



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Uso de Coagulantes Orgánicos para el Tratamiento de Efluentes
Industriales en la planta papelera Softys Cañete - 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

Pittman Fajardo, Yelitza Jasmin (ORCID: 0000-0002-9533-6329)

Sánchez Rodas, Martín Eduardo (ORCID: 0000-0001-7332-7897)

ASESOR:

Dr. Sernaque Auccahuasi, Fernando Antonio (ORCID: 0000-0003-1485-5854)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios, por acompañarme en cada paso. A mi abuela Rosa Medina, que desde el cielo me ha acompañado durante todo este camino, a mi padre Carlos Chávez, que nunca me quito su confianza y con ejemplo me forjo a ser un hombre de bien. A mi madre Lourdes Rodas, pues sin ella no lo hubiera logrado, te entrego este trabajo en recompensa a tu inmensa dedicación, amor y paciencia. A mis hermanos y abuelos, por haberme brindando su aliento día tras día para la culminación del presente trabajo.

Gracias por todo el apoyo.

SANCHEZ RODAS MARTIN

Doy las gracias a Dios, por brindarme la sabiduría, paciencia, salud y fortaleza necesaria para alcanzar una meta más en mi vida y sobre todo por regalarme una familia maravillosa. A mis padres Juan Pedro Pittman Valverde y Elena Gleny Fajardo Choquehuanca, por creer siempre en mis capacidades, por su amor, por su entrega incondicional, por los valores inculcados y los mejores consejos en cada momento de mi vida; a mis hermanas Jully Mariela, Liz Dency, por sus consejos y por brindarme su confianza y respaldo en cada etapa de mi vida.

PITTMAN FAJARDO YELITZA

Agradecimiento

Son muchas personas que han contribuido en este proceso y conclusión de esta tesis. En primer lugar, agradezco a Dios por haberme dirigido al sendero correcto y estar a mi lado en cada obstáculo que se me presenta en la vida. A todos mis amigos, familia y maestros que con su profesionalismo, experiencia y conocimiento supieron guiarme de la mejor manera. Por último, agradezco al Dr. Fernando Sernaque, mi asesor de tesis por la paciencia, dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo.

SANCHEZ RODAS MARTIN

A Dios por darme la oportunidad y guiar en este camino profesional, vida cotidiana y formación profesional. A mis padres, Juan Pedro Pittman Valverde y Elena Gleny Fajardo Choquehuanca por el apoyo incondicional que me brindaron, que sin su apoyo no hubiera sido posible alcanzar mis metas propuestas, por sus consejos y amor incondicional. A mis hermanos Liz Dency y Jully Mariela, por creer y confiar en mí, apoyándome en todas las decisiones que he tomado en la vida. A la universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela profesional de Ingeniería Ambiental por ser el alma mater de mi formación académica.

PITTMAN FAJARDO YELITZA

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Índice de gráficos	vii
Índice de anexos	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.3. Población, muestra y muestreo.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos	16
3.6. Método de análisis de datos.....	18
3.7. Aspectos éticos	19
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN	28
VI. CONCLUSIONES	30
VII. RECOMENDACIONES.....	31
REFERENCIAS.....	32
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables	12
Tabla 2 Instrumentos para recolectar datos.....	14
Tabla 3 Instrumentos	15
Tabla 4 Parámetros físicos iniciales de efluente industrial.....	20
Tabla 5 Parámetros químicos iniciales de efluente industrial	20
Tabla 6 Pruebas de Jarras de Moringa oleífera con diferentes concentraciones para determinar turbidez	21
Tabla 7 Pruebas de Jarras de Moringa oleífera con diferentes concentraciones para determinar SST	21
Tabla 8 Pruebas de Jarras de Solanum tuberosus con diferentes concentraciones para determinar turbidez	23
Tabla 9 Pruebas de Jarras de Solanum tuberosus con diferentes concentraciones para determinar SST	23
Tabla 10 Pruebas de Jarras de Opuntia ficus con diferentes concentraciones....	24
Tabla 11 Pruebas de Jarras de Opuntia ficus con diferentes concentraciones....	25
Tabla 12 Pruebas de Jarras de Vicia faba con diferentes concentraciones.....	26
Tabla 13 Pruebas de Jarras de Vicia faba con diferentes concentraciones.....	26

Índice de figuras

Figura 1 Carga y desestabilización de partículas coloidales	6
Figura 2 Coagulación de efluentes	7
Figura 3 Caracterización de sólidos	7
Figura 4 Fórmula para hallar el porcentaje de remoción de SST	9
Figura 5 Ubicación geográfica de planta Softys Cañete	13
Figura 6 Preparación de coagulantes	17
Figura 7 Equipo de prueba de jarras	18
Figura 8 Fórmula para determinar remoción de turbidez.....	21

Índice de gráficos

Gráfico 1 Porcentaje de eficiencia de moringa oleífera	22
Gráfico 2 Porcentaje de Eficiencia Solanum tuberosus.....	24
Gráfico 3 Porcentaje de Eficiencia Opuntia Ficus	25
Gráfico 4 Porcentaje de Eficiencia Vicia Faba.....	27

Índice de anexos

Anexo 1 Ficha de Observación de datos para efluentes industriales	1
Anexo 2 Ficha de Observación de datos para coagulantes orgánicos.....	1
Anexo 3 Validación de instrumentos	1
Anexo 4 Certificación de equipo e instrumentos	3
Anexo 5 Formato de Etiquetados para las muestras de aguas industriales.....	9
Anexo 6 Resultados de Laboratorio	10
Anexo 7 Panel Fotográfico	10

Resumen

El presente estudio de investigación se enfocó en el uso de los coagulantes orgánicos *Moringa oleífera*, *Solanum tuberosum*, *Opuntia ficus* y *Vicia faba*, y determinar cual tiene mayor eficiencia para el tratamiento de efluentes industriales en la papelera Softys, con fines de buscar nuevas opciones de reemplazo a los coagulantes convencionales en esta industria. Para ello se realizó la prueba de jarras, desarrollándose la determinación de la dosificación, concentración, pH óptimo de los coagulantes, así como también los procesos de la coagulación, floculación y sedimentación.

Como objetivo general de esta investigación será evaluar cómo influye el uso de coagulantes orgánicos en el tratamiento de efluentes industriales papeleros. Asimismo, como también, determinar la dosis adecuada del coagulante orgánico elegido para el tratamiento de efluentes industriales papeleros, determinar el porcentaje de reducción de turbidez en el agua tratada con el coagulante orgánico elegido, determinar la velocidad optima de agitación del coagulante orgánico, determinar el porcentaje de reducción de sst en el agua tratada con el coagulante orgánico elegido.

Los resultados obtenidos en relación a la remoción de la turbidez y solidos nos indicó que el coagulante de opuntia ficus demuestra una alta eficiencia obteniendo resultados de un 98.50% en remoción de turbidez, con una turbidez de ingreso de 1055 NTU y después de la aplicación del coagulante 15.8 NTU y un 99.04% en remoción de sólidos, con un ingreso de solidos de 1982 ppm y después de la aplicación del coagulante 19 ppm.

Culminado con el proceso del estudio de la investigación se determinó que de los 04 coagulantes orgánicos utilizados en este proyecto funcionan para el tratamiento de efluentes papeleros siendo el mejor la semilla de Opuntia Ficus, por su amplia capacidad de remoción de turbidez y formación de flocs en el efluente industrial

Palabras clave: coagulantes orgánicos, floculación, turbidez, prueba de jarras, efluentes industriales.

Abstract

This research study focused on the use of organic coagulants *Moringa oleifera*, *Solanum tuberosum*, *Opuntia ficus* and *Vicia faba*, and to determine which has greater efficiency for the treatment of industrial effluents in the Softys paper mill, in order to seek new options for replacement to conventional coagulants in this industry. For this, the jar test was carried out, developing the determination of the dosage, concentration, optimal pH of the coagulants, as well as the coagulation, flocculation and sedimentation processes.

The general objective of this research will be to evaluate how the use of organic coagulants influences the treatment of industrial paper mills. Likewise, as well as, determine the appropriate dose of the organic coagulant chosen for the treatment of industrial paper effluents, determine the percentage of turbidity reduction in the water treated with the chosen organic coagulant, determine the optimal agitation speed of the organic coagulant, determine the percentage reduction of sst in the water treated with the chosen organic coagulant.

The results obtained in relation to the removal of turbidity and solids indicated that the *Opuntia ficus* coagulant demonstrates high efficiency, obtaining results of 98.50% in removal of turbidity, with an entry turbidity of 1055 NTU and after the application of the 15.8 NTU coagulant and 99.04% solids removal, with a solids input of 1982 ppm and 19 ppm after the application of the coagulant.

Upon completion of the research study process, it was determined that of the 04 organic coagulants used in this project work for the treatment of paper effluents, the best being *Opuntia Ficus* seed, due to its wide capacity to remove turbidity and floc formation in industrial effluent

Keywords: organic coagulants, flocculation, turbidity, jar test, industrialeffluents.

I. INTRODUCCIÓN

Con el aumento de la economía y la tecnología, la urbanización se acelera en todo el mundo, lo que provoca una alta demanda de agua, generando aguas residuales en gran cantidad, producidas por hogares y plantas industriales. Hoy en día, muchos países son cada vez más conscientes de los problemas que ocasiona un mal tratamiento de aguas residuales (Guiming Su ,2018). Un informe elaborado por la OMS en Europa y América dio a conocer que 22 de 79países que participaron en el estudio, realizan un tratamiento al 50% o menos de sus aguas residuales. La mayoría de estos países estaban ubicados en el sur de América y el norte de África (OMS, 2019). Mediante el D.S., N°002-2018- MINAM, en el 2018 fueron aceptados los ECA paraaguas, lo que establece el grado d contaminación presentes en el agua, además de básicos componentes en ecosistemas marinos y de agua dulce, que pueden poner en riesgo la salud de los seres vivos.

El tratamiento más conocido y aplicado para la reducción de sólidos suspendidos y coloides son la coagulación y la floculación, esto para poder minimizar la turbidez en el agua, los coagulantes más utilizados son a base de aluminio (Mera, C. et al, 2016); el cual es de tipo inorgánico, asimismo los lodos que se forman en estos procesos también son de tipo inorgánico (Gutiérrez, J. et al, 2017). Estudios recientes han informado sobre la existencia de enfermedades, resultado del residual de metales que permanecen en el agua incluso después deltratamiento. (Amina Owodunni et al, 2021), por eso existe un interés creciente en coagulantes a base de plantas naturales para mejorar la calidad de agua (Ahmed Hassoon Ali et al 2019).

Esta investigación se desarrolló en la empresa Softys Perú, empresa que fue fundada en el año 1995; en el rubro de la industria del papel y forma parte de Empresas CMPC S.A. (Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones).

La fabricación del papel es una industria en la que se consume gran cantidad de agua y ante la necesidad de que sea sostenible la producción, se requiere ser eficientes optimizando el uso del agua en sus procesos (Genovés Céspedes, 2016).

Actualmente la industria papelera utiliza coagulantes inorgánicos a base de aluminio, estudios recientes han informado sobre la existencia de enfermedades,

resultado del residual de metales que permanecen en el agua incluso después del tratamiento. (Amina Owodunni et al, 2021) y la preocupación por la calidad de agua que son vertidas al océano, en cumplimiento al decreto supremo que instituye los niveles de congregación de los recursos, sustancias, parámetros físicos y químicos y biológicos, que están presentes en el agua cuando cumple la función de receptor y elemento fundamental de los ecosistemas marítimos que no representa peligros importantes para la salud humana ni el medio ambiente (MINAM, 2017).

El inadecuado manejo de aguas residuales de industria, que se vierten a mares, lagos y ríos, sin un minucioso tratamiento, trae en consecuencia riesgos en la salud del pueblo aledaño afectando a todo ser vivo que lo habita, debido a las altas concentraciones de parásitos, virus y bacterias que se propaga (ANA,2016). Existen normas que establecen los Límite Máximos Permisibles (LMP) en cuanto a contaminación de aguas residuales de industria que se vierte en ecosistema acuático, el cual asegura que no se dañe significativamente el ambiente y la salud humana.

En ese contexto, esta investigación buscó evaluar el uso de cinco coagulantes orgánicos a base de las plantas de fácil acceso, como es la *Moringa oleífera*, *Solanum tuberosum*, *Opuntia ficus* y *Vicia faba* para sustituir el uso de coagulantes inorgánicos para mejorar la calidad del agua del proceso industrial, misma que se vierte al mar.

El problema general será expuesto con la siguiente pregunta ¿Cómo influye el uso de coagulantes orgánicos en el tratamiento de efluentes industriales en la papelera Softys Cañete-2021? Asimismo, el problema específico será planteado con las siguientes cuatro preguntas: 1. ¿Cuál es la dosis adecuada del coagulante orgánico elegido para el tratamiento de efluentes industriales papeleros? 2. ¿Cuál es el porcentaje de reducción de turbidez en el agua tratada con coagulante orgánico elegido? 3. ¿Cuál es la velocidad óptima de agitación del coagulante orgánico? 4. ¿Cuál es el porcentaje de reducción de sst en el agua tratada con coagulante orgánico elegido?

La justificación de esta investigación es teórica ya que a través de esta investigación brindará un conocimiento científico, porque permitirá conocer cómo

pueden beneficiar las siguientes plantas *Opuntia ficus*, *Solanum tuberosa*, *Vicia faba* y *Moringa oleífera*, como coagulante para el tratamiento de efluentes en la industria papelera, valiendo como estudio previo para complementar o adicionar la teoría que más se sostenga. Además, muestra una justificación práctica con el fin de que dichos resultados de investigación se encuentren disponibles para estudiantes e investigadores, el cual permitirá realizar nuevas sugerencias para optimizar el desarrollo de sus métodos. El presente proyecto intenta investigar un tratamiento diferente a lo convencional utilizando el sulfato de aluminio y policloruro de aluminio (PAC); y suplantarlos por coagulantes naturales optimizando la remoción de turbidez y sólidos suspendidos totales, así se busca contribuir con la población cercana al punto de vertientes de efluentes y a los empresarios de las grandes industrias a utilizar e implementar el uso de coagulantes naturales, el cual podría ser provechoso no solo por su bajo costo sino por la viabilidad de este tratamiento sino tan bien por su efecto en el medio ambiente.

Como objetivo general de esta investigación será evaluar cómo influye el uso de coagulantes orgánicos en el tratamiento de efluentes industriales papeleros. Asimismo, los objetivos específicos serán: 1. Determinar la dosis adecuada del coagulante orgánico elegido para el tratamiento de efluentes industriales papeleros, 2. Determinar el porcentaje de reducción de turbidez en el agua tratada con el coagulante orgánico elegido, 3. Determinar la velocidad óptima de agitación del coagulante orgánico, 4. Determinar el porcentaje de reducción de SST en el agua tratada con el coagulante orgánico elegido.

La hipótesis general de esta investigación son los usos de coagulantes naturales como influyen en la clarificación del agua y remueve los parámetros de turbidez y color en el agua. Y como hipótesis específicas tenemos las siguientes: 1. A más altas sean las dosis de coagulantes naturales, permitirá remover la turbidez y color del agua mediante el uso de una prueba de jarra. 2. El porcentaje de reducción de turbidez incrementará de acuerdo a la dosis de coagulante que se utilice. 3. La velocidad óptima del coagulante dependerá de la temperatura en la que se encuentre ya que a más alta temperatura mayor será la dificultad de remoción y a baja temperatura la dificultad será mayor ya que el agua se vuelve viscosa, 4. El porcentaje de reducción de SST incrementará de acuerdo a la dosis de coagulante.

II. MARCO TEÓRICO

Según Mera, C. et al. (2017) para validar la eficiencia del coagulante *Moringa oleífera* en el Cauca, Colombia, se realizó un diseño experimental a través de pruebas de jarras, en el cual se utilizaron 4g de coagulante en 600ml de efluente de aguas residuales, obteniéndose una importante remoción de 80,9% de turbidez y 73,5% de sólidos totales.

Arias, A., (2016), indica que la eficacia de la *M. oleífera* fue evidenciada, para tratar agua residual de una central de sacrificio, donde se evaluó antes y después de cada tratamiento, la dosis fue de 7500 mg/l y con 5% de concentración, pudo tener un resultado importante de eliminación de turbidez a un 87% y 80%.

Un estudio realizado demostró que el coagulante de *Opuntia ficus Indica* es eficaz para eliminar la turbidez, alcanzando porcentajes de remoción entre 97.1% a 99.5%, sin afectar el pH. El coagulante hecho a partir de los cladodios de *Opuntia Ficus*, se cortan en trozos pequeños, y son secados a 60 °C durante 24 h, pulverizados y colados en un tamiz de 0,2 mm. (Nosra Methneni et al. 2020)

Para Dorca, J. et al. (2017); comparó diferentes coagulantes naturales de la industria del almidón, sobre aguas residuales y su tratamiento, determinó lo eficaz que puede llegar a ser un coagulante de origen natural (almidón), obtenido de *Solanum tuberosum* usando la técnica de prueba de jarras, las concentraciones probadas fueron 4 diferentes: de 160, 320, 480, 640 y 800 mg/l, con resolución de 120rpm en el lapso de 2 minutos y resolución lenta de 20 rpm de 15 minutos, dio como resultado la reducción de turbidez a 88,5% y en sólidos totales a 77,5%.

Para Vela, C. (2016).; se evaluó la remoción de turbidez del río Chicama en Trujillo utilizando la *Moringa oleífera*, a través de prueba de jarras con 4 tiempos: con 15, 18, 20 y 25 ml de concentración, lo que obtuvo un resultado de que, a 300 rpm en 2 minutos con 80 rpm en 15 minutos, con una dosis de 20, obtuvieron la eliminación de la turbidez a un 98% lo cual es un resultado óptimo.

Un ensayo utilizando como coagulante el *Solanum tuberosum*, con el fin de remover turbidez se obtuvo un promedio de 0,87 NTU, siendo de 200 NTU la turbidez inicial de un agua, con dosis óptima de 50 mg/l, presentó una efectividad entre 94,6% y

99.6%, en otras palabras, el coagulante a base de cáscaras de papa resultó tener una mayor eficacia en aguas con turbidez alta. (Carrasquero Ferrer et al.2017).

Pinto A. (2017), revela que se evaluó y comparó la eficacia de coagulantes naturales a base de Sábila y Nopal, y coagulantes inorgánicos, siendo positivos los resultados, teniendo una concentración de 500g/200ml de agua, la dosis de 10 ml de mucílago y penca de tuna, la muestra fue de 150 ml de efluente se pudo concluir que el nopal posee mayor capacidad de clarificar agua industrial textil sobre los demás coagulantes.

Según Gutiérrez, J. (2016): se utilizó como floculante las semillas *Caesalpiniaspinosa* (tara), para tratar aguas del río El Pollo, sienta el test de jarras el método autilizar, el resultado obtenido fue que el floculante natural redujo de 42.6 NTU a 8.92NTU la turbidez del agua, la eliminación usada fue mayor a 3000 ppm, con agitación rápida menor a 20 rpm por 1.5 minutos, con agitación lenta mayor a 45 rpm, de 25 minutos.

Para Córdova E. (2018) se evaluó la eficacia de la especie *Aloe barbadenses Miller* como coagulante natural, para tratar aguas residuales de "San Francisco", matadero de aves en Comas, realizo 3 tomas de muestra y evaluaron parámetros en sólidos suspendidos. Resultó en verificar la eficiencia de eliminación de turbidez en 99% y en sólidos suspendidos a 91,8%. Concluyendo así, que dicha especie es totalmente eficaz para el tratamiento de aguas residuales.

Jaimes N. (2016), determinó la eficacia del coagulante natural *Opuntia ficus* en aguas residuales domésticas en centro urbano Hornillos en la región de Ancash, a través del uso de prueba de jarras se concluyó que 80% con 1 ml es el volumen óptimo del coagulante orgánico durante la prueba, obteniendo una eficiencia del 99% de remoción de turbidez y 88% en sólidos suspendidos en total. En el proceso de coagulación, el factor pH afecta la carga superficial de los coagulantes y también la estabilización de la suspensión, con concentración inicial de 30 mg / L se observó que el punto máximo de eliminación del color (turbidez) se logró en un medio de pH menor a 7. (G. Vijayaraghavan et al 2015)

En la revolución industrial comenzó el uso de aguas residuales en los países que hoy en día son desarrollados, se vertía a los cauces naturales sin tratamiento previo

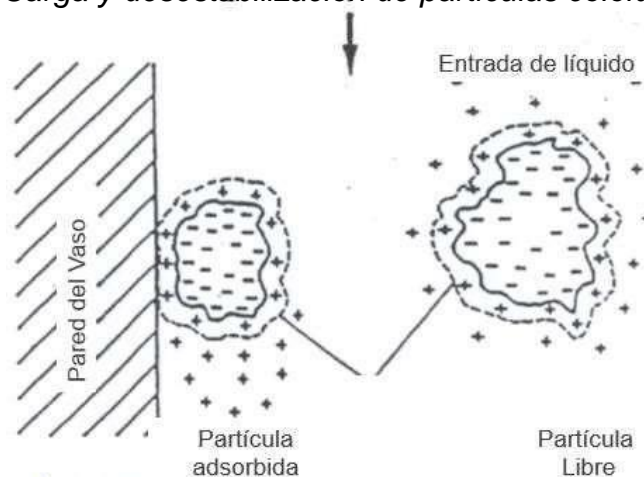
(WWAP, 2017, p.76); las aguas residuales generadas por un proceso industrial se producen por las actividades humanas en el proceso de transformación de la materia prima, los afluentes se originan por lavado, cocción, enfriamiento, calentamiento, etc. (De Gisi y Notarnicola, 2017, p.23).

Carrera y Suárez (2019), explican que las industrias como la del aceite de oliva, cárnica vacuna, curtido, láctea, textil, química del plástico, pesquera y conserva, y vitivinícola son los principales efluentes de los parámetros: BQO, DBO5, SST, SS.

La floculación y coagulación, son los tipos tratamiento de aguas residuales más conocidos, prometedores en tratamiento de efluentes industriales (Boulaadjoul, et al. 2018, p.3), ya que es el proceso más utilizado para la desintoxicación de aguas residuales gracias a su elevada eficacia eliminando tintes, colores, materias orgánicas y sólidos en suspensión y en la eliminación de turbidez de las aguas residuales (Nosra Methneni et al. 2020)

Según Hodaifa, et al. (2019, p.7), el proceso de coagulación trata de desestabilizar partículas coloidales, por la carga negativa que poseen, en este proceso las cargas eléctricas de los coloides son neutralizados, anulando las fuerzas electrostáticas repulsivas cuando se desestabilizan las partículas, generando la colisión entre los coloides y formando flóculos.

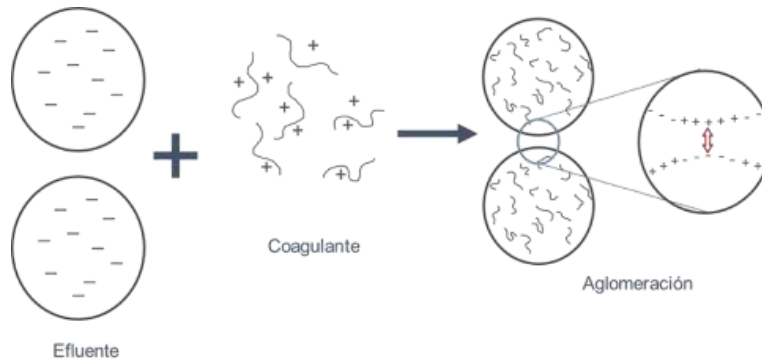
Figura 1
Carga y desestabilización de partículas coloidales



Fuente: Solenis, 2020

La coagulación consiste añadir sustancias químicas que permitan mezclar particular con contaminantes disueltos, que se pueden aglutinar en partículas más grandes y luego ser eliminado a través de procesos de eliminación de sólidos por sedimentación, reduciendo la turbidez, el color y en menor medida bacterias (Choque David et al, 2019).

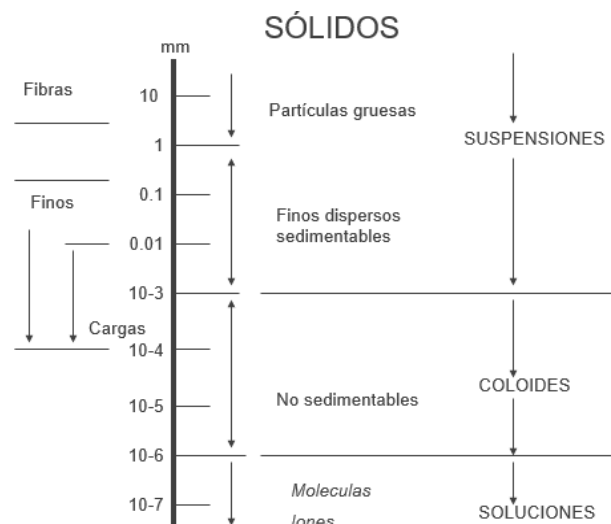
Figura 2
Coagulación de efluentes



Fuente: Solenis, 2020

Los coloides son partículas $<10^{-5}$ mm, entre ellos se encuentran: sustancias minerales, materia floculada, plancton, biopolímeros, bacterias, etc. (G. Hinostroza, 2017), los coagulantes inorgánicos son muy sensibles al pH del agua y crean contaminación secundaria de los recursos hídricos durante el proceso de tratamiento y libera polímeros sintéticos tóxicos y hierro residual (J. Mickel, 2019).

Figura 3
Caracterización de sólidos



Fuente: Solenis, 2020

Según B. Buenaño (2019), usar convencionalmente coagulantes inorgánicos como cloruro férrico y sulfato de aluminio, generan problemas con su costo de producción y grandes volúmenes indeseables de productos no biodegradables (lodos) y sus efectos en el cuerpo humano.

Anteriormente, Valdiviezo et al. (2020) estudió e informó degeneración neurofibrilar de las neuronas de los mamíferos superiores, debido a la deposición de aluminio usando un ensayo de absorción atómica en cerebros de pacientes con Alzheimer.

Un estudio realizado en agua tratada con base de alumbre (coagulante) ha demostrado a través de la técnica de absorción atómica que la purificación de agua y aguas residuales con coagulante de base química se concentra en el agua en porcentajes altos. (Miller, 2017). Esto causa un riesgo peligroso para la salud a la acumulación de aluminio en las células del cerebro y termina en la enfermedad de Alzheimer (Schwarz et al, 2020).

Asimismo, los coagulantes sintéticos generan consecuencias negativas para los seres vivos (Batista, et al. 2020). Es por ello que se ha optado por productos alternos sustentables, como la coagulación natural (biocoagulación), alternativa limpia y amigable con el medio, su importancia radica en las ventajas que ofrece: biodegradable, produce menor cantidad de lodo residual, no tóxicos (Alavi Hosseinpour et al, 2020).

Los coagulantes de origen vegetal representan una opción de carbono neutral, degradable y no peligroso, y están recibiendo mayor atención para reemplazar los convencionales coagulantes. El término 'coagulantes de origen vegetal' se refiere a coagulantes naturales, solubles en agua, polímeros orgánicos, iónicos (catiónicos, aniónicos o poliiónico) y no iónicos de diversos tipos moleculares, pesos, derivados de varios componentes de la planta (Choque David et al, 2019).

Los compuestos bioactivos de los coagulantes naturales de origen vegetal desestabilizan los coloides a través de los polisacáridos, proteínas, taninos, gomas, alcaloides y mucílagos, aumentando la fuerza iónica, reprimiendo la capa eléctrica, generando repulsión entre partículas coloidales, removiendo los sólidos disueltos (Banchón, et al., 2016, p. 7).

Por lo tanto, el uso de coagulantes orgánicos, especialmente productos naturales (por ejemplo, a base de almidón), puede potencialmente resultar en una mayor disponibilidad de nutrientes en la fracción de sólidos, aumentando su potencial fertilizante. (E Heiderscheidt et al, 2020). El uso de materiales vegetales como coagulantes naturales la eliminación de efluentes residuales se practica comúnmente en estos días. Existe un creciente cuerpo de literatura que reconoce la importancia de coagulantes alternativos que incluyen circonio, *moringa oleífera*, piedra pómez, y nanotubos de carbono entre otros (A.E. Aboubaraka.,2017).

Los procesos de coagulación y floculación son procesos físico químicos que se pueden realizar utilizando un equipo de prueba de jarra que está destinado a simular en una escala numérica un proceso existente o por implementar (J Cavalcanti ,2009).

El método de jarras es una técnica elaborada en el laboratorio, con el fin de establecer la dosis correcta de coagulantes y que tiempo de retención necesita para obtener la mezcla correcta durante el método de coagulación, floculación y sedimentación (Cerón, 2016, p. 75).

Álvarez, T. (2016), utilizo la siguiente ecuación que le permitió evaluar porcentajes de remoción de contaminantes de manera eficiente.

Figura 4

Fórmula para hallar el porcentaje de remoción de SST

$$\% \text{ de remocion} = \frac{(\text{cantidad inicial}) - (\text{cantidad final})}{(\text{cantidad incial})} = 100$$

Fuente: Solenis, 2020

Nath, Mishra y Prakash (2020) mencionan las variedades de plantas que se utilizan como coagulantes naturales, entre ellas tenemos: *Opuntia Ficus Indica* conocida como nopal, es un hidrato de carbono complejo que tiene la capacidad de absorber el agua producida por las plantas. (García Nauto, 2017)

Los cactus son una de las familias de la herbolaria que abundan en Perú, que se

encuentra en todos los pisos altitudinales, en un gran número de variedades. Los cactus son utilizados de formas y aplicaciones muy diferentes, como en clarificación de aguas o como polímero natural. Estos polímeros son complejos en su composición química y están compuestos especialmente por varios tipos de polisacáridos y proteínas. (Choque David et al, 2018)

Usados también como coagulante orgánico, disminuyen la turbidez, demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO) de efluentes residuales de curtiembres, sin embargo, solo unos pocos estudios han investigado el uso de polvo de cactus como coagulante para tratar aguas residuales industriales (Bouaouine ,2017)

Para Boulaadjoul, et al. (2018) las semillas de *Moringa oleífera* deben ser almacenadas a temperatura ambiente, para secarlas, pelarlas, triturarlas y, combinarlas en una solución salina que se agitará por 30 minutos, para finalmente realizar el filtrado al vacío.

III.METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

En la investigación de enfoque cuantitativo se recopilan datos que posteriormente serán analizados numéricamente, a través de predicciones, relaciones, etc. (Cadena-Iñiguez, Pedro et al, 2017). El enfoque de esta investigación es cuantitativo, porque se efectuaron monitoreos antes y después de emplear el coagulante orgánico, para realizar las pruebas estadísticas de análisis de datos se utilizó la metodología analítica.

3.1.1. Diseño de la investigación

El diseño experimental permite al investigador intervenir en una variable y estudiar sus efectos; estos estudios pueden ser aleatorios, es decir, los elementos se agrupan al azar. (Quiroz Gladys, 2017). En la presente investigación se manejaron variables para obtener resultados y describirlos.

3.1.2. Tipo de investigación

La investigación aplicada responde preguntan que son resueltas a través de la práctica, adquiriéndose nuevos conocimientos plasmados mediante objetivos, productos, procedimientos o servicios. (Vargas Zoila,2009). En esta investigación se realizó un diagnóstico a la realidad problemática para resolverla de forma objetiva.

3.2. Variables y operacionalización

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables

USO DE COAGULANTES ORGANICOS PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES EN LA PLANTA PAPELERA SOFTYS CAÑETE 2021					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VI: Coagulantes orgánicos	Su origen es mayormente vegetal y presenta agentes coagulantes activos: carbohidratos, proteínas, taninos. No generan daños ambientales puesto que son biodegradables, a diferencia de los coagulantes inorgánicos. (Gallardo Mónica, 2017)	El coagulante natural será extraído de la semilla de tamarindo, considerando su composición química para realizar las respectivas concentraciones.	Velocidad de agitación	Agitación rápida	rpm
				Agitación lenta	rpm
			Dosis de coagulante	100	mg/l
				200	
				300	
400					
VD : Efluentes Industriales	Son las descargas residuales que se derivan de los procesos industriales, pueden provenir de las purgas de circuitos cerrados o semi-cerrados de la refrigeración, de recirculación de aguas de procesos, limpieza de equipos, etc.; se evacúan a cualquier destino fuera de la industria. (James R. et al.2015).	Para el tratamiento de efluentes industriales de la planta papelera Softys, se evaluará como indicador los parámetros físicos antes y después del tratamiento.	Parámetros físicos	Temperatura	°C
				SST	mg/l
				Turbidez	NTU
			Parámetros químicos	pH	0 - 14
				DBO	mg/l
DQO	mg/l				

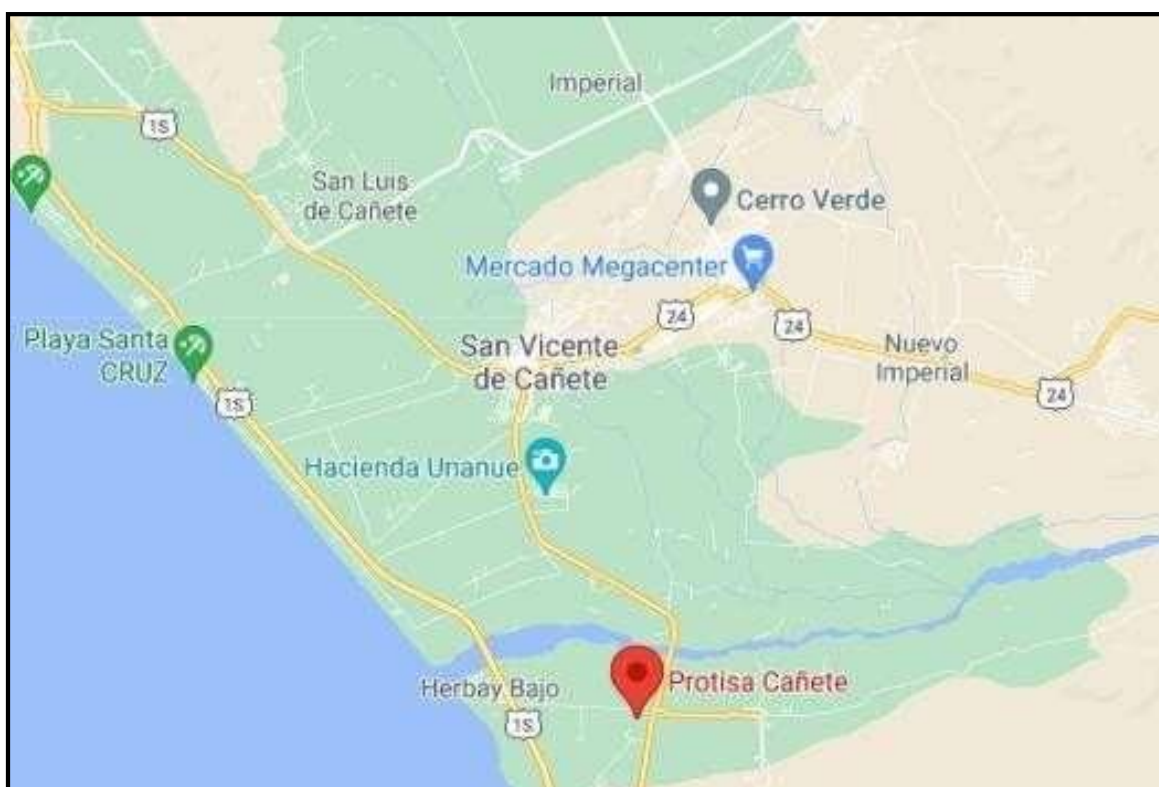
3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Una población es el conjunto de elementos de características que se desea conocer en una investigación. (López Pedro, 2014). La población serán las muestras de efluente industrial de la planta papelera Softys, ubicada en el distrito de San Vicente de Cañete, Provincia de Cañete en el Departamento de Lima.

Figura 5

Ubicación geográfica de planta Softys Cañete



Fuente: Google Maps, 2021

3.3.2. Muestra

Es un subconjunto o porción del total donde se realizará la investigación, la muestra es un fragmento característico de la población (López Pedro, 2014).

La muestra fue tomada de la planta papelera Softys, una cantidad de 50 litros de efluentes de proceso, los cuales fueron para el análisis de laboratorio con pruebas de jarras y 1 litro por requerimiento del laboratorio especializado, para el análisis de los parámetros iniciales.

3.3.3. Muestreo

El muestreo no probabilístico permite que el investigador seleccione una muestra en base a su juicio, este método no es muy estricto y depende netamente del investigador. (Ochoa, C. ,2015). Para esta investigación se utilizó el muestreo no probabilístico por conveniencia.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

Se utilizó la técnica observacional por ser de diseño experimental en cual los investigadores pueden manejar la variable, para poder monitorear las variaciones que se presenten en los efluentes industriales después del tratamiento con los diferentes coagulantes en distintas dosis.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Se utilizaron las fichas de registro (Anexo N° 01) la primera ficha servirá para recoger datos de los efluentes industriales antes del tratamiento de coagulación y la segunda ficha (Anexo N° 02) servirá para evaluar la aplicación de los diferentes coagulantes orgánicos. Así mismo los equipos e instrumentos utilizados están descritos en la tabla siguiente:

Tabla 2

Instrumentos para recolectar datos

Equipos e Instrumentos	Reactivos	Insumos Químicos
Turbidímetro	Coagulante de <i>Moringa Oleífera</i>	Cloruro de sodio
Balanza Digital	Coagulante de <i>Opuntia Ficus</i>	Hidróxido de sodio
Test de Jarra	Coagulante de <i>Vicia Faba</i>	Agua destilada
PH metro	Coagulante de <i>Solanum Tuberosum</i>	Agua estéril

3.4.3. Validez y confiabilidad

Los instrumentos que serán aplicados en esta investigación han sido evaluados y aprobados por 03 profesionales colegiados y con conocimiento en el tema para que se cumpla con los requisitos de validación. (Anexo N° 01 y N°02) (Anexo N° 03)

La confiabilidad estará representada por el certificado de calibración y operatividad de los equipos así mismo el certificado del laboratorio donde se analizará las muestras. (Anexo N° 04)

Tabla 3
Instrumentos

Equipos de Instrumentos	Breve descripción del equipo	Utilidad en la investigación	Foto
Tubímetro	Miden la turbidez, evaluando la calidad de las aguas y determinando el nivel de transparencia de los líquidos.	Permitirá saber nivel de turbidez, antes y después de realizar el tratamiento con los coagulantes.	Anexo4
Balanza digital	Permite el peso y medida para la masa de los objetos, estos rangos son de alta precisión.	Permitirá controlar la preparación de los coagulantes, así como calcular los sólidos de los efluentes	Anexo4
Test de jarra	Es un ensayo de laboratorio que permite simular las condiciones en las que se realizan los procesos: oxidación química, coagulación, floculación y sedimentación.	La prueba de jarras nos permite determinar la dosis más efectiva de los coagulantes así como la velocidad de agitación adecuada.	Anexo4

PH metro	<p>Permite medir el pH de las aguas, la alimentación, la tierra con fines agrícolas, etc. Estos valores conforman una escala que miden la cantidad de iones de hidrógeno que forman parte de la solución que se ha analizado.</p>	<p>Permitirá conocer la base del coagulante así como del efluente sea ácido o alcalino.</p>	Anexo4
----------	---	---	--------

3.5. Procedimientos

Para la presente investigación se tomara dos muestras de efluentes, la primera será de los efluentes aceptados de la clarificación primaria y la segunda muestra será tomada después del tratamiento con el coagulante orgánico elegido, tanto como la primera y la segunda muestra de aguas residuales serán llevados a un laboratorio especializado, para la identificación de la muestra serán etiquetadas teniendo en cuenta: código, responsable, dirección, teléfono, muestreo, fecha, hora, parámetro requerido y temperatura. (Anexo N° 04)

Una vez obtenido los resultados de los análisis de las muestras seleccionadas comparamos la influencia del uso de coagulantes orgánicos para el tratamiento de efluentes residuales industriales generadas en la papelera Softys Cañete.

Para determinar el mejor coagulante orgánico de las 04 muestras que teníamos, se realizó ensayos de coagulación y floculación en test de jarras con muestras de efluentes industriales generados en la planta papelera, seguidamente se comparó los resultados con diferentes concentraciones y diferentes velocidades de agitación.

Asimismo, para la preparación de los coagulantes se seguirá los siguientes pasos:

- Selección del material: se seleccionó la cantidad del producto natural que se desea sea evaluado como coagulante, posteriormente, se depositó el material en un recipiente para verificar su estado y rotularlo; si es que es

necesario se quita la cáscara para desinfectarlo y filtrarlo con la finalidad de eliminar impurezas.

- Preparación: tras la selección de los productos (semillas, hojas, raíces), se molerán para obtener un polvo fino.
- Preparación de la solución madre: se vierte en un recipiente de vidrio 1 Lt. de cloruro de sodio, allí se disuelve 50 gr del producto molido; con esta mezcla se extraerán los metabolitos secundarios que presentan actividad coagulante.
- Separación de grasas y aceites: se agrega etanol industrial al 95% para separar grasas y aceites, para esto se disuelve 50 gr de la solución madre, por cada 200 ml de etanol; luego, se agita la solución a 130 rpm durante dos minutos para finalmente filtrarlo.
- Obtención del coagulante: el proceso de filtrado permitirá obtener el coagulante y quedando en el filtro las grasas y aceites; el producto que se obtiene tras ello es la sustancia coagulante que deberá preservarse en temperaturas frías.

Figura 6
Preparación de coagulantes

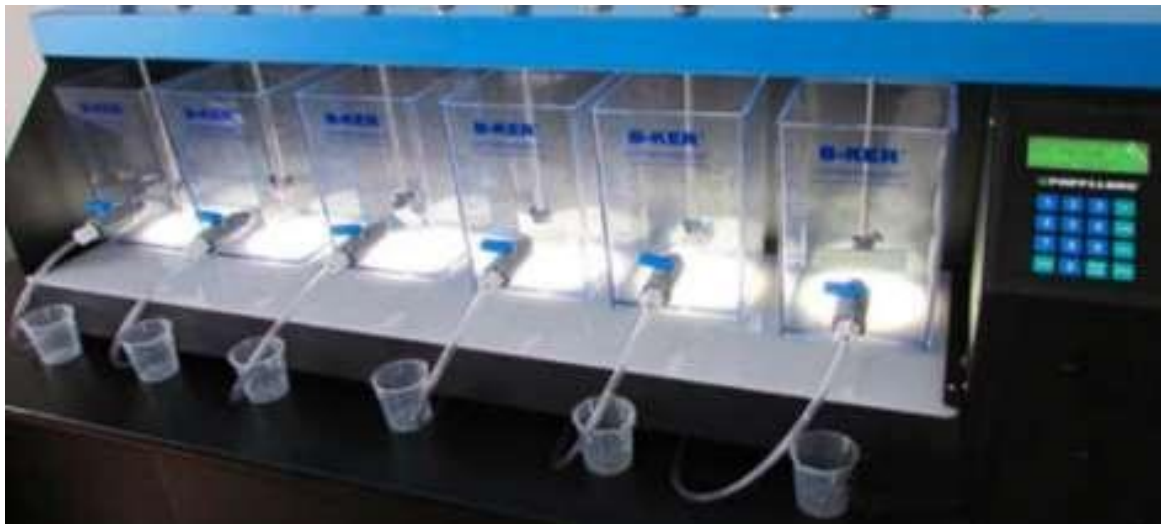


A continuación, se desarrollará la prueba de jarras ya que es el método más utilizado en escala de laboratorio para la simulación del proceso de coagulación — floculación y en la obtención de la dosis óptima, a continuación, se seguirán los siguientes pasos:

Para este procedimiento se utilizará cuatro jarras de capacidad de 1 litro, se procederá a pesar en la balanza analítica y luego añadir el coagulante en la concentración a comparar en cada jarra de 1 litro, luego se colocará a velocidad rápida de 100 rpm con un tiempo de 10 minutos y a velocidad lenta de 30 rpm con un tiempo de 20 minutos. El tiempo de sedimentación para los floc en un tiempo de 15 minutos. Una vez culminado el procedimiento para cada repetición se tomarán los parámetros de turbidez y sólidos suspendidos.

Figura 7

Equipo de prueba de jarras



3.6. Método de análisis de datos

Se utilizó la estadística descriptiva e inferencial, a través del software Microsoft Excel; para el análisis de los datos recolectados se utilizó la estadística, los resultados fueron plasmados a través de tablas y figuras.

La estadística descriptiva permite formular recomendaciones para expresar los resultados a través de tablas o gráficos y posteriormente ser interpretados (Rendón Mario et al ,2016).

Las tablas son matrices de datos que permiten expresar las cifras exactas obtenidas en un proceso de medición. Se componen por el título, el cuerpo y los acotamientos (Rendón Mario et al ,2016).

3.7. Aspectos éticos

En el proceso de investigación se respetó el derecho de autoría y autenticidad, referenciando a los autores que han sido utilizados como fuentes.

Se actúa de manera ética y legal, usando la información recolectada netamente con fines académicos en cumplimiento a la norma ISO690.

Se realiza el trabajo en cumplimiento estricto de la normativa de la Universidad César Vallejo.

IV. RESULTADOS

4.1. Caracterización de los parámetros iniciales del efluente industrial

Los datos obtenidos fueron analizados de una muestra de efluente industrial, siendo los resultados los siguientes:

Se resalta que el efluente muestreado se encontraba en condición normal de proceso.

Tabla 4

Parámetros físicos iniciales de efluente industrial

PARAMETROS FISICOS DEL EFLUENTE INDUSTRIAL			
	TURBIDEZ	SST	TEMPERATURA
	NTU	Mg/l	°C
	1020	1960	30.5

Tabla 5

Parámetros químicos iniciales de efluente industrial

PARAMETROS QUIMICOS DEL EFLUENTE INDUSTRIAL			
	PH	DQO	DBO
	0-14	Mg/l	Mg/l
	7.61	17.5	39.3

Los parámetros químicos de DQO y DBO fueron obtenidos por análisis de laboratorio externo acreditado por INACAL. (Anexo N° 6)

4.2. Determinación de resultados a nivel prueba de jarras}

En este procedimiento experimental se utilizó diferentes concentraciones de los coagulantes orgánicos a un mismo nivel de velocidad de agitación rápida y agitación lenta por un tiempo de 10 minutos y 30 minutos respectivamente. Se muestran resultados y se compara la remoción de turbidez la cual se calcula con la siguiente fórmula:

Figura 8

Fórmula para determinar remoción de turbidez

$$\% \text{ de remoción} = \frac{(T_0) - (T_{f-1h})}{T_0} \times 100$$

Fuente: Solenis, 2020

4.2.1. Moringa Oleífera

Tabla 6

Pruebas de Jarras de Moringa oleífera con diferentes concentraciones para determinar turbidez

MUESTRAS	M1	M2	M3	M4
Concentración	100mg/l	200mg/l	300mg /l	400mg /l
Velocidad de Agitación(RPM)	100-30	100-30	100-30	100-30
Turbidez Inicial (NTU)	1025	1040	1021	1012
Turbidez Final (NTU)	15.7	18.6	25.6	22.9
% de Remoción de Turbidez	98.47%	98.21%	97.49%	97.74%

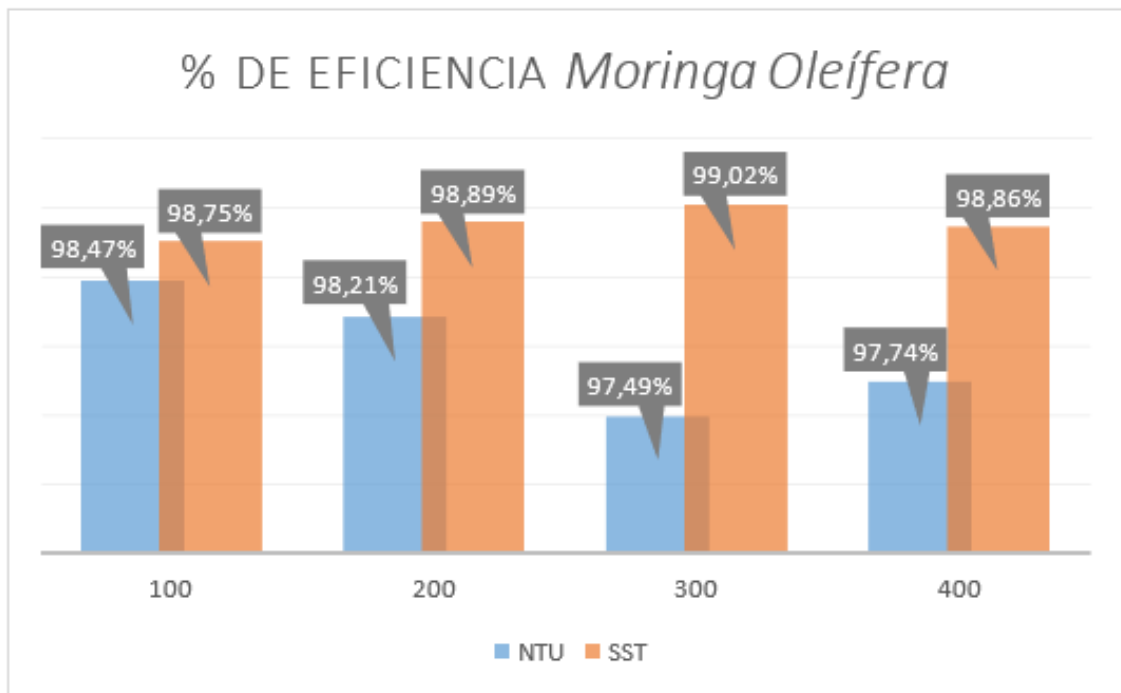
Tabla 7

Pruebas de Jarras de Moringa oleífera con diferentes concentraciones para determinar SST

MUESTRAS	M5	M6	M7	M8
Concentración	100mg/l	200mg/l	300mg /l	400mg/l
Velocidad de Agitación(RPM)	100-30	100-30	100-30	100-30

Sst Inicial (mg/l)	1920	1905	1950	1945
Sst Final (mg/l)	24	21	19	22
% de Remoción de Sst	98.75%	98.89%	99.02%	98.86%

Gráfico 1
Porcentaje de eficiencia de moringa oleífera



Según los resultados la muestra 1 tiene 98.47% de remoción de turbidez y 98.75% de remoción de sólidos, la muestra 2 arrojó resultado en remoción de turbidez de 98.21% y remoción de sólidos de 98.89%, la muestra 3 dio como resultado en remoción de turbidez un 97.49% y en remoción de sólidos 99.02%, por último, la muestra 4 se obtuvo un 97.74% en remoción de turbidez mientras en remoción de sólidos 98.86%.

4.2.2. Solanum tuberosus

Tabla 8

Pruebas de Jarras de Solanum tuberosus con diferentes concentraciones para determinar turbidez

MUESTRAS	M1	M2	M3	M4
Concentración	100mg/l	200mg/l	300mg/l	400mg/l
Velocidad de Agitación(RPM)	100-30	100-30	100-30	100-30
Turbidez Inicial (NTU)	1013	1029	1062	1048
Turbidez Final (NTU)	14.8	13.53	14.5	15.2
% de Remoción de Turbidez	98.53%	98.68%	98.63%	98.54%

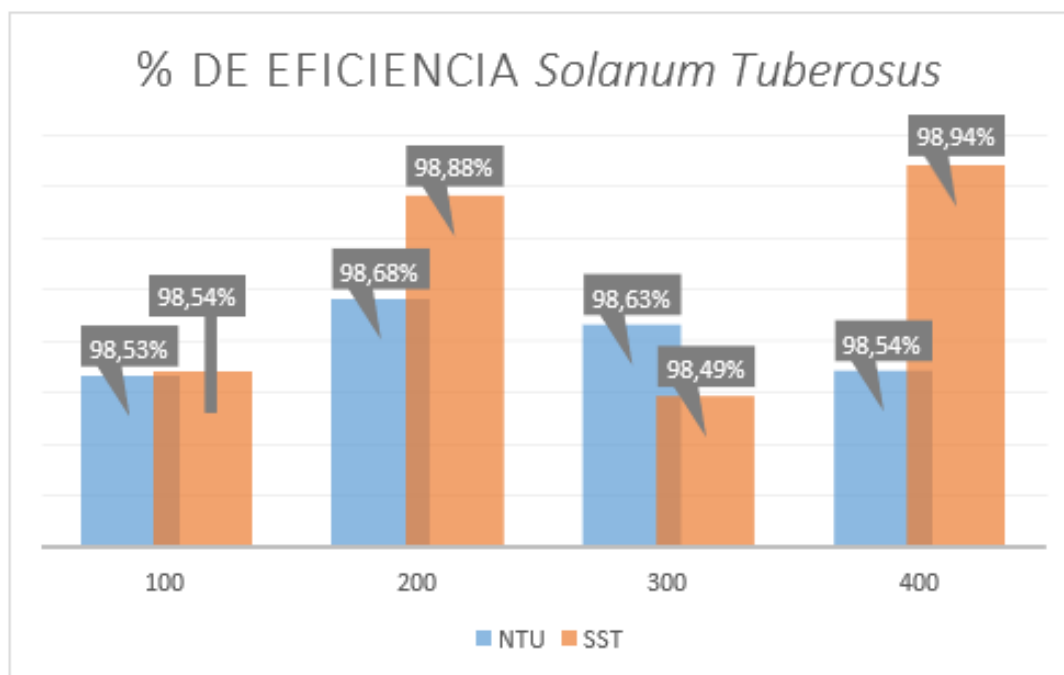
Tabla 9

Pruebas de Jarras de Solanum tuberosus con diferentes concentraciones para determinar SST

MUESTRAS	M5	M6	M7	M8
Concentración	100mg/l	200mg/l	300mg/l	400mg/l
Velocidad de Agitación(RPM)	100-30	100-30	100-30	100-30
Sst Inicial (mg/l)	1920	1945	1932	1984
Sst Final (mg/l)	28	23	29	21
% de Remoción de Sst	98.54%	98.88%	98.49%	98.94%

Gráfico 2

Porcentaje de Eficiencia *Solanum tuberosus*



Según los resultados la muestra 1 tiene 98.53% de remoción de turbidez y 98.54% de remoción de sólidos, la muestra 2 arrojó resultado en remoción de turbidez de 98.68% y remoción de sólidos de 98.88%, la muestra 3 dio como resultado en remoción de turbidez un 98.63% y en remoción de sólidos 98.49%, por último, la muestra 4 se obtuvo un 98.54% en remoción de turbidez mientras en remoción de sólidos 98.94%.

4.2.3. *Opuntia ficus*

Tabla 10

Pruebas de Jarras de Opuntia ficus con diferentes concentraciones

MUESTRAS	M1	M2	M3	M4
Concentración	100mg/l	200mg/l	300mg/l	400mg/l
Velocidad de Agitación (RPM)	100-30	100-30	100-30	100-30
Turbidez Inicial (NTU)	1036	1043	1028	1055

Turbidez Final (NTU)	16.1	14.8	13.4	15.8
% de Remoción de Turbidez	98.43%	98.58%	98.71%	98.50%

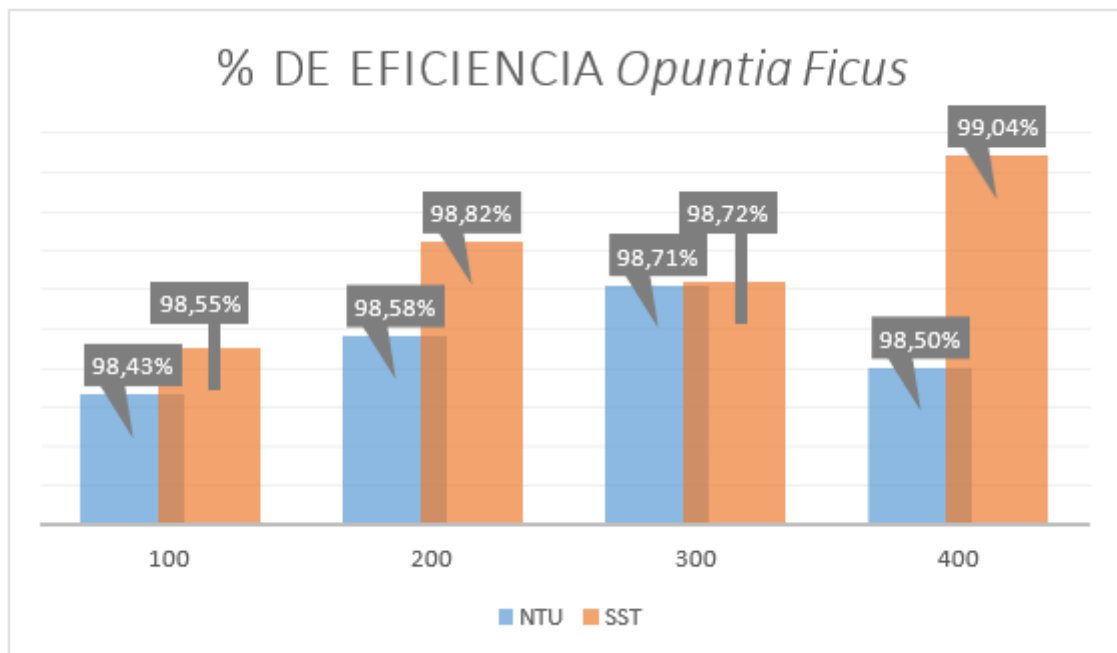
Tabla 11

Pruebas de Jarras de Opuntia ficus con diferentes concentraciones

MUESTRAS	M5	M6	M7	M8
Concentración	100mg/l	200mg/l	300mg/l	400mg/l
Velocidad de Agitación (RPM)	100-30	100-30	100-30	100-30
Sst Inicial (mg/l)	1928	1942	1956	1982
Sst Final (mg/l)	27	24	25	19
% de Remoción de Sst	98.55%	98.82%	98.72%	99.04%

Gráfico 3

Porcentaje de Eficiencia Opuntia Ficus



Según los resultados la muestra 1 tiene 98.43% de remoción de turbidez y 98.55% de remoción de sólidos, la muestra 2 arrojó resultado en remoción de turbidez de 98.58% y remoción de sólidos de 98.82%, la muestra 3 dio como resultado en remoción de turbidez un 98.71% y en remoción de sólidos 98.72%, por último, la muestra 4 se obtuvo un 98.50% en remoción de turbidez mientras en remoción de sólidos 99.04%.

4.2.4. Vicia faba

Tabla 12

Pruebas de Jarras de Vicia faba con diferentes concentraciones

MUESTRAS	M1	M2	M3	M4
Concentración	100mg/l	200mg/l	300mg/l	400mg/l
Velocidad de Agitación (RPM)	100-30	100-30	100-30	100-30
Turbidez Inicial (NTU)	1054	1042	1054	1085
Turbidez Final (NTU)	16.8	14.5	15.2	18.1
% de Remoción de Turbidez	98.40%	98.61%	98.56%	98.34%

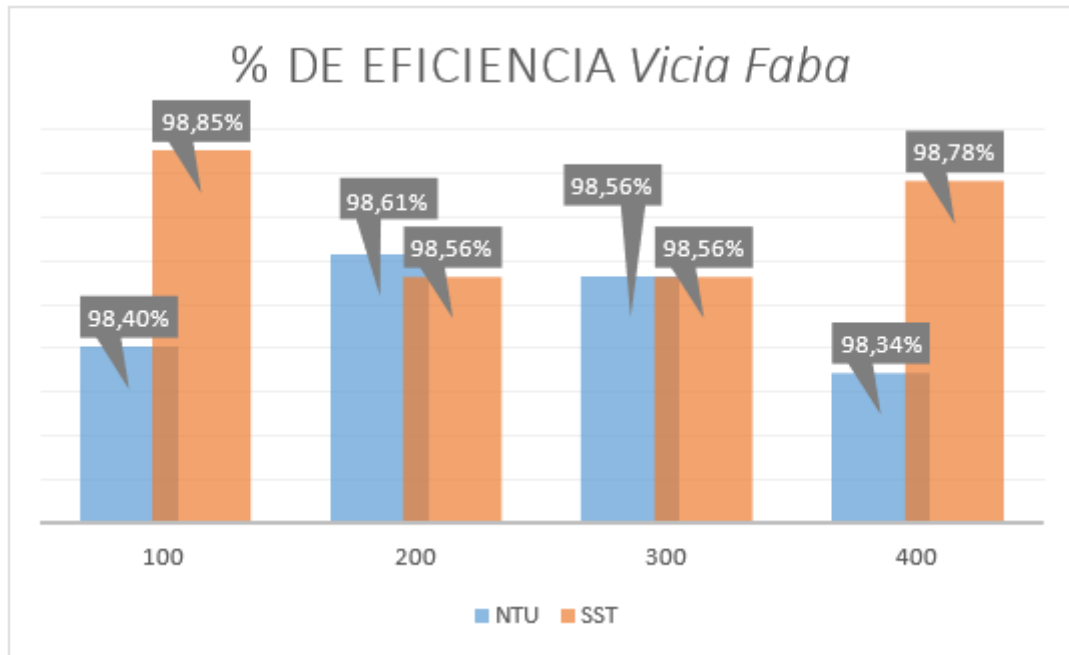
Tabla 13

Pruebas de Jarras de Vicia faba con diferentes concentraciones

MUESTRAS	M5	M6	M7	M8
Concentración	100mg/l	200mg/l	300mg/l	400mg/l
Velocidad de Agitación (RPM)	100-30	100-30	100-30	100-30
Sst Inicial (mg/l)	1928	1946	1945	1964
Sst Final (mg/l)	22	28	28	24

% de Remoción de Sst	98.85%	98.56%	98.56%	98.78%
----------------------	--------	--------	--------	--------

Gráfico 4
Porcentaje de Eficiencia Vicia Faba



Según los resultados la muestra 1 tiene 98.40% de remoción de turbidez y 98.85% de remoción de sólidos, la muestra 2 arrojó resultado en remoción de turbidez de 98.61% y remoción de sólidos de 98.56%, la muestra 3 dio como resultado en remoción de turbidez un 98.56% y en remoción de sólidos 98.56%, por último, la muestra 4 se obtuvo un 98.34% en remoción de turbidez mientras en remoción de sólidos 98.78%.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo a la prueba de laboratorio realizada con el coagulante de *Solanum tuberosus* a una concentración de 200 mg/l se obtuvo una remoción de 13,5 NTU a diferencia del autor Chama Cabana, J. R. (2017) que obtuvo resultados que le permitieron establecer, que la concentración óptima del coagulante *Solanum tuberosus* es 133,0 mg/l lográndose remover el parámetro turbidez de 6,3 NTU. Asimismo, el autor indica que obtuvo con 133,0 mg/l de *Solanum tuberosus* un mejor resultado ya que con 597,0 mg/l de policloruro de aluminio, se logró la turbidez de 7,8 NTU. Por otro lado, el autor Surco, R. et al. (2020) nos indica que con una dosis de 27.5 mg/L de sulfato de aluminio y 15 mg/L de coagulante de almidón de la variedad depapa Imilla Negra, se logró una remoción promedio de 1.71 UNT.

Según el autor Maldonado, (2018) obtuvo en su investigación una remoción de 125 Pt/Co del color inicial a 70 Pt/Co y 22,81 UNT a 10,37 UNT de su turbidez al ser aplicado 300 mg/l del coagulante de *Solanum tuberosus* en aguas de la quebrada Jeringuilla, en nuestra investigación obtuvimos a nivel laboratorio una remoción de turbidez de 29 NTU, esto debido a la diferencia de cargas que existen en un efluente de manantial y un efluente industrial.

De acuerdo a la prueba de laboratorio realizada con el coagulante de *Opuntia ficus* se obtuvo una eficiencia de remoción de 98% de sólidos sedimentales con respecto a efluentes industriales, por otro lado, el autor Manrique, J y González, H. (2012), realizó en su investigación pruebas de jarras con el coagulante de la tuna (*Opuntia ficus indica*) en el cual se observó su rendimiento para la remoción de la turbidez y color de las aguas crudas, reduciendo un 65% en sedimentos. Asimismo, el autor Gabino, R. (2018) como resultados comprobó la efectividad de este coagulante evidenciando remoción de SST y turbidez después de la etapa de sedimentación. Obteniendo remoción de SST en el 65% y turbidez por encima del 91% con la *Opuntia ficus indica*, en esta investigación se obtuvo una remoción del 98% de la turbidez del efluente industrial.

De acuerdo a la prueba de laboratorio realizada con el coagulante de *Vicia faba* se obtuvo una remoción del 98.3 % para turbidez y 98.7 % de SST, para el autor Henry

Huaroma (2018) en su investigación obtuvo una mayor eficiencia de remoción del 92.71% hasta un 97.63% mediante el uso del coagulante *Vicia faba* así mismo observo también una remoción mínima de otros parámetros. Esto evidencia la capacidad de la *Vicia faba* como clarificante ya que se obtiene altos niveles de remoción.

De acuerdo a la prueba de laboratorio realizada con el coagulante de *Moringa oleífera* se obtuvo una eficiencia de remoción de sólidos totales al 98% con una concentración de 200 mg/l. Para el autor MERA, C. et al. (2017) el uso de la *Moringa oleífera* como coagulante en la potabilización de las aguas con una concentración de 20 mg/L se obtuvo el valor de 10 mg/L sólidos totales con un 70% de eficiencia, esta diferencia de concentración y eficiencia tiene una proporción directa a la cantidad de contaminantes del efluente.

Asimismo, para el autor Turcios, E. et al. (2017) con la aplicación del coagulante orgánico a base de polvo de semilla de *Moringa*, la remoción real promedio por 30 minutos es de 23 % en la turbidez y 20 % en la sedimentación, mientras que a los 60 minutos estos porcentajes alcanzan una remoción de 27 % y 28 % respectivamente. Por lo contrario, los datos obtenidos en esta investigación, fue de 98.5% y sólidos 99.1% a una concentración de 200 y 300 mg/l respectivamente con coagulante de polvo de semilla de *moringa*.

VI. CONCLUSIONES

Tras el proceso de investigación y el análisis e interpretación de los resultados obtenidos, se redactaron las siguientes conclusiones:

- Se determinó que de los 04 coagulantes orgánicos utilizados en este proyecto de investigación el que brindó mejores resultados fue el coagulante, de la semilla de *Opuntia Ficus*, por su amplia capacidad de remoción de turbidez y formación de flocs en el efluente industrial.
- Se determinó en esta investigación que la dosis adecuada del coagulante de *Opuntia Ficus* es de 400 mg/l donde se obtuvo mejor tiempo de sedimentación y óptima formación de flocs.
- Se determinó que el coagulante de *opuntia ficus* tiene alta capacidad de clarificación ya que obtuvo un 98.50% en remoción de turbidez, con una turbidez de ingreso de 1055 NTU y después de la aplicación del coagulante 15.8 NTU.
- Se determinó que la velocidad óptima de agitación para la mejor eficiencia del coagulante de *opuntia ficus* fue en velocidad rápida de 120 rpm (revoluciones por minuto) durante 10 minutos, y velocidad lenta de 25 rpm (revoluciones por minuto) durante 20 minutos.
- Se determinó que el coagulante de *opuntia ficus* tiene alta capacidad de sedimentación ya que obtuvo un 99.04% en remoción de sólidos, con un ingreso de sólidos de 1982 ppm y después de la aplicación del coagulante 19 ppm.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a lo obtenido en el presente estudio de investigación sobre el uso de coagulantes orgánicos se considera las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda el uso de coagulantes orgánicos como una alternativa para el tratamiento de efluentes industriales, en vista que los resultados en las pruebas indicaron una muy buena eficiencia en la remoción de turbidez y SST, muy semejantes a los coagulantes convencionales usados en la actualidad por las industrias.
- Llevar a cabo más estudios de investigación a fin de recabar más información detallada sobre los demás beneficios del uso del coagulante orgánico *Opuntia ficus* en el proceso de tratamiento de efluentes industriales. Ya que el coagulante orgánico posee la capacidad de remover con mayor eficiencia los parámetros de turbidez y remoción de sólidos totales.
- Comparar el uso del coagulante orgánico de *Opuntia ficus* con otros tipos de coagulantes convencionales inorgánicos a fin de validar su eficiencia en diferentes industrias.

REFERENCIAS

- "ANA. PLAN NACIONAL DE RECURSOS HIDRICOS DEL PERÚ [en línea] diciembre diciembre 2013 n°1 [10 de julio 2021].
Disponble en
<http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/plannacionalrecursoshidricos2013.pdf>"
- "ANIMA ADEDOJA, Owodunni y SUZYLAWATI, Ismail. 2021. Revolutionary technique for sustainable plant-based green coagulants in industrial wastewater treatment—A review. *Journal of Water Process Engineering*. [En línea] 2021.[Citado 02 de 07 de 2021.]
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214714421001835>."
- "BANCHON, Carlos y otros 2016. Coagulación natural para la descontaminación de efluentes industriales Enfoque UTE [en línea]. 2016, vol.7, pp. 111-126. [04 de julio de 2021].
<http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422016000400111&nrm=iso > ISSN: 1390-6542"
- BATISTA Emilianny Rafaely. Effect of oil extraction on the composition, structure, and coagulant effect of *Moringa oleifera* seeds. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. 2021, vol. 279, pp. 123902. [04 de julio de 2021]. <www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620339470>. ISSN: 0959 6526.
- BOUAQUINE, Omar, y otros. 2017. Comparative study between Moroccan cactus and chemicals coagulants for textile effluent treatment. *Journal of Materials and Environmental Science*. [En línea] 2017. [04 de julio de 2021.]
<https://www.researchgate.net/publication/316668561_Comparative_study_between_Moroccan_cactus_and_chemicals_coagulants_for_textile_effluent_treatment> ISBN: 2687-2693.

BRAVO, Milagros y GUTIÉRRES, Jorge Luis. 2016. Remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas del río Polvo en Otuzco empleando semillas de *Caesalpinia spinosa* (tara). Repositorio de la Universidad Nacional de Trujillo. [En línea] 2016. [4 de julio de 2021.] <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3275/BravoGuerrero_M%20-%20GutierrezLopez_J.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

"CARRASQUERO, Sedolfo, y otros. 2017. Efectividad de coagulantes obtenidos de residuos de papa (*Solanum tuberosum*) y plátano (*Musa paradisiaca*) en la clarificación de aguas. Revista Facultad de Ciencias Básicas. [En línea] 2017. Vol.13 Núm. 2 [2 de julio de 2021.] <<https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/1941>>. ISSN: 1900 -4699>"

CARRERA, Julián y SUAREZ, María Eugenia. Aguas residuales industriales en Iberoamérica [en línea]. España: 2019 [28 de diciembre de 2020]. <<http://triton-cyted.com/wp-content/uploads/2019/10/LibroAguas-industriales-Iberoamerica.pdf>> ISBN: 978-84-09-13405-2.

Católica Santa María. [En línea] 11 de setiembre de 2017. [4 de julio de 2021.] <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/6664>

CERON, I., & GARZON, N. (2015). Evaluación de la semilla de *Moringa oleifera* como coadyudante en el proceso de coagulación para el tratamiento de aguas naturales del río Bogotá en su paso por el municipio de Villapinzón, Cundinamarca. Bogotá D.C

"CÉSPEDES, Genovés. 2016. Control de los procesos de clarificación y tratamiento biológico en la industria del papel tissue. Repositorio UPN. [En línea] 2016. [Citado el: 4 de 06 de 2021.] https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10752/T055_17562452_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y."

CHAMA, Jenny. En su trabajo de investigación titulado: Evaluación del poder coagulante del almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y el policloruro de aluminio para la remoción de la turbidez al ingreso de las aguas de la

planta de tratamiento Samegua, Moquegua 2016. (Tesis de grado).
Universidad José Carlos Mareategui. Perú.2017.

<http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/ujcm/202>

CHÁVEZ, Janeth. En su trabajo de investigación titulado: “Eficiencia del Coagulante a base de Huaraco (*Austrocylindropuntia floccosa*) en la disminución de la turbiedad en las aguas de la laguna Yanacocha — Pasco. (Tesis de grado). Universidad César Vallejo, Perú. 2016.
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/885>

CHOQUE, David, y otros. 2018. Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua. Scielo. [En línea] 2018. [04 de julio de 2021.]
Disponible
en:<http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2224-61852018000200008&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2224-6185.

CÓRDOVA, Estefany. 2018. Eficiencia del *Aloe barbadensis miller* en la reducción de Turbidez, Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Coliformes Totales en aguas residuales del matadero de aves “San Francisco” -Comas 2018. Repositorio UCV. [En línea] 2018. [05 de julio de 2021.]
<https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/18339/C%20c3%20b3r%20dova_FEF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

DE GISI, Sabino y NOTARNICOLA, Michele. Encyclopedia of Sustainable Technologies. Industrial Wastewater Treatment [en línea]. Oxford: Elsevier, 2017 [05 de enero de 2021].
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124095489101678>>ISBN:978-0-12-804792-7

DORCA DOS SANTOS, jordana, et al. 2018. Use of different coagulants for cassava processing wastewater treatment. Journal of Environmental ChemicalEngineering. [En línea] abril de 2018. p. 1821 [02 de julio de 2021.]
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343718301118>>

- ESPINOZA, Freire y TOSCANO, Ruíz. Metodología de Investigación Educativa y Técnica [en línea]. Ecuador: 2015 [fecha de consulta: 8 de enero de 2021]. Disponible en: ISBN: 978-9978-316-47-4.1
- FERIA, J., BERMUDEZ, S., & ESTRADA, A. (2014). Eficiencia de la semilla Moringa Oleífera como coagulante natural para la remoción de la turbidez del río Sinú. Producción + Limpia, 7-9.
- FERREIRA, Masía, et al. Extraction and use of *Cereus peruvianus* cactus mucilage in the treatment of textile effluents. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. [En línea] octubre de 2016. Vol. 67, p. 174 - 183 [05 de julio de 2021.] <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1876107016302267>>. ISSN 1876-1070.
- GUZMÁN, Luis; VILLABONA, Ángel, TEJADA, Candelaria y GARCÍA, Rafael. Reducción de la turbidez del agua usando coagulantes naturales: una revisión. Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica. 16(1): 253-262, 2013. ISSN: 0123-4226
- HODAIFA, Gassan, et al. 2019. Chapter 10 - Green techniques for wastewaters. Interface Science and Technology. [En línea] 23 de agosto de 2019. Vol 30 p. 217- 240 [02 de julio de 2021.] <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128141786000108>> ISBN: 1573-4285.
- HOYOS ARIAS, A. 2016. Tratamiento de aguas residuales de una central de sacrificio: Uso del polvo de la semilla de la m. Oleífera como coagulante natural. [En línea] 30 de noviembre de 2016. [4 de junio de 2021] <<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v15nspe/v15nspea04.pdf>>.
- JAIMES, Norma. 2016. EFICIENCIA DEL COAGULANTE NATURAL *Opuntia ficus indica* (L.) Miller CON UN SISTEMA DE FILTRACION PARA LA REMOCIÓN DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS Y BIOLÓGICOS EN EL AGUA RESIDUAL DOMESTICA DEL CENTRO URBANO HORNILLOS, ANCASH 2016. Repositorio UCV. [En línea] 2016. [06

de julio de 2021.]
<https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/841/Jaimes_PNZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

KUKIC, Dragana, y otros. 2018. Application of natural coagulants extracted from common beans for wastewater treatment. Electronic Journal of the Faculty of Civil Engineering Osijek-e-GFOS. [En línea] 2018. [04 de julio de 2021.] Disponible en: <<https://hrcak.srce.hr/202987>>. DOI : 10.13167/2018.16.7.

LARIOS, Fernando, GONZALES, Carlos y MORALES, Yennyfer. Las aguas residuales y sus consecuencias en <<https://www.usil.edu.pe/sites/default/files/revista-saber-y-hacerv2n2.2-1-19set16-aguas-residuales.pdf>>el Perú [en línea]. Perú: 2015 [fecha de consulta:05 de enero de 2021]. Disponible en: ISBN: ISSN 2311 – 7613.

LASTEROS, Irving y MEJIA, Elizabeth. Revisión Sistemática de la Aplicación de Coagulantes Naturales de Origen Vegetal en el Tratamiento de Aguas Residuales Industriales, 2020. Repositorio UCV. [En línea] 2020. [26 de junio de 2021.] <https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60351/Lasteros_P_I-Mejia_QE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

LORENZO ACOSTA, Yaniris. Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación-floculación. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, 2006, 40 (2): 10-17.

MALDONADO, Arnold. En su trabajo de investigación: “Aplicación del clarificante de origen natural (almidón de yuca) para la remoción de la turbidez y color en aguas de consumo humano quebrada Juninguillo — La Mina, Moyobamba — San Martín”. (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Martín, Perú. 2018. <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/3%201ahua>

MARTIN, C [et al]. Potenciales aplicaciones de Moringa Oleifera. Una revisión crítica. Pastos y Forrajes [en línea]. 2013, vol.36, n.2 [11 de mayo de 2017],

pp. 137-149. <file:///C:/Users/Administrador/Downloads/289-Texto%20del%20art%C3%ADculo-289-1-10-20140915.pdf> ISSN 0864-0394

MARTINEZ, Jasser y GONZALES, Luis. En su trabajo de investigación: Evaluación del poder coagulante de la tuna (*Opuntia ficus indica*) para la remoción de turbidez y color en aguas crudas. (Tesis de grado). Universidad de Cartagena. Colombia. 2014. Logra determinar que: <http://0TURBIDEZ%20Y%20COLOR%20EN%20AGUAS%20CRUDAS..pdf>

MERA, Carlos y GUTIÉRREZ, Madeleine. 2013. Potenciales aplicaciones de *Moringa Oleifera*. Una revisión crítica. Pastos y Forrajes. [En línea] 2013. [20 de junio de 2021.] <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-0864-0394>. ISSN 0864-0394.

METHNENI, Nosra, et al., 2020. Assessment of natural coagulants to remediate Tunisian textile wastewater by combining physicochemical, analytical, and toxicological data. National library of medicine. [En línea] noviembre de 2020. [4 de julio de 2021.] <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32656751/10.1007/s11356-020-10000-1>>

METHNENI, Nosra, y otros. 2020. Assessment of natural coagulants to remediate Tunisian library of medicine. [En línea] noviembre de 2020. [4 de julio de 2021.] <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32656751/10.1007/s11356-020-10000-1>>

MOSCOSO, Luis. En su trabajo de investigación: Uso de almidón de yuca como sustituto del sulfato de aluminio en el proceso de coagulación-floculación en sistemas de tratamiento de agua para potabilización. (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos. Guatemala. 2015. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0462_MT.pdf

MOSCOZO Barrios, Luis. Uso de Almidón de yuca como sustituto del Sulfato de Aluminio en el proceso de coagulación-floculación en el sistema de

tratamiento de aguas para potabilización. Tesis (Maestro en Ingeniería Sanitaria). Guatemala: Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, 2015. 63 p.

PINTO, Lucia. 2017. Evaluación y Comparación de la Efectividad del Uso de Floculantes Naturales Aloe Vera (Sábila) y Opuntia Ficus-indica (Nopal/Tuna) y Orgánicos (Ferrocryl® y Chemlok 2040 ®) en el Tratamiento de Aguas Residuales del Proceso de Teñido de la Empresa Franky y Ricky S.A. Repositorio Universidad

RESTREPO, Hernán. En su trabajo de investigación titulado: Evaluación del proceso de coagulación — floculación de una planta de tratamiento de agua potable. (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, 2009. http://www.bdigital.unal.edu.co/8/15372239_2009.pdf

RIVERA, Roger. En su trabajo de investigación titulado: Eficiencia de coagulante natural obtenidos de yuca (Manihot Esculenta) y plátano (Musa Paradisiaca) para remover turbidez y Escherichia Coli del riachuelo 50 Santa Perené Chanchamayo 2017. (Tesis de grado). Universidad César Vallejo, Perú. 2017. <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/3594>

RODRIGUEZ, Juan; LUGO, Ismael; ROJAS, Pablo y MALAVER, Carlos. Evaluación del proceso de la coagulación para el diseño de una planta potabilizadora, Umbral científico [en línea].2007 Bogotá: Universidad Manuela

Beltrán. N°11. [Fecha de consulta: 10 de noviembre del 2017]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30401102> ISSN: 1692-3375

SU, Guiming. 2019. OPTIMIZATION OF THE COAGULANT AND COAGULANT AID IN THE WASTEWATER. Centria University of Applied Sciences. [En línea] abril de 2019. [Citado el: 05 de 06 de 2021.] <<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/226417/OPTIMIZATION%20F%20COAGULANT%20AND%20COAGULANT%20AID%20IN%20THE%20WASTEWATER%20TREATMENT.pdf?sequence=2&isAllowed=y>>


THE WORLD WATER DEVELOPMENT REPORT. 2017. AGUAS RESIDUALES EL RECURSO DESAPROVECHADO. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. [En línea]2017, p. 76 [Citado el: 3 de julio de 2021.] <[https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/\\$FILE/15.247647s.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/$FILE/15.247647s.pdf)>. ISBN: 978-92-3-300058-2.

VALDIVIEZO, LG, y otros. 2020. Evaluation of Moringa oleifera in the water treatment with high turbidity and organic. INGENIERIA DEL AGUA. [En línea] 30 de abril de 2020. [04 de julio de 2021.] <<https://iwaponline.com/IA/article/24/2/119/75814/Evaluacion-de-la-Moringa-oleifera-en-el>> DOI: 10.4995/ia.2020.12274.

VELA, Cintya. 2016. Disminución de la turbidez utilizando coagulante natural Moringa oleífera en aguas obtenidas del río ALTO CHICAMA, puente INGÓN, TRUJILLO. Repositorio UCV. [En línea] 2016. p. 25 [4 de julio de 2021.] <https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/7597/vela_ac.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

"VIJAYARAGHAVAN, G., SIVAKUMAR, T. y KUMAR, A. APPLICATION OF PLANT BASED COAGULANTS FOR WASTE WATER TREATMENT. SEMANTIC SCHOLAR. [En línea] 2016. [05 de julio de 2021.] <<https://www.semanticscholar.org/paper/APPLICATION-OF-PLANT-BASED-COAGULANTS-FOR-WASTE-Vijayaraghavan> "

Anexo 3 Validación de instrumentos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ANEXO N°03: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres del validador: Mg. Karla Luz Mendoza López

1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad César Vallejo

1.3. Especialidad del validador: Evaluación de Impacto Ambiental

1.4. Nombre del instrumento: Ficha de observación

1.5. Título de la investigación: "Uso de coagulantes orgánicos para el tratamiento de efluentes industriales en la planta papelera Softys cañete 2021"

1.6. Autores del instrumento: Sanchez Rodas Martin Eduardo
Pitman Fajardo Yelitza Jasmin

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.				X	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.				X	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X	
4. Organización	Existe una organización lógica.				X	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				X	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				X	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.			X		
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones				X	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				X	
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						


III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMES

↓ Primera variable: efluentes industriales (variable dependiente)
↓ Segunda variable: coagulantes orgánicos (variable independiente)


IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 70 %

El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 13 de Julio del 20_21


Firma del experto informante

DNI N°: 44598700 Teléfono N° 945113041

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ANEXO N°03: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dra. Ana Noemi Sandoval Vergara

1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad César Vallejo

1.3. Especialidad del validador: Docente Investigadora RENACYT DNI1705439

1.4. Nombre del instrumento: Ficha de observación

1.5. Título de la investigación: "Uso de coagulantes orgánicos para el tratamiento de efluentes industriales en la planta papelera Softys cañete 2021"

1.6. Autores del instrumento: Sanchez Rodas Martin Eduardo
Pitman Fajardo Yelitza Jasmin

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.				X	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.				X	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
4. Organización	Existe una organización lógica.					X
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					X
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					X
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					X
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					X
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					X
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					X
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						


III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMES

↓ Primera variable: efluentes industriales (variable dependiente)
↓ Segunda variable: coagulantes orgánicos (variable independiente)

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 85 %

El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 14 de Julio del 2021


Firma del experto informante

DNI N°: 43011735 Teléfono N° 968991646



ANEXO N°03: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr. Andi Lozano Chung
- 1.2. Cargo e institución donde labora: TUSAN INGENIEROS CONSULTORES SAC
- 1.3. Especialidad del validador: Ingeniero Especialista Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de observación
- 1.5. Título de la investigación: "Uso de coagulantes orgánicos para el tratamiento de efluentes industriales en la planta papelería Softys caféte 2021"
- 1.6. Autores del instrumento: Sanchez Rodas Martín Eduardo
Pitman Fajardo Yelitza Jasmin

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.				X	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					X
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
4. Organización	Existe una organización lógica.					X
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					X
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					X
7. Consistencia	Basados en aspectos técnicos-científicos.					X
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					X
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				X	
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						

III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

- + Primera variable: efluentes industriales (variable dependiente)
- + Segunda variable: coagulantes orgánicos (variable independiente)

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 77.5 %

- (X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
- () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 14 de Julio del 2021

Firma del experto informante

DNI N°: 00914138 Teléfono N° 983960110

Anexo 4 *Certificación de equipo e instrumentos*

	EQUIPOS E INSTRUMENTOS
NOMBRE	BALANZA DIGITAL ANALITICA
MARCA	EUROTECH
MODELO	FSF-A2204B
FUNCIÓN	CALCULAR PESO HASTA 03 DECIMALES
	



SOLUCIONES QUÍMICAS AMBIENTALES SAC

Certificado de Calibración CL-BD-086-2021

Pág. 1 de 1

N° DE EXPEDIENTE	E20210913
SOLICITANTE	ECOMAD SOLUCIONES INTEGRALES E INGENIERIA SAC
DIRECCION	Jirón Progreso 203 – VMT
TIPO DE EQUIPO	BALANZA ELECTRÓNICA
MARCA	EUROTECH
MODELO	FSF-A2204B
NUMERO DE SERIE	185364125
CAPACIDAD (MIN – MAX)	0.001 g a 81 g / 210 g (*)
DIVISION DE ESCALA REAL (D)	0.00001 g / 0.0001 g (**)
DIVISION DE VERIFICACION DE ESCALA (E)	0.001 g / 0.001 g (**)
LUGAR DE CALIBRACIÓN	Laboratorio de Metrología de SQA PERU
FECHA DE CALIBRACIÓN	2021-09-13

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones; siguiendo el procedimiento P-CAL-01 "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático" basado en el PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) del SNM- INDECOPI, este procedimiento cumple con los ensayos realizados a las balanzas de funcionamiento no automático de acuerdo a la recomendación informacional OML-R-76:2008.

Calibration was carried out by direct comparison between the reading indications of the balance and the loads applied by means of standard weights; following procedure P-CAL-01 "Calibration procedure for Non-Automatic Operating Balances" based on PC-011 Procedure for the calibration of non-automatic class I and II scales" (Edition 04) of SNM- INDECOPI, This procedure complies with the tests carried out on non-automatic balances according to the informational recommendation OML-R-76: 2008.

Observaciones

(*) Rango de indicación según el manual del fabricante

(**) Resolución observada durante la calibración de equipo.

SELLO

FECHA DE EMISIÓN

JEFE DE SERVICIO TÉCNICO



2021-09-14

Rony Jara Caballero

	EQUIPOS E INSTRUMENTOS
NOMBRE	TURBIDIMETRO
MARCA	HACH
MODELO	2100Q
FUNCIÓN	MEDIR TURBIDEZ (NTU)





SOLUCIONES QUIMICAS AMBIENTALES SAC

Certificado de Calibración CL-TU-081-2021

Pág. 1 de 2

N° DE EXPEDIENTE	E20210903
SOLICITANTE	ECOMAD SOLUCIONES INTEGRALES E INGENIERIA SAC
DIRECCION	Jirón Progreso 203 – VMT
TIPO DE EQUIPO	TURBIDÍMETRO PORTÁTIL DIGITAL
MARCA	HACH
MODELO	2100Q
NUMERO DE SERIE	13040C024752
ALCANCE DE INDICACIÓN	0 NTU a 1000 NTU (*)
RESOLUCIÓN	0.01 NTU ; 0.1 NTU ; 1 NTU (**)
PROCEDENCIA	USA
IDENTIFICACION	NO INDICA
FECHA DE CALIBRACIÓN	2021-09-13

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura de aproximadamente $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de la incertidumbre de la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95% de confianza. Los resultados reportados son válidos sólo para el objeto calibrado y corresponden a las condiciones y momento en que se realizó la calibración y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de productos. Al solicitante y/o usuario le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

Observaciones

(*) Rango de indicación según el manual del fabricante

(**) Resolución observada durante la calibración de equipo.

SELLO



FECHA DE EMISIÓN

2021-09-14

JEFE DE SERVICIO TÉCNICO

Rony Jara Caballero



SOLUCIONES QUIMICAS AMBIENTALES SAC

Certificado de Calibración CL-TU-081-2021

Pág. 2 de 2

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Metrología de SQA PERU (Jr. Antonio Torote N° 515 - 202 Urb. El Trébol, Los Olivos - Lima)

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Determinación del error del turbidímetro, por comparación entre el valor medido por el instrumento y el valor proporcionado por los materiales de referencia.

MATERIALES DE REFERENCIA CERTIFICADO (MRC)

Los resultados obtenidos tienen trazabilidad a patrones internacionales. Se utilizó material de referencia certificado

Trazabilidad	Patrón utilizado	N° de Lote / N° de catalogo
MR de Hach Company	Material de referencia de 20.2 NTU	A0177 / 2684801
MR de Hach Company	Material de referencia de 102.0 NTU	A0182 / 2684801
MR de Hach Company	Material de referencia de 815.0 NTU	A0182 / 2660501

CONDICIONES AMBIENTALES REGISTRADAS

	INICIAL	FINAL
Temperatura (° C)	20.1	20.3
Humedad Relativa (% HR)	67.8	68

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN


Indicación (NTU)	Valor de Referencia (NTU)	Error (NTU)	Incertidumbre (NTU)
20.3	20.2	-0.10	0.81
104.0	102.0	-2.00	3.14
811.0	815.0	4.00	5.80

FIN DEL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

	EQUIPOS E INSTRUMENTOS
NOMBRE	TEST DE JARRAS
MARCA	YARETH QUIMICOS LTDA
MODELO	YFL4C
FUNCIÓN	AGITACION (RPM) Y COMPARACION DE RESULTADOS
	

	EQUIPOS E INSTRUMENTOS
NOMBRE	MEDIDOR MULTIPARAMETRO
MARCA	HACH
MODELO	HQ40D
FUNCIÓN	MEDIR PH
	

Anexo 5 Formato de Etiquetados para las muestras de aguas industriales

	ETIQUETAS PARA MUESTRA CON COAGULANTE		
CODIGO			
RESPONSABLE			
DIRECCION			
TELEFONO		FECHA	
SITIO DE MUESTREO		HORA	
PARAMETRO REQ		TEMPERATURA	

Anexo 6 Resultados de Laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 031



Pág. 1 / 3

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 93332L/21-MA

ORGANISMO ACREDITADO : INSPECTORATE SERVICES PERÚ S.A.C.
REGISTRO DE ACREDITACIÓN : N° LE - 031
CLIENTE : SOLENIS COLOMBIA S.A.S SUCURSAL DEL PERU
DIRECCIÓN : AV. PASEO DE LA REPUBLICA NRO. 5895 URB. MIRAFLORES
(EDIFICIO LEURO - PISO 10 OF. 1032) LIMA - LIMA -
MIRAFLORES
PRODUCTO : Agua residual
MATRIZ : Agua residual industrial
NÚMERO DE MUESTRAS : 6
PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS : Frascos de plástico, Frascos de plástico oscuro, Frascos de vidrio
ámbar, Frascos de plástico estéril
PROCEDENCIA DE LAS MUESTRAS : Muestras enviadas por el cliente
PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : No declarado por el cliente
FECHA DE MUESTREO : 2021-09-27
LUGAR DE MUESTREO : CAÑETE - CAÑETE - LIMA
REFERENCIA DEL CLIENTE : PLANTA SOFTYS CAÑETE
FECHA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS : 2021-09-27
FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO : 2021-09-27
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2021-10-04
ORDEN DE SERVICIO : OS/L-21-09159

Callao, 04 de Octubre de 2021

Inspectorate Services Perú S.A.C.
A Bureau Veritas Group Company

Firmado Digitalmente por
TERESA ZACARIAS CARD
Fecha: 08/10/2021 09:51:42 AM
C.B.P. 1183
Jefe de Laboratorios

Inspectorate Services Perú S.A.C.
A Bureau Veritas Group Company

Firmado Digitalmente por
ALEXA GEORGETTE LOPE SALAZAR
Fecha: 08/10/2021 06:58:04 AM
C.I.P. 190287
Jefe de Laboratorio

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.
Se declara que los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo y muestreo (la declaración aplica a muestreo en caso el laboratorio sea responsable de este).
Los resultados se aplican a la muestra como se recibió (aplica en caso el laboratorio no haya sido responsable de la etapa de muestreo).
> "valor" significa no cuantificable superior al límite máximo de cuantificación indicado, cuando sea aplicable.
< "valor" significa no cuantificable inferior al límite de cuantificación indicado.
A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis. Este tiempo variará desde 7 días hasta 3 meses como máximo.



Av. Elmer Faucett N° 444 distrito del Callao, Provincia Constitucional del Callao - Perú
Central : 51 (1) 3195100 Anexo 8055 / www.bureauveritas.com



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 031



Pág. 2 / 3

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 93332L/21-MA

RESULTADOS DE ANÁLISIS

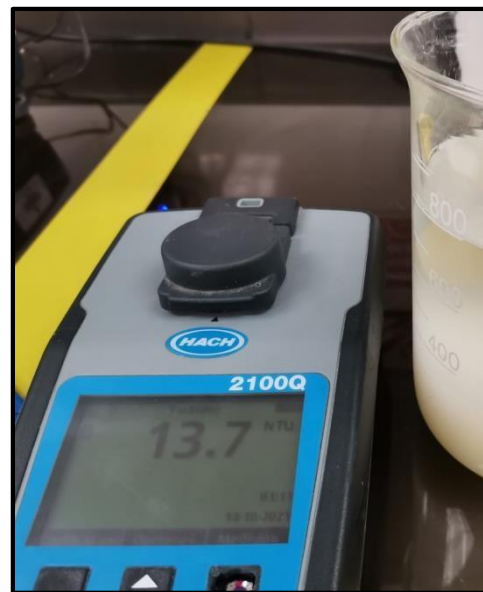
Estación de Muestreo	C. Parshall			
Fecha de Muestreo	2021-09-27			
Hora de Muestreo	14:00			
Código de Laboratorio	11558 00001			
Matriz	ARI			
Ensayo	Unidad	L.C.	L.D.	
Nitrógeno Total	mg/L	0.103	0.051	2.511
Fósforo Total	mg/L P Total	0.01	0.007	0.21
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L O2	2.0	1.0	14.5
Materia Extractable en Hexano: Aceites y Grasas	mg/L	0.9	0.5	1.3
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100ml	1.8		17
Demanda Química de Oxígeno	mg/L O2	2.0	1.0	39.3

BUREAU
VERITAS



Anexo 7 Panel Fotográfico









UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SERNAQUE AUCCAHUASI FERNANDO ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Uso de Coagulantes Orgánicos para el Tratamiento de Efluentes Industriales en la Planta Papelera Softys Cañete - 2021", cuyos autores son PITTMAN FAJARDO YELITZA JASMIN, SANCHEZ RODAS MARTIN EDUARDO, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 06 de Enero del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SERNAQUE AUCCAHUASI FERNANDO ANTONIO DNI: 07268863 ORCID 0000-0003-1485-5854	Firmado digitalmente por: FSERNAQUEA el 06-01- 2022 11:54:24

Código documento Trilce: TRI - 0255437