegurar su eficacia. El rendimiento del sistema dependerá de:

- o Capacidad de Tratamiento: La capacidad de los sistemas debe coincidir con el volumen de efluentes generados para evitar saturaciones o reducciones en la eficiencia del tratamiento.

- o Monitoreo y Control: Es necesario implementar un programa de monitoreo regular para ajustar los parámetros operativos y mantener la eficiencia del sistema.

- **Facilidad de Mantenimiento:** La facilidad de mantenimiento es crucial para la operatividad continua del sistema. Las soluciones deben ser de bajo mantenimiento y fáciles de limpiar para evitar interrupciones en el proceso. Los sistemas como las trampas de grasa modulares y los separadores de aceite flotante son preferidos debido a su diseño que permite un mantenimiento sencillo y rápido:
 - **Trampas de Grasa Modulares:** Están diseñadas para un mantenimiento fácil, con componentes que se pueden retirar y limpiar sin necesidad de herramientas especializadas.
 - **Separadores de Aceite Flotante:** Estos dispositivos permiten la remoción manual de los aceites flotantes, con un mantenimiento periódico que garantiza un funcionamiento continuo sin interrupciones significativas

En resumen, la implementación de tecnologías lipídicas para el refinamiento de efluentes en US Technologies es viable desde una perspectiva técnica. Las tecnologías identificadas son adaptables, eficientes y de bajo mantenimiento, lo que facilita su integración en las instalaciones existentes y asegura una mejora significativa en la calidad del agua tratada.

2. Evaluación Económica

2.1. Costos de Implementación La evaluación económica de las tecnologías lipídicas para el tratamiento de efluentes en US Technologies considera diversos factores que impactan los costos iniciales y operativos. A continuación, se detalla el análisis de costos para cada solución propuesta:

2.1.1. Trampas de Grasa y Filtros de Sedimentación

- **Costos Iniciales:**
 - **Trampas de Grasa:** Las trampas de grasa de bajo costo suelen ser fabricadas con materiales como mallas metálicas o filtros de fibra. El costo de instalación para una trampa de grasa modular puede variar entre \$200 y \$500 USD, dependiendo de la capacidad y tamaño. Este costo incluye el material, la instalación y los accesorios necesarios.
 - **Filtros de Sedimentación:** Los filtros de sedimentación básicos, hechos de materiales como mallas de acero inoxidable o filtros de fibra, tienen un costo aproximado de \$100 a \$300 USD por unidad. La instalación de estos filtros puede ser realizada por el personal interno, reduciendo costos adicionales en mano de obra.
- **Costos Operativos:**
 - **Mantenimiento:** Las trampas de grasa y filtros de sedimentación requieren un mantenimiento mínimo, que incluye la limpieza y reemplazo de componentes. El costo de mantenimiento anual puede ser de aproximadamente \$100 a \$300 USD por trampa o filtro, dependiendo de la frecuencia de limpieza y la acumulación de residuos.
 - **Repuestos:** Los repuestos, como mallas y filtros, tienen un costo relativamente bajo, con precios que oscilan entre \$20 y \$50 USD por componente, y su vida útil puede durar entre 6 y 12 meses antes de necesitar reemplazo.

- Retorno de Inversión (ROI):

- La baja inversión inicial y los costos operativos reducidos resultan en un ROI positivo. El bajo costo de mantenimiento y la eficacia en la captura de grasas y aceites contribuyen a una rápida recuperación de la inversión, generalmente en un periodo de 1 a 2 años.

2.1.2. Separadores de Aceite Flotante y Biorrollos Absorbentes

- Costos Iniciales:

- Separadores de Aceite Flotante: El costo de instalación de separadores flotantes puede variar entre \$500 y \$1,500 USD, dependiendo del tamaño y capacidad del dispositivo. Estos separadores están hechos de materiales reciclados y tienen una instalación relativamente sencilla.
- Biorrollos Absorbentes: Los biorrollos absorbentes, fabricados a partir de materiales orgánicos como coco o paja, tienen un costo de aproximadamente \$50 a \$150 USD por unidad. La cantidad necesaria depende del tamaño de las canaletas y la carga de contaminantes.

- Costos Operativos:

- Mantenimiento: Los separadores de aceite flotante requieren un mantenimiento periódico que incluye la extracción y limpieza de aceites atrapados. El costo de mantenimiento anual puede variar entre \$200 y \$500 USD, dependiendo de la frecuencia de limpieza y la acumulación de residuos.
- Repuestos: Los biorrollos absorbentes deben ser reemplazados regularmente, con un costo de aproximadamente \$10 a \$30 USD por unidad. La frecuencia de reemplazo puede ser de 1 a 3 meses, dependiendo de la carga de contaminantes.

- Retorno de Inversión (ROI):

- La inversión moderada en separadores de aceite flotante y biorrollos absorbentes es compensada por la eficiencia en la captura de aceites y su vida útil prolongada. El ROI es generalmente favorable, con una recuperación de la inversión estimada en 2 a 3 años, debido a la reducción en la necesidad de mantenimiento intensivo y la mejora en la calidad del agua.

Comparación de Costos y Beneficios

- **Costos Totales:** Comparando las soluciones, las trampas de grasa y los filtros de sedimentación presentan una inversión inicial más baja y costos operativos reducidos en comparación con los separadores de aceite flotante y biorrollos absorbentes. Sin embargo, estos últimos ofrecen una mayor eficiencia en la captura de aceites y una vida útil prolongada, lo que puede justificar el costo inicial más alto.

- **Beneficios Económicos:** Las soluciones de bajo costo como las trampas de grasa y filtros de sedimentación son ideales para presupuestos ajustados y proporcionan un buen equilibrio entre inversión y retorno. Los separadores de aceite flotante y biorrollos absorbentes, aunque más caros inicialmente, ofrecen beneficios adicionales en términos de

eficacia y durabilidad, lo que puede ser ventajoso para instalaciones con una alta carga de contaminantes.

En conclusión, la selección de la tecnología adecuada para US Technologies dependerá de factores específicos como el presupuesto disponible, la carga de contaminantes y la capacidad de mantenimiento. Ambas soluciones ofrecen beneficios significativos y un buen retorno de inversión, aunque con diferentes perfiles de costos y beneficios a considerar.

Beneficios Económicos

La implementación de tecnologías lipídicas en el tratamiento de efluentes no solo mejora la eficiencia operativa y ambiental, sino que también proporciona beneficios económicos sustanciales. A continuación, se detallan estos beneficios:

Reducción de Costos Operativos

1.- Disminución de la Necesidad de Limpieza Manual Intensiva:

- **Costos Asociados a la Limpieza Manual:** La implementación de tecnologías lipídicas reduce la necesidad de limpieza manual intensiva, lo que disminuye los costos relacionados con la mano de obra y el tiempo invertido en la limpieza de canaletas y drenajes. Las trampas de grasa y los filtros de sedimentación, por ejemplo, capturan eficientemente aceites y grasas, evitando que se acumulen y obstruyan los sistemas de drenaje. Esto puede llevar a una reducción de hasta un 50% en los costos de mantenimiento asociados con la limpieza manual.
- **Reducción de Paradas Operativas:** Menos acumulación de residuos en las canaletas significa menos paradas operativas para mantenimiento, lo cual se traduce en una mayor eficiencia y continuidad en las operaciones de la planta.

2. Menor Riesgo de Obstrucciones y Daños:

- **Costos de Reparación:** La reducción del riesgo de obstrucciones en las canaletas minimiza la necesidad de reparaciones costosas en el sistema de drenaje. Las tecnologías lipídicas ayudan a mantener las canaletas libres de residuos que podrían causar daños o bloqueos, reduciendo así los costos de reparación y el tiempo de inactividad asociado.

Incremento de la Eficiencia Operacional

1. Mejora en la Conformidad con Normativas Ambientales:

- **Costos de Cumplimiento:** La mejora en la calidad del agua residual puede llevar a una mayor conformidad con las normativas ambientales, lo cual reduce los riesgos de sanciones y multas por incumplimiento. Un cumplimiento más estricto con las normativas puede evitar multas que, en algunos casos, podrían ascender a varios miles de dólares anualmente.
- **Reducción de Costos de Tratamiento de Efluentes:** Una calidad de agua residual mejorada también puede reducir los costos asociados con el tratamiento de efluentes en plantas de tratamiento externas. Menos contaminantes en el agua residual significan que los costos para tratar el agua antes de su liberación o reutilización pueden ser menores.

2. Optimización de Recursos y Procesos:

- **Eficiencia Operacional:** Las tecnologías lipídicas, como los separadores de aceite flotante y los biorrollos absorbentes, ayudan a optimizar los procesos de tratamiento de efluentes al reducir la carga de contaminantes. Esto puede llevar a una mayor eficiencia en el uso de recursos y una operación más fluida y menos propensa a interrupciones.

Sostenibilidad y Ahorro a Largo Plazo

1. Reducción del Impacto Ambiental:

- **Beneficios Ambientales:** La adopción de soluciones basadas en materiales reciclados y biodegradables contribuye a una mayor sostenibilidad ambiental. La implementación de tecnologías que utilizan materiales reciclados y biodegradables, como los biorrollos absorbentes y las trampas de grasa modulares, no solo reduce la huella de carbono de la empresa, sino que también mejora la percepción pública y la imagen corporativa de US Technologies como una empresa comprometida con la sostenibilidad.

2. Ahorro a Largo Plazo:

- **Durabilidad y Mantenimiento:** Las tecnologías que requieren menos mantenimiento y tienen una vida útil prolongada, como los separadores de aceite flotante y los sistemas de recirculación con biodegradadores, resultan en ahorros a largo plazo. Aunque la inversión inicial puede ser mayor, el ahorro en costos operativos y de mantenimiento a lo largo del tiempo compensa el gasto inicial. Esto puede resultar en un ahorro neto significativo durante la vida útil del sistema.

3. Beneficios para la Imagen Corporativa:

- **Responsabilidad Social Empresarial (RSE):** La implementación de tecnologías respetuosas con el medio ambiente refuerza el compromiso de la empresa con la responsabilidad social y la sostenibilidad. Esto puede atraer a clientes y socios que valoran las prácticas ambientales responsables, y mejorar la reputación y el valor de la marca a largo plazo.

En resumen, la adopción de tecnologías lipídicas para el tratamiento de efluentes no solo ofrece ventajas operativas y de cumplimiento normativo, sino que también proporciona beneficios económicos considerables. Estos beneficios incluyen la reducción de costos operativos, el aumento de la eficiencia, y la promoción de la sostenibilidad y el ahorro a largo plazo, lo que hace que la inversión en estas tecnologías sea una decisión estratégica favorable para US Technologies.

Plan de Implementación Detallado para el Sistema de Refinamiento de Efluentes en US Technologies

Para la implementación del sistema de refinamiento de efluentes en US Technologies, se ha decidido adoptar una combinación de trampas de grasa modulares, separadores de aceite flotante y un sistema de filtración avanzada con biorrollos absorbentes. Esta elección se

fundamenta en un análisis detallado de viabilidad técnica y económica, que demuestra que esta combinación es la más adecuada para las necesidades específicas de la planta.

Selección de Tecnologías

- 1 Trampas de Grasa Modulares: Las trampas de grasa modulares han sido seleccionadas por su capacidad de adaptación a la infraestructura existente sin requerir modificaciones extensas. Estas trampas, fabricadas con materiales reciclados, ofrecen una solución de bajo costo y fácil instalación. Su diseño modular permite una rápida implementación y una integración eficiente en las canaletas y drenajes actuales. Este enfoque minimiza el tiempo de inactividad y asegura una transición fluida hacia el nuevo sistema, reduciendo las interrupciones en las operaciones diarias.
- 2 Separadores de Aceite Flotante: Los separadores de aceite flotante se han elegido debido a su eficacia en la captura de aceites que se acumulan en la superficie del agua. Estos dispositivos se instalarán en las zonas de mayor carga de aceites, donde la acumulación es más significativa. Al capturar aceites antes de que lleguen al sistema de drenaje principal, los separadores ayudan a prevenir obstrucciones y reducen la carga de trabajo para los sistemas de tratamiento posteriores. Su implementación contribuye a una reducción efectiva de la contaminación del agua residual y mejora la calidad del efluente tratado.
- 3 Sistema de Filtración Avanzada con Biorrollos Absorbentes: La combinación de filtros de sedimentación con biorrollos absorbentes se ha seleccionado para optimizar la remoción de grasas y aceites. Los biorrollos, hechos de materiales biodegradables como el coco, proporcionan una solución ecológica que absorbe los aceites de manera efectiva. Su capacidad de absorción y biodegradabilidad asegura que los residuos sean gestionados de manera ambientalmente responsable. Los filtros de sedimentación se instalan para capturar partículas grandes y residuos antes de que entren en el sistema de drenaje, lo que mejora la eficiencia general del sistema de tratamiento.

Justificación de la Selección

La elección de estas tecnologías se basa en varios factores clave:

- Costo y Eficiencia: Las trampas de grasa modulares y los separadores de aceite flotante tienen un costo inicial bajo y requieren una inversión mínima en mantenimiento. Esto permite que la empresa obtenga un retorno de inversión favorable al reducir los costos operativos asociados con la limpieza manual intensiva. Los biorrollos absorbentes y los filtros de sedimentación, aunque tienen un costo moderado, ofrecen una alta eficiencia en la captura de contaminantes, lo que justifica la inversión.
- Adaptabilidad: Estas tecnologías son fácilmente integrables en la infraestructura existente de US Technologies. La capacidad de instalar trampas y separadores sin necesidad de modificaciones extensas reduce el tiempo y los costos asociados con la implementación. Además, la facilidad de mantenimiento y la adaptabilidad de los sistemas aseguran que puedan ser manejados sin la necesidad de equipos especializados o capacitación intensiva.

- Sostenibilidad: La elección de materiales reciclados y biodegradables en los biorrollos y trampas de grasa modulares contribuye a los objetivos de sostenibilidad de la empresa. Al reducir la dependencia de materiales no reciclables y minimizar el impacto ambiental, estas soluciones no solo son económicamente viables, sino también alineadas con las prácticas responsables y sostenibles.

Implementación Detallada de Trampas de Grasa Modulares: Fase Inicial del Plan de Refinamiento de Efluentes

La implementación del sistema de refinamiento de efluentes en US Technologies se desarrollará a través de un enfoque integral y estructurado, diseñado para asegurar una transición eficiente y efectiva. Este plan detalla las fases clave, los procedimientos específicos y las justificaciones detrás de cada paso, con el objetivo de optimizar el rendimiento del sistema y cumplir con los objetivos ambientales y operativos de la planta.

1. Instalación de Trampas de Grasa Modulares

1.1. Selección de Ubicaciones Estratégicas

La primera etapa de la instalación de trampas de grasa modulares implica una evaluación exhaustiva del sistema de drenaje existente en la planta. Esta evaluación se centrará en identificar los puntos críticos donde la acumulación de aceites y grasas es más probable. Para lograr esto, se llevará a cabo un análisis detallado utilizando los siguientes métodos:

- **Análisis Histórico y Observacional**: Se revisarán datos históricos sobre la acumulación de aceites y grasas, así como observaciones visuales de las canaletas y drenajes. Se realizará un seguimiento del flujo de efluentes y se registrarán los puntos de acumulación más frecuentes.
- **Herramientas de Medición y Monitoreo**: Se emplearán herramientas avanzadas de medición y monitoreo para obtener una visión precisa del sistema. Estas herramientas permitirán identificar áreas con mayor carga de efluentes y mayor riesgo de obstrucciones.

La selección de las ubicaciones estratégicas es crucial para asegurar que las trampas de grasa modulares sean colocadas en los lugares donde capturarán la mayor cantidad de contaminantes, maximizando así su eficacia.

1.2. Instalación de Trampas de Grasa Modulares

Las trampas de grasa modulares se instalarán siguiendo un procedimiento estructurado para asegurar su integración efectiva en el sistema existente:

- **Preparación y Configuración**: Antes de la instalación, las trampas serán preparadas en el taller o área de montaje. Se inspeccionarán para confirmar que están en condiciones óptimas. Se prepararán los puntos de instalación en las canaletas y drenajes, utilizando equipos de medición para verificar que las trampas se ajusten correctamente y estén alineadas adecuadamente para una captura eficaz de contaminantes.

- **Instalación y Ajustes:** La instalación se llevará a cabo de manera que se minimicen las interrupciones en las operaciones normales de la planta. Las trampas se colocarán en los puntos estratégicos identificados, asegurándolas de manera segura en las canaletas. Se realizará una revisión final para confirmar que las trampas están correctamente instaladas y ajustadas, y se llevará a cabo una prueba inicial para verificar su funcionamiento.

1.3. Capacitación del Personal

Una vez finalizada la instalación, se realizará una capacitación exhaustiva para el personal de mantenimiento:

- **Instrucciones de Funcionamiento:** El personal recibirá formación sobre el funcionamiento del sistema de trampas de grasa modulares, incluyendo cómo capturan y retienen aceites y grasas. Se explicarán los procedimientos de monitoreo y las técnicas para identificar posibles problemas.
- **Procedimientos de Mantenimiento:** Se instruirá al personal en los procedimientos de limpieza y mantenimiento de las trampas, incluyendo la frecuencia de limpieza, técnicas para remover aceites y grasas acumulados, y el reemplazo de filtros. La capacitación también cubrirá el manejo de residuos y la disposición adecuada de los materiales capturados.

1.4. Monitoreo y Evaluación del Sistema

Para garantizar la eficacia continua de las trampas de grasa modulares, se implementará un programa de monitoreo y evaluación continua:

- **Inspecciones Periódicas:** Se realizarán inspecciones regulares para evaluar el estado de las trampas y verificar su eficacia. Estas inspecciones se llevarán a cabo de acuerdo con un calendario preestablecido, y se registrarán los resultados para su análisis.
- **Evaluación del Rendimiento:** Se recopilarán datos sobre la cantidad de contaminantes capturados y el impacto en la calidad del agua residual. Estos datos ayudarán a ajustar los procedimientos de mantenimiento y a identificar posibles mejoras en el sistema.

2. Instalación de Separadores de Aceite Flotante

2.1. Selección de Zonas Críticas para la Instalación

Simultáneamente con la instalación de las trampas de grasa modulares, se llevará a cabo la instalación de separadores de aceite flotante en las áreas de mayor carga de aceites. La selección de estas zonas se basará en un análisis exhaustivo de:

- **Análisis de Flujo y Contaminación:** Se realizará un estudio detallado del flujo de efluentes y de la concentración de aceites en diferentes puntos del sistema de drenaje. Esto incluirá la toma de muestras y mediciones en tiempo real para identificar áreas con mayores concentraciones de aceites.
- **Historial de Mantenimiento:** Se revisarán los registros históricos de mantenimiento para identificar zonas con problemas recurrentes relacionados con la acumulación de aceites.

2.2. Instalación de Separadores de Aceite Flotante

La instalación de los separadores se llevará a cabo en dos fases:

- **Preparación y Configuración:** Se prepararán los separadores verificando que cumplan con las especificaciones técnicas necesarias. Se evaluarán los puntos de instalación en función de su capacidad para capturar aceites flotantes de manera eficiente.
- **Instalación y Ajustes:** La instalación se realizará durante períodos de baja actividad para minimizar la interrupción. Los separadores se colocarán en las áreas críticas identificadas, asegurándolos en su lugar y conectándolos al sistema de drenaje. Se realizará una prueba inicial para confirmar su funcionamiento.

2.3. Protocolo de Limpieza y Mantenimiento

Se establecerá un protocolo de limpieza y mantenimiento regular para los separadores de aceite flotante:

- **Frecuencia de Mantenimiento:** Se determinará la frecuencia de limpieza basada en la carga de aceites y el rendimiento del separador.
- **Procedimientos de Limpieza:** El personal de mantenimiento será capacitado en la extracción de aceites acumulados y en el manejo adecuado de residuos.
- **Monitoreo y Ajustes:** Se implementará un programa de monitoreo para evaluar la eficacia de los separadores y ajustar los procedimientos si es necesario.

3. Instalación de Filtros de Sedimentación Avanzados y Biorrollos Absorbentes

3.1. Instalación de Biorrollos Absorbentes

Los biorrollos absorbentes se instalarán en las canaletas para absorber aceites y grasas:

- **Ubicación y Preparación:** Se identificará la ubicación óptima para la colocación de los biorrollos. Se prepararán las canaletas para asegurar un ajuste adecuado y una absorción eficiente.
- **Instalación y Ajustes:** Los biorrollos se colocarán en las canaletas y se asegurarán en su lugar. La instalación se realizará en períodos de baja actividad para evitar interferencias con el flujo normal de efluentes.
- **Mantenimiento y Reemplazo:** Se establecerá un calendario de reemplazo basado en la carga de aceites y el rendimiento observado. El personal recibirá capacitación sobre el reemplazo y la gestión ambientalmente responsable del material absorbente.

3.2. Instalación del Filtro de Sedimentación Avanzado

El filtro de sedimentación avanzado se instalará para capturar partículas grandes antes de que entren en el sistema de drenaje principal:

- **Selección y Preparación del Filtro:** Se elegirá un filtro adecuado para el volumen y carga de sólidos presentes en los efluentes. Se preparará el sitio de instalación para asegurar una integración correcta.

- **Instalación y Ajustes:** El filtro se instalará en las entradas de las canaletas y se conectará al sistema de drenaje. Se realizará una prueba inicial para verificar su eficacia.
- **Mantenimiento y Limpieza:** Se establecerá un protocolo de limpieza que incluirá la frecuencia de las inspecciones y la eliminación de residuos. El personal recibirá capacitación sobre los procedimientos adecuados.

4. Cronograma de Implementación

4.1. Adquisición de Equipos y Materiales (Semana 1)

La primera semana se dedicará a la adquisición de los equipos y materiales necesarios. Esto incluye trampas de grasas modulares, separadoras de aceite flotante, filtros de sedimentación avanzados y biorrollos absorbentes. La adquisición se coordinará con proveedores para asegurar la entrega a tiempo.

4.2. Instalación de Trampas de Grasa y Separadores de Aceite (Semana 2)

Durante la segunda semana, se procederá con la instalación de las trampas de grasa modulares y los separadores de aceite flotante. La instalación se planificará para minimizar interrupciones en las operaciones de la planta. Se realizarán inspecciones iniciales para asegurar la correcta instalación.

4.3. Instalación de Filtros de Sedimentación y Biorrollos (Semana 3)

La tercera semana se dedicará a la instalación de los filtros de sedimentación avanzados y biorrollos absorbentes. La instalación se realizará en períodos de baja actividad para asegurar una integración sin problemas con el sistema de drenaje existente.

4.4. Pruebas y Ajustes del Sistema (Semana 4)

En la cuarta semana, se realizarán pruebas exhaustivas del sistema para verificar su funcionamiento y eficacia. Se llevarán a cabo ajustes según sea necesario para optimizar el rendimiento del sistema.

5. Asignación y Capacitación del Equipo de Mantenimiento

5.1. Asignación de Personal

Se designarán equipos específicos de mantenimiento para cada componente del sistema:

- **Equipo de Trampas de Grasa:** Este equipo será responsable del monitoreo, mantenimiento y limpieza de las trampas de grasa modulares. Estará compuesto por personal con experiencia en el manejo de sistemas de control de grasas y aceites.
- **Equipo de Separadores de Aceite:** Este grupo se encargará de la supervisión y mantenimiento de los separadores de aceite flotante, incluyendo la limpieza y gestión de residuos. Los miembros del equipo serán capacitados en el manejo de aceites y en procedimientos de seguridad.
- **Equipo de Filtros y Biorrollos:** Este equipo se especializará en la instalación, mantenimiento y reemplazo de filtros de sedimentación avanzados y biorrollos absorbentes.

Recibirán formación sobre la optimización de la capacidad de filtración y la gestión de material absorbente.

5.2. Capacitación del Personal de Mantenimiento

La capacitación del personal será un componente clave para asegurar la correcta implementación y funcionamiento del sistema. La formación se desarrollará en tres áreas principales:

- **Operación del Sistema:** Se impartirán sesiones sobre el funcionamiento de las trampas de grasa, separadores de aceite y filtros de sedimentación. Se explicarán los principios operativos, la forma en que los equipos interactúan con el sistema de drenaje y los indicadores de rendimiento.
- **Procedimientos de Mantenimiento:** Se proporcionará formación detallada sobre los procedimientos de limpieza y mantenimiento. Esto incluirá técnicas de inspección, métodos para la remoción de residuos, y la frecuencia recomendada para las actividades de mantenimiento.
- **Protocolos de Seguridad y Manejo de Residuos:** Se instruirá al personal sobre los protocolos de seguridad asociados con la operación y el mantenimiento de los equipos. Además, se enseñarán las prácticas adecuadas para el manejo y disposición de los residuos generados durante el mantenimiento.

6. Implementación de Procedimientos de Monitoreo y Evaluación

6.1. Monitoreo Continuo

Para asegurar que el sistema funcione de manera óptima, se implementará un programa de monitoreo continuo que incluirá:

- **Inspecciones Regulares:** Se llevarán a cabo inspecciones periódicas de todos los componentes del sistema, incluyendo trampas de grasa, separadores de aceite y filtros. Estas inspecciones servirán para detectar cualquier problema potencial y para garantizar que los equipos estén funcionando correctamente.
- **Registro de Datos:** Se mantendrán registros detallados de todas las actividades de mantenimiento, inspecciones y rendimiento del sistema. Estos datos serán analizados para identificar patrones, prever problemas futuros y realizar ajustes según sea necesario.
- **Análisis de Efluentes:** Se realizarán pruebas regulares de la calidad del agua residual para evaluar la eficacia del sistema en la reducción de aceites y grasas. Los resultados de estas pruebas guiarán las decisiones sobre posibles mejoras y ajustes en el sistema.

6.2. Evaluación del Desempeño

La evaluación del desempeño del sistema se llevará a cabo mediante:

- **Revisión de Resultados:** Se revisarán los datos y resultados obtenidos de las pruebas de calidad del agua y del rendimiento de los equipos. Se evaluará si se están cumpliendo los objetivos de reducción de contaminantes y si se está logrando una mejora significativa en la calidad del agua.

- **Retroalimentación y Ajustes:** Se recogerá retroalimentación del personal de mantenimiento sobre el desempeño del sistema y cualquier problema encontrado. Esta retroalimentación se utilizará para hacer ajustes y mejorar los procedimientos operativos.
- **Informes Periódicos:** Se elaborarán informes periódicos que documentarán el desempeño del sistema, los resultados de las pruebas y las actividades de mantenimiento realizadas. Estos informes se presentarán a la dirección para asegurar la transparencia y el cumplimiento de los objetivos ambientales.

7. Comunicación y Coordinación

7.1. Reuniones de Coordinación

Se programarán reuniones regulares con los equipos de mantenimiento y otros departamentos relevantes para:

- **Actualizar el Progreso:** Se discutirá el progreso de la implementación del sistema y se abordarán cualquier problema o desafío encontrado durante el proceso.
- **Coordinar Actividades:** Se coordinarán las actividades de mantenimiento con las operaciones de la planta para minimizar interrupciones y asegurar un flujo de trabajo eficiente.
- **Revisar Resultados:** Se revisarán los resultados de las pruebas de calidad del agua y se evaluará el impacto de las mejoras implementadas.

7.2. Comunicación con Proveedores

Se mantendrá una comunicación continua con los proveedores de equipos y materiales para:

- **Garantizar Suministros:** Se asegurará que los equipos y materiales necesarios estén disponibles según el cronograma establecido.
- **Resolver Problemas:** Se abordarán cualquier problema relacionado con la entrega, instalación o funcionamiento de los equipos.
- **Actualizar Especificaciones:** Se actualizarán las especificaciones de los equipos y materiales según sea necesario para mejorar el rendimiento del sistema.

Resumen

El plan de implementación detallado para el sistema de refinamiento de efluentes en US Technologies abarca una serie de pasos meticulosos y coordinados para garantizar una integración exitosa. Desde la selección de ubicaciones y la instalación de trampas de grasa modulares y separadores de aceite flotante, hasta la implementación de filtros de sedimentación avanzados y biorrollos absorbentes, cada fase se realiza con un enfoque en la eficacia y la sostenibilidad. La capacitación del personal, el monitoreo continuo y la evaluación del desempeño son fundamentales para asegurar que el sistema funcione de manera óptima y cumpla con los objetivos ambientales de la planta. Con una planificación detallada y una ejecución cuidadosa, el sistema de refinamiento de efluentes contribuirá

significativamente a la mejora de la calidad del agua y a la sostenibilidad de las operaciones de US Technologies.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Productos Obtenidos con la Propuesta

1. Reducción de Contaminantes en el Agua Residual:

- Antes: Nivel de aceites y grasas en el agua residual antes de la implementación de trampas de grasa modulares y separadores de aceite flotante.
- Después: Nivel de aceites y grasas en el agua residual después de la implementación.

2. Eficiencia de Captura de Contaminantes:

- Antes: Datos sobre la eficiencia de los sistemas previos para capturar aceites y grasas (trampas antiguas, filtros, etc.).
- Después: Datos sobre la eficiencia de las trampas de grasa modulares y separadores de aceite flotante.

3. Reducción de Mantenimiento en el Sistema de Drenaje:

- Antes: Frecuencia y costos del mantenimiento del sistema de drenaje antes de la implementación.
- Después: Frecuencia y costos del mantenimiento del sistema de drenaje después de la implementación.

4. Calidad del Agua Residual:

- Antes: Parámetros de calidad del agua residual antes de la instalación de los nuevos sistemas.
- Después: Parámetros de calidad del agua residual después de la instalación de los nuevos sistemas.

5. Cumplimiento de Normativas Ambientales:

- Antes: Información sobre el cumplimiento de normativas ambientales antes de la implementación.
- Después: Información sobre el cumplimiento de normativas ambientales después de la implementación.

Métodos de Comparación y Presentación de Datos

1. Comparación de Niveles de Contaminantes:

- Datos Cuantitativos: Graficar los niveles de aceites y grasas en el agua residual antes y después del proyecto.
- Análisis: Comparar los niveles promedio y las variaciones observadas utilizando gráficos de barras o líneas.

2. Eficiencia de Captura:

- Datos Cuantitativos: Mostrar la cantidad de contaminantes capturados por las trampas modulares y separadores de aceite flotante.

- **Análisis:** Presentar tablas y gráficos que comparen la eficiencia de captura antes y después del proyecto.

3. Frecuencia y Costos de Mantenimiento:

- **Datos Cuantitativos:** Detallar la frecuencia y los costos de mantenimiento antes y después de la implementación.
- **Análisis:** Utilizar gráficos de barras o tablas comparativas para mostrar la reducción en la frecuencia y costos de mantenimiento.

4. Parámetros de Calidad del Agua:

- **Datos Cuantitativos:** Presentar parámetros como pH, turbidez, y concentración de contaminantes antes y después del proyecto.
- **Análisis:** Usar gráficos y tablas para mostrar la mejora en la calidad del agua residual.

5. Cumplimiento de Normativas:

- **Datos Cualitativos:** Describir cómo el proyecto ha ayudado a cumplir con las normativas ambientales.
- **Análisis:** Incluir un análisis comparativo de los requisitos normativos cumplidos antes y después del proyecto

Presentación de Resultados

- **Planos y Diagramas de Proceso:** Incluir diagramas que muestren el flujo de agua antes y después de la instalación de los nuevos sistemas.
- **Gráficas:** Utilizar gráficos de barras, líneas o tortas para comparar los datos cuantitativos.
- **Prototipos y Modelos Matemáticos:** Presentar simulaciones o modelos que representen el rendimiento del sistema de refinamiento.
- **Manual de Procedimientos:** Incluir una sección con los procedimientos de instalación y mantenimiento.
- **Memorias de Cálculo:** Incluir cálculos detallados que respalden la eficiencia de los nuevos sistemas.

Análisis e Interpretación

- **Paso a Paso:** Redactar los resultados siguiendo el procedimiento descrito en el capítulo anterior, explicando cada paso del proceso y cómo los resultados se obtuvieron.
- **Interpretación:** Analizar los datos presentados, identificando tendencias, mejoras y cualquier área que requiera ajustes adicionales.

CONCLUSIONES

La propuesta de implementación de un sistema de refinamiento de efluentes en US Technologies ha sido desarrollada con el objetivo de mejorar la calidad del agua residual y optimizar la gestión de aceites y grasas en el sistema de drenaje. A continuación, se presentan las conclusiones derivadas de los análisis y simulaciones realizados para este proyecto:

1. **Cumplimiento de Objetivos:** La propuesta ha demostrado ser efectiva en la identificación de soluciones para la mejora del sistema de tratamiento de efluentes. El análisis de las trampas de grasa modulares, los separadores de aceite flotante, los biorrollos absorbentes y los filtros de sedimentación avanzados ha indicado que estos componentes, si se implementaran, podrían contribuir significativamente a la reducción de aceites y grasas en el agua residual. Cada componente ha sido evaluado en términos de su capacidad para capturar contaminantes y su integración con la infraestructura existente.
2. **Beneficios Esperados:** Los resultados de la simulación y análisis sugieren que la implementación del sistema propuesto podría llevar a una reducción notable en la acumulación de aceites y grasas en el sistema de drenaje. Las trampas de grasa modulares y los separadores de aceite flotante están diseñados para capturar contaminantes en diferentes fases del flujo de efluentes, mientras que los biorrollos absorbentes y los filtros de sedimentación avanzados proporcionan una limpieza adicional y eliminación de partículas grandes. Esta combinación de tecnologías promete mejorar la calidad del agua residual y facilitar el cumplimiento de las normativas ambientales.
3. **Limitaciones y Desafíos:** Aunque la propuesta es sólida en teoría, se identificaron varias limitaciones y desafíos durante el desarrollo del plan. Entre estos se encuentran la necesidad de realizar una evaluación detallada del sistema actual para una instalación óptima, así como la dependencia de la correcta operación y mantenimiento continuo de los componentes del sistema. La falta de datos empíricos debido a que el proyecto aún no ha sido implementado en la planta puede limitar la capacidad de prever todos los posibles problemas prácticos.
4. **Resultados Adicionales:** Además de los resultados directamente relacionados con la calidad del agua, la propuesta sugiere que el sistema de refinamiento de efluentes podría ofrecer beneficios adicionales como la reducción de costos operativos y una mayor eficiencia en la gestión de efluentes. La integración de materiales reciclados y biodegradables en algunos de los componentes también contribuiría a una mayor sostenibilidad ambiental, aunque este aspecto necesita ser evaluado más a fondo en la práctica.
5. **Excepciones y Omisiones:** Es importante considerar que, dado que el proyecto se encuentra en la fase de propuesta y no ha sido implementado, algunos resultados no se han podido verificar empíricamente. La eficacia de los componentes en un entorno real podría variar debido a factores como el flujo real de efluentes, las condiciones operativas específicas y la respuesta del personal de mantenimiento a los nuevos procedimientos.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS

Durante mi residencia profesional en US Technologies y en el desarrollo de mi proyecto de mejora de la calidad del agua residual, he desarrollado diversas competencias que abarcan tanto aspectos específicos como genéricos de la ingeniería ambiental. En términos específicos, he logrado identificar, resolver y formular problemas de ingeniería ambiental aplicando conocimientos avanzados en ciencias básicas y de la ingeniería. Esta habilidad se evidenció en la propuesta de un sistema de refinamiento de efluentes que integra trampas de grasa modulares, separadores de aceite flotante, filtros de sedimentación avanzados y biorrollos absorbentes, abordando eficazmente la problemática de contaminación en los drenajes de la planta. Además, he propuesto soluciones innovadoras y sostenibles a problemas específicos, utilizando técnicas numéricas, modelaje y simulación de procesos biológicos para garantizar que las propuestas sean viables y efectivas. Esta capacidad se vio reflejada en la elaboración de un plan detallado para la implementación y monitoreo de las tecnologías propuestas.

En cuanto a las competencias genéricas, he demostrado una habilidad significativa para analizar, aplicar y gestionar procesos de diseño de ingeniería que resulten en proyectos sustentables, ajustándome a las necesidades específicas del entorno industrial y ambiental. Mi enfoque ha incluido la integración de diversas disciplinas, como matemáticas, ciencias naturales y técnicas avanzadas de simulación, para desarrollar un sistema de tratamiento de efluentes eficiente. Asimismo, he incorporado tecnologías de la información para realizar análisis técnicos y administrativos, mejorando la precisión y eficacia de las evaluaciones realizadas.

He desarrollado competencias clave en la formulación y desarrollo de soluciones a problemas específicos, aplicando un enfoque multidisciplinario y el conocimiento avanzado en ciencias básicas y de ingeniería. A través del análisis detallado de los sistemas propuestos y la integración de técnicas numéricas y modelado de procesos, he logrado traducir necesidades ambientales en soluciones prácticas y efectivas. Mi capacidad para utilizar software especializado en análisis técnicos y administrativos ha sido fundamental para gestionar el proyecto de manera eficiente, mientras que mi comprensión de las normativas y regulaciones ambientales ha asegurado que las soluciones propuestas sean conformes con los estándares internacionales y locales. Este enfoque integral no solo ha optimizado el diseño y la implementación del sistema, sino que también ha garantizado que las propuestas sean sostenibles y responsables desde una perspectiva ética y profesional.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- National Geographic. (2022, August 15). ¿Cuáles son los principales tipos de contaminación ambiental? <https://www.nationalgeographicla.com/medioambiente/2022/08/cuales-son-los-principales-tipos-de-contaminacion-ambiental>
- MITA Water Technologies. (2023, November 14). Eliminación de aceites y grasas de las aguas residuales. <https://www.mitawatertechnologies.com/es/aplicaciones/eliminacion-de-aceites-y-grasas/>
- Fluence. (2021, June 24). Eliminación de sebo, aceite y grasa de efluentes. <https://www.fluencecorp.com/es/eliminacion-de-sebo-aceite-y-grasa-de-efluentes/>
- Gob.mx. (n.d.). Indicadores básicos del desempeño ambiental - Agua - Calidad. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/indicadores-basicos-del-desempeno-ambiental--agua--calidad>
- CIDETEQ. (2018, March 20). Item 1021/211. Repositorio institucional. <https://cideteq.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1021/211>
- ASAJET. (n.d.). Plantas de tratamiento de aguas residuales en Ciudad de México. https://www.googleadservices.com/pagead/aclk?sa=L&ai=DChcSEwlrLk3fuHAXX80sIEHUi_IDIYABACGgJwdg&co=1&ase=2&gclid=Cj0KCQjwllG2BhC4ARIsADBgpVRMIWs6f-BvAdGwxZiolqyGemNfi7KKDmdVBTGb2mPTbB3kF2ZUoaAnzpEALw_wcB&ohost=www.google.com&cid=CAESVeD2enzhfle-Kh83UR2G5tKF-OC5-Vo8dHDPbiyAXCgqBdwJyMLyAkiK6_SJ8gwc5igy9s54tnBi_uJqpaSD6LNIbtbep4ZVGXec5D5Jx6UQh62wEvXc&sig=AOD64_0bAtWXDGp5BhITgSxXuqOJMoPulg&q&nis=4&adurl&ved=2ahUKEwiXu63k3fuHAXVSMEQIHT4kFe8Q0Qx6BAGMEAE
- Rodriguez, T., Botelho, D., & Cleto, E. (2008). Tratamiento de efluentes industriales de naturaleza recalcitrante usando ozono, peróxido de hidrógeno y radiación ultravioleta. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 46, 24–38. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-62302008000400003&script=sci_arttext
- Redalyc.org. (n.d.-a). Retrieved August 17, 2024, from <https://www.redalyc.org/pdf/944/94415759007.pdf>
- Academia.edu. (n.d.-b). Retrieved August 17, 2024, from <https://www.academia.edu/download/78161705/164168.pdf>
- Edu.Gt. (n.d.-c). Retrieved August 17, 2024, from <https://repositorio.uvg.edu.gt/handle/123456789/1397>
- Gob.mx. (n.d.-d). NMX-AA-005-SCFI-2013. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166764/nmx-aa-005-scfi-2013.pdf>

ANEXOS



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
ÓRGANO DE OPERACIÓN ADMINISTRATIVA DESCONCENTRADA SUR DF
CENTRO REGIONAL DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO, CAPACITACIÓN
Y PRODUCTIVIDAD CDMX SUR

otorga el presente

RECONOCIMIENTO

a: *Andrea Nicole Lavariega Caballero*

Por haber acreditado satisfactoriamente el curso:
**Importancia de la Supervisión en la Prevención de Riesgos
de Trabajo.**

Ciudad de México, 18 de abril 2024


Ing. Adriana Mendoza Fuentes
Dirección del CRESTCAP

Folio: SURDF-LN-1191-2024

Activar Win



IMSS
EL ÓRGANO DE OPERACIÓN
ADMINISTRATIVA DESCONCENTRADA
REGIONAL ESTADO DE MÉXICO
PONIENTE
DEL INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO
SOCIAL

Otorga la presente

RECONOCIMIENTO

a

Andrea Nicole Lavariega Caballero

Por su destacada participación y acreditación al curso

**Sistema armonizado para la identificación
y comunicación de peligros y riesgos por
sustancias químicas peligrosas**

Sede: CRESTCAP México Poniente (Virtual)
Del: 22 de febrero de 2024
Horas: 8
Folio: 442


Ing. Israel Camillo Evangelista
Director del CRESTCAP

Activar Wind
Ve a Configuración





EL ÓRGANO DE OPERACIÓN
ADMINISTRATIVA DESCONCENTRADA
REGIONAL ESTADO DE MÉXICO
PONIENTE
DEL INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO
SOCIAL

Otorga la presente

RECONOCIMIENTO

a

Andrea Nicole Lavariega Caballero

Por su destacada participación y acreditación al curso

**Manejo Seguro de Cargas y Controles
Ergonómicos**

Sede: CRESTCAP México Poniente (Virtual)
Del: 07 de septiembre de 2023
Horas: 8
Folio: 1613



Ing. Israel Carrillo Evangelista
Director del CRESTCAP