

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Aplicación del coagulante natural áloe vera como
tratamiento terciario en la PTAR - Jauja**

Deysi Olivera Huaman

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a SEDAM Huancayo por otorgarme el permiso de uso del laboratorio de agua y el préstamo de equipos para realizar mi análisis.

A la Ing. Milagros, porque su ayuda fue muy importante para realizar la parte experimental de mi tesis.

A mi madre, Silvia Huamán Carbajal; a mi padre, Sebastián Mauro Olivera Pacheco; y a mi hermana, Rocío Olivera Huamán, por su motivación y apoyo durante todo el desarrollo de mi tesis.

Le doy las gracias a mi asesor, Ing. Anieval Peña Rojas, porque asumió con gran responsabilidad ser parte de esta investigación, por los conocimientos brindados y su experiencia profesional en el tratamiento de aguas residuales.

A la E.P.S. Mantaro – Jauja, por otorgarme el permiso para realizar el muestreo de aguas residuales en el efluente de la PTAR Jauja, facilitando los permisos de ingreso a la planta.

Y, por último, a todas las personas y amigos que me apoyaron bastante en este largo camino, les doy las gracias y les deseo todo lo mejor.

DEDICATORIA

Este proyecto de tesis se lo dedicó a mis padres,

Silvia Huamán Carbajal y Sebastián Mauro

Olivera Pacheco.

Gracias al apoyo de ellos pude finalizar mis estudios y seguiré cumpliendo las metas que me proponga, con mucha fe y con la gran bendición

de nuestro Padre Celestial.

ÍNDICE

RESUMEN.....	x
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I :.....	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.1.1. <i>Planteamiento del problema</i>	1
1.1.2. <i>Formulación del problema</i>	3
1.2. Objetivos.....	4
1.2.1. <i>Objetivo general</i>	4
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	4
1.3. Justificación e importancia	5
1.3.1. <i>Económica</i>	5
1.3.2. <i>Ambiental</i>	6
1.3.3. <i>Social (salud, educación)</i>	6
1.3.4. <i>Teórica</i>	6
1.3.5. <i>Tecnológica</i>	6
1.4. Hipótesis y descripción de variables.....	7
1.4.1. <i>Hipótesis general</i>	7

1.4.2. <i>Hipótesis específicas</i>	7
1.4.3. <i>Operacionalización de variables</i>	8
CAPÍTULO II :	10
MARCO TEÓRICO	10
2.1. Antecedentes del problema	10
2.1.1. <i>Antecedentes internacionales</i>	10
2.1.2. <i>Antecedentes nacionales</i>	13
2.2. Bases teóricas	18
2.2.1. <i>Aguas residuales</i>	18
2.2.2. <i>Tratamiento de aguas residuales</i>	21
2.2.3. <i>Coagulación</i>	28
2.2.4. <i>Ensayos de prueba de jarras</i>	34
2.2.5. <i>Aloe vera</i>	35
2.3. Definición de términos básicos	38
CAPÍTULO III :	40
METODOLOGÍA	40
3.1. Método y alcance de la investigación	40
3.1.1. <i>Método</i>	40
3.1.2. <i>Nivel</i>	49
3.2. Población y muestra	50

3.2.1. Población	50
3.2.2. Muestra	50
3.3. Técnica e instrumentos de recolección de datos	51
3.3.1. Ubicación del efluente-PTAR JAUJA	51
3.3.2. Ambientes de trabajo	52
3.3.3. Equipos y materiales utilizados	52
3.3.4. Métodos utilizados para analizar los parámetros de eficacia.....	53
3.3.5. Técnicas de recolección de datos.....	53
3.3.6. Técnicas de análisis y procesamiento de datos	53
Para el procesamiento y análisis de datos, usamos los programas SPSS y Excel, donde se procesaron los datos recolectados de la parte experimental en laboratorio y los resultados de laboratorio. El análisis estadístico aplicado es el ANOVA, después de ello se aplicó el método Post hoc, para determinar si presentan diferencias significativas y así tener como resultado que dosis fue más eficiente.....	53
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	54
3.4. Resultados del tratamiento y análisis de la información.....	54
3.4.1. Caracterización del agua residual del efluente de la PTAR Jauja.....	54
3.4.2. Prueba de hipótesis	56
3.5. Discusión de resultados	63
RECOMENDACIONES	67
ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	9
Tabla 2. LMP para efluentes de una PTAR	27
Tabla 3. Coordenadas UTM de PTAR JAUJA	51
Tabla 4. Resultados del análisis del agua residual del efluente de la PTAR-JAUJA	54
Tabla 5. Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de PTAR.....	55
Tabla 6. Remoción y DBO ₅ final del ensayo óptimo.....	57
Tabla 7. Remoción y SST final del ensayo óptimo.....	58
Tabla 8. Remoción y turbidez final del ensayo óptimo	60
Tabla 9. Prueba de normalidad.....	61
Tabla 10. Prueba de ANOVA	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Ubicación y localización de la PTAR-Jauja	3
Figura 2.PTAR JAUJA	3
Figura 3. Entrada a PTAR-JAUJA.....	23
Figura 4.Desarenador	24
Figura 5.Laguna de oxidación primaria I.....	25
Figura 6.Laguna de oxidación primaria II.....	25
Figura 7.Laguna de oxidación secundaria.....	26
Figura 8. Proceso de la Planta de tratamiento de aguas residuales de Jauja.	27
Figura 9. Coagulación	29
Figura 10. Fases de la coagulación	30
Figura 11. Coagulación por adsorción	32
Figura 12. Coagulación por barrido	32
Figura 13.Principios activos del aloe vera	36
Figura 14.Clasificación taxonómica.....	36
Figura 16: Pencas de aloe vera.....	42
Figura 17: Corte de parte blanca	42
Figura 18: Escurrir Alcibar	43
Figura 19: Obtención del gel.....	43
Figura 20: Obtención del gel.....	44
Figura 21: Obtención del gel.....	44
Figura 22: Obtención del gel.....	45

Figura 23: Obtención de muestras.....	45
Figura 24. PTAR JAUJA	46
Figura 25. Extracción de la muestra.....	46
Figura 26. Preservación y etiquetado	48
Figura 27. Ubicación del punto de muestreo	51
Figura 28. Ubicación de laboratorio de SEDAM.....	52
Figura 29. Valores de pH con la aplicación del aloe vera.....	56
Figura 30. Remoción de DBO ₅ por dosis de coagulante aloe vera	57
Figura 31. Remoción SST por dosis de coagulante aloe vera.....	59
Figura 32. Remoción turbidez por dosis de coagulante aloe vera.....	60
Figura 33. Prueba post hoc -dosis óptima	63

RESUMEN

Se presenta este proyecto de tesis para reducir la turbidez, SST y DBO presente en las aguas residuales y por la importancia de aplicar coagulantes naturales para obtener un agua de mejor calidad.

Este estudio tuvo como objetivo reducir la concentración de parámetros críticos mediante la aplicación del coagulante natural aloe vera como tratamiento terciario en la PTAR – JAUJA. Se realizó a nivel laboratorio haciendo uso del test de jarras, a las que se les agregó dosis de 10 mL, 20 mL, 30 mL, 40 mL, 50 mL de concentración de gel de aloe vera.

La eficiencia del coagulante aloe vera se evidenció a partir de los porcentajes de reducción de la concentración de turbidez, sólidos suspendidos totales y DBO₅ después de la etapa de sedimentación. Se obtuvieron mejores resultados a una dosis de 20 mL, se logró reducir 43.70 % turbidez (desde 120 UNT a 67.6 UNT), 75.70 % de reducción de sólidos suspendidos totales (de 281 mg/L a 68.27mg/L) y 87.24 % de reducción de DBO₅ (de 201.30 mg/L a 25.68 mg/L), lográndose cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa D.S. N.º 003-2010-MINAM.

Palabras clave: coagulante natural, aloe vera, turbidez, sólidos suspendidos totales, DBO₅, aguas residuales.

ABSTRACT

This thesis project is presented to reduce turbidity, SST, DBO₅ present in wastewater, it is important to apply natural coagulants to obtain a better-quality water.

This study aimed to reduce the concentration of critical parameters by applying the natural coagulant Aloe vera as tertiary treatment in the WWTP-JAUJA., was carried out at the laboratory level using the jar test. to which doses of 10 mL, 20 mL, 30 mL, 40 mL, 50 mL of aloe vera gel concentration.

The efficiency of the coagulant aloe vera was evidenced from the percentages of reduction of the turbidity concentration, total suspended solids, and BOD after the sedimentation stage. Better results were obtained at a dose of 20 mL, it was possible to reduce 43.70 % turbidity (from 120 UNT to 67.6 UNT), 75.70 % reduction of total suspended solids (from 281 mg/L to 68.27mg/L) and 87.24 % reduction DBO₅ (from 201.30 mg/L to 25.68 mg/L) achieving compliance with the maximum permissible limits for effluent from wastewater treatment plant established in the D.S. N.° 003-2010-MINAM.

Keywords: natural coagulant, aloe vera, turbidity, total suspended solids, DBO₅, wastewater.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, uno de los problemas ambientales es la contaminación de aguas, que es generada principalmente por la disposición de efluentes que provienen del uso industrial, doméstico y comercial que se destinan a diferentes cuerpos de agua ríos, lagunas, lagos, mar, etc.

Los cuerpos de agua son incapaces de absorber y neutralizar porque existe una mayor carga contaminante, por ello la mayoría de los cuerpos de agua están perdiendo sus condiciones naturales.

Por ello, se desarrollaron tratamientos convencionales. Así, para lograr el tratamiento del agua, es necesario pasar por varias etapas, como cribado (separación de sólidos), sedimentación, coagulación-floculación clarificación, desinfección y tratamiento de lodos. La investigación busca un tratamiento terciario para darle otro uso al agua tratada, en la cual se plantea el proceso de coagulación-floculación, en la cual se utilizan principalmente coagulantes químicos y, según la OMS, señaló que los coagulantes químicos son dañinos para nuestra salud cuando se consumen en concentraciones altas. Así, surge la importancia de aplicar coagulantes naturales de bajo costo como el aloe vera.

El objetivo de esta investigación es reducir la concentración de parámetros críticos mediante la aplicación del coagulante natural aloe vera como tratamiento terciario en la PTAR - JAUJA. De igual forma, el trabajo está compuesto por capítulos: El capítulo 1 explica el planteamiento del estudio que incluye el planteamiento y la formulación, los objetivos, la justificación y la hipótesis. El capítulo II contiene el marco teórico donde incluye los antecedentes del problema, las bases teóricas y la definición de términos básicos.

En el capítulo III se detalla la metodología de la investigación y, en el capítulo IV, se muestran los resultados y la discusión de estos. Al final, presentamos las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. *Planteamiento del problema*

El problema de la contaminación por descarga de aguas residuales es una preocupación de escala mundial y va creciendo por la tasa de crecimiento de la población, esto se presenta básicamente en países de bajos recursos que no disponen de una planta de tratamiento de aguas residuales. Según la Organización de las Naciones Unidas (2017), calcula que el 80 % de aguas residuales de escala mundial no son tratadas en su lugar de destino y son liberadas a cuerpos de agua (1). Asimismo, Yee-Batista estima que el 70 % de aguas residuales provenientes de Latinoamérica no reciben ningún tratamiento previo (2).

Las aguas residuales en su mayoría llegan a los ríos en la cual son principalmente vulnerables a la contaminación debido a que no se cuenta con una PTAR. Las aguas residuales también dañan a las aguas subterráneas por la infiltración y esto trae consecuencias a la salud por los focos infecciosos que se puedan generar o el consumo de agua (3).

Las aguas residuales en general constan de diversos contaminantes entre los principales están la materia en suspensión que aumenta la turbidez del agua y ocasiona la reducción de producción de oxígeno. Otro contaminante crítico es la materia orgánica ya que su descomposición puede provocar la eutrofización del agua, así como también se considera como contaminante los organismos patógenos que contienen bacterias, virus y parásitos que puede llegar al hombre con la cadena alimenticia y puede causar daños en la salud (4).

Según el OEFA, en nuestro país se produce 2 217 946 m³/día de aguas residuales, en la cual se dirigen a la red de alcantarillado, y se destinan a una planta de tratamiento de aguas residuales o son desechados a los ríos. Por ello en la provincia de Jauja se cuenta con una Planta de tratamiento de aguas residuales cuyo objetivo es tratar las aguas residuales provenientes de Jauja, sin embargo, según estudios desarrollados de monitoreos en el efluente no cumplen con los límites máximos permisibles, a partir de ello se plantea un tratamiento terciario, con el objetivo de la reutilización de aguas residuales (5).

Alana menciona que las aguas residuales tienen elevadas concentraciones de materia orgánica y para el tratamiento de ello se han experimentado con éxito distintos tipos de tratamiento fisicoquímico y bacteriológicos. En los procesos fisicoquímicos se emplearon coagulación-floculación para remover sólidos suspendidos totales, coloides y flotación por aire disuelto (6).

El proceso de coagulación y floculación es la técnica más utilizada a nivel mundial en el tratamiento de efluentes en la cual existen dos tipos de coagulantes químicos y naturales (7). En el Perú los coagulantes más usados son las sales metálicas y polielectrolitos (6). Crapper menciona que el uso de coagulantes químicos puede ocasionar impactos negativos en salud, asociándoles a enfermedades neurológicas (Alzheimer), en el tratamiento de aguas presentan dificultades en el tratamiento de lodos, incremento de la conductividad eléctrica, e incompleta remoción de componentes orgánicos que están en el agua (7). Por ello, es importante usar coagulantes naturales que no puedan causar daños al medio ambiente.

Por ello, se tiene que buscar coagulantes naturales que no puedan dañar al medio ambiente y sea de bajo costo. El objetivo de este proyecto de tesis es aplicar un coagulante natural aloe vera para dar un tratamiento terciario al efluente de la PTAR Jauja, así mejorar la calidad del agua para su reutilización en otras actividades



Figura 1. Ubicación y localización de la PTAR-Jauja
Fuente: (8)



Figura 2. PTAR JAUJA

Fuente: (8)

1.1.2. *Formulación del problema*

1.1.2.1. *Problema general*

¿Qué efecto tiene el coagulante natural Aloe vera en la remoción de parámetros críticos como tratamiento terciario en la PTAR- JAUJA?

1.1.2.2. Problemas específicos

¿Qué efecto tiene el coagulante natural aloe vera en la remoción de DBO₅ del efluente de la PTAR Jauja?

¿Qué efecto tiene el coagulante natural aloe vera en la remoción de sólidos suspendidos totales del efluente de la PTAR Jauja?

¿Qué efecto tiene el coagulante natural aloe vera en la remoción de turbidez del efluente de la PTAR Jauja?

¿Cuál es la dosis óptima del coagulante natural aloe vera con mayor eficiencia para la remoción de los parámetros críticos del efluente de la PTAR Jauja?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

✓ Determinar el efecto del coagulante natural Aloe vera en la remoción de parámetros críticos como tratamiento terciario en la PTAR- JAUJA

1.2.2. Objetivos específicos

✓ Determinar el efecto del coagulante natural aloe vera en la remoción de DBO₅ del efluente de la PTAR Jauja.

✓ Determinar el efecto del coagulante natural aloe vera en la remoción de sólidos suspendidos totales del efluente de la PTAR Jauja.

✓ Determinar el efecto del coagulante natural aloe vera en la remoción de turbidez del efluente de la PTAR Jauja.

- ✓ Determinar la dosis óptima del coagulante natural aloe vera con mayor eficiencia para la remoción de los parámetros críticos del efluente de la PTAR Jauja.

1.3. Justificación e importancia

El tratamiento de aguas residuales se realiza con coagulantes químicos como el sulfato férrico, sulfato de aluminio, aluminato de sodio, el acceso al producto es limitado en las zonas alejadas, por lo que plantea usar plantas de la zona como coagulantes naturales, debido a que es más económico y tienen mayor alcance. La elaboración del coagulante aloe vera no es complejo, no genera riesgos a la salud, no tiene características tóxicas y posee propiedades antimicrobianas como los coagulantes químicos que se usan en la actualidad. El coagulante natural aloe vera reducirá los sólidos suspendidos de los efluentes de la PTAR–Jauja en la cual sus vertimientos se van directamente al Rio Mantaro.

1.3.1. Económica

En el proceso de coagulación se aplican coagulantes químicos y en las zonas alejadas el acceso al producto es limitado, por ello se plantea utilizar el coagulante natural aloe vera así se disminuye los costos de tratamiento. La investigación permite reducir los costos de coagulantes debido a que los coagulantes químicos tiene un precio promedio de S/.1.50 por kilogramo a diferencia de un coagulante orgánico que tiene un precio de S/.1.00, por ello, es importante aplicar este coagulante natural debido a su bajo costo y mayor alcance.

1.3.2. Ambiental

La elaboración del coagulante aloe vera no es complejo, también es de fácil hallazgo por la zona, además la aplicación del coagulante no genera riesgos a la salud, no tiene características tóxicas y posee propiedades antimicrobianas como los coagulantes químicos que se usan en la actualidad. El coagulante natural aloe vera reducirá los sólidos suspendidos de los efluentes de la PTAR–Jauja en la cual sus vertimientos se van directamente al Rio Mantaro.

1.3.3. Social (salud, educación)

El agua es uno de los elementos primordiales para el ser humano, para incrementar el logro de indicadores de salud, nutrición es necesario realizar acciones para su tratamiento. El uso del coagulante aloe vera se puede aplicar en los sectores más pobres del Perú, debido al fácil alcance del aloe vera, así mejorando la calidad de agua de la población.

1.3.4. Teórica

La presente investigación llenará un vacío teórico porque brinda nuevos conocimientos en lo científico y nos permitirá apoyar a la teoría que más se sujeta, la investigación nos permitirá saber el comportamiento de las variables o la relación de ellas.

1.3.5. Tecnológica

La tesis nos permite implementar más adelante un proceso tecnológico para la obtención de coagulantes naturales y nos permita aplicar nuevos conocimientos innovadores en el área de la biotecnología.

1.4. Hipótesis y descripción de variables

1.4.1. *Hipótesis general*

H1: El coagulante natural aloe vera tiene efecto significativo en la remoción de parámetros críticos como tratamiento terciario en la PTAR- JAUJA.

H0: El coagulante natural aloe vera no tiene efecto significativo en la remoción de parámetros críticos como tratamiento terciario en la PTAR- JAUJA.

1.4.2. *Hipótesis específicas*

a) H1: El coagulante natural aloe vera tiene efecto significativo en la remoción de DBO₅ del efluente de la PTAR Jauja.

H0: El coagulante natural aloe vera no tiene efecto significativo en la remoción de DBO₅ del efluente de la PTAR Jauja.

b) H1: El coagulante natural aloe vera tiene efecto significativo en la remoción de sólidos suspendidos totales del efluente de la PTAR Jauja.

H0: El coagulante natural aloe vera no tiene efecto significativo en la remoción de sólidos suspendidos totales del efluente de la PTAR Jauja.

c) H1: El coagulante natural aloe vera tiene efecto significativo en la remoción de turbidez del efluente de la PTAR Jauja.

H0: El coagulante natural aloe vera no tiene efecto significativo en la remoción de turbidez del efluente de la PTAR Jauja.

a) H1: La dosis óptima del coagulante natural aloe vera es 20 mL/L de agua para la remoción de los parámetros críticos del efluente de la PTAR Jauja.

HO: La dosis óptima del coagulante natural aloe vera no es 20 mL/L de agua para la remoción de los parámetros críticos del efluente de la PTAR Jauja.

1.4.3. Operacionalización de variables

Variable Dependiente:

Parámetros críticos

Variable Independiente:

Coagulante natural aloe vera

Tabla 1. Operacionalización de variables

Tipo de Variable		Dimensiones	Definición conceptual	Indicador	Unidad de medida	Tipo de Variable	Escala de
Variable Independiente	Coagulante natural aloe vera	Concentración del gel aloe vera	Sustancias naturales que dosificadas adecuadamente en una masa homogénea de agua que contiene partículas en suspensión (turbidez), son precursoras de generar la afinidad entre ellas, favoreciendo el crecimiento de los coágulos. Estos coágulos convenientemente tratados, formaran los floculos y estos decantaran en la etapa de sedimentación.	Cantidad de gel de aloe vera (dosis)	gramos	Cuantitativa continua	Razón
Variable dependiente	Parámetros críticos	Concentración de Sólidos Suspendidos Totales.	Es la cantidad de residuo retenido en un filtro de fibra de vidrio con tamaño de poro nominal de un micrón y hace referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual.	Concentración inicial y final de sólidos suspendidos totales	mg/L	Cuantitativa continua	Razón
		Limite Máximo Permisible	Medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión.	Decreto Supremo N.º 003-2010-MINAM	mg/L	Cuantitativa continua	Razón
		Turbidez	Medida del grado de transparencia que pierde el agua o algún otro líquido incoloro por la presencia de partículas en suspensión.	Concentración inicial y final de turbidez	UNT	Cuantitativa continua	Razón
		DBO ₅	medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación de la materia orgánica biodegradable, presente en la muestra de agua, como resultado de la acción de oxidación aerobia .	Concentración inicial y final de DBO ₅	mg/L	Cuantitativa continua	Razón

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

López., en su investigación titulada “Evaluación del proceso de coagulación y filtración de muestras sintéticas de ácidos húmicos empleando Aloe Barbadensis como coagulante y piscidia piscipula como carbón activado” cuyo objetivo fue “evaluar la eficiencia de remoción de la turbidez causada por las partículas coloidales mediante los parámetros fisicoquímicos presentes en muestras sintéticas de ácidos húmicos utilizando un tren de tratamiento compuesto de coagulación-floculación y filtración elaborados con materiales naturales”. Para obtener el gel de Aloe barbadensis se prepararon soluciones con concentraciones de (30 %, 40 %, 50 % y 60 %), luego se determinó la dosis óptima del gel de aloe barbadensis en la cual se realizaron seis tratamientos en la prueba de jarras a una velocidad rápida de 100 RPM en un periodo de tiempo de 1 minuto y una velocidad lenta de 40 RPM en un periodo de tiempo de 30 minutos. En el siguiente proceso se empleó un filtro de carbón activado granulado a base de la madera Piscidia piscipula para así aumentar la eficiencia de la remoción de la turbidez. En los resultados se demostró que la eficiencia de remoción de la turbidez es de 77.24 %; con una dosis óptima al 30 % de 50 mL. Asimismo se obtuvieron resultados del filtro de carbón activado utilizando la muestra de agua residual de baja concentración, la turbidez removida de la muestra real de baja concentración fue del 91.22 % (9).

Muruganandam y otros, en su artículo titulado “Treatment of waste water by coagulation and flocculation using biomaterials” que tuvo como finalidad determinar la actividad de los coagulantes naturales en el tratamiento de efluentes de curtiduría, para dicho estudio se utilizaron semillas de moringa oleífera, cactus, hojas de aloe vera como coagulantes, la forma de preparación del coagulante aloe vera se obtuvo a partir del gel. Para establecer la eficacia de los coagulantes, se utilizó el test de jarras en la cual se mezcló rápidamente con el test de jarras y se aplicó una mezcla rápida de 150 RPM durante 2 minutos y 35 RPM durante 20 minutos una mezcla lenta luego se sedimentó en un tiempo de 30 minutos. Se preparó dosis en cantidades de moringa oleífera de (5, 10, 15 y 20 mg/L), aloe vera de (1 % , 2 % y 5 %), dosis de cactus (20,40,60 y 80 mg/L). Como resultado se obtuvo reducción de porcentaje de turbidez para moringa oleífera fue 59.43 % ; cactus 51.50 % , aloe vera 52.60 % , las dosis óptimas encontradas fueron moringa oleífera de 15 mg/L, cactus 40 mg/L y en aloe vera se encontró como la mejor la dosis óptima una concentración del 5 % (10).

Babora R. y otros, en su investigación titulada “Remoção da turbidez da agua usando aloe vera como coagulante natural”, tuvo como objetivo “evaluar la eliminación de la turbidez de las aguas naturales utilizando el extracto glicólico de Aloe vera como agente coagulante”. Se recogieron muestras de agua en seis campañas del manantial Balneário da Amizade. En la investigación los parámetros fisicoquímicos que se evaluaron fueron pH, DQO y sólidos totales, el agente coagulante utilizado fue el extracto glicólico de aloe vera. El tratamiento de coagulación se hizo mediante prueba de jarras, se aplicó diferentes dosis de extracto de aloe vera entre 0 a 150 mL con valores de pH 4, 7 y 10. Los resultados mostraron que la eliminación promedio de la turbidez fue del 75 % con un pH 10, de igual forma el autor sugiere que el aloe vera sea un coadyuvante (11).

Rodríguez, A. otros en su investigación titulada “Avaliação de Aloe arborescens como coagulante para remoção de cor e turbidez em tratamento convencional de água”, tuvo como objetivo “investigar la eficiencia de eliminación de la turbidez y el color mediante diagramas de coagulación elaborados para el coagulante natural del extracto de aloe (Aloe arborescens) aplicado al proceso convencional de tratamiento del agua”. Las muestras se recogieron en el río Santo Tomas, Brasil, se evaluaron los parámetros de turbidez, pH, color aparente. El tratamiento de coagulación se realizó en jar test con dosis de entre 0.025 a 10 mL de aloe arborescens y con diferentes intervalos de pH (6 a 8) unidades. Como resultado de los 72 pares de pH frente a la dosis de coagulante se presenta que se eliminaron 36 % de turbidez, 52 % para el color en el agua decantada y en el agua filtrada presenta eficiencia 68 % para la turbidez y del 70 % para el color aparente en el agua filtrada. Sin embargo las eficiencias obtenidas no fueron lo suficiente para cumplir la norma brasileña de potabilidad, el autor sugiera que el coagulante aloe arborescens se utilice como un coadyuvante (12).

Kopitko, M. y otros, en su artículo titulado “Application of Natural Product (Aloe Vera) in Coagulation-Flocculation Procedures, for Water Treatability Study” es un proyecto para el tratamiento de agua potable. Se tomaron muestras del arroyo Palmichada (Colombia), en la cual se realizaron análisis de turbidez, color, alcalinidad y pH. Luego se llevaron a cabo los ensayos de coagulación-floculación con alumbre y aloe vera como coagulante para encontrar los parámetros de operación y diseño para plantas pequeñas de aguas crudas con muestras de agua con un nivel de turbidez medio, alto. Los resultados muestran que los parámetros encontrados para el diseño y operación fueron 56 mg / L de alumbre con 5 mg / L aloe vera es eficiente para aguas que presentan turbidez media y 24 mg / L de alumbre con 14 mg / L Aloe vera es eficiente para aguas que presentan turbidez alta (13).

En el artículo titulado “Use of Aloe vera as an Organic Coagulant for Improving Drinking Water Quality”, el objetivo del artículo es “investigar el potencial de Aloe vera como coagulante para el tratamiento del agua potable”, el coagulante aloe vera, se preparó en dos formas diferentes en líquida y polvo. Los resultados de muestran que el uso del coagulante aloe vera tanto en polvo y líquido redujeron la turbidez en un 28.23 % y un 87.84 %. En cuanto al pH se demostró una máxima eficiencia de remoción de turbidez en aloe vera en polvo representó 53.53 % y 88.23 % en aloe vera en líquido, así encontrando un pH óptimo 6 (14).

2.1.2. Antecedentes nacionales

Terrones L., presenta tesis de título “Determinación de la eficiencia de floculación en la mezcla de (aloe vera y citrus reticulata) para la disminución de la turbidez en las aguas del río chico, del distrito de san silvestre de cochán, provincia de san miguel, región Cajamarca – 2018”, tuvo como objetivo “determinar la eficiencia de floculación de la mezcla de aloe vera y citrus reticulata para evaluar que floculante es el más adecuado. Se realizaron tres tratamientos (aloe vera, citrus reticulata y aloe vera+citrus reticulata)”. Para obtener la dosis óptima de coagulante se aplicó prueba de jarras. Como resultados se obtuvo que existe mayor eficiencia de floculación la mezcla de aloe vera y citrus reticulata (0.75 mL y 0.25 mL) logrando tener una eficiencia del 70 % . En el caso de aloe vera se logró reducir de 110 NTU a 25.83 NTU (15).

Diestra, en su tesis titulada “Efecto de la concentración de Aloe vera (Sábila) y tiempo de floculación en la remoción de Sólidos suspendidos y materia orgánica biodegradable de aguas residuales municipales sector el Cerrillo, Santiago de Chuco”, tuvo como objetivo “determinar el efecto de la concentración de aloe vera y el tiempo de floculación para la

remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica biodegradable”. El presente trabajo de investigación consiste en tres fases, extracción del gel de aloe vera en polvo, para determinar la concentración de aloe vera se preparó concentraciones de (1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000) mg/L, en la primera fase para determinar la dosis óptima del coagulante se realizaron seis tratamientos en la prueba de jar-test con diferentes concentraciones del gel de aloe vera, con una velocidad de agitación lenta 30 RPM por 25 minutos y una velocidad de agitación rápida de 200 RPM lenta por 90 segundos, en la última fase se realizaron ensayos para determinar el tiempo óptimo de floculación en la cual se usó una concentración de aloe vera de 3000 ppm en diferentes tiempos(10, 15, 20, 25, 30, 35) minutos. En las tres fases se determinó los parámetros físico-químicos (DBO₅, SST, Turbidez), como resultado, se presentan los mejores porcentajes de remoción a una concentración de 3000 ppm con una eficiencia de remoción de 87.90 % con un tiempo de floculación de 25 minutos (2).

Moreno, en su tesis titulada “Disminución de la turbidez del agua del río Crisnejas en la comunidad de Chacabamba-Cajabamba utilizando *Opuntia ficus indica*, *Aloe vera* y *Caesalpinia spinosa*”, tuvo como objetivo “disminuir la turbidez del agua que consume la comunidad utilizando coagulantes naturales de la zona como la tara, sábila y penca de tuna” , se tomaron muestras del río Crisnejas de 108 litros de agua, el proyecto se realizó en 9 meses, las variables que se consideraron fueron velocidad de agitación, tiempo óptimo y dosis coagulante. Se hicieron prueba de jarras con dosis de coagulante de 6 g y 9 g, en diferentes tiempos (5 min.,15 min. y 20 min) y se aplicó una velocidad de agitación de 100 RPM en la primera fase y en la segunda 200 RPM. En los resultados se demostró que al usar *Opuntia ficus* tuvo un porcentaje de eficiencia de 61.09 % , al usar *caesalpinia spinosa* 48.47

% y en el aloe vera 42.48 % . En conclusión, la aplicación de opuntia ficus es más eficiente que otros coagulantes naturales (16).

Razuri M., en su tesis titulada “Disminución del contenido de la DBO₅ y la DQO mediante coagulantes naturales (Aloe Vera y Opuntia ficus indica) en las aguas del canal de regadío E-8 Chuquitana – San Martin de Porres”, como objetivos es “determinar que los coagulantes naturales (Aloe vera L. y Opuntia Ficus indica) disminuyen el contenido de DBO₅ y DQO en las aguas del canal de regadío E-8 Chuquitana San Martin de Porres 2017”. En su investigación plantea la aplicación de opuntia ficus-indica y aloe vera como coagulantes. Se realizaron tres tratamientos (Aloe vera, opuntia ficus indica y aloe vera+opuntia ficus indica) en diferentes concentraciones de 600mg/L, 700mg/L y 800 mg/L, para obtener la dosis óptima del coagulante se aplicó prueba de jarras con una velocidad de agitación lenta de 100 RPM en un 1 minuto y velocidad de agitación rápida de 30 RPM en 20 minutos. En conclusión, el aloe vera+opuntia ficus presentó mayor eficiencia de remoción de DBO₅ y DQO en la dosis de 800 mg/L con un porcentaje de remoción de 90.11 % (17).

Morales, en su tesis titulada “Determinación del poder coagulante de la sábila para la remoción de turbidez en el proceso de tratamiento de agua para consumo humano-Oxapampa-2018” tiene como objetivo “determinar el poder coagulante de la sábila para remover la turbidez en el proceso de tratamiento de agua para consumo humano”. Se preparó muestras de agua, con grados de turbidez (12.77 NTU, 19.43 NTU, 42.3 NTU y 79.7 NTU), para la obtención de mucilago de sábila se preparó en diferentes dosis de (0.3g/l; 0.6 g/l; 0.9 g/l; 1.2 g/l; 1.5 g/l; 1.8 g/l y 2.1 g/l). Luego se realizó el proceso prueba de jarras en la cual se agito fuertemente a 100 RPM por un minuto, y se agitó lentamente a 50 RPM por 15

minutos, después de ello se puso a reposar por 20 minutos. En conclusión, la dosis óptima de sábila es de 1.8 g/l con una eficiencia de remoción de 60.14 % (18).

Villacrez J., en su tesis titulada “Eficacia de un coagulante a bases de aloe vera para el tratamiento primario de aguas residuales domésticas, Moyobamba,2018”, tiene como finalidad “determinar la eficiencia del aloe vera para su posterior tratamiento de aguas residuales domésticas”, se realizaron análisis de pH, DQO, DBO₅, turbidez, sólidos suspendidos totales para determinar las características iniciales del colector de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba, para el desarrollo experimental utilizaron aloe vera como coagulante y prueba de jarras con una velocidad de agitación rápida de 300 RPM por 10 segundos y una velocidad de agitación lenta de 40 RPM por 21 minutos, obteniendo como resultado que la dosis óptima es 25 mg/L. En conclusión, se demuestra que la sábila si remueve los contaminantes presentes en aguas residuales y el tratamiento con coagulantes naturales si es efectivo (19).

Coronado F., en su tesis titulada “Eficiencia del Agave y el Aloe vera en la remoción de materia orgánica de las aguas del río Lurín en el AA. HH Julio César Tello”, tuvo como objetivo “determinar la eficacia del aloe vera y agave en la remoción de materia orgánica del río Lurín en el asentamiento humano Julio Cesar Tello”. Se determinó los parámetros de turbidez, DBO₅, DQO, Coliformes totales, pH, Turbidez, SST. En la investigación se plantea usar agave, aloe vera y agave+aloe vera como coagulantes naturales, se utilizaron en tres muestras con concentraciones de 0.6 g/l, 0.7 g/l y 0.8 g/l. Posteriormente se realizaron pruebas de jarras. Los resultados indican que la dosis óptima es 0.6 g/l y con mayor remoción de materia orgánica es el agave y presenta mayor eficiencia en la remoción de materia orgánica (20).

Pinto A., en su tesis de título “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.” tuvo como objetivo “evaluar y comparar la efectividad de floculantes-coagulantes naturales y orgánicos en el tratamiento de aguas residuales”. Los parámetros iniciales que se analizaron son sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos, turbidez, pH, conductividad eléctrica. Se realizaron la prueba de jarras con diferentes concentraciones a partir de 100g/200 mL a 500g/200mL de sábila y la penca de tuna, asimismo también se trabajó con floculantes orgánicos con las siguientes dosis (0.8 mL, 1mL, 1.2mL, 1.4mL y 1.6 mL).. De los resultados obtenidos el mucilago de tuna como alternativa de coagulante natural es efectiva a una concentración de 500g/200mL en una dosis de 10 mL, en caso de coagulantes orgánicos el Ferrocryl y ChemLok son efectivas con una dosis óptima de 1.6 mL Ferrocryl/1.0mLChemLok (21).

Guanilo A., en su tesis titulada “Uso de aloe barbadensis y moringa oleífera como coagulantes del tratamiento de aguas residuales bajo condiciones de laboratorio Ninabamba-Cajamarca,2019”, tuvo como objetivo de “determinar la eficiencia de la Moringa oleífera y Aloe barbadensis como coagulantes naturales”. En la evaluación de la calidad del agua se encontró que el principal contaminante es el Fosforo Total, para la dosis de coagulante se realizaron 3 tratamientos las cuales son T1 Moringa oleífera, T2 aloe barbadensis y T3 la mezcla de moringa oleífera y aloe barbadensis en la cual se empleó 3 dosis de coagulante (500, 800 y 1000)mg/L. Posteriormente se realizaron prueba de jarras con una velocidad de agitación lenta de 30 RPM en 10 minutos y una velocidad de agitación rápida de 100RPM en 30 minutos, con un tiempo de sedimentación de 3 horas. Los resultados indican que existe

una reducción del fosforo del 98.7 % con el T3. Se analizaron la conductividad eléctrica, Turbidez, pH. Como resultado presenta que el tratamiento 1 y tratamiento 2 muestra una reducción de contaminantes y el T3 muestra una reducción efectiva en la cual cuyos resultados están debajo del LMP, se concluye que el tratamiento 3 es eficaz en la reducción de fósforo. (22).

Chavesta M. y otros en su tesis de título “Remoción de DBO₅ y turbiedad de las aguas residuales domésticas aplicando aloe vera”, tuvo como “objetivo evaluar la eficacia de aloe vera para la remoción de DBO₅ y turbidez de aguas residuales domésticas”. Para determinar la dosis óptima del coagulante se aplicó aloe vera en diferentes concentraciones (600, 700 y 800 mg/L), los resultados demuestran que existe una remoción en DBO₅ de 46.8 % y 45.3 % en turbidez, con una concentración de 800 mg/L. Se concluye que la dosis óptima es 800 mg/L, es eficiente en la remoción de DBO₅ y turbidez en el tratamiento de aguas residuales domésticas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Aguas residuales

Cueva, afirma lo siguiente “ Los cuerpos de aguas contaminadas se fijan como aquellas que después de su utilización por el hombre en sus diferentes actividades domésticas, agrícolas e industriales incorporando en ellas sustancias que alteran su calidad inicial por lo cual representan un peligro, debido a ello deben ser desechadas” (23).

También Raschid y Jayakody afirma de manera similar que “las aguas residuales se consideran como una combinación de uno o más de los siguientes: efluentes domésticos que consisten en aguas negras (excremento, orina y lodos fecales) y aguas grises (aguas servidas

de lavado y baño); agua de establecimientos comerciales e instituciones, incluidos hospitales; efluentes industriales, aguas pluviales y otras escorrentías urbanas; y escorrentías agrícola, hortícola y acuícola” (24).

En el Art.31 de la Ley N.º 29338, Ley de Recursos Hídricos define a aguas residuales como, “Aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas, tengan que ser vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas y que por sus características de calidad requieren de un tratamiento previo”.

2.2.1.1. Características de aguas residuales

Se clasifican por su composición química, física y biológica:

a) Características físicas

Encontramos el color que puede ser fresco, viejo, séptico, olor (aguas residuales en descomposición) y temperatura.

b) Características químicas:

Zaragoza afirma que se dividen en “Orgánicos: Carbohidratos, grasas animales, aceites, pesticidas, fenoles, compuestos orgánicos volátiles, agentes tensoactivos e inorgánicos: Alcalinidad, cloruros, metales pesados, nitrógeno, pH, fosforo, azufre, sulfuro de hidrógeno y metano”. (25)

c) Características microbiológicas

Bacterias entéricas (flora intestinal), Bacterias entero patógenas, Parásitos, Virus (19).

2.2.1.2. Clasificación de aguas residuales

a) Aguas residuales industriales

Zambrano, afirma lo siguiente “Las aguas residuales industriales proceden de la variada actividad industrial. Aparecen tantos tipos de aguas residuales industriales como tipos de industrias. Dentro de cada industria, el agua de abastecimiento, que luego se transformara en una gran proporción en agua residual, se utiliza fundamentalmente como: agua de proceso, aguas de limpieza, aguas asimilables a domésticas, aguas de refrigeración y calefacción” (26). Mientras que Villacrez menciona que es “producido por grandes plantas industriales que en su composición varía de acuerdo al tipo de industria” (19).

b) Aguas residuales agrícolas

Las actividades agrícolas son los principales contaminantes del agua, porque contienen plaguicidas, pesticidas y fertilizantes que son contaminantes tóxicos. La contaminación se produce por el agua de riego y el agua de lluvia que transportan los contaminantes agrícolas a ríos, lagunas, etc. (27).

d) Aguas residuales domésticas

Las aguas residuales domésticas contienen detergentes, aceites y grasas, aguas fecales, jabones que traen consigo gérmenes, patógenos, nitrógeno y fosforo, además de otros en menor cantidad (26).

d) Aguas residuales municipales

Villacrez, considera que estas aguas son llevadas por el sistema de alcantarillado de la población y es transportada a una planta de tratamiento municipal (19).

2.2.2. Tratamiento de aguas residuales

Lara y Hernández nos dice que “Es cualquier proceso físico, químico y biológico, definido para depurar las condiciones de las aguas residuales a través de procesos unitarios preliminares primarios (coagulación – floculación), secundarios (análisis microbiológicos), o avanzados (biorremediación), a fin de cumplir normas establecidas” (28).

La finalidad del tratamiento de aguas residuales es reducir los sólidos suspendidos totales, grasas, aceites, materia orgánica u otros elementos, para su reutilización en la agricultura u otras actividades.

2.2.2.1. Tratamiento primario

El tratamiento primario reduce la carga orgánica en los procesos de tratamiento al eliminar una gran cantidad de materiales sedimentables, suspendidos y flotantes de las aguas residuales. Un sistema de tratamiento primario operado eficientemente elimina hasta el 90 % de sólidos sedimentables, de 40 al 60 % sólidos en suspensión y del 20 a 40 % la demanda bioquímica de oxígeno.

En una PTAR convencional, el tratamiento primario sigue algunos procesos unitarios conocidos como pretratamiento (tamizado, trituración y remoción de arenilla). Algunas plantas también pueden contar con aireación previa antes del tratamiento primario para mejorar la eliminación de arenilla, refrescar las aguas residuales, eliminar gases, aumentar la flotación de grasa, agregar oxígeno disuelto o mejorar la coagulación (29).

2.2.2.2. Tratamiento secundario

Según el MINAM se define como “la inclusión de procesos biológicos en los que predominan las reacciones bioquímicas, generadas por microorganismos que logran eficientes resultados en la remoción de entre el 50 % y el 95 % de la DBO₅”. Los tipos de tratamiento implementados son: biofiltros, filtros (percoladores y rotatorios), lagunas de estabilización, filtración biológica (30).

2.2.2.3. Tratamiento terciario

En el tratamiento terciario se tiene como objetivo lograr la reutilización, remoción de nitrógeno y fósforo, para evitar la eutrofización, una vez tratadas se puede aplicar para su reutilización en diferentes actividades. Entre los tipos de tratamiento implementado son destilación, precipitación química de nutrientes, proceso de filtración, flotación, ósmosis inversa entre otros (30).

2.2.2.4. Descripción del proceso de tratamiento de PTAR-Jauja

La PTAR-Jauja recibe efluentes de los distritos de los distritos de Jauja, Yauyos y Sausa a través del sistema de alcantarillado, está ubicado en el Paradero Ucumayo, Barrio 5 esquinas, distrito de Sausa, provincia de Jauja, entre sus características la PTAR-Jauja cuenta con un caudal de diseño de 90 L/s y un caudal de operación de 45 L/s. En la cual las aguas residuales pasan por las siguientes etapas:



Figura 3. Entrada a PTAR-JAUJA

Fotografía tomada el 10 de agosto de 2021

a) Canal de rejillas

Este canal incluye rejilla gruesa que impide ingresar sólidos de tamaño de 50 mm, la limpieza se puede realizar de forma manual, también incluye rejilla fina que impide ingresar sólidos de tamaño de 20 mm.

b) Desarenador

Es un sistema diseñado para la retención de arena presente en las aguas residuales, en la PTAR JAUJA se diseñó 2 unidades en paralelo, el mantenimiento se realiza cada dos días. Está compuesto por una canal de rejillas y canal Parshall para el control del caudal del flujo.(31).



Figura 4. Desarenador

Fotografía tomada el 10 de agosto de 2021

c) Canal Parshall

El canal Parshall se encuentra al inicio de la planta de tratamiento de aguas residuales Jauja, cuyo fin es medir el caudal del flujo. Se caracteriza por su forma de un tubo Venturi, consta de cuatro partes transición de entrada, sección convergente, garganta y sección divergente (32).

d) Cámara de repartición de caudales

La cámara de repartición de caudales tiene como función principal la distribución de caudales para la laguna de oxidación mediante 04 líneas de abastecimiento, que cuenta con compuertas (31).

e) Laguna de oxidación primaria

La laguna de oxidación contiene 2 unidades, con medidas de largo 312 metros, ancho 100 metros, profundidad de 2 metros y pendiente 0.2 %. El área total es 31 200 m² con una

capacidad de volumen de agua 46 800 m³. Se caracterizan por tener pozas tipo trinchera, para la infiltración se instalaron geomembranas de 1.5 mm de espesor, el efluente de las lagunas de oxidación primaria llega a una cámara de repartición de caudales para ser llevado a la siguiente etapa laguna de maduración (31).



Figura 5. Laguna de oxidación primaria I

Fotografía tomada el 10 de agosto de 2021



Figura 6. Laguna de oxidación primaria II

Fotografía tomada el 10 de agosto de 2021

f) Lagunas de maduración

Las lagunas de maduración contienen dos unidades de lagunas con flujo disperso, que trabajan en paralelo. Cuyas medidas son: largo de 184 metros, ancho de 64 metros, con una profundidad de 2 metros, con un área de 11 776 m² con una capacidad de volumen de 17 664 m³ de agua tratada. Contienen una geomembrana en la parte interna de 1.5 mm de espesor, el efluente de las lagunas de oxidación primaria se dirige a una cámara de repartición de caudal para ser llevado al colector de descarga. (31).



Figura 7.Laguna de oxidación secundaria

Fotografía tomada el 10 de agosto de 2021

g) Colector de descarga

El colector de descarga tiene un diámetro de 0.3048m, con una pendiente de 0.2 % , su función es recoger el agua tratada de los efluentes de las lagunas mediante tuberías de 0.254 metros de diámetro, presenta un caudal de 39.16 l/s (31).

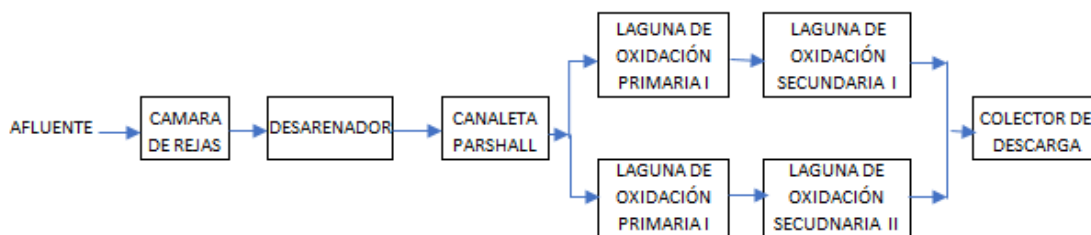


Figura 8. Proceso de la Planta de tratamiento de aguas residuales de Jauja.

Fuente: Elaboración propia

2.2.2.5. Límites Máximos Permisibles para efluentes de PTAR

De acuerdo al D.S. N.º 003-2010-MINAM, en el Artículo 2.º-definiciones, del Límite Máximo Permissible dispone lo siguiente:

“Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente”.

Tabla 2. LMP para efluentes de una PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda química de oxígeno	mg/L	200
pH	Unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: Decreto Supremo N.º 003-2010-MINAM (33)

2.2.3. Coagulación

Gómez, explica que la coagulación “es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado” (34).

Ojeda, afirma que “La coagulación se basa en la desestabilización de la suspensión coloidal, por la eliminación de las dobles capas eléctricas que rodean a todas las partículas coloidales, con la formación de núcleos microscópicos. Esta inicia en el instante en que se agregan los coagulantes al agua y dura solamente fracciones de segundo. Y consiste en una serie de reacciones físicas y químicas entre los coagulantes, la superficie de las partículas, la alcalinidad y el agua misma”(35).

En la figura N.º9, se observa que, al adicionar las sustancias químicas con propiedades coagulantes, neutraliza la carga eléctrica de los coloides que permite que las partículas se agrupen formando partículas de mayor densidad.

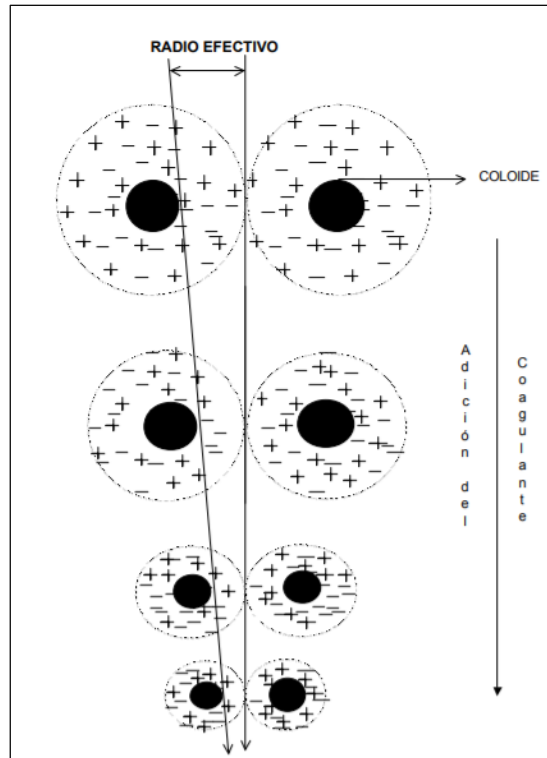


Figura 9. Coagulación

Fuente: Andia Y. Coagulación (36)

2.2.3.1. Mecanismo de la coagulación

Según Andia, “la desestabilización química se obtiene mediante los mecanismos fisicoquímicos las cuales son compresión de la doble capa, adsorción y neutralización de cargas, atrapamiento de partículas en un precipitado, Adsorción y puente” (32).

2.2.3.2. Etapas o fases de la coagulación

Andia menciona las siguientes fases de coagulación entre ellas:

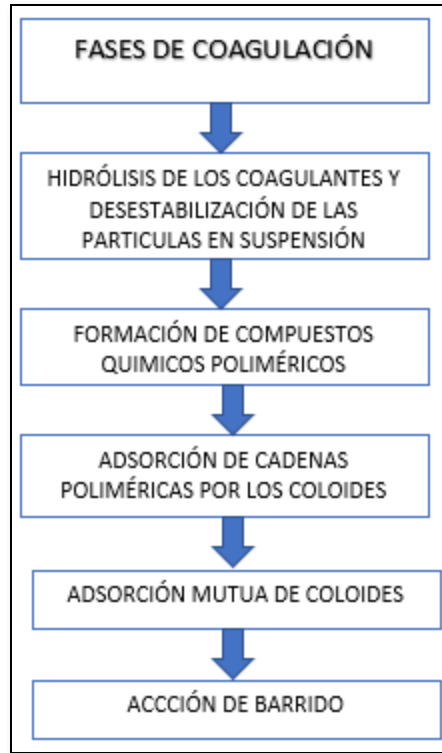


Figura 10. Fases de la coagulación

Fuente: Andia, Y. Fases de la coagulación (32)

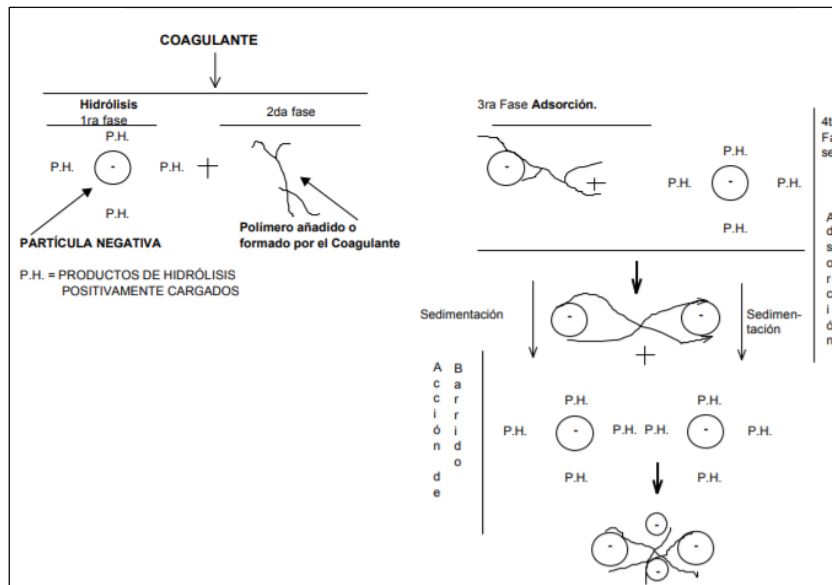


Figura 11. Fases de la coagulación

Fuente: Andia, Y. Fases de la coagulación (36)

2.2.3.3. . Factores que influyen en la coagulación

Según Gómez, menciona que los factores son:

- ✓ pH
- ✓ Turbidez
- ✓ Sales disueltas
- ✓ Temperatura
- ✓ Condiciones de mezcla
- ✓ Sistemas de aplicación de coagulantes
- ✓ Tipos de mezcla y el color (34).

2.2.3.4. Tipos de coagulación

Existen dos tipos de coagulación que son por adsorción y por barrido:

- Coagulación por adsorción

Gómez N. menciona que la coagulación por adsorción “Se presenta cuando hay una elevada concentración de partículas coloidales y cuando el coagulante es aumentado al agua turbia los productos solubles de los coagulantes son absorbidas por los coloides y forman los flóculos en forma casi instantánea” (34).

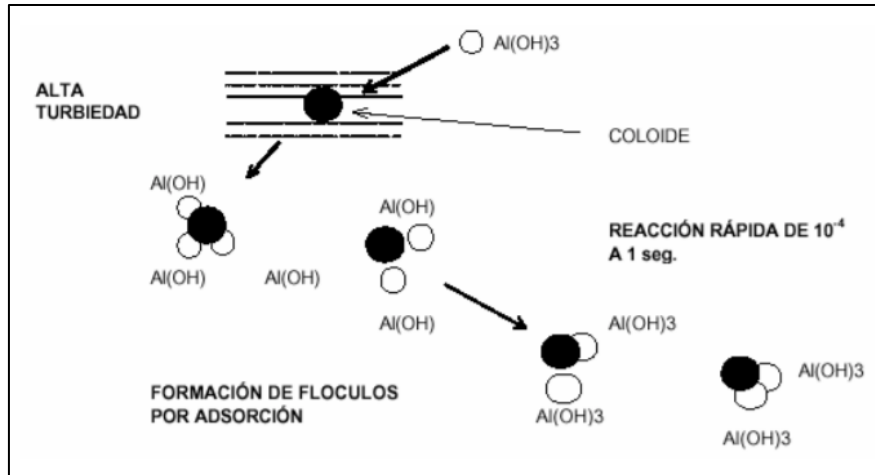


Figura 12. Coagulación por adsorción

Fuente: Gómez N. Coagulación por adsorción (34)

- Coagulación por Barrido

Gómez N. nos menciona “la coagulación por barrido es cuando se tiene una baja concentración de partículas coloidales; las partículas son atrapadas al producirse una sobresaturación de precipitado de sulfato de aluminio o cloruro férrico”(29).

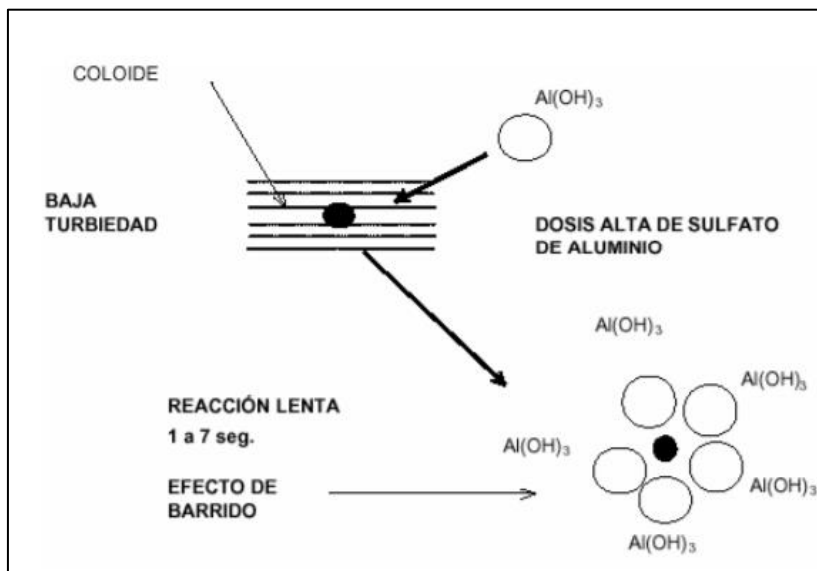


Figura 13. Coagulación por barrido

Fuente: Gómez N. Coagulación por adsorción (34)

2.2.3.5. Coagulantes

a) Coagulantes inorgánicos

Entre los coagulantes inorgánicos tenemos el sulfato férrico, sulfato de aluminio, cloruro férrico, sulfato ferroso y aluminato de sodio, poseen la capacidad de ser coagulantes y floculantes. Son eficientes debido a su costo, rendimiento, disponibilidad.

b) Coagulantes orgánicos sintéticos

Los coagulantes orgánicos sintéticos en su mayoría provienen de materias primas de petróleo y no renovables. Una de sus características es que son polímeros solubles en el agua y se clasifican en aniónico, catiónico, anfótero y no iónico. Los coagulantes más eficientes en este caso son las poliacrilamidas.

c) Coagulantes naturales

Se presenta como un gran potencial de coagulación, debido a que son biodegradables, en su mayoría contienen carbohidratos, taninos y proteínas. Entre los principales coagulantes se encuentra la moringa oleífera por sus componentes activos y porque contiene capacidad antimicrobiana (37).

2.2.3.6. Floculación

Gómez menciona que “La floculación es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad”(34).

Tipos de floculación

a) Floculación pericinética

Andia menciona que la floculación pericinética “Esta producido por el movimiento natural de las moléculas del agua y esta inducida por la energía térmica, este movimiento es conocido como el movimiento browniano” (36).

b) Floculación Ortocinética

Beltrán y otros menciona que la floculación ortocinética “Esta producido por las colisiones de las partículas, debido al movimiento del agua, el que es inducido por una energía exterior a la masa de agua y que puede ser de origen mecánico o hidráulico” (31). Después de la coagulación se produce necesariamente la aglomeración de microflóculos, para que todo esto pase se produce primero la floculación pericinética y luego la floculación ortocinética (31).

2.2.4. Ensayos de prueba de jarras

2.2.4.1. Concepto

El ensayo de prueba de jarras es un método que nos permite simular las etapas de coagulación y floculación, formándose flóculos con dosis de coagulantes y así nos permite tener agua de buena calidad (36).

2.2.4.2. Equipo: TEST DE JARRAS

La finalidad de uso del equipo de test de jarras es analizar la dosis óptima para la reducción de parámetros como SST, turbidez, pH y otros , simulando a nivel laboratorio , como resultado ya se pueden aplicar en planta (38).

El rango seleccionable para un equipo de test de jarras es un rango bajo de 0 a 40 RPM y un rango alto 0 a 300 RPM.

Instructivo de equipo de test de jarras

- ✓ Conectar y prender el equipo
- ✓ Limpieza de jarras y paletas
- ✓ Programar la velocidad de agitación lenta (20 RPM a 40 RPM) y velocidad de agitación rápida (100 RPM A 300 RPM)
- ✓ Encender lampara
- ✓ Ajustar las paletas y colocar de manera correcta las jarras
- ✓ Levantar paletas para sedimentación
- ✓ Tomar muestras para resultados finales.
- ✓ Apagar equipo test de jarras.
- ✓ Limpieza de equipo de jarras (39).

2.2.5. *Aloe vera*

Ferraro M. menciona que “Aloe vera proviene proviene de la palabra Alloeh cuyo significado es sustancia amarga brillantes y vera significa verdadero. Pertenece a la familia Asphodelaceae (Liliaceae), y es una planta arbustiva, perenne, xerofítica, suculenta, de color verde guisante. Tiene hojas triangulares, carnosas sus flores son amarillas y cada hoja contiene tres capas 1) un gel transparente interior que contiene 99 % de agua y el 1% por aminoácidos, glucanos, lípidos, esteroides y vitaminas, la segunda capa savia amarilla y la capa exterior gruesa de 15-20 células llamada corteza, que sintetiza carbohidratos y proteínas(40).

2.2.5.1. Principios activos y propiedades aloe vera

Se presentan aproximadamente 75 componentes activos potenciales, se muestra en la Figura N.º 14.

Antraquinonas	Sacáridos	Vitaminas	Aminoácidos no esenciales	Componentes inorgánicos	Enzimas	Amino-ácidos esenciales	Miscelánea
Aloína	Celulosa	B1 tiamina	Histidina	Calcio	Ciclooxigenasa	Lisina	Colesterol
Barbaloína	Glucosa	B2 riboflavina	Arginina	Sodio	Oxidasa	Treonina	Triglicéridos
Isobarbaloína	Manosa	B6 piridoxina	Hidroxiprolina	Cloro	Amilasa	Valina	Esteroides
Antranol	L ramosa	Acido fólico	Acido aspártico	Manganeso	Catalasa	Leucina	Beta-citosteroles
Acido aloético	Aldopentos	Vit C	Acido glutámico	Zinc	Lipasa	Isoleucina	Lignina
Ester del ácido ciamínico		Vit A	Prolina	Cromo	Fosfatasa alcalina	Fenilalanina	Acido úrico
Aloe emodina		Vit E	Glicina	Cobre	Carboxipeptidasa	Metionina	Giberelina
Emodina		Colina	Alanina	Magnesio			Sustancia lecitina-like
Acido crisofánico			Tirosina	Iodo			Acido salicílico
Resistanol							Acido araquidónico
Antraceno							Sorbato de potasio

Figura 14. Principios activos del aloe vera

Fuente: Ferraro M., Principios activos del aloe vera (40)

2.2.5.2. Clasificación taxonómica

Reino	Vegetal
División	Embriophyta-siphonogama
Subdivisión:	Angiosperma
Clase	Monocotiledoneae
Orden	Liliales
Familia	Liliaceae
Subfamilia	Asfondeloideae
Tribu	Aloinaeae
Género	Aloe
Especie	vera
Sinónimo	barbadensis

Figura 15. Clasificación taxonómica

Fuente: INEC (41)

2.2.5.3. Composición química de la sábila

Los componentes activos de dos clases principales del extracto de la planta de Aloe vera son la cromona y la antraquinona junto a sus derivados de glucósidos, junto con otros como derivados de fenilpirona, flavonoides, fenilpropanoides, cumarinas, fitoesteroles, análogos de naftaleno, lípidos y vitaminas.

a) Cromona y sus derivados glucósidos

Se aislaron e identificaron aproximadamente 29 derivados de cromona de Aloe vera entre ellas aloesina, aloeresina, isoaloeresina, aloeresina E y aloedioles.

b) Antraquinona y sus derivados glucósidos

Se cuenta con 32 antraquinonas y sus derivados glucósidos, los componentes identificados isómeros de aloína A y aloína B, dos glucósidos de antraquinona, sin embargo, crisofanol, emodina, aloe- emodina son cuatro principales agliconas de antraquinona.

c) Flavonoides

d) Fenilpropanoides y cumarinas

e) Derivados de fenilpirona y fenol

f) Fitosteroles y Otras (46).

2.2.5.4. Condiciones climáticas

La sábila puede desarrollarse a diferentes condiciones climáticas, el Consejo Internacional del Aloe señala que “se desarrolla generalmente, en áreas 15° hacia al norte y hacia el sur del ecuador, obstante puede ser encontrada en un espectro climático

bastante amplio. Los climas en que se desarrolla van de tropicales y subtropicales a desérticos” (37).

Gallardo M. en su tesis menciona que “El aloe vera se adapta en áreas con temperaturas medias anuales de 18 a 25 grados °C con una precipitación media anual de 400 a 800 mm, hallándose en lugares con precipitación de hasta 200mm anuales, donde su desarrollo es lento” (37)

El aloe vera también se puede encontrar en bosques ecuatoriales, climas templados y montañas, se adapta en zonas de sequía, mayor radiación solar, concentración de sales y en zonas áridas (37).

2.2.5.5. Condiciones edáficas

El aloe vera se desarrolla en suelos de origen sedimentario, calizas, conglomerados, además puede formarse en suelos pedregosos, poco profundos, pH alcalino a neutro o ligeramente ácido. Los suelos preferentes son de textura franco-arenosa y pH ligeramente alcalino (35).

2.3. Definición de términos básicos

Aguas residuales

“Son aquellas aguas que después de su utilización en actividades domésticas, industriales, agrícolas son desechadas a cuerpos de aguas, por sustancias químicas que fueron agregados en diferentes procesos”(23).

Coagulación

“Es el proceso por el cual se efectúa la desestabilización de una suspensión, es decir, la función de la coagulación es superar aquellos factores que promueven la estabilidad de un sistema dado” (33).

Floculación

“Es el proceso mediante el cual se induce a las partículas desestabilizadas como resultado de la desestabilización, a unirse, hacer contacto y de ese modo formar grandes aglomerados” (33)

Coloide

“Las partículas coloidales generalmente presentan un tamaño de 1 y 1000 μm de diámetro, la forma de su comportamiento depende de su origen en la cual son los principales responsables de la turbiedad”(42).

Sedimentación

“Es un proceso de remoción que, por efecto de gravedad, las partículas que se encuentran en suspensión tienen un peso específico mayor que el agua” (36).

Coagulante natural

“Son coagulantes derivados de productos orgánicos que pueden tener la misma eficiencia que los coagulantes convencionales, se encuentran los almidones o polisacáridos naturales como la celulosa” (43).

Sólidos suspendidos totales

“Son partículas en suspensión de una fuente de agua superficial cuyo origen es de la erosión de suelos, disolución de sustancias minerales y la descomposición de sustancias orgánicas”(36).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

3.1.1. Método

3.1.1.1. *Método general o teórico de la investigación*

El método general de investigación es el método científico (44), del cual Kelinger refiere que la investigación científica es “sistemática, controlada, empírica y crítica, de proposiciones hipotéticas sobre las presumidas relaciones entre fenómenos naturales”. Sampieri explica que es “sistemática y controlada porque implica que hay una disciplina constante para hacer investigación científica y que no se dejan los hechos a la casualidad. Empírica porque se basa en fenómenos observables de la realidad y crítica porque se juzga constantemente de manera objetiva y se eliminan las preferencias personales y los juicios de valor” (44).

3.1.1.2. *Método específico de la investigación*

El proyecto de investigación es el método experimental (5), ya que se manipulará intencionalmente la variable independiente donde son las supuestas causas para analizar los supuestos efectos en la variable dependiente, donde el investigador manipula la variable independiente y observa si la dependiente varía o no. En el trabajo de investigación se cuenta con dos grupos (control y grupo experimental), este consiste en medir las concentraciones iniciales de la DBO₅, turbidez, sólidos suspendidos totales, pH y medir las concentraciones finales después de la aplicación de aloe vera.

El tratamiento se realizará mediante la prueba de jarras con la aplicación de (aloe vera) para la reducción de la concentración de la variable dependiente (parámetros críticos).

Obtención del coagulante natural aloe vera

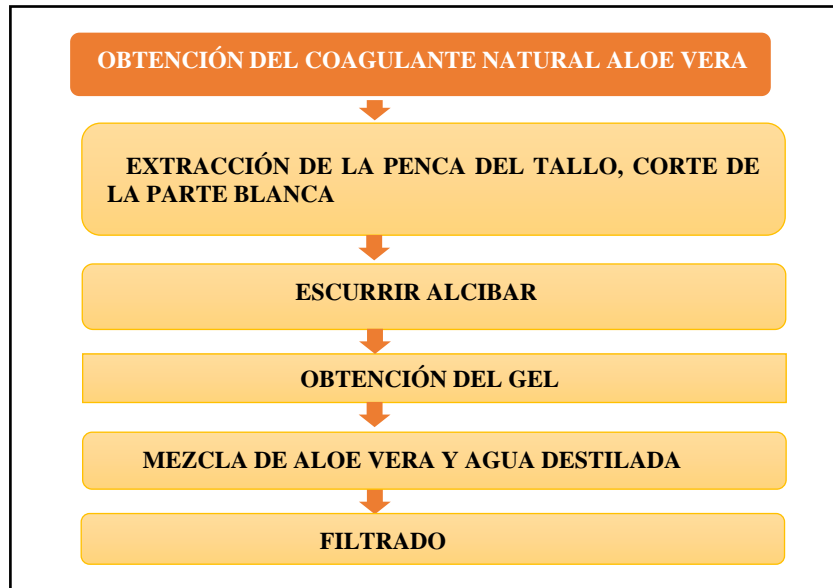


Figura 16: Procesos para la obtención del coagulante

Fuente: Elaboración propia

Los procesos que se mencionaron se explicaran detalladamente a continuación:

a) Extracción de la penca del tallo, corte de la parte blanca

Para la obtención de la sábila, se obtuvieron de plantaciones de sábila ubicados en el distrito de Chilca, Huancayo.



Figura 17: Pencas de aloe vera

Fuente: Fotografía tomada el 16 de agosto de 2021

Corte de la parte blanca

En este proceso, se realizó el corte de la parte blanca para escurrir el Alcibar.



Figura 18: Corte de parte blanca

Fuente: Fotografía tomada el 16 de agosto de 2021

b) Escurrir Alcibar

En este proceso se colocó en forma vertical la penca de la sábila para escurrir el Alcibar en un lapso de 30 minutos.



Figura 19: Escurrir Alcibar

Fuente: Fotografía tomada el 16 de agosto de 2021

c) **Obtención del gel**

En este proceso se retiró la hoja que cubre el gel y espinas de la sábila utilizando un instrumento doméstico (cuchillo), para obtener el gel de aloe vera.



Figura 20: Obtención del gel

Fuente: Fotografía tomada el 16 de agosto de 2021

d) **Mezcla de aloe vera y agua destilada**

En el siguiente proceso se llevó a pesar en una balanza 75g de gel de aloe vera y se llevo aforar con 250 mL de agua destilada en una licuadora, luego de ello se licuó por un tiempo de 20 segundos.



Figura 21: Obtención del gel

Fuente: Fotografía tomada el 16 de agosto de 2021

e) **Filtrado**

Luego se filtró en un colador de acero para remover la espuma generada por el licuado.



Figura 22: Obtención del gel

Fuente: Fotografía tomada el 16 de agosto de 2021

f) **Envasado del gel de aloe vera**

Finalmente se depositó el gel de aloe vera y se le dio su uso inmediato en la prueba de jarras.



Figura 23: Obtención del gel

Fuente: Fotografía tomada el 16 de agosto de 2021

Extracción de las muestras

Para la extracción de la muestra se siguieron la secuencia de la figura:

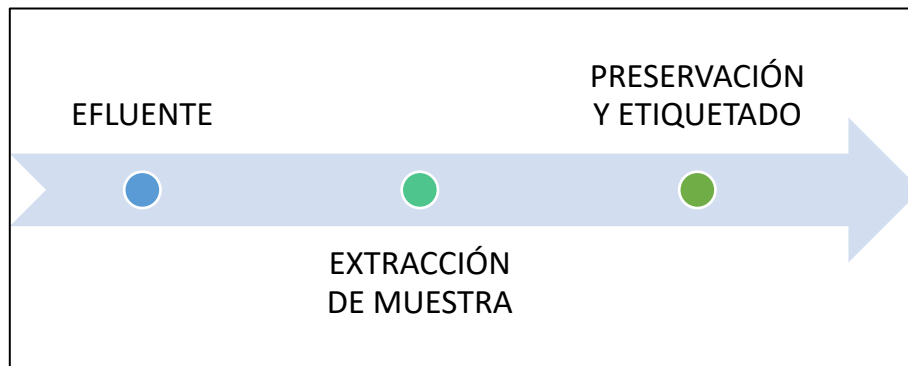


Figura 24: Obtención de muestras

Fuente: Elaboración propia

Se explicará la secuencia de la extracción de muestras:

a) Efluente

Para realizar el muestreo, se identificó el lugar, para ello se solicitó la colaboración del operador de la PTAR-JAUJA, una vez identificado el punto de muestreo se registró con el equipo GPS la latitud, longitud y altitud.



Figura 25. PTAR JAUJA

Fuente: Fotografía tomada el 16 de agosto de 2021

b) Obtención de la muestra

Se colocó el balde bajo la descarga , se extrajo aproximadamente 36 litros de agua residual para las pruebas de eficiencia , para el análisis iniciales de DBO_5 , solidos suspendidos totales, turbidez, pH se tomó las muestras en frascos de 1 litro para sólidos suspendidos totales, turbidez, pH y 1 frasco de 500 mL para DBO_5 , se ubicó la botella directamente bajo el flujo del efluente, primero se enjuagó con agua residual luego se tomó la muestra hasta completar el volumen requerido, se tapó cada botella.



Figura 26. Extracción de la muestra

Fuente: Fotografía tomada el 16 de agosto de 2021

c) **Preservación y etiquetado**

Para la preservación y etiquetado de muestras se colocó dentro de un contenedor con aislante térmico se colocaron refrigerantes para mantener la temperatura. Los pasos se siguieron de acuerdo con el “Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales” que se especifica en lo siguiente:

- ✓ Para preservación de muestras de los parámetros DBO₅, pH, sólidos suspendidos totales debe guardarse en un recipiente de plástico o vidrio.
- ✓ El volumen mínimo de muestra para los siguientes parámetros son pH 50 mL, DBO₅ 100 mL de agua residual y sólidos totales suspendidos totales 100 mL
- ✓ Etiquetado y rotulado de las muestras de agua

Los frascos deben ser etiquetados y rotulados con letra clara y legible. De preferencia utilizar plumón indeleble y cubrir la etiqueta con una cinta. Contiene lo siguiente:

1. Nombre de PTAR y denominación del punto de monitoreo
2. Numero de muestra
3. Fecha y hora de la toma de muestra
4. Operador del muestreo

- ✓ Llenado del formato de cadena de custodia

Según el “Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales” indica que los laboratorios acreditados ante INDECOPI pueden utilizar su propio formato, la cadena de custodia se puede visualizar en el anexo N.º 06.

- ✓ Conservación y transporte de las muestras

Para la conservación de muestras se debe colocar un cooler, en la cual debe contener refrigerante para cumplir con la temperatura de 4°C. Par el gtransporte de las muestras hasta el laboratorio se debe adjuntar el formato de cadena de custodia.



Figura 27. Preservación y etiquetado

Fuente: Fotografía tomada el 16 de agosto de 2021

Aplicación del test de jarras

El equipo usado fue Phipps & Bird jar tester, la velocidad de agitación rápida y lenta fueron tomados de acuerdo con la investigación de López M. “Evaluación del proceso de coagulación y filtración en muestras sintéticas de ácidos húmicos empleando Aloe barbadensis como coagulante y piscidia piscipula como carbón activado”, donde emplearon una agitación rápida 100 RPM por 60 segundos y una agitación lenta de 40 RPM por 30 minutos.

Procedimiento para la prueba de jarras

Se colocó las muestras de aguas residuales de 2L debajo de las paletas de agitación.

- ✓ Se configuró el test de jarras con una velocidad de agitación rápida de 100 RPM por 60 segundos y velocidad de agitación lenta por 30 minutos.
- ✓ Se aplicaron dosis de coagulante aloe vera de 10 mL, 20mL, 30 mL, 40 mL, 50 mL en las jarras.

- ✓ Se colocaron y ajustaron las paletas de agitación dentro de los vasos.
- ✓ El equipo se puso en funcionamiento, según la configuración de la velocidad de agitación.
- ✓ Finalmente, cuando terminé el proceso de coagulación y floculación se deja reposar por 30 minutos de acuerdo con el procedimiento establecido por López M.

3.1.2. Nivel

3.1.2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada (44), tiene como objeto de estudio un problema destinado a la acción, en la tesis se resolverá un problema real que es la contaminación por aguas residuales, el estudio plantea usar el aloe vera como coagulante natural aloe vera para la reducción de sólidos suspendidos totales, DBO₅, turbidez del efluente de la PTAR Jauja.

3.1.2.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativa, según Oseda “porque se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante, el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas, como de los efectos (47)

3.1.2.3. Diseño de la investigación

Diseño experimental

Experimental puro

El tipo de diseño de investigación es experimental puro con un diseño con preprueba –posprueba y grupo de control (44).

$$RG_1 \quad O_1 \quad x \quad O_2$$

$$RG_2 \quad O_3 \quad ---- \quad O_4$$

Donde:

$RG_1; RG_2$ = Muestra de la investigación

$O_1 ; O_3$ = Medición antes de la muestra

$O_2 ; O_4$ = Medición después de la muestra

x = Aplicación del coagulante aloe vera

--- = grupo de control

Se utilizará grupos $RG_1; RG_2; RG_3; RG_4; RG_5$ en la cual se hará la medición antes y después, en los grupos se le aplicará el coagulante aloe vera y un grupo de control.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población es el efluente de la Planta de tratamiento de aguas residuales de Jauja.

3.2.2. Muestra

Se tomaron 36 litros de agua residual extraído del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales- Jauja, las cuales se tomaron en tres tiempos entre los días

14, 15, 16 de agosto, el horario que se realizaron las muestras fue a las 09:00 am. Se tomaron 2 L de agua para cada jarra, el método de elección se realizó de forma aleatoria

3.3. Técnica e instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Ubicación del efluente-PTAR JAUJA

El punto de muestreo está ubicado en la PTAR -JAUJA, provincia Jauja, departamento Junín.

Tabla 3. Coordenadas UTM de PTAR JAUJA

Coordenadas	
UTM	
Norte:	8695927.5
Este:	448492.6

Fuente: Elaboración propia

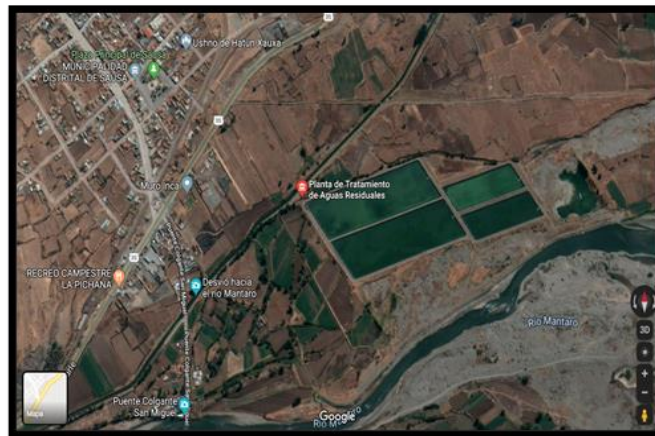


Figura 28. Ubicación del punto de muestreo

Fuente:(8)

3.3.2. Ambientes de trabajo

El trabajo de prueba de jarras se realizó en el laboratorio de aguas de la Planta de tratamiento de agua potable de Vilcacoto de la empresa SEDAM HUANCAYO. El tiempo que transcurrió de la toma de muestras a laboratorio fue de dos horas.

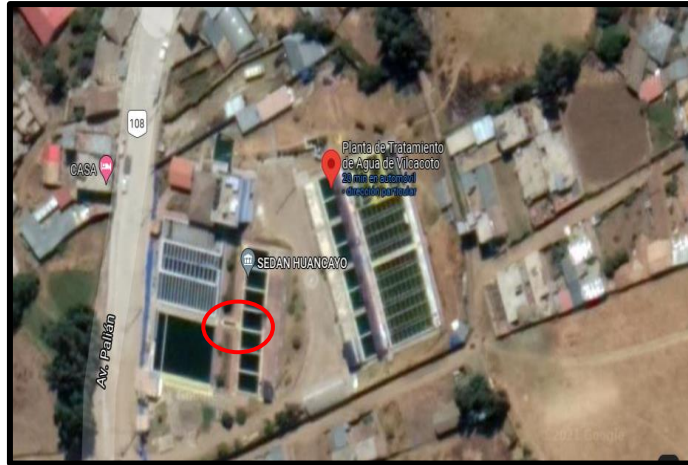


Figura 28. Ubicación de laboratorio de SEDAM

Fuente: (8)

3.3.3. Equipos y materiales utilizados

Equipos de laboratorio

- ✓ Turbidímetro marca HACH 2100 AN
- ✓ pH-metro marca HANNA HI3220
- ✓ Equipo para prueba de jarras
- ✓ Pipetas
- ✓ Balanza analítica
- ✓ Jeringa médica
- ✓ Licuadora
- ✓ Colador

- ✓ Probetas
- ✓ Agua destilada
- ✓ Vasos precipitados

3.3.4. Métodos utilizados para analizar los parámetros de eficacia

Demanda bioquímica de oxígeno

- ✓ “SMEWW-APHA-AWWA- Métodos de ensayo utilizados para analizar los parámetros de Eficiencia: WEF Part 5210 B, 23 rd Ed.2017.Biochemical Oxygen demand (BOD). 5-Day BOD test”.

Sólidos suspendidos totales

- ✓ “SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2540 D, 23 rd. Ed.2017.Solids. Total suspended solids dried at 103-105°C”.

3.3.5. Técnicas de recolección de datos

- Observación
- Protocolo de muestreo
- Instrumento de recolección de datos
- Ficha de registro de datos
- Cadena de custodia

3.3.6. Técnicas de análisis y procesamiento de datos

Para el procesamiento y análisis de datos, usamos los programas SPSS y Excel, donde se procesaron los datos recolectados de la parte experimental en laboratorio y los resultados de laboratorio. El análisis estadístico aplicado es el ANOVA, después de

ello se aplicó el método 'Post hoc, para determinar si presentan diferencias significativas y así tener como resultado que dosis fue más eficiente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.4. Resultados del tratamiento y análisis de la información

3.4.1. Caracterización del agua residual del efluente de la PTAR Jauja

En la tabla 4, se muestra los resultados del análisis del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales-Jauja. Ver Anexo IV, Informe de ensayo de laboratorio SAG acreditado por INACAL.

Tabla 4. Resultados del análisis del agua residual del efluente de la PTAR-JAUJA

Parámetro	Unidad	Resultados
SST	mg/L	281
DBO₅	mg/L	201.30
Turbidez	NTU	120
pH	Unidades	7.41
Temperatura	°C	15

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5, da como resultado los parámetros, sólidos suspendidos totales que reporta 281 mg/L como resultado final, demanda bioquímica de oxígeno 201.30mg/L, turbidez 120 NTU, pH 7.41 y temperatura 15 °C.

Tabla 5. Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de PTAR

Parámetro	Unidad	LMP de efluentes para vertido a cuerpos de agua
Demanda Bioquímica de oxígeno	mg/L	100
Sólidos totales en suspensión	mg/L	150
pH	Unidad	6.5-8.5
Temperatura	°C	<35

Fuente: D.S. N.° 003-2010-MINAM (43)

Podemos observar en el parámetro de sólidos suspendidos totales (281 >150 mg/L) es mayor a los límites máximos permisible (LMP) establecido en el D.S. N.° 003-2010-MINAM, en el caso de demanda bioquímica de oxígeno (201.30 > 100) es mayor a lo establecido en la tabla 5, en los parámetros de pH 7.41 y 15.6 °C Temperatura, se encuentran debajo de los límites máximos permisibles.

- **pH**

Se realizaron ensayos en laboratorio con el test de jarras en diferentes dosis de aloe vera para ver el comportamiento del pH en la cual se encontró con un pH inicial de 7.41, se observa que el pH aumentó con la aplicación de aloe vera, en la dosis de 10 mL y 20 mL se obtuvieron los mayores valores de pH. Los resultados se muestran en la figura 29.

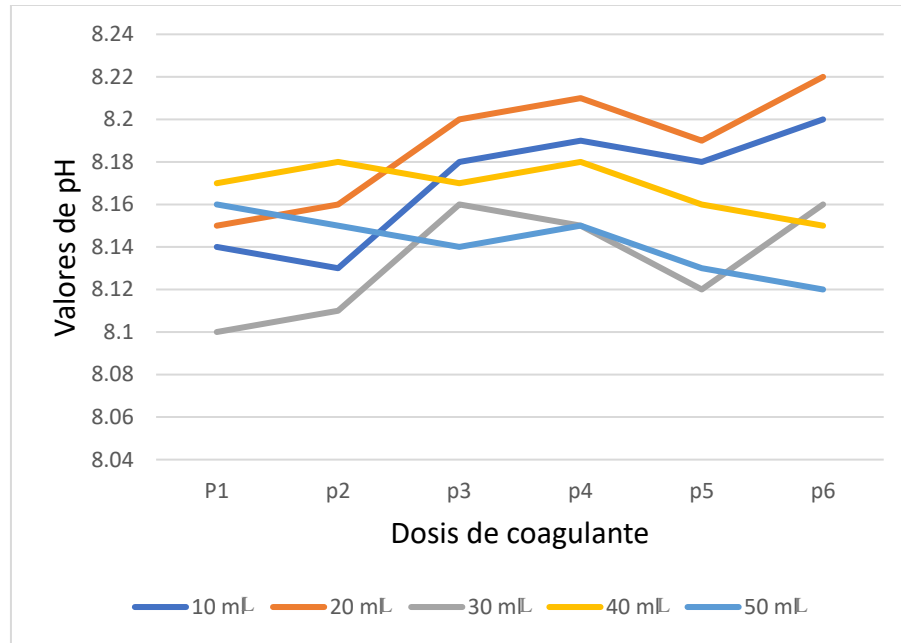


Figura 29. Valores de pH con la aplicación del aloe vera

Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Prueba de hipótesis

Primera hipótesis específica

La hipótesis formulada es la siguiente:

- ❖ El coagulante El coagulante natural aloe vera tiene efecto significativo en la remoción de DBO_5 del efluente de la PTAR Jauja.

Se realizaron ensayos con el test de jarras en diferentes dosis de aloe vera para reducir la Demanda bioquímica de oxígeno del agua residual del efluente de la PTAR JAUJA, en la cual se obtuvo una mayor remoción de DBO_5 en las dosis de 10 mL y 20 mL de gel de aloe vera. Los resultados finales se muestran en la tabla 06 y figura 30.

Tabla 6. Remoción y DBO₅ final del ensayo óptimo

Tratamiento	Dosis de aloe vera (mL)	DBO ₅ inicial	DBO ₅	% Remoción de DBO ₅
M1	10 mL	201.30	24.93	87.6155 %
M2	20 mL		25.68	87.2429 %
M3	30 mL		27.68	86.2494 %
M4	40 mL		28.13	86.0258 %
M5	50 mL		29.25	85.4694 %

Fuente: Elaboración propia

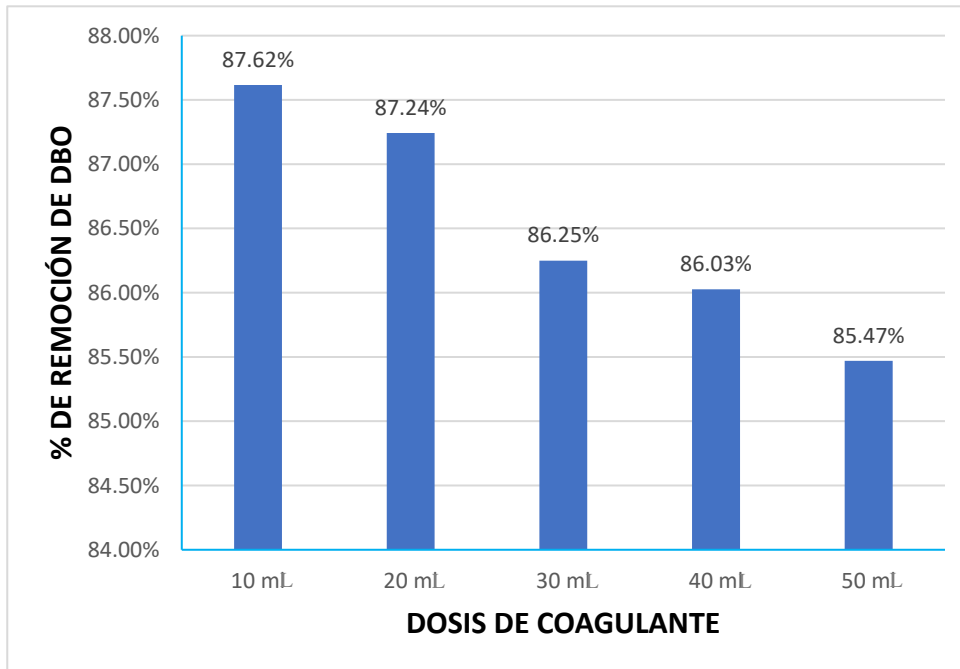


Figura 30. Remoción de DBO₅ por dosis de coagulante aloe vera

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la figura 30, muestra que la mayor remoción de DBO₅ es en la dosis de 10 mL, logrando remover 87.62 % de DBO₅ (desde 201.30 mg/L a 24.93 mg/L), además se logra ver en la figura N.º 30, en la dosis de 20 mL removi6 un 87.24 % (desde 201.30 mg/L a 25.68 mg/L) de DBO₅.

Segunda hipótesis específica

La hipótesis formulada es la siguiente:

El coagulante natural aloe vera tiene efecto significativo en la remoción de sólidos suspendidos totales del efluente de la PTAR Jauja.

Como se muestra en la tabla 7, la mayor remoción de sólidos suspendidos totales presenta en la dosis de 20 mL, logrando remover 75.70 % de SST (desde 281 mg/L a 68.27 mg/L), además se logra ver en la tabla 7, en la dosis de 10 mL removió un 73.83 % (desde 281 mg/L a 73.53mg/L) de SST.

Tabla 7. Remoción y SST final del ensayo óptimo

Tratamiento	Dosis de aloe vera (mL)	SST inicial	SST	% Remoción de SST
M1	10 mL	281	73.53	73.83 %
M2	20 mL		68.27	75.70 %
M3	30 mL		78.47	72.07 %
M4	40 mL		71.53	74.54 %
M5	50 mL		74.33	73.55 %

Fuente: Elaboración propia

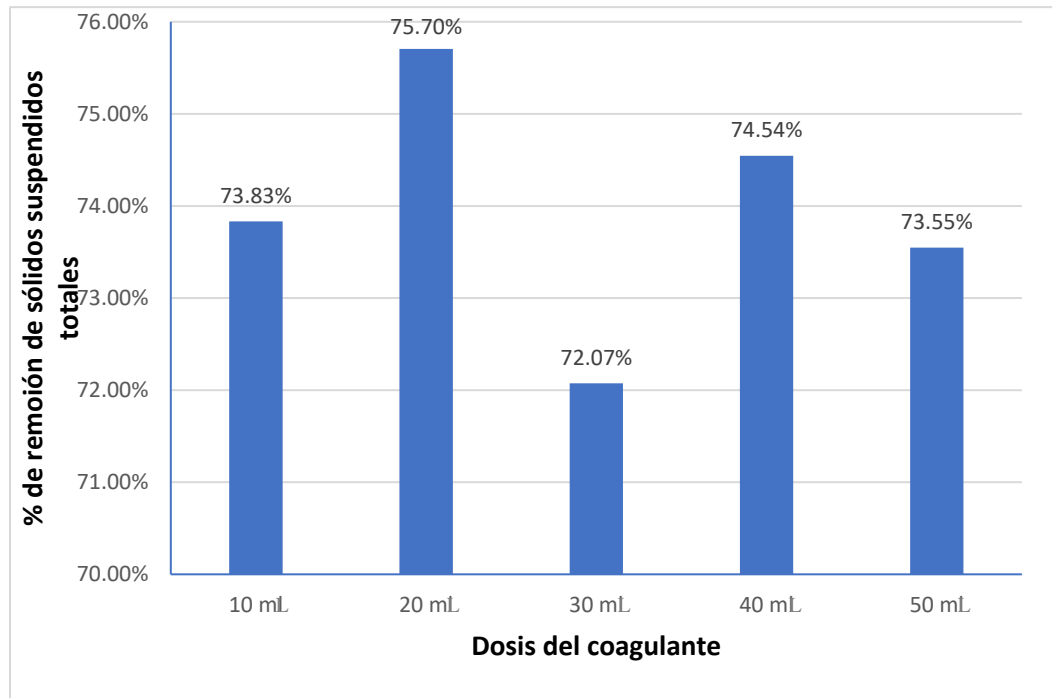


Figura 31. Remoción SST por dosis de coagulante aloe vera

Fuente: Elaboración propia

Tercera hipótesis específica

La hipótesis formulada es la siguiente:

- El coagulante natural aloe vera tiene efecto significativo en la remoción de turbidez del efluente de la PTAR Jauja.

Como se muestra en la tabla 8, muestra que la mayor remoción de Turbidez es en la dosis de 20 mL, logrando remover 43.70 % de turbidez (desde 120 UNT a 67.6 UNT), además se logra ver en la tabla 8, en la dosis de 10 mL removi6 un 42.96 % (desde 120 UNT a 68.5 UNT) de turbidez.

Tabla 8. Remoción y turbidez final del ensayo óptimo

Tratamiento	Dosis de aloe vera (mL)	Turbidez inicial	Turbidez	% Remoción de DBO ₅
M1	10 mL	120	68.5	42.96 %
M2	20 mL		61.56	48.70 %
M3	30 mL		77.4	35.50 %
M4	40 mL		70.0	41.70 %
M5	50 mL		70.2	41.49 %

Fuente: Elaboración propia

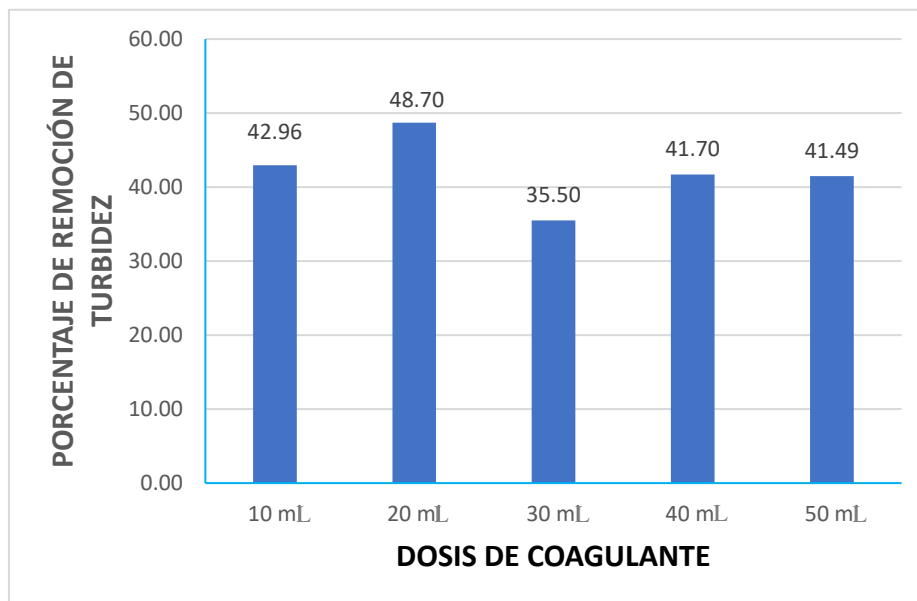


Figura 32. Remoción turbidez por dosis de coagulante aloe vera

Fuente: Elaboración propia

Cuarta hipótesis

La hipótesis formulada es la siguiente:

- ❖ La dosis óptima del coagulante natural aloe vera es 20 mL/L de agua para la remoción de los parámetros críticos del efluente de la PTAR Jauja.

i. Nivel de Significancia:

$$\alpha = 0.05 = 5 \%$$

ii. Prueba de normalidad

H₁: La distribución de los datos de la variable no siguen una distribución normal.

H₀: La distribución de los datos siguen una distribución normal.

Regla de decisión

Si $p > 0.05$ se acepta la H₀

Si $p \leq 0.05$ se rechaza la H₀

Tabla 9. Prueba de normalidad

Pruebas de normalidad							
Dosis óptima	Dosis coagulante	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% Turbidez removida	10 mL	.205	6	.200*	.922	6	.518
	20 mL	.276	6	.172	.822	6	.092
	30 mL	.304	6	.088	.845	6	.143
	40 mL	.336	6	.033	.860	6	.191
	50 mL	.226	6	.200*	.894	6	.338
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.							
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con Shapiro Wilk en las diferentes dosis el Sig. (de la prueba) son mayores que la significancia =0.05. Por tanto: Sus distribuciones son normales y aplica la prueba paramétrica de ANOVA.

iii. **Prueba estadística:**

Prueba ANOVA para un factor.

Hipótesis estadística

- H_1 : Por lo menos algún tratamiento es diferente en la eficiencia de remoción de las demás.
- H_0 : Todos los tratamientos tienen la misma eficiencia de remoción.

Regla de decisión

Si $p > 0.05$ se acepta la H_0

Si $p \leq 0.05$ se rechaza la H_0

Tabla 10. Prueba de ANOVA

ANOVA					
Turbidez removida					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	397.416	4	99.354	9.354	.000
Dentro de grupos	265.546	25	10.622		

Fuente: Elaboración propia

iv. **Conclusión**

El valor de ($p = 0.000$) es menor que $\alpha = 0.05$, concluimos que se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 . Se concluye que existe suficiente evidencia para comprobar que por lo menos un tratamiento es diferente a los demás en eficiencia de remoción.

Se prueba que existe una diferencia entre los tratamientos de eficiencia de remoción; para demostrar que tratamiento es diferente se realizó una prueba Post hoc con gráfico de medias.

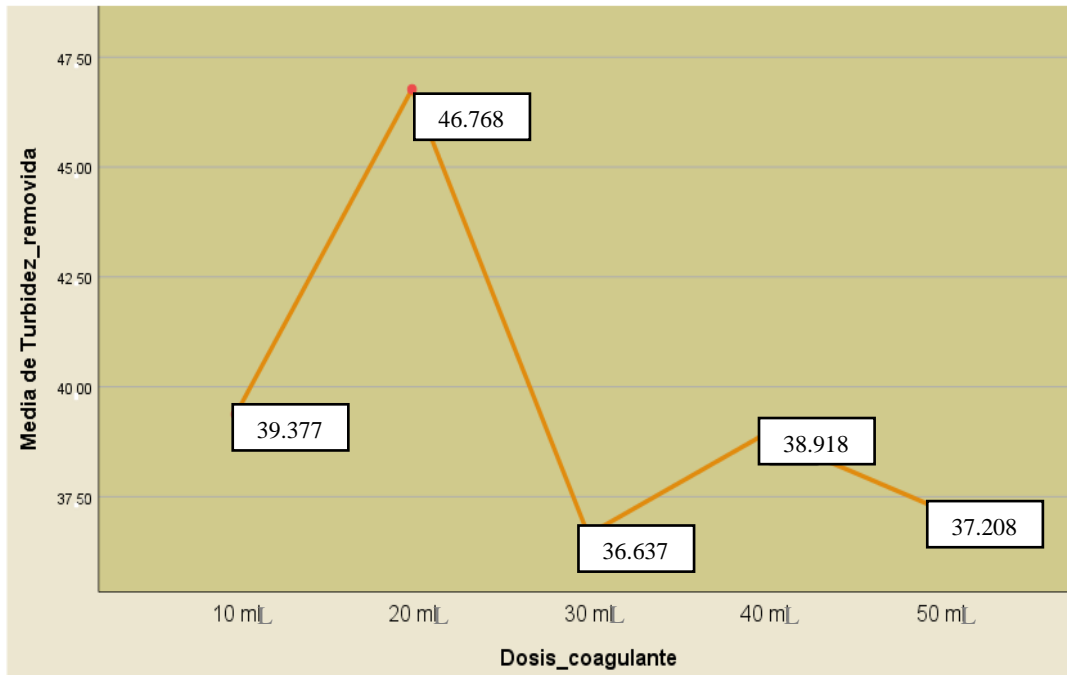


Figura 33. Prueba post hoc -dosis óptima

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico podemos ver que existe una diferencia significativa en el tratamiento 2 de la dosis de 20 mL con una eficiencia de remoción en la dosis de 20 mL con 46.77 %, seguido se encuentra la dosis de 10 mL con una eficiencia de remoción de 39.37 % .

3.5. Discusión de resultados

En la investigación se utilizó el coagulante natural aloe vera en el tratamiento de aguas residuales del efluente de la PTAR-Jauja, mediante análisis iniciales, los resultados mostraron 201.30 mg/L para DBO₅ y 281 mg/L para SST que superaron los límites máximos permisibles para los efluente de Plantas de Tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales D.S.N.º 003-2010-MINAM, tal como lo señala Beltrán en su investigación verificaron las aguas residuales

del efluente de la PTAR-Jauja, contiene los valores de pH, DBO₅, DQO, SST sobrepasan los límites máximos permisibles (45).

Al aplicar el coagulante aloe vera en la remoción de turbidez, se tuvo mayores resultados de 48.70 %, mientras que en el estudio realizado por López (9) muestra una eficiencia de remoción de turbidez de 31.13 % así superando los valores de remoción.

En cuanto a las prueba de DBO₅ se puede ver que la máxima remoción se presentó en la muestra tratada con la dosis de 10 mL con una eficiencia de 87.615 % (tabla 6), debemos afirmar que se encuentra debajo de los límites máximos permisibles. En cuanto a la disminución de la cantidad de sólidos suspendidos totales la disminución máxima se presentó en la dosis de 20 mL con una eficiencia de 75.70 %, por lo que afirma López en su tesis “Evaluación del proceso de coagulación y filtración en muestras sintéticas de ácidos húmicos empleando aloe barbadensis como coagulante y Piscidia piscipula como carbón activado”, en la cual se tuvo el aloe vera es más eficiente en la remoción de sólidos suspendidos totales de 90.46 % (9).

Por otro lado, en función a la dosis óptima del coagulante aloe vera, se consideró los promedios, utilizando la prueba post hoc, la dosis que resultó con mayor porcentaje de remoción es de 20 mL. Según el estudio realizado por López la dosis óptima con mayor eficiencia fue 50 mL (9), se puede concluir que puede variar por las características del agua a tratar mencionado por el estudio realizado por Terrones (14) que en dosis mayores a 50 mL se presentaron menores valores de reducción. Terrones menciona “esto ocurre debido a una saturación de polímeros en el Sistema coloidal que impide una atracción electrostática, en la cual genera una reestabilización coloidal, asimismo se menciona que la saturación de polímeros en la superficie de la partícula coloidal generará una repulsión por la transformación de cargas, en las cuales deben tener un Puente

interparticular proporcionado por el polímero adsorbido, que a consecuencia de esta saturación ya no posee espacios de adsorción vacíos”(9).

CONCLUSIONES

- La evaluación inicial del efluente de la PTAR-JAUJA respecto a los parámetros sólidos suspendidos totales, DBO₅ sobrepasaron los límites máximos permisibles según el DS. N.º 003-2010-MINAM (LMP para DBO₅ es 100 mg/L y SST es 150 mg/L).
- Se presenta mayor eficiencia en la remoción de sólidos suspendidos totales y turbidez con la dosis de 20 mL el coagulante natural de aloe vera, con una eficiencia de 75.70 % y 48.70 %.
- Se presenta mayor eficiencia en la remoción de DBO₅ con la dosis de 10 mL, con una remoción de 87.615 % (desde 201.30 mg/L a 24.93 mg/L).
- La mejor eficiencia de remoción de turbidez se logró en la primera dosis de 20 mL, con una remoción de 48.70 % (desde 120 mg/L a 61.56 mg/L).
- En la investigación se obtuvo como dosis óptima 20 mL para aguas residuales, en la cual tuvo eficiencia de remoción menor del 50 %.

RECOMENDACIONES

1. Realizar pruebas con el coagulante aloe vera en polvo y conocer la eficiencia de remoción en el tipo de agua residual que estudiamos.
2. Considerar los datos obtenidos para futuras investigaciones sobre implementar un sistema de tratamiento con la aplicación del coagulante natural aloe vera como solución a la problemática de aguas residuales en zonas rurales.
3. Se recomienda que, en las siguientes investigaciones, se realice más repeticiones para cada parámetro, para tener menores porcentajes de error en los análisis estadísticos.

REFERENCIAS

1. ALVARADO CHILCON, Janeth Y MANAYAY PERALTA, Jheymi. *Eficiencia de la goma de Caesalpinia spinosa (tara) como coagulante en aguas residuales industriales* [en línea]. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en : <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/114/131>
2. DIESTRA RAMOS, Fredy Smit and RAMOS PAREDES, Isaac Víctor. *Efecto de la concentración de Aloe vera (sábila) y tiempo de floculación en la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica biodegradable de aguas residuales municipales sector el Cerrillo, Santiago de Chuc* [en línea]. Tesis (Ingeniero Ambiental). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2019. Disponible en: [https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/11549/DiestraRamos_F % 20- % 20RamosParedes_I.pdf?sequence=1](https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/11549/DiestraRamos_F%20-%20RamosParedes_I.pdf?sequence=1)
3. BAEZ RITA , Sofia y MARTINEZ ESPINOZA, Rut Mariela. *Diagnostico socio – ambiental de aguas residuales emitidas en el II semestre del año 2014 por la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR-Boaco) Boaco* [en línea]. Tesis (Ingeniero Ambiental). Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2015. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/779/1/10404.pdf>
4. MORENO, L. *Capítulo 3. Depuración Biológica De Las Aguas Residuales Urbanas*. [en línea]. 2003. P. 8–49. [Fecha de consulta: 27 de Setiembre del 2021]. Disponible en : <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5909/08Mjkm08de18.pdf;sequence=8>.
5. ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL-OEFA. *Fiscalización ambiental en aguas residuales. Organismo de Evaluacion y Fiscalizacion*

- Ambiental* [en línea]. 2014. P. 36. [Fecha de consulta 27 de Setiembre 2021]. Disponible en : https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
6. CARRIL, Blanca, GÓMEZ, Yung and VÁSQUEZ, Homer. *Efecto coagulante - floculante del cladodio de tuna (Opuntia ficus indica) y del endospermo de moringa (moringa oleífera lam) en el tratamiento primario de aguas residuales domesticas de la PTAR del Sector 9, Distrito de Manantay, 2018* [en línea]. 2020. [Fecha de consulta 27 de Setiembre 2021]. Disponible en: http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4605/UNU_AMBIENTAL_2020_T_ALANA-CARRIL_YUNG-GOMEZ_HOMER-VASQUEZ.pdf?sequence=1&isAllow
 7. MEJÍA CARRILLO, P. W., URQUIA COLLANTES, K., CABELLO TORRES, R. J. and VALDIVIEZO GONZALES, L. G. Evaluación de la Moringa oleifera en el tratamiento de aguas con alta turbidez y carga orgánica. *Ingeniería del agua* [en línea]. 30 Abril 2020. 24(2), 119. [Fecha de consulta: 27 de Setiembre del 2021]. DOI 10.4995/ia.2020.12274. Disponible en : <https://polipapers.upv.es/index.php/IA/article/view/12274>
 8. PTAR Sausa - Google Maps. [en línea]. [Fecha de consulta 26 de Enero 2022]. Disponible en : <https://www.google.com/maps/place/PTAR+Sausa/@-11.7960132,-75.4827771,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x910ecf8fdde6add:0xa4bc81e1b07bf46b!8m2!3d-11.7960185!4d-75.4805884>
 9. LOPEZ ARANDA, Marco Antonio. *Evaluación del proceso de coagulación y filtración en muestras sintéticas de ácidos húmicos empleando aloe barbadensis como coagulante y piscidia piscipula como carbón activado*. [en línea]. Tesis(Ingeniero Ambiental)

- México:Universidad de Quintana Roo, 2017. [Fecha de consulta: 11 de Junio del 2021].
Disponibile en : <http://risisbi.uqroo.mx/handle/20.500.12249/1933>
10. MURUGANANDAM, L, KUMAR, M. P.Saravana, JENA, Amarjit, GULLA, Sudiv and GODHWANI, Bhagesh. Treatment of waste water by coagulation and flocculation using biomaterials. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineerin* [en linea].2017 [Fecha de consulta 11 de Junio del 2021]. DOI: 10.1088/1757-899X/263/3/032006Disponibile en : <https://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/263/3/032006>.
 11. BABORA BORRI, Rodrigo, FREIRE, Rosane and LEANDRO DE OLIVEIRA BOINA, Welliton. Remoção da turbidez da água usando aloe vera como coagulante natural. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista* [en linea]. 10 Noviembre, 2014, 10(12), p. 1–11. [Fecha de consulta: 9 de Junio del 2021]. DOI: 10.17271/1980082710122014857. Disponible en : https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/857
 12. RODRIGUES, A. M., AQUINO, D. S. and CORDEIRO, L. L. Avaliação de Aloe arborescens como coagulante para remoção de cor e turbidez em tratamento convencional de água. *Ingeniería del agua* [en linea]. 30 Abril, 2020,24(2) , p. 81. [Fecha de consulta: 9 de Junio del 2021].DOI: 10.4995/ia.2020.11562. Disponible en : <https://doi.org/10.4995/Ia.2020.11562O>
 13. KOPYTKO, María, RUEDA, Eliana and RINCÓN, Yuliana. Application of Natural Product (Aloe Vera) in Coagulation-Flocculation Procedures, for Water Treatability Study. *International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT)* [en

- linea]. Mayo, 2014, 3(3),444–456. [Fecha de consulta: 5 de Noviembre del 2019]. ISSN: 2319-5967. Disponible en : http://www.ijesit.com/Volume 3/Issue 3/IJESIT201403_58.pdf
14. BENALIA, Abderrezzaq, DERBAL, Kerroum, KHALFAOUI, Amel, BOUCHAREB, Raouf, PANICO, Antonio, GISONNI, Corrado, CRISPINO, Gaetano, PIROZZI, Francesco and PIZZI, Antonio. Use of Aloe vera as an Organic Coagulant for Improving Drinking Water Quality. *Advances in Management of Solid Waste and Wastewater Treatment* [en línea]. 24 Julio, 2021, 13(15),2024. [Fecha de consulta: 11 de Noviembre del 2021]. DOI :10.3390/W13152024. Disponible en : <https://doi.org/10.3390/w13152024>
 15. TERRONES COBA, Luis Kleiber. *Determinación de la eficiencia de floculación en la mezcla de (aloe vera y citrus reticulata) para la disminución de la turbidez en las aguas del río Chico, del distrito de San Silvestre de Cochán, provincia de San Miguel, región Cajamarca - 2018*. Tesis (Ingeniero Ambiental).Cajamarca: Universidad privada Antonio Guillermo Urrello, 2019. [Fecha de consulta 11 de Junio 2021]. Disponible en : <http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/.pdf>
 16. MORENO PÉREZ, Sandy Celina. *Disminución de la turbidez del agua del río Crisnejas en la comunidad de Chuquibamba-Cajabamba utilizando Opuntia ficus indica, Aloe vera y Caesalpinia spinosa* [en línea].Tesis(Ingeniero Ambiental). Cajabamba: Universidad Cesar Vallejo, 2016. [Fecha de consulta 11 de Junio 2021]. Disponible en : https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/6854/moreno_ps.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 17. RAZURI MALQUI, Kriss Estefany. “*Disminución del contenido de la DBO5 y la DQO mediante coagulantes naturales (Aloe Vera L. y Opuntia ficus indica) en las aguas del canal*

- de regadío E-8 Chuquitanta – San Martín de Porres”* [en línea].Tesis (Ingeniero Ambiental).Lima:Universidad César Vallejo, 2017. [Fecha de consulta: 11 de Junio del 2021]. Disponible en : <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/3588>
18. MORALES OSORIO, Jenny. *Determinación del poder coagulante de la sábila para la remoción de turbidez en el proceso de tratamiento de agua para consumo humano – Oxapampa - 2018* [en línea].Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion, 2018. [Fecha de consulta: 11 de Junio del 2021]. Disponible en : http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/416/1/T026_70506362_T.pdf
 19. VILLACREZ HERMIDA, Jhorvys Smict. *Eficacia de un coagulante a base de aloe vera para el tratamiento primario de aguas residuales domésticas. Moyobamba, 2018* [en línea]. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2018. [Fecha de consulta: 11 de Junio del 2021]. Disponible en : <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/316141.1>.
 20. CORONADO VALDIVIA, Fiorella. *Eficiencia del Agave y el Aloe vera en la remoción de materia orgánica de las aguas del río Lurín en el AA. HH Julio César Tello- 2018.* [en línea]. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2018. [Fecha de consulta: 11 de Junio del 2021]. Disponible en : <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36217>
 21. PINTO, Ana Lucia. *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* [en línea].Tesis (Ingeniero Ambiental).Lima: Universidad Católica de

- Santa Maria, 2017. [Fecha de consulta: 11 de Junio del 2021]. Disponible en :
<https://bibliotecadigital.oducal.com/Record/ir-UCSM-6664>
22. GUANILO, Anggie. *Uso del Aloe barbadensis y Moringa oleífera como coagulantes en el tratamiento de aguas residuales bajo condiciones de laboratorio Ninabamba – Cajamarca, 2019* [en línea]. Tesis (Ingeniero químico). Lima: Universidad Cesar vallejo, 2019. [Fecha de consulta: 11 de Junio del 2021]. Disponible en :
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35487>
 23. CUEVA, Ewdim and PEREDA, Marlith. *Efecto del amperaje y tiempo del proceso de la electrocoagulación en el tratamiento de aguas residuales del camal de José Leonardo Ortíz. 2020* [en línea]. Tesis (Ingeniero químico). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz de Gallo, 2020. [Fecha de consulta: 11 de Junio del 2021]. Disponible en :
<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8688>
 24. RASCHID-SALLY, Liqa and JAYAKODY, Priyantha. Drivers and characteristics of wastewater agriculture in developing countries: results from a global assessment. *Research Report. International Water Management Institute* [en línea]. 2008, 127. [Fecha de consulta 12 de Junio del 2021]. Disponible en :
<https://www.iwmi.cgiar.org/publications/iwmi-research-reports/iwmi-research-report-127/s>
 25. ZARAGOZA. Características de las aguas residuales. [en línea]. 2010. P. 62. [Fecha de consulta: 12 de Junio del 2021]. Disponible en :
<https://cidta.usal.es/cursos/etap/modulos/libros/Caracteristicas.PDF>
 26. ZAMBRANO PÉREZ, CX. *AGUAS RESIDUALES* [online]. 2009. [Fecha de consulta 9 de

- Junio 2021]. Disponible en :
[https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6087/5/CAPITULO 2.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6087/5/CAPITULO%202.pdf)
27. PÉREZ, R; AGUILAR, A. Agricultura y Contaminación del Agua [en línea]. Universidad Nacional Autónoma de México, 2012, 2(1), 199–201. [Fecha de consulta: 26 de Enero del 2022]. ISBN: 978-607-02-3550-4. Disponible en :
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-703620140002000170362014000200011&lng=es&tlng=es.
28. HERNANDEZ MUÑOZ, Aurelio. *DEPURACION y DESINFECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES 6ta EDICIÓN* [en línea]. Garceta, 1990. [Fecha de consulta: 12 de Junio del 2021]. ISBN 84-380-0040-1. Disponible en : <https://www.casadellibro.com/libro-depuracion-y-desinfeccion-de-aguas-residuales---6-edicion/9788416228263/2667993>
29. TILLMAN, Glenn M. *Primary Treatment at Wastewater Treatment Plants* [en línea]. LEWIS PUBLISHERS 1991. [Fecha de consulta 26 de Enero 2022]. ISBN 0873714288. Disponible en : https://books.google.com.pe/books?id=RsY1pem0dgC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=f
30. Tratamiento y reuso de aguas residuales [en línea]. Perú: Ministerio del Ambiente, 2012. [Fecha de consulta: 11 de Noviembre del 2021]. Disponible en :
[file:///C:/Users/deysi/AppData/Local/Temp/MicrosoftEdgeDownloads/9c411627-d787-438b-bb18-e29ea78492bc/153 % 20\(3\).pdf](file:///C:/Users/deysi/AppData/Local/Temp/MicrosoftEdgeDownloads/9c411627-d787-438b-bb18-e29ea78492bc/153%20(3).pdf)
31. BELTRÁN BELTRÁN, Tony Reilly and CAMPOS RIVEROS, Cynthia Melissa. *Influencia de microorganismos eficaces sobre la calidad de agua y lodo residual, planta de tratamiento de Jauja*. [en línea]. Tesis (Ingeniero Quimico) Huancayo: Universidad

- Nacional del Centro del Perú, 2016. [Fecha de consulta 11 de Noviembre 2021]. Disponible en : <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3461>Tesis
32. PEDROZA, Edmundo. Canal Parshall [online]. IMTA, 2001, pp. 36. [Fecha de consulta: 19 de Noviembre del 2021]. ISBN 968-5536-04-X Disponible en : <http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/1095>
 33. MINISTERIO DEL AMBIENTE. Decreto Supremo N.º 015-2015-MINAM | Ministerio del Ambiente. *Diario Oficial El Peruano* [en línea]. 2015. [Fecha de consulta: 26 Enero del 2022]. Disponible en : <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-003-2010-minam/>
 34. GOMEZ PUENTES, Nestor Alejandro. *Remoción de materia orgánica por coagulación-floculación* [en línea]. Tesis(Ingeniero químico). Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2015. [Fecha de consulta: 26 Enero del 2022]. Disponible en : <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/2841/nestoralejandrogomezpuentes.2005.pdf?sequence=1>.
 35. OJEDA, Lizabeth. Determinación de la eficiencia de las características coagulantes y floculantes del *Tropaeolum Tuberosum*, en el tratamiento del agua cruda de la planta de puengasí de la epmaps [en línea]. Tesis(Ingeniero en biotecnología de recursos naturales). Quito: Universidad politécnica salesiana de Quito, 2012. [Fecha de consulta: 12 de Junio del 2021]. Disponible en : <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>
 36. ANDIA CARDENAS, Yolanda. *Tratamiento de agua coagulación y floculación*. [en línea]. Lima: SEDAPAL,2000. [Fecha de consulta 26 de Enero 2022]. Disponible en :

<http://www1.frm.utn.edu.ar/archivos/civil/Sanitaria/Coagulaci%C3%B3n%20y%20Floculaci%C3%B3n%20del%20Agua%20Potable.pdf>.

37. GALLARDO, Mónica Alejandra Bravo. Coagulantes Y Floculantes Naturales Usados En La Reducción De Turbidez, Sólidos Suspendidos, Colorantes Y Metales Pesados En Aguas Residuales [en línea]. Tesis (Título en Ingeniero Ambiental). Bogota : Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2013. [Fecha de consulta 26 de Enero 2022]. Disponible en : <https://www.semanticscholar.org/paper/Coagulantes-y-Floculantes-Naturales-Usados-en-la-de-Gallardo-Alejandra/9f7db166ffb515185ca060557cfff66f59bf1cea>.
38. ORTIZ-DOSAL, Luis Carlos and ÁNGELES-ROBLES, María Gabriela. *Prueba de jarras (jar test)* [en línea]. Universidad Autónoma de Zacatecas 2019. [Fecha de consulta 12 Junio 2021]. Disponible en : https://www.researchgate.net/publication/335826360_Prueba_de_jarras_jar_test
39. GABINO, Rocío. *Opuntia ficus-indica como coagulante para remoción de sólidos suspendidos totales del efluente de beneficio en avícola La Chacra*. [en línea]. Tesis (Ingeniero Ambiental). Huancayo: Universidad Continental, 2018. [Fecha de consulta: 9 de Junio del 2021]. Disponible en : <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/5029> Para remover las
40. FERRARO, G M. Revision of aloe vera (Barbadensis Miller) in actual dermatology. *Revista Argentina de Dermatología* [en línea]. 2009, 90(4), [Fecha de consulta: 12 de Junio del 2021]. ISSN 1851-300X. Disponible en : <http://www.naturephoto-cz.eu/aloe-vera-picture-10115.html>.

41. Instituto Nacional de Ecología. [en línea]. [Fecha de consulta 12 de Junio 2021]. Disponible en : <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/74/sabila.html>
42. CARRIL FLORES, Alana del Rosario and GÓMEZ GARCÍA, Blanca Olga. *Efecto coagulante - floculante del cladodio de tuna (Opuntia ficus indica) y del endospermo de moringa (Moringa oleífera lam) en el tratamiento primario de aguas residuales domésticas de la PTAR del sector 9, distrito de Manantay, 2018* [en línea]. Tesis (Titulo en Ingeniero Ambiental). Ucayali: Universidad Nacional de Ucayali, 2020. [Fecha de consulta: 12 de Junio 2021]. Disponible en : <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4605alana95rosarrio@gmail.com>
43. FÚQUENE, DM and YATE, AV. Ensayo de jarras para el control del proceso de coagulación en el tratamiento de aguas residuales industriales. *Documentos de Trabajo ECAPMA* [en línea]. 18 de Octubre 2018, 1(1), 1–7. [Fecha de consulta: 12 de Junio del 2021]. DOI 10.22490/ECAPMA.2771. Disponible en : <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/view/2771>
44. SAMPIERI, Roberto Hernandez. Metodología de la investigación. [en línea]. México : Mc Graw Hill Education, 2018, [Fecha de consulta 29 de Setiembre 2019]. ISBN: 978-1-4562-6096-5. Disponible en : www.eltosopanda.com % 7Cjamespoetrodriguez.com
45. BELTRÁN BELTRÁN, Tony Reilly and CAMPOS RIVEROS, Cynthia Melissa. *Influencia de microorganismos eficaces sobre la calidad de agua y lodo residual, planta de tratamiento de Jauja*. [en línea]. Tesis (Titulo en Ingeniero Ambiental).Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2016. [Fecha de consulta: 26 de Enero del 2022]. Disponible en : <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3461> %

0Ahttp://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3461/Beltran_Beltran-Campos
Rivero.pdf?sequence=1&isAllowed=yTesis

46. BRAVO ,M. Coagulantes y floculantes naturales usados en la reducción de turbidez, sólidos suspendidos, colorantes y metales pesados en aguas residuales. Tesis (Titulo en Ingeniero Quimico). Bogota: Universidad Distrital Francisco José de Caldas ,2017. [Fecha de consulta: 26 de Diciembre del 2021]. Disponible en :
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5609/BravoGallardoMonicaAlejandra2017.pdf;jsessionid=D70B806B32E965A093AF32CAAC80959E?sequence=1>
47. OSEDA GAGO, D., et al. Teoría y práctica de la investigación científica [en línea]. 2015. [Fecha de consulta: 26 de Diciembre del 2021]. Disponible en :
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S0187-893X202100020003700015&lng=en

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: APLICACIÓN DEL COAGULANTE NATURAL ALOE VERA COMO TRATAMIENTO TERCIARIO EN LA PTAR- JAUJA.

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema General: ¿Qué efecto tiene el coagulante natural Aloe vera en la remoción de parámetros críticos como tratamiento terciario en la PTAR- JAUJA?</p> <p>Problema Específico: ¿Qué efecto tiene el coagulante natural aloe vera en la remoción de DBO5 del efluente de la PTAR Jauja?</p> <p>¿Qué efecto tiene el coagulante natural aloe vera en la remoción de sólidos suspendidos totales del efluente de la PTAR Jauja?</p> <p>¿Qué efecto tiene el coagulante natural aloe vera en la remoción de turbidez del efluente de la PTAR Jauja?</p> <p>¿Cuál es la dosis óptima del coagulante natural aloe vera con mayor eficiencia para la remoción de los parámetros críticos del efluente de la PTAR Jauja?</p>	<p>Objetivo General: Determinar el efecto del coagulante natural Aloe vera en la remoción de parámetros críticos como tratamiento terciario en la PTAR- JAUJA</p> <p>Objetivos Específicos: Determinar el efecto del coagulante natural aloe vera en la remoción de DBO5 del efluente de la PTAR Jauja.</p> <p>Determinar el efecto del coagulante natural aloe vera en la remoción de sólidos suspendidos totales del efluente de la PTAR Jauja.</p> <p>Determinar el efecto del coagulante natural aloe vera en la remoción de turbidez del efluente de la PTAR Jauja.</p> <p>Determinar la dosis óptima del coagulante natural aloe vera con mayor eficiencia para la remoción de los parámetros críticos del efluente de la PTAR Jauja.</p>	<p>Hipótesis de Investigación: El coagulante natural aloe vera tiene efecto significativo en la remoción de parámetros críticos como tratamiento terciario en la PTAR- JAUJA.</p> <p>Hipótesis Nula: El coagulante natural aloe vera no tiene efecto significativo en la remoción de parámetros críticos como tratamiento terciario en la PTAR- JAUJA.</p> <p>Hipótesis Específicos El coagulante natural aloe vera tiene efecto significativo en la remoción de DBO5 del efluente de la PTAR Jauja.</p> <p>El coagulante natural aloe vera tiene efecto significativo en la remoción de sólidos suspendidos totales del efluente de la PTAR Jauja.</p> <p>El coagulante natural aloe vera tiene efecto significativo en la remoción de turbidez del efluente de la PTAR Jauja.</p> <p>La dosis óptima del coagulante natural aloe vera es 20 mL/L de agua para la remoción de los parámetros críticos del efluente de la PTAR Jauja.</p>	<p>Variable Dependiente: Parámetros críticos</p> <p>Variable Independiente: Coagulante natural aloe vera</p>	<p>Método General: Científico</p> <p>Método Específico: Experimental</p> <p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de Investigación: Correlacional – Descriptivo</p> <p>Diseño de Investigación: El tipo de diseño de investigación es experimental puro con un diseño con preprueba – postprueba y grupo de control</p> $ \begin{array}{cccc} RG_1 & O_1 & x & O_2 \\ RG_2 & O_3 & --- & O_4 \end{array} $ <p>$RG_1; RG_2$ = Muestra de la investigación $O_1; O_3$ = Medición antes de la muestra $O_2; O_4$ = Medición después de la muestra x = Aplicación de aloe vera $---$ = grupo de control</p> <p>Población: La población es el efluente de la Planta de tratamiento de aguas residuales de Jauja.</p> <p>Muestra: Se tomará 36 litros de agua residual extraído del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales- Jauja, las cuales se tomaron en tres tiempos entre los días 14,15,16 de agosto. Se tomaron 1000 mL de agua para cada prueba en el test de jarras, el método de elección se realizó de forma aleatoria</p>

ANEXO 2. NORMA DE LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DS N.º 003-

El Peruano

Lima, miércoles 17 de marzo de 2010



NORMAS LEGALES

415675

de impuestos o de derechos aduaneros de ninguna clase o denominación.

Artículo 5º.- La presente Resolución Suprema será refrendada por el Presidente del Consejo de Ministros.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

JAVIER VELASQUEZ QUESQUÉN
Presidente del Consejo de Ministros

469446-6

AMBIENTE

Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales

DECRETO SUPREMO Nº 003-2010-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 3º de la Ley Nº 28611, Ley General del Ambiente, dispone que el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha ley;

Que, el numeral 32.1 del artículo 32º de la Ley General del Ambiente define al Límite Máximo Permisible - LMP, como la medida de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio;

Que, el numeral 33.4 del artículo 33º de la Ley Nº 28611 en mención dispone que, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplique el principio de la gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, el literal d) del artículo 7º del Decreto Legislativo Nº 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente - MINAM, establece como función específica de dicho Ministerio, elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), de acuerdo con los planes respectivos. Deben contar con la opinión del sector correspondiente, debiendo ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Resolución Ministerial Nº 121-2009-MINAM, se aprobó el Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) para el año fiscal 2009 que contiene dentro de su anexo la elaboración del Límite Máximo Permisible para los efluentes de Plantas de Tratamiento de fuentes domésticas;

Que el artículo 14º del Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) aprobado mediante Decreto Supremo Nº 019-2009-MINAM, establece que el proceso de evaluación de impacto ambiental comprende medidas que aseguren, entre otros, el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental, los Límites Máximos Permisibles y otros parámetros y requerimientos aprobados de acuerdo a la legislación ambiental vigente; del mismo modo, en su artículo 28º el citado reglamento señala que, la modificación del estudio ambiental o la aprobación de instrumentos de gestión ambiental complementarios,

implica necesariamente y según corresponda, la actualización de los planes originalmente aprobados al emitirse la Certificación Ambiental;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8) del artículo 118º de la Constitución Política del Perú, y el numeral 3 del artículo 11º de la Ley Nº 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1º.- Aprobación de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales Domésticas o Municipales (PTAR)

Aprobar los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional.

Artículo 2º.- Definiciones

Para la aplicación del presente Decreto Supremo se utilizarán los siguientes términos:

- **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR):** Infraestructura y procesos que permiten la depuración de las aguas residuales Domésticas o Municipales.

- **Límite Máximo Permisible (LMP):** Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental.

- **Protocolo de Monitoreo.-** Procedimientos y metodologías establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en coordinación con el MINAM y que deben cumplirse en la ejecución de los Programas de Monitoreo.

Artículo 3º.- Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de Efluentes de PTAR

3.1 Los LMP de efluentes de PTAR que se establecen en la presente norma entran en vigencia y son de cumplimiento obligatorio a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

3.2 Los LMP aprobados mediante el presente Decreto Supremo, no serán de aplicación a las PTAR con tratamiento preliminar avanzado o tratamiento primario que cuenten con disposición final mediante emisario submarino.

3.3 Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que no cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

3.4 Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de tres (03) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la actualización de los Planes de Manejo Ambiental de los Estudios Ambientales; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

Artículo 4º.- Programa de Monitoreo

4.1 Los titulares de las PTAR están obligados a realizar el monitoreo de sus efluentes, de conformidad con el Programa de Monitoreo aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. El Programa de Monitoreo especificará la ubicación de los puntos de control, métodos y técnicas adecuadas; así como los parámetros y frecuencia de muestreo para cada uno de ellos.

4.1 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento podrá disponer el monitoreo de otros parámetros que no estén regulados en el presente Decreto Supremo, cuando existan indicios razonables de riesgo a la salud humana o al ambiente.

4.2 Sólo será considerado válido el monitoreo conforme al Protocolo de Monitoreo establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, realizado por Laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual - INDECOPI.

Artículo 5º.- Resultados de monitoreo

5.1 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la administración de la base de datos del monitoreo de los efluentes de las PTAR, por lo que los titulares de las actividades están obligados a reportar periódicamente los resultados del monitoreo de los parámetros regulados en el Anexo de la presente norma, de conformidad con los procedimientos establecidos en el Protocolo de Monitoreo aprobado por dicho Sector.

5.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento deberá elaborar y remitir al Ministerio del Ambiente dentro de los primeros noventa (90) días de cada año, un informe estadístico a partir de los datos de monitoreo presentados por los Titulares de las PTAR, durante el año anterior, lo cual será de acceso público a través del portal institucional de ambas entidades.

Artículo 6º.- Fiscalización y Sanción

La fiscalización del cumplimiento de los LMP y otras disposiciones aprobadas en el presente Decreto Supremo estará a cargo de la autoridad competente de fiscalización, según corresponda.

Artículo 7º.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente y por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA FINAL

Única.- El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en coordinación con el MINAM, aprobará el Protocolo de Monitoreo de Efluentes de PTAR en un plazo no mayor a doce (12) meses contados a partir de la vigencia del presente dispositivo.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los dieciséis días del mes de marzo del año dos mil diez.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

JUAN SARMIENTO SOTO
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales Suspensión	en mL/L	150
Temperatura	°C	<35

469446-2

Designan responsable de brindar información pública y del contenido del portal de internet institucional del Ministerio

RESOLUCIÓN MINISTERIAL Nº 036-2010-MINAM

Lima, 16 de marzo de 2010

CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Legislativo Nº 1013, se aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

Que, la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, cuyo Texto Único Ordenado fue aprobado por Decreto Supremo Nº 043-2003-PCM, tiene por finalidad promover la transparencia de los actos del Estado y regular el derecho fundamental del acceso a la información consagrado en el numeral 5 del artículo 2º de la Constitución Política del Perú;

Que, el artículo 3º de la citada Ley, señala que el Estado tiene la obligación de entregar la información que demanden las personas en aplicación del principio de publicidad, para cuyo efecto se designa al funcionario responsable de entregar la información solicitada;

Que, asimismo, de acuerdo a lo previsto en el artículo 5º de la mencionada Ley, las Entidades Públicas deben identificar al funcionario responsable de la elaboración de los Portales de Internet;

Que, mediante Resolución Ministerial Nº 070-2008-MINAM, se designó a la señorita Cristina Miranda Beas, como funcionaria responsable de brindar información que demanden las personas, y responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet del Ministerio del Ambiente;

Que, por razones del servicio y considerando la renuncia al cargo que desempeñaba en el Ministerio del Ambiente la servidora citada en el considerando precedente, resulta necesario designar al personal responsable de brindar información en el marco de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública y responsable del Portal de Internet Institucional;

Con el visado de la Secretaría General y de la Oficina de Asesoría Jurídica; y

De conformidad con lo establecido en el Decreto Legislativo Nº 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente; el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo Nº 043-2003-PCM; y el Decreto Supremo Nº 007-2008-MINAM que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

SE RESUELVE:

Artículo 1º.- Designar al abogado Hugo Milko Ortega Polar como Responsable de brindar la información pública del Ministerio del Ambiente y Responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet Institucional, de conformidad con el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo Nº 043-2003-PCM.

Artículo 2º.- Todos los órganos del Ministerio del Ambiente, bajo responsabilidad, deberán facilitar la información y/o documentación que les sea solicitada como consecuencia de lo dispuesto en el artículo precedente, dentro de los plazos establecidos en la normatividad vigente.

Artículo 3º.- Disponer que la presente Resolución se publique en el Diario Oficial El Peruano y en Portal de Internet del Ministerio del Ambiente.

Artículo 4º.- Notificar la presente Resolución a todos los órganos del Ministerio del Ambiente, al Órgano de Control Institucional y al responsable designado.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

469445-1

ANEXO 3. FOTOS DEL TRABAJO REALIZADO

 <p>Entrada a la PTAR-JAUJA</p>	 <p>CANAL PARSHALL</p>
 <p>DESARENADOR</p>	 <p>REJILLAS</p>
 <p>LAGUNA DE OXIDACIÓN PRIMARIA I</p>	 <p>LAGUNA DE OXIDACIÓN PRIMARIA II</p>



LAGUNA DE OXIDACIÓN SECUNDARIA I



LAGUNA DE OXIDACIÓN SECUNDARIA II



EFLUENTE -PTAR JAUJA



TOMA DE MUESTRAS



PRESERVACIÓN Y ETIQUETADO DE MUESTRAS



OPERADOR DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES -JAUJA



TURBIDIMETRO



PH-METRO



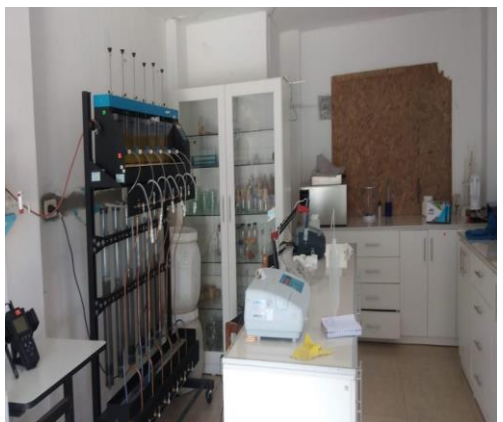
JAR-TEST



BALANZA ANALITICA



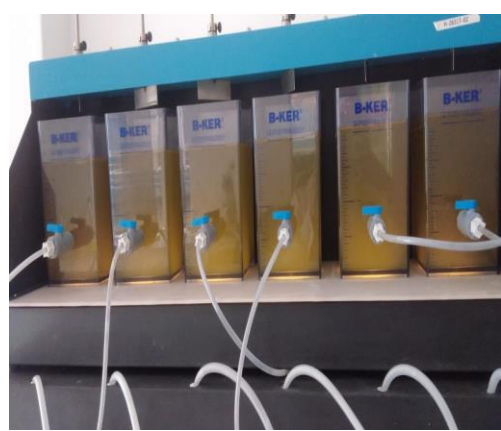
**LABORATORIO DE AGUA –
SEDAM HUANCAYO**



**LABORATORIO DE AGUA –
SEDA HUANCAYO**



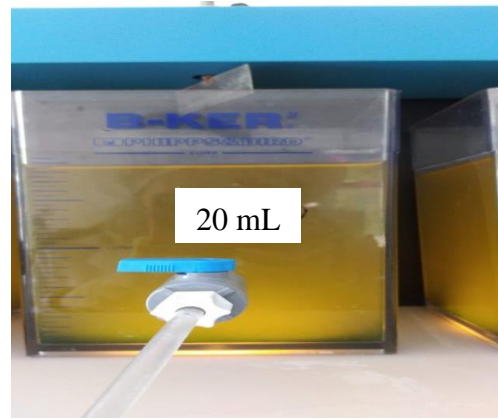
LIMPIEZA DE MATERIALES DE LABORATORIO PARA SU USO EN LAS PRUEBAS



MUESTRAS EN LAS JARRAS PARA LAS PRUEBAS



PROGRAMACIÓN DEL JAR-TEST



PROCESO DE COAGULACIÓN



MEDICIÓN ANTES Y DESPUES DEL TRATAMIENTO DE TURBIDEZ, PH, TEMPERATURA



RESULTADOS FINALES DESPUES DEL TRATAMIENTO CON LA APLICACIÓN DEL ALOE VERA

ANEXO 4. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA DE EFICIENCIA



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 154485 - 2021 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : DEYSI OLIVERA HUAMÁN
DOMICILIO LEGAL : PASAJE SANTA BEATRIZ # 128 - CHILCA
SOLICITADO POR : DEYSI OLIVERA HUAMÁN
REFERENCIA : ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL PARA LA TESIS- APLICACIÓN DEL COAGULANTE NATURAL ALOE VERA COMO TRATAMIENTO TERCIARIO EN LA PTAR-JAUJA

PROCEDENCIA : PTAR JAUJA - JUNÍN
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2021-08-20
FECHA(S) DE ANÁLISIS : 2021-08-20 AL 2021-08-25
FECHA(S) DE MUESTREO : 2021-08-19
MUESTREADO POR : EL CLIENTE
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.	2.00 ^(a)	mg/L
Sólidos suspendidos totales (TSS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.	3.00	mg/L

L.C.: límite de cuantificación.

(a) Expresado como límite de detección del método.

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	
Matriz analizada	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	
Fecha de muestreo	2021-08-19	2021-08-19	2021-08-19	
Hora de inicio de muestreo (h)	09:00	12:00	12:00	
Coordenadas	448492.6E 8695927.5N	448492.6E 8695927.5N	448492.6E 8695927.5N	
Condiciones de la muestra	Refrigerada	Refrigerada	Refrigerada	
Código del Cliente	PM0	PM1	PM2	
Código del Laboratorio	21081054	21081055	21081056	
Ensayo	Unidades	Resultados		
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	201.30	24.93	25.68
Sólidos suspendidos totales (TSS)	mg/L	281.00	73.53	68.27
Producto declarado	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	
Matriz analizada	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	
Fecha de muestreo	2021-08-19	2021-08-19	2021-08-19	
Hora de inicio de muestreo (h)	12:00	12:00	12:00	
Coordenadas	448492.6E 8695927.5N	448492.6E 8695927.5N	448492.6E 8695927.5N	
Condiciones de la muestra	Refrigerada	Refrigerada	Refrigerada	
Código del Cliente	PM3	PM4	PM5	
Código del Laboratorio	21081057	21081058	21081059	
Ensayo	Unidades	Resultados		
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	27.68	28.13	29.25
Sólidos suspendidos totales (TSS)	mg/L	78.47	71.53	74.33

Cod. FI 002 / Versión 09 / E.E.: 09/2020

Ing. Marilú Tello Paucar Lima, 01 de Setiembre del 2021.
 Director Técnico
 C.I.P. N° 219624
 Servicios Analíticos Generales S.A.C.

EXPERTS
WORKING
FOR YOU


OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Malto de Turner N° 2079 - Lima
 • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 1 de 1

ANEXO 5. CADENA DE CUSTODIA



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

VERSIÓN 6
F.E. 11/2011
Página: de

Cliente: Deysi Oliveira Haran **Contacto:** Lili Anselmo **E-mail:** lili.anselmo@gmail.com **Telef.(s):** 95600691
Lugar: PIAC Jajá - Jirón **Empresa:** _____ **Planta:** _____ **Proyecto:** Análisis de Agua Residual
Carta/Cotización: 2021-0811-65-4 **MUESTREO POR SAG:** _____ **MUESTREO POR CLIENTE:** X

PUNTO DE MUESTREO o CODIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU		ANÁLISIS DE LABORATORIO		N° Informe: <u>154485-2021</u>
	FECHA	HORA		PH	ST	CÓDIGO DE LABORATORIO	DATOS ADICIONALES	
PM0	19/08/21	19:00	Agua residual	X	X			
PM1	19/08/21	12:00	Agua residual	X	X			21081054
PM2	19/08/21	12:00	Agua residual	X	X			21081055
PM3	19/08/21	12:00	Agua residual	X	X			21081056
PM4	19/08/21	12:00	Agua residual	X	X			21081057
PM5	19/08/21	12:00	Agua residual	X	X			21081058
				X	X			21081054

SERVICIOS ANALITICOS GENERALES
RECIBIDO
20 AGO 2021
 RECEPCIÓN DE MUESTRAS
 SAG

Observaciones de Muestreo: _____

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: Deysi Oliveira Haran Firma(s): Deysi
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: _____ Firma(s): _____ Recibido en laboratorio: AF
 Dia/Hora: 15:00

ANEXO 6. FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Se realizaron pruebas para encontrar la dosis óptima del coagulante natural aloe vera, midiendo los parámetros de turbidez, pH, velocidad de agitación, la cuales se muestran en las siguientes tablas:

Prueba 1			
Dosis de coagulante (mL)	pH	Turbidez UNT	RPM: 100 RPM (60 s) RPM: 40 RPM (30 min)
Control	7.41	135	Remoción (%)
10 mL	8.14	85.10	36.96
20 mL	8.15	74.0	45.20
30 mL	8.1	91.10	32.52
40 mL	8.17	83.4	38.20
50 mL	8.16	89.6	33.63

Prueba 2			
Dosis de coagulante (mL)	pH	Turbidez UNT	RPM: 100 RPM (60 s) RPM: 40 RPM (30 min)
Control	7.41	135	Remoción (%)
10 mL	8.13	78.2	42.10
20 mL	8.16	69.9	48.20
30 mL	8.11	74.3	44.96
40 mL	8.18	78.5	37.21
50 mL	8.15	73.5	41.30

Prueba 3			
Dosis de coagulante (mL)	pH	Turbidez UNT	RPM: 100 RPM (60 s) RPM: 40 RPM (30 min)
Control	7.41	135	Remoción (%)
10 mL	8.18	84	37.78
20 mL	8.20	74.8	44.56
30 mL	8.16	90.4	33.04
40 mL	8.17	83.4	38.20
50 mL	8.14	92.5	31.48

Prueba 4			
Dosis de coagulante (mL)	pH	Turbidez UNT	RPM: 100 RPM (60 s) RPM: 40 RPM (30 min)
Control	8.10	120	Remoción (%)
10 mL	8.19	77.1	35.71
20 mL	8.21	65.5	45.45
30 mL	8.15	75.6	36.97
40 mL	8.18	74.2	38.20
50 mL	8.15	77.2	35.60

Prueba 5			
Dosis de coagulante (mL)	pH	Turbidez UNT	RPM: 100 RPM (60 s) RPM: 40 RPM (30 min)
Control	8.10	120	Remoción (%)
10 mL	8.18	71.1	40.75
20 mL	8.19	61.80	48.50
30 mL	8.12	78.2	36.83
40 mL	8.16	72.0	40.00
50 mL	8.13	75.0	39.75

Prueba 6			
Dosis de coagulante (mL)	pH	Turbidez UNT	RPM: 100 RPM (60 s) RPM: 40 RPM (30 min)
Control	8.10	120	Remoción (%)
10 mL	8.2	68.5	42.96
20 mL	8.22	61.6	48.70
30 mL	8.16	77.4	35.50
40 mL	8.15	70.0	41.70
50 mL	8.12	70.2	41.49

ANEXO 7. CARTA DE SOLICITUD PARA AUTORIZACIÓN DE TRABAJO

DE TESIS EN LA PTAR-JAUJA

Solicito: permiso para toma de
muestras de agua en la PTAR –Xauxa

Gerente Zonal de Jauja
Ing. José Lara


Yo, Deysi Olivera Huamán identificado con DNI N°7029518, domiciliado en Pasaje Santa Beatriz #128, Chilca, Huancayo, Junín, con teléfono N°994071367, ante usted con el debido respeto me presento y expongo:

Que, en la actualidad estoy realizando mi tesis "Aplicación del coagulante aloe vera como tratamiento terciario en la PTAR-Jauja", y para ello necesito obtener muestras de agua para el análisis físico-químico del agua, es por ello que solicito a que me puedan dar permiso para poder sacar muestras de agua y que me brinden la información sobre la PTAR Xauxa.

Por lo expuesto:

Ruego a usted acceder a la solicitud por ser de justicia

Huancayo, 17 de Junio del 2021



Deysi Olivera Huaman
DNI: 70295158

E.P.S. MUNICIPAL MANTARO S.A.
GERENCIA ZONAL JAUJA
RECIBIDO
17 JUN 2021
N° EXP 1526 HORA: 12:20
PARA N° FOLIO: 01
FIRMA

**ANEXO 8. CARTA DE SOLICITUD PARA AUTORIZACIÓN DE TRABAJO
DE TESIS PRESTAMO DE LABORATORIO EN PTAP VILCACOTO-SEDAM
HUANCAYO**

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

SOLICITO: PERMISO PARA UTILIZAR
EL TEST DE JARRAS.

Ing. Cesar Palacios Sulca
Gerente de la EPS SEDAM HUANCAYO

Yo, Deysi Olivera Huaman identificado con DNI N°70295158, domiciliado en Psje. Santa Beatriz #128, Chilca, Huancayo, Junín con teléfono N°994071367, ante usted con el debido respeto me presento y expongo:

Que , en la actualidad estoy realizando mi tesis "Aplicación del coagulante natural aloe vera como tratamiento terciario en la PTAR Jauja", en la Universidad Continental uno de los instrumentos principales para realizar mi tesis es el test de jarras , pero actualmente debido a la coyuntura actual es muy difícil encontrar este instrumento en los laboratorios de la ciudad de Huancayo además de la UNCP y Universidad Continental , es por ello que acudo a la EPS SEDAM HUANCAYO debido a que cuentan con el test de jarras , es por ello que solicito permiso para trabajar con el test de jarras en el laboratorio de la planta de Vilcacoto.

Por lo expuesto:

Ruego a usted acceder a la solicitud por ser de justicia


Huancayo, 02 de Julio del 2021

Deysi

Deysi Olivera Huamán
DNI: 70295158



ANEXO 9. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS (TURBIDIMETRO Y PH-METRO)



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

0031-OP.M-2021

ÁREA DE METROLOGÍA

Solicitante	: E.P.S. SEDAM HUANCAYO S.A.
Dirección	: Planta de Tratamiento de Agua Vilcacoto
Expediente	: 27695
Referencia	: O/S N° 1701110
Instrumento de Medición	: TURBIDIMETRO
Alcance de Indicación	: 0 NTU a 10000 NTU
Resolución	: 0,001 / 0,01 NTU / 0,1 NTU / 1 NTU
Marca	: Hach Co.
Modelo	: 2100AN
Serie	: 14080C024216
Procedencia	: USA

Método de Calibración
La calibración se ha realizado siguiendo el procedimiento PC-OMEGA-004 para la Calibración de Turbidímetro

Fecha de Calibración : 13/02/21

Lugar de Calibración : LABORATORIO PLANTA E.P.S SEDAM HUANCAYO S.A

Condiciones Ambientales

Temperatura	17 °C
Humedad Relativa	68 %
Presión Atmosférica	676 mbar

Patrones de Referencia

Estándar Formación Marca HACH Stabical (**)	N° de Lote
N° de Catálogo 26601-01 Solución 20 NTU	A7123
N° de Catálogo 26604-01 Solución 20 0NTU	A7115
N° de Catálogo 26606-01 Solución 1 000 NTU	A7123
N° de Catálogo 2461-02 Solución 4 000 NTU	A7115
N° de Catálogo 25842-01 Solución 7 500 NTU	A7111

Resultados


Indicación (NTU)	Valor de referencia (NTU)	Corrección (NTU)	Incertidumbre (NTU)
205	20.4	-0.1	0.3
207	206.0	-1.0	2.9
1030	1026.2	-3.8	14.5
4005	4016.2	11.2	59.41
7746	7721.8	-24.2	108.96

Incertidumbre
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 k=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de la incertidumbre en 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 %.

Observaciones

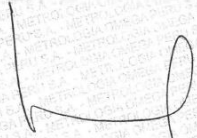
- Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.
- Con fines de identificación de la condición de calibrado se ha colocado una etiqueta autoadhesiva
- (**) Aceptado como estándar Primario por the United States Environmental Protection Agency (USEPA)
- El error máximo permisible según fabricante es 2 % de la lectura

Sello




Fecha de Emisión: 13/02/2021

Realizado por:



Manuel Lozama De La Cruz
Técnico Electrónico
OMEGA PERU S.A.
Area de Metrologia

Responsable del Área de Metrología



Ing. FELIX CAMARENA F.
CIP: 058393
Jefe de Servicio Técnico
OMEGA PERU S.A.

Pág 1 / 1

Solicitante : E.P.S. SEDAM HUANCAYO S.A.
Dirección : Planta de Tratamiento de Agua Villacoto
Expediente : 27695
Referencia : O/S N° 1701110
Instrumento de Medición : MEDIDOR DE PH
Alcance de Indicación : -2,0 a 20,0 / -2,00 a 20,00 / -2,000 a 20,000 pH (*)(**)
Resolución : 0,1 / 0,01 / 0,001 pH (*)(**)
Marca : HANNA
Modelo : HI 3220
Serie : B0014208
Código : S/N
Procedencia : Rumania
Modelo del Electrodo : WD-35805-01
Serie del Electrodo : S/N

Método de Calibración

La calibración se ha realizado siguiendo el procedimiento PC-OMEGA-001 para la Calibración de pHmetros Digitales

Fecha de Calibración : 13/02/2021
Lugar de Calibración : LABORATORIO PLANTA E.P.S SEDAM HUANCAYO S.A.

Condiciones Ambientales

Temperatura	17 °C
Humedad Relativa	73 %
Presión Atmosférica	676 mbar

Patrones de Referencia

Los resultados obtenidos tienen trazabilidad a la NIST / IUPAC	Certificado de Calibración / N° de Lote
Termómetro Digital - Cole Parmer - Model 90205-01	T-0227-2019
Material de Referencia Certificado Marca Radiometer pH 4,005 @ 25 °C	1124-D-K-15184-01-00 2019-01 / C02373
Material de Referencia Certificado Marca Radiometer pH 7,000 @ 25 °C	1123-D-K-15184-01-00 2019-01 / C02372
Material de Referencia Certificado Marca Radiometer pH 10,012 @ 25 °C	1126 -D-K-15184-01-00 2019-01 / C02375

Resultados

Indicación (pH)	Valor de referencia (pH)	Corrección (pH)	Incertidumbre (pH)
4.00	3.999	-0.001	0.015
7.04	7.028	-0.012	0.015
10.09	10.096	0.006	0.015

Nota: Los resultados de Calibración del medidor de pH están dados a la temperatura de referencia de 17.2 °C

Incertidumbre

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 k=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de la incertidumbre en 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 %.

Observaciones

- Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

- Con fines de identificación de condición de calibrado se ha colocado una etiqueta autoadhesiva

(*) Indicado en el manual de instrucciones del fabricante

(**) Unidades de pH

- Los resultados corresponden al promedio de 3 mediciones

Sello



Fecha de Emisión 13/02/2021

Responsable del Área de Metrología

Realizado por:

Manuel Lizarza De la Cruz
 Técnico Electrónico
 OMEGA PERU S.A.
 Área de Metrología



Ing. FELIX CAMARENA F.
 CIP: 058393
 Jefe de Servicio Técnico
 OMEGA PERU S.A. Pán 1 / 1

HC-OP.M-001