

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS
NATURALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE
RECURSOS NATURALES



“USO DEL QUITOSANO COMO COAGULANTE
NATURAL PARA EL TRATAMIENTO DE
EFLUENTES GENERADOS POR LA INDUSTRIA
TEXTIL
CASO: COMPAÑÍA UNIVERSAL TEXTIL S.A.”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

AUTORES:

NOEMI YESSENIA DÍAZ PONCECA
CARMEN ROSA LINO MATOS
RUTH QUISPE HUAYTALLA

ASESOR:

Dr. MÁXIMO FIDEL BACA NEGLIA
Callao, Diciembre 2018
PERÚ

Three handwritten signatures in blue ink are visible on the right side of the page. The top signature is the smallest, the middle one is larger, and the bottom one is the largest and most prominent.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS
NATURALES

COMISION DE GRADOS Y TITULOS
ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS PARA OPTAR EL
TITULO DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS
NATURALES
N° 013-2018-JEDT-FIARN

Siendo las 14:20 horas del día viernes 14 de diciembre de 2018, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales ubicado en la Av. Juan Pablo II 306-Bellavista-Callao; se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada **“USO DEL QUITOSANO COMO COAGULANTE NATURAL PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES GENERADOS POR LA INDUSTRIA TEXTIL CASO: COMPAÑIA UNIVERSAL TEXTIL S.A.”** presentada para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales de las Bachilleres: Carmen Rosa Lino Matos, Ruth Quispe Huaytalla y Noemí Yessenia Díaz Ponceca.

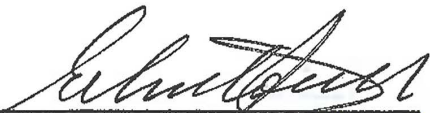
Contando con la asistencia del Jurado Evaluador y Asesor a fin de dar cumplimiento a la Resolución N° 090-2018-D-FIARN de fecha 05 de diciembre de 2018, los mismos que están integrados por los siguientes docentes:

Mg.	Elva Esperanza Torres Tirado	Presidenta
Blgo.	Carlos Odorico Tome Ramos	Secretario
Lic.	Félix León Barboza	Vocal
Dr.	Máximo Fidel Baca Neglia	Asesor


Terminada la exposición y la absolución de las preguntas del Jurado Evaluador, se invita a los Bachilleres y al público en general se retiren del Auditorio para las deliberaciones del caso.

Luego de las deliberaciones el Jurado Evaluador acuerda **APROBAR POR UNANIMIDAD**, no habiendo observación alguna con el Calificativo de **MUY BUENO** y con ello dar por concluido el proceso de Sustentación de Tesis.

En señal de conformidad firman el Jurado Evaluador y Asesor, siendo las 15:20 horas del día 14 de diciembre de 2018.


Mg. Elva Esperanza Torres Tirado
Presidenta


Blgo. Carlos Odorico Tome Ramos
Secretario


Lic. Félix León Barboza
Vocal


Dr. Máximo Fidel Baca Neglia
Asesor


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
Oficina de Secretaría General


Lic. Cesar Guillermo Jurquegui Yatacocha
Secretario General

es copia del original. Se expide la presente
certificación a solicitud del (a) interesado (a) para
los fines que juzgare conveniente
Callao, 14 DICIEMBRE 2018 del 2018

DEDICATORIA

A Dios, a nuestros padres, familiares y a todos aquellos que nos apoyaron incondicionalmente para el logro de nuestros objetivos.

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres y familiares por el apoyo incondicional.

A nuestro asesor, Dr. Máximo Baca Neglia, por su orientación académica, paciencia, soporte y guía durante el desarrollo de la investigación.

Al Blgo. Martin Isla Medina por las facilidades y apoyo para el desarrollo de la parte experimental en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales.

A todo el personal de la empresa Compañía Universal Textil S.A por proporcionarnos información sobre los procesos de CUTSA, facilidades para el ingreso y obtención de las muestras de Efluente Textil de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Y por último a nuestros amigos que nos brindaron su ayuda y experiencia desde el inicio de esta investigación.

INDICE

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.1. Identificación del problema.-	9
1.2. Formulación del problema.-	11
1.3. Objetivos de la investigación.-	11
1.3.1. Objetivo general.-	11
1.3.2. Objetivos específicos.-	11
1.4. Justificación.-	12
1.4.1. Justificación ambiental.-	12
1.4.2. Justificación legal.-	13
1.4.3. Justificación económica.-	14
1.5. Importancia.-	14
1.6. Limitaciones y facilidades.-	15
II. MARCO TEÓRICO	16
2.1. Antecedentes del estudio.-	16
2.2. Bases legales.-	17
2.2.1. Constitución Política del Perú (29 diciembre de 1993).-	17
2.2.2. Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales – Decreto Legislativo N° 613 (08 septiembre de 1990).-	17
2.2.3. Ley General del Ambiente–Ley N° 28611 (15 octubre de 2005).-	18
2.2.4. Ley de Recursos Hídricos – Ley N° 29338 (30 marzo de 2009).-	19
2.2.5. Política Nacional del Ambiente – Decreto Supremo N° 012-2009 - MINAM (23 mayo de 2009).-	19
2.2.6. Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales No domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario – Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA (20 noviembre de 2009).-	20
2.2.7. Reglamento del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. D. S. N° 003-2011-VIVIENDA (22 de Mayo del 2011).-	20
2.2.8. Decreto supremo N° 010-2012-VIVIENDA que Modifica el D. S. N° 003-2011-VIVIENDA. (04 de marzo de 2012).-	21
2.2.9. Decreto supremo N° 001-2015-vivienda modifica D. S. N° 021-2009-vivienda, así como su reglamento y modificación. (10 de enero del 2015).-	21
2.3. Marco Teórico.-	22
2.3.1. La industria textil.-	22

2.3.2. Materias Primas.-	22
2.3.3. Aguas residuales textiles.-	25
2.3.4. Industria Textil Compañía Universal Textil S.A.-	27
2.3.5. Contaminación en los principales procesos.-	33
2.3.6. El quitosano.-	35
2.3.7. Coloides.-	35
2.3.8. Coagulación y floculación.-	38
2.3.9. Factores que influyen en la coagulación.-	39
2.3.10. Coagulantes.-	40
2.3.11. Prueba de jarras.-	41
2.4. Definiciones de términos básicos.-	42
2.4.1. pH.-	42
2.4.2. Demanda Química de Oxígeno.-	42
2.4.3. Demanda Bioquímica de Oxígeno.-	42
2.4.4. Sólidos Suspendidos totales (SST).-	43
2.4.5. Turbidez.-	43
2.4.6. Conductividad.-	43
2.4.7. Valores Máximos Admisibles.-	44
III. VARIABLES E HIPÓTESIS	45
3.1. Variables de la investigación.-	45
3.1.1. Operacionalización de variables.-	45
3.1.2. Indicadores de las variables	46
3.2. Hipótesis general.-	46
IV. METODOLOGIA	48
4.1. Tipo de investigación.-	48
4.2. Diseño de investigación.-	48
4.2.1. Procedimientos experimentales en laboratorio:	48
4.2.2. Procesamiento de los resultados obtenidos:	49
4.3. Población y muestra.-	49
4.3.1. Población.-	49
4.3.2. Muestra.-	49
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.-	50
4.4.1. Equipos y accesorios.-	50
A. Instrumentos y materiales de laboratorio.-	50
B. Equipos.-	50
C. Reactivos e insumos.-	51
4.4.2. Pruebas de ensayos y mediciones en laboratorio.-	51
4.5. Procedimientos de recolección de datos.-	52
4.5.1. Estudios Preliminares.-	52
4.5.2. Caracterización del efluente industrial.-	53

4.5.3. Determinación de dosis óptima realizando pruebas con diferentes concentraciones de Quitosano Comercial.-	54
4.5.4. Caracterización del efluente tratado con la dosis óptima de Quitosano comercial.-	55
4.5.5. Determinación de la eficiencia de remoción de partículas suspendidas y coloidales.-	55
4.5.6. Comparación de eficiencias de remoción con Quitosano comercial y Dynafloc.-	55
4.6. Procesamiento estadístico y análisis de datos.-	55
V. RESULTADOS	57
5.1. Caracterizar el efluente industrial.-	57
5.2. Determinar la dosis óptima realizando pruebas con diferentes concentraciones de Quitosano Comercial.-	60
5.2.1 Determinar la concentración óptima de la solución de quitosano.-	60
5.2.2 Determinar el pH óptimo.-	62
5.2.3 Determinar la Dosis Óptima de quitosano comercial.	64
5.3. Caracterizar el efluente tratado con la dosis óptima de Quitosano Comercial.	68
5.4. Determinar la eficiencia de remoción de partículas suspendidas y coloidales.	68
5.5. Comparar las eficiencias de remoción con Quitosano Comercial y Dynafloc _{AM}	69
VI. DISCUSION DE RESULTADOS	72
6.1. Contrastación de hipótesis con los resultados.-	72
6.2. Contrastación de la caracterización del efluente industrial generado por CUTSA.-	72
6.3. Contrastación de la concentración óptima de quitosano.-	73
6.4. Contrastación de la dosis óptima de quitosano.-	74
6.5. Determinar la eficiencia de remoción de partículas suspendidas y coloidales.-	75
6.6. Contrastación con la dosis óptima de Dynafloc _{AM} .-	75
6.7. Caracterización y comparación del efluente de tratado con quitosano y Dynafloc _{AM} .-	76
6.8. Contrastación de resultados con otros estudios similares.-	79
6.9. Análisis comparativo de costo de Quitosano VS Dynafloc _{AM} .-	82
VII. CONCLUSIONES	84
VIII. RECOMENDACIONES	86
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	88
APENDICE	95
ANEXOS	114

TABLAS DE CONTENIDO

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.1: Matriz de Consistencia.

Tabla 2.1: Clasificación de fibras.

Tabla 2.2: Carga contaminante de los efluentes procedentes de diferentes sectores textiles.

Tabla 2.3: Parámetros VMA a desarrollar.

Tabla 4.1: Propiedades de Quitosano Comercial.

Tabla 5.1: Caracterización de efluente textil de CUTSA – realizado por la empresa.

Tabla 5.2: Caracterización de efluente textil de CUTSA – realizado con equipos propios.

Tabla 5.3: Caracterización de efluente textil de CUTSA – realizado para el estudio.

Tabla 5.4: Caracterización de efluente textil de CUTSA – realizado para el estudio con equipos propios.

Tabla 5.5: Concentración óptima de solución de Quitosano Comercial.

Tabla 5.6: Porcentaje de remoción en diferentes Concentraciones de Solución de Quitosano en la muestra inicial.

Tabla 5.7: Variación de pH manteniendo 30 ml de solución de quitosano.

Tabla 5.8: pH 6 variando dosis de solución de quitosano.

Tabla 5.9: pH 9 variando dosis de solución de quitosano.

Tabla 5.10: pH 11 variando dosis de solución de quitosano.

Tabla 5.11: pH 9 variando dosis de solución de Quitosano de 30 ml a 55 ml.

Tabla 5.12: Caracterización de efluente tratado con dosis óptima de quitosano.

Tabla 5.13: Eficiencia de remoción de partículas suspendidas y coloidales.

Tabla 5.14: Dosis óptima y eficiencia de remoción de Dynafloc_{AM}.

Tabla 5.15: Comparación de las eficiencias de remoción de Dosis optima de quitosano frente a Dosis óptima de Dynafloc_{AM}.

Tabla 6.1: Variación de dosis de quitosano considerando pH 4.

Tabla 6.2: Comparación de las eficiencias de remoción de estudios realizados.

LISTADO DE FIGURAS

Figura 4.1: Quitosano comercial exportado de China.

Figura 4.2: Preparación del Coagulante.

Figura 4.3: Toma de muestras en CUTSA por Laboratorio Servicios analíticos Generales SAC.

Figura 4.4: Ajuste de pH y calibración del turbidímetro.

Figura 5.1: Caracterización de efluente textil de CUTSA – Realizado para el estudio.

Figura 5.2: Comportamiento de la turbidez a diferentes concentraciones y dosis de quitosano.

Figura 5.3: Porcentaje de remoción a diferentes concentraciones y dosis de quitosano.

Figura 5.4: Porcentaje de remoción en diferentes concentraciones de solución de Quitosano en la muestra inicial.

Figura 5.5: Variación de pH manteniendo 30 ml de solución de quitosano.

Figura 5.6: pH 6 variando dosis de solución de quitosano.

Figura 5.7: pH 9 variando dosis de solución de quitosano.

Figura 5.8: pH 11 variando dosis de solución de quitosano de 10 ml a 55 ml.

Figura 5.9: pH 9 variando dosis de solución de quitosano de 10 ml a 55 ml.

Figura 5.10: Dosis Óptima y Eficiencia de remoción de Dynafloc_{AM}.

Figura 5.11: Comparación de Eficiencia de Remoción de Dosis Óptima de Quitosano frente a Dosis optima de Dynafloc_{AM}.

Figura 5.12: Comparación de Caracterización inicial frente a los resultados finales.

Figura 5.13: Registro fotográfico –Ensayo realizado el 18.11.2017.

Figura 5.14: Registro fotográfico –Ensayo realizado el 23.12.2017.

Figura 5.15: Registro fotográfico –Ensayo realizado el 27.01.2018.

Figura 5.16: Registro fotográfico –Ensayo realizado el 10.02.2018.

Figura 5.17: Registro fotográfico –Ensayo realizado el 03.03.2018.

Figura 5.18: Registro fotográfico –Ensayo realizado el 10.03.2018.

Figura 5.19: Registro fotográfico –Ensayo realizado el 14.04.2018.

Figura 5.20: Registro fotográfico –Ensayo realizado el 28.04.2018.

Figura 6.1: Comparativo de Valores de DBO₅ de Quitosano y Dynafloc_{AM} con los VMA.

Figura 6.2: Comparativo de valores de DQO de Quitosano y Dynafloc_{AM} con los VMA.

Figura 6.3: Comparativo de valores de pH de Quitosano y Dynafloc_{AM} con los VMA.

Figura 6.4: Comparativo de valores de TSS de Quitosano y Dynafloc_{AM} con los VMA.

Figura 6.5: Variación de Dosis de Quitosano considerando pH 4.

Figura 6.6: Comparación de eficiencias de remoción.

RESUMEN

Los efluentes generados por la Compañía Universal Textil S.A., poseen elevadas concentraciones de colorantes, gran cantidad de sólidos suspendidos, un pH altamente básico, altos valores de temperatura que sobrepasan los Valores Máximos Admisibles. Actualmente se usa el Dynafloc _{AM} como coagulante químico, el cual no garantiza el cumplimiento de la normativa legal y genera lodos residuales de característica peligrosa.

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo evaluar la eficiencia del quitosano comercial frente al Dynafloc _{AM} en la remoción de los sólidos suspendidos y coloidales que se encuentran en las aguas residuales de la Compañía Universal Textil CUTSA, mediante el análisis del porcentaje de remoción de turbidez, DBO, DQO y SST.

A través de la parte experimental con la prueba de jarras, se presentan los resultados que demuestran una alta eficiencia de remoción donde se determinó que la dosis óptima quitosano Comercial fue de 135 mg/L a una velocidad lenta de 40 RPM y una rápida de 200 RPM, con un pH óptimo de 9, obteniéndose como resultado una eficiencia de remoción de Turbidez de 96.21%, de TSS de 94.78%, de DBO5 82.11% y de DQO 82.42 % de remoción con respecto a los valores iniciales del efluente respectivamente, en comparación con el Dynafloc _{AM} en el que se obtuvo como valores finales de turbidez de 85.66 %, TSS de 9.48 %, DBO5 de 76.84% y DQO de 76.29 % de remoción con respecto a los valores iniciales del efluente textil para una dosis óptima de 1ml /L.

ABSTRACT

The effluents generated by the Universal Textil SA Company. These effluents have high concentrations of dyes, large amounts of suspended solids, a high basic pH, high temperature values and all of them are discharged into the sewer system. Currently the Dynafloc_{AM} is used as a chemical coagulant, which does not guarantee compliance with legal regulations and generates residual sludge of dangerous characteristic.

The research was developed using commercial chitosan as a coagulant in the treatment of wastewater of the Universal Textil Company S.A. CUTSA, by analyzing the percentage removal of turbidity, DBO, DQO and SST.

Through the experimental part with the jar test, the results were shown that demonstrate a high removal efficiency where it was determined the optimal dose and this was 135 mg / L at a slow speed of 40 RPM and a fast speed of 200 RPM, with an optimum pH of 9 that resulted in a Turbidity removal efficiency of 96.21%, TSS of 94.78%, DBO5 82.11% and DQO 82.42% of removal with respect to the initial values of the effluent respectively, in comparison with the Dynafloc_{AM} in which was obtained as final values of turbidity of 85.66%, TSS of 9.48%, DBO5 of 76.84% and DQO of 76.29% of removal with respect to the initial values of the textile effluent for an optimum dose of 1ml / L.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del problema.-

La industria textil está catalogada como una de las más contaminantes del medio ambiente, en particular por los procesos de acabado, como el desengomado, descrude, blanqueo, lavado, suavizado, enjuague y teñido. En estos procesos se utilizan grandes cantidades de agua y energía. (Lu, X.; Liu, L.; Liu, R. & Chen, J., 2010)

De modo que generan una gran cantidad de agua residual; “estos efluentes poseen elevadas concentraciones de colorantes, contaminantes orgánicos refractarios, compuestos tóxicos, componentes inhibidores, tensioactivos, componentes clorados” (Salazar, Crespi, & Salazar, 2009, pág. 84) y “tienen una gran cantidad de sólidos suspendidos, sal y colorantes, así como un pH altamente fluctuante, entre 5 y 12; altos valores de temperatura, demanda química de oxígeno (DQO) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO)”. (M.Solis; J.L Gil; A.Solis; H.I. Pérez; N. Manjarrez & M. Perdomo., 2013, pág. 586)

“El proceso de teñido y acabado de textiles se caracteriza por el alto consumo de agua. En una fábrica típica de teñido y acabado, se consumen aproximadamente 150 m³ de agua en promedio por cada tonelada de telas procesadas.” (Lu, X.; Liu, L.; Liu, R. & Chen, J., 2010, pág. 229), las cuales son vertidas a los sistemas de alcantarillado o directamente a los cuerpos de agua superficiales teniendo un efecto adverso al medio ambiente.

Estos colorantes son contaminantes orgánicos serios debido a sus altos pesos moleculares y estructuras complejas, lo que permite su persistencia en medios acuáticos. La presencia de estos productos xenobióticos en estanques de agua, lagos y ríos causa un gran impacto

visual negativo, incluso a concentraciones por debajo de 1 ppm. Además, estos compuestos inhiben el correcto desarrollo del proceso de fotosíntesis, ya que impide la penetración de la radiación solar, causando serios problemas a los sistemas acuáticos. (Martin, M.A.; Susial, P; Pérez, J.; Doña, J.M., 2013, pág. 596); “además se ha detectado que la descomposición anaeróbica de los colorantes tipos “azo” dan origen a aminas cancerígenas”. (M.Solis; J.L Gil; A.Solis; H.I. Pérez; N. Manjarrez & M. Perdomo., 2013, pág. 586)

Los efluentes vertidos al sistema de alcantarillado con alto contenido de sulfuros o sulfatos pueden causar grietas o roturas en el concreto de las estructuras si las concentraciones son mayores de 300 mg/l para el cemento concreto Portland. El gas sulfhídrico generado en la tubería, a concentraciones mayores o iguales a 1 mg/l, puede ser oxidado a ácido sulfúrico sobre las paredes, atacar el concreto y corroer las partes metálicas. (Gardiner, K.D.; Borne, B.J., 1978., pág. 342)

En ese sentido se ha implementado en Perú, los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas, cuyo fin es “evitar el deterioro de las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos y asegurar su adecuado funcionamiento, garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales”. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento., 2014, pág. 1)

Actualmente la empresa CUTSA tiene implementado un tratamiento físico-químico, utilizan un coagulante químico (Dynafloc_{AM}) para el tratamiento de sus efluentes, sin embargo, la eficiencia de este sistema de tratamiento se ha visto afectado por la inserción del proceso de mercerizado (proceso textil que aumenta la nitidez de los hilos) a la producción, dando como resultado el no cumplimiento de los V.M.A. y el aumento en la generación de lodos como residuos peligrosos

ocasionando un incremento en los costos de operación y mantenimiento del sistema tratamiento y de disposición final de los mismos.

Frente a este escenario se ha visto la necesidad de buscar alternativas de solución que permitan cumplir con la normativa nacional vigente, evitar el deterioro de las redes de alcantarillado, mitigar la contaminación con su desembocadura a cuerpos receptores de agua y disminuir los costos de disposición final de los lodos de aguas residuales que se encuentran catalogados como residuos peligrosos.

El presente plan de trabajo se podrá observar de manera completa en la Tabla 1.1 “Matriz de Consistencia” (Véase la Tabla 1.1, en la página 90 y 91)

1.2. Formulación del problema.-

¿Es posible utilizar el quitosano como coagulante natural para el tratamiento de efluentes generados por la Compañía Universal Textil S.A.?

1.3. Objetivos de la investigación.-

1.3.1. Objetivo general.-

Evaluar la eficiencia del quitosano en la remoción de sólidos suspendidos y coloidales presentes en los efluentes generados por CUTSA.

1.3.2. Objetivos específicos.-

- Caracterizar el efluente industrial generado por CUTSA
- Determinar la dosis óptima realizando pruebas con diferentes concentraciones de Quitosano Comercial.
- Caracterizar el efluente tratado con la dosis optima de Quitosano Comercial.
- Determinar la eficiencia de remoción de partículas suspendidas y coloidales.

- Comparar las eficiencias de remoción con Quitosano Comercial y Dynafloc ^{AM}.

1.4. Justificación.-

1.4.1. Justificación ambiental.-

Debido a la escasez y priorización de necesidades de consumo, la contaminación que ocasionan las aguas residuales liberada por la industria textil, ha ocasionado que surjan iniciativas para la búsqueda de nuevas alternativas que planteen soluciones a esta problemática.

Actualmente se vienen aplicando coagulantes de origen químico (Sulfato de Aluminio, Sulfato Férrico, etc.), los cuales generan gran cantidad de lodos con sedimentos de naturaleza inorgánica, lo que dificulta su disposición o tratamiento en caso lo requiera.

La característica de biodegradabilidad de los coagulantes naturales hacen que produzcan menos volumen de lodos, “generando cantidades que van entre el 20-30 %, mucho menores a las generadas por el empleo de agentes coagulantes metálicos, como el alumbre” (Sciban, Klasnja, Antov, & Skrbic, 2009, pág. 6639), lo que los convierten en una alternativa viable desde el punto de vista ambiental.

Por ende, es que surge la idea de usar como coagulante natural al quitosano, ya que este; “se ha descrito como un polímero catiónico lineal, biodegradable, no tóxico, de alto peso molecular, de fácil aplicación y ambientalmente amigable.” (Z., Mármol; G., Páez; M., Rincón; K., Araujo; C., Aiello; C., Chandler; E., Gutiérrez, 2011, pág. 54)

Se ha demostrado que la presencia de los grupos amino en la estructura del quitosano confieren la capacidad para coagular sustancias coloidales y su uso permite aumentar la acción de coagulantes inorgánicos convencionales. Por esta razón es muy atractivo su uso como

coagulante en el tratamiento de aguas industriales. (Caldera Y.;Clavel N.; Briceño D.;Nava A.; Gutiérrez E.; Mármol Z., 2009)

Por lo tanto, se propone utilizar el quitosano como coagulante natural debido a que es un biopolímero natural derivado de la quitina que “tiene múltiples aplicaciones, entre ellas la remoción de metales, sólidos y colorantes presentes en los recursos hídricos y en las descargas de actividades de producción” (Tafur, L.y; Quevedo, R., 2014, pág. 28), para optimizar el tratamiento de los efluentes industriales en la Compañía Universal textil – CUTSA.

1.4.2. Justificación legal.-

La actualización de normas vinculadas al cuidado del medio ambiente con la finalidad de controlar y minimizar los efectos de los impactos ambientales generados por los efluentes de las industrias, ha motivado la realización de acciones que prioricen la fiscalización en el manejo de aguas residuales, promulgándose reglamentos y directivas tanto de los entes rectores como reguladores, siendo unas de ellas los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de recolección del servicio de alcantarillado sanitario y los Planes de Adecuación Medio Ambiental (PAMA) (INACAL, 2015, pág. 6). Sin embargo, en el Perú, solo el 32% de las aguas residuales en las redes de alcantarillado recibe tratamiento antes de ser vertido a los cuerpos de agua natural. En el caso de Lima, que genera 1.2 millones de m³ de aguas residuales en los sistemas de alcantarillado, solo el 20% recibe tratamiento (OEFA, 2014, pág. 18).

En tal sentido las industrias textiles se ven obligadas a implementar sistemas de tratamientos que garanticen el cumplimiento de las normativas legales vigentes para evitar la imposición de sanciones y/o multas, siendo una opción usar el quitosano como coagulante natural para tratamiento de efluente textil de CUTSA.

1.4.3. Justificación económica.-

La industria textil siempre estuvo determinada por los requerimientos del mercado. La demanda de los productos textiles, las regulaciones para la protección del ambiente y la presión de los costos de producción ha forzado a la industria textil a optimizar sus procesos para seguir siendo competitiva tanto en los mercados regionales como internacionales. (CEPIS & GTZ, 1994).

Las proyecciones de crecimiento para la industria textil, las demandas y exigencias del mercado han ocasionado que el enfoque de las nuevas estrategias esté enmarcado en minimizar la generación de los residuos, disminuir la carga contaminante descargada al ambiente, la reducción de los costos asociados a la protección ambiental y optimización del proceso productivo.

Por tal motivo, al proponer como alternativa el uso del quitosano como coagulante natural para el tratamiento de efluentes textiles, por su características de biodegradabilidad contribuirá en disminuir la cantidad de lodos y por ende los costos de disposición final de los mismos, lo que se traduce como un beneficio económico, ya que el floculante químico usado para tratar los efluentes de la empresa textil, genera grandes cantidades de lodos de naturaleza inorgánica que requiere tratamiento previo antes de su disposición final. Asimismo la necesidad de adquirir de manera permanente el floculante químico causa una dependencia con la empresa proveedora.

1.5. Importancia.-

La importancia de la presente investigación radica principalmente en dar cumplimiento a los valores máximos admisibles usando el quitosano como coagulante natural por ser una alternativa amigable con el medio ambiente, ya que posee un gran potencial de aprovechamiento por sus múltiples aplicaciones en áreas como la biomedicina, en la

agricultura, la industria alimenticia y algunos tipos de plásticos biodegradables, en el tratamiento de aguas residuales (Cabarcas, Marimón, & Miranda, 2011), como es el caso del presente estudio, que evalúa su eficiencia como coagulante natural frente al Dynafloc_{AM} en el tratamiento de efluentes textiles, con la finalidad de prevenir la suspensión del servicio de alcantarillado sanitario y/o el cobro de costo adicional por las cargas contaminantes descargadas en el sistema de alcantarillado que superen los Valores Máximos Admisibles establecidos para las descargas de aguas residuales no domésticas

1.6. Limitaciones y facilidades.-

Las principales limitaciones que se presentaron durante la realización de esta investigación fueron las siguientes:

- Accesibilidad limitada para la recolección de las muestras del efluente textil para realizar las pruebas en laboratorio.
- No contar con equipos de medición calibrados; por lo cual fue necesario adquirir algunos con recursos propios y contratar el servicio de un laboratorio acreditado para el análisis de los parámetros en estudio.
- Dificultades para obtener quitosano comercial en el mercado nacional para tratamiento de aguas residuales, por lo cual fue necesario importarlo desde China.

Las facilidades brindadas fueron las siguientes:

- Contar con un área de trabajo dentro del Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales de la UNAC,
- Préstamo de materiales y reactivos de laboratorio para realizar las pruebas experimentales.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio.-

Para realizar la presente investigación se revisaron varias fuentes de información, tales como papers, revistas, libros respecto al uso de quitosano como coagulante y floculante para el tratamiento de efluentes. En el ámbito Nacional no se ha encontrado estudios relacionados al uso de quitosano en el tratamiento de efluentes textiles, por lo que se consideró como referencia investigaciones internacionales.

En Malasia en el año 2009, Mohd, Tan & Zainura, utilizan el quitosano comercial para lograr la máxima eliminación de DQO y TSS de agua residual textil.

Los resultados mostraron una dosis óptima de 30 mg/l, el quitosano registró la mayor reducción de turbidez (94,90%) y DQO (72,50%) con un pH óptimo de 4. Demostrándose así la efectividad del quitosano en la coagulación y floculación de agua textil. (Mohd, Tan, & Zainura, 2009).

También en Malasia, Norzita & Nor en el año 2013, en su estudio de Tratamiento de aguas residuales textiles utilizaron como floculantes biodegradables quitosano y hojas de Pandan, este estudio trata de comparar las reducciones de DQO y eliminación de color mediante su uso. El pH óptimo hallado para el quitosano fue de 4, con una dosis de 0,2 gr. con una reducción del 58% de DQO y 99% de turbidez. Sin embargo, los resultados obtenidos utilizando hojas de pandan extraída no fueron favorables. (Norzita & Nor, 2013).

En Colombia, según Baquero, Ortiz & Rodríguez en el año 2014, en su investigación sobre la eficacia del quitosano en el post tratamiento de aguas residuales municipales, demostraron la eficiencia del uso del quitosano como coagulante para remover valores del parámetro DQO

obteniéndose como resultado un 75.44 %. (Baquero, Ortiz, & Rodríguez, 2014).

También en Colombia, según Tafur & Quevedo en el año 2014, en su estudio se evalúa la coagulación y floculación de muestras de agua residual con licor de cromo proveniente de una planta de curtiembre utilizando quitosano extraído a partir del exoesqueleto de camarón.

Se obtuvo la dosis óptima a partir de la prueba de jarras y luego se evaluaron varios parámetros como pH, sólidos suspendidos (SS), sólidos disueltos (SD), sólidos totales (ST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), demanda química de oxígeno (DQO) y contenido de cromo (Cr^{+3}), obteniéndose como resultado una remoción de hasta un 80% de carga contaminante (Tafur, L.y; Quevedo, R., 2014).

2.2. Bases legales.-

La presente investigación y las actividades del Sector Textil están reguladas por diferentes Normas Legales, entre las cuales se encuentran:

2.2.1. Constitución Política del Perú (29 diciembre de 1993).-

Esta norma señala en los Capítulos I y II respectivamente:

Artículo 2, numeral 22, toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

Artículo 67: El Estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de sus recursos naturales.

2.2.2. Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales – Decreto Legislativo N ° 613 (08 septiembre de 1990).-

En el Capítulo I DE LA POLÍTICA AMBIENTAL, se menciona en el Artículo 1 numeral 6 la aplicación del siguiente lineamiento:

Efectuar las acciones de control de la contaminación ambiental, debiendo ser realizadas, principalmente, en las fuentes emisoras. Los costos de la

prevención, vigilancia recuperación y compensación del deterioro ambiental corren a cargo del causante del perjuicio.

2.2.3. Ley General del Ambiente–Ley N° 28611 (15 octubre de 2005).-

En el Art. 47.1 señala, que toda persona, natural o jurídica tiene el deber de participar responsablemente en la gestión ambiental, actuando con buena fe, transparencia y veracidad conforme a las reglas y procedimientos de los mecanismos formales de participación establecidos y a las disposiciones de la presente Ley y las demás normas vigentes.

También menciona en el Art. 74, todo titular de operaciones es responsable por las emisiones, efluentes, descargas y demás impactos negativos que se generen sobre el ambiente, la salud y los recursos naturales, como consecuencia de sus actividades. Esta responsabilidad incluye los riesgos y daños ambientales que se generen por acción u omisión.

De igual manera el Art. 113 numeral 113.1 señala, que toda persona natural o jurídica, pública o privada, tiene el deber de contribuir a prevenir, controlar y recuperar la calidad del ambiente y de sus componentes.

En el Art. 120 numeral 120.2 señala, que el Estado promueve el tratamiento de las aguas residuales con fines de su reutilización, considerando como premisa la obtención de la calidad necesaria para su reuso, sin afectar la salud humana, el ambiente o las actividades en las que se reutilizarán.

El Art. 122, numeral 122.3 indica que las empresas o entidades que desarrollan actividades extractivas, productivas, de comercialización u otras que generen aguas residuales o servidas, son responsables de su tratamiento, a fin de reducir sus niveles de contaminación hasta niveles compatibles con los LMP, los ECA y otros estándares establecidos en instrumentos de gestión ambiental, de conformidad con lo establecido en las normas legales vigentes.

Por último en el Art. 123 De la investigación ambiental científica y tecnológica, se señala que la investigación científica y tecnológica está orientada, en forma prioritaria, a proteger la salud ambiental, optimizar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y a prevenir el deterioro ambiental.

2.2.4. Ley de Recursos Hídricos – Ley N ° 29338 (30 marzo de 2009).-

La finalidad de esta norma es regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión.

En el Artículo 42 ° menciona que el uso productivo del agua consiste en la utilización de la misma en procesos de producción o previos a los mismos.

Señala también en el Artículo 79 ° que corresponde a la autoridad sectorial competente la autorización y el control de las descargas de agua residual a los sistemas de drenaje urbano o alcantarillado.

2.2.5. Política Nacional del Ambiente – Decreto Supremo N ° 012-2009 - MINAM (23 mayo de 2009).-

Es de carácter orientador para el sector privado y sociedad civil. Basada en cuatro ejes temáticos. Dentro del Eje de Política 2 - Gestión Integral de la calidad ambiental, plantea:

1. Control integrado de la contaminación.-

f) Promover la inversión privada en procesos productivos que utilicen tecnologías e insumos limpios y el desarrollo de procesos de reconversión de las industrias contaminantes.

2. Calidad del Agua.-

- c) Promover el conocimiento científico y tecnológico de las medidas de prevención y los efectos de la contaminación del agua, sobre la salud de las personas, los ecosistemas y los recursos naturales.
- e) Promover la inversión en infraestructura de saneamiento básico y de tratamiento y uso de aguas residuales de origen doméstico y otras actividades generadoras de efluentes.

2.2.6. Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales No domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario – Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA (20 noviembre de 2009).-

Esta norma tiene como finalidad regular mediante los Valores Máximos Admisibles (VMA) las descargas de aguas residuales No domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario a fin de evitar el deterioro de las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos y asegurar su adecuado funcionamiento, garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

Los VMA, son aplicables en el ámbito nacional y son de obligatorio cumplimiento para todos los usuarios que efectúen descargas de aguas residuales No domésticas en el alcantarillado sanitario; su cumplimiento es exigible por las entidades prestadoras de servicios de saneamiento-EPS.

2.2.7. Reglamento del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. D. S. N° 003-2011-VIVIENDA (22 de Mayo del 2011).-

Este reglamento tiene por objeto regular los procedimientos para controlar las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de

alcantarillado sanitario. Señala que los usuarios no domésticos que descargan aguas residuales al sistema de alcantarillado sanitario están obligados a:

- a) Presentar anualmente la declaración jurada de usuario no doméstico.
- b) Implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales cuando las descargas excedan o puedan exceder los Valores Máximos Admisibles.
- c) Efectuar un pago adicional por exceso de concentración de los parámetros fijados por el Anexo N°1 del D.S. 021- 2009-VIVIENDA.

2.2.8. Decreto supremo N° 010-2012-VIVIENDA que Modifica el D. S. N° 003-2011-VIVIENDA. (04 de marzo de 2012).-

Este Decreto supremo modifica algunos artículos del D.S 003 2011-VIVIENDA, señalando que los usuarios No domésticos cuyas actividades estén clasificadas según el CIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme) deberán declarar, reportar y cumplir con las obligaciones que se establecen en el Reglamento, en función de los parámetros que para dichas actividades establezca el Ente Rector. Para las actividades que no se han establecido parámetros, los usuarios no domésticos deberán cumplir con los parámetros señalados en el Anexo N ° 1 y N ° 2 del D. S. 021-2009 VIVIENDA.

2.2.9. Decreto supremo N° 001-2015-vivienda modifica D. S. N ° 021-2009-vivienda, así como su reglamento y modificación. (10 de enero del 2015).-

Se modifican diversos artículos del Decreto Supremo N ° 021-2009 VIVIENDA, así como su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N ° 003-2011 VIVIENDA y modificado por el Decreto Supremo N ° 010-2012-VIVIENDA.

Se actualizó el VMA del Anexo N ° 02 del Parámetro de Sulfatos de 500 a 1000 mg/L.

2.3. Marco Teórico.-

2.3.1. La industria textil.-

“La industria de textil juega un rol estratégico para el desarrollo de la economía nacional, es así que por sus características y potencial constituye una industria altamente integrada, generadora de empleos y que utiliza recursos naturales del país”. (IEES, 2016, pág. 1)

El sector textil abarca una serie de actividades que incluye el tratamiento de fibras naturales o artificiales para la elaboración de hilos, continúa con la fabricación y acabado de telas, y finaliza con la confección de prendas de vestir y otros artículos”. (IEES, 2016)

La producción de textiles ha mostrado una clara tendencia decreciente durante los últimos cuatro años, por ello según el INEI en coordinación con el Ministerio de Producción para temas de innovación en el sector manufacturero es la Encuesta Nacional de Innovación en la Industria Manufacturera 2015 indican que el 49,0% de las empresas que fabrican productos textiles invierten en algún tipo de innovación para mantener las ventajas competitivas entre las que podemos mencionar la alta calidad y prestigio de las fibras peruanas y el alto nivel de integración del sector a lo largo del proceso productivo (IEES, 2016).

2.3.2. Materias Primas.-

a) Fibras.-

Las fibras utilizadas como materia prima para este sector, pueden clasificarse por su origen en fibras naturales, artificiales y sintéticas. Entre las fibras naturales, más importantes tenemos el algodón, el lino y la seda. En el caso de las fibras artificiales, el rayón acetato, y en el caso de las fibras sintéticas, el nailon y el elastano o spandex. (Padilla, 2012, pág. 23)

**TABLA 2.1
CLASIFICACIÓN DE FIBRAS**

TIPO	ORDEN	EJEMPLOS
Naturales	Animal	Lana, Seda
	Vegetal	Algodón, Lino
Fabricadas	Artificiales: Derivados de polímeros Naturales	Rayón, Acetato
	Sintéticas: Derivados de polímeros sintéticos.	Nailon, fibra de vidrio, fibras de carbono, elastano o spandex, Poliéster

Fuente: Padilla, 2012

b) Productos químicos y auxiliares.-

En la industria textil se aplica un elevado número de colorantes, pigmentos y productos auxiliares, que se pueden clasificar en:

- Colorantes y pigmentos.
- Reactivos básicos que incluyen todos los productos químicos inorgánicos y los agentes orgánicos reductores u oxidantes, así como los ácidos orgánicos alifáticos.
- Productos auxiliares o especialidades, que contienen compuestos principalmente orgánicos y que se desconoce su composición exacta.

c) Tipo de Tintes.-

Las sustancias colorantes usadas en procesos industriales se dividen en dos grupos:

Pigmentos: Insolubles en el medio de aplicación

Tintes: Solubles en el medio en el que son aplicados. Se trata de sustancias coloreadas que al ser aplicadas sobre la fibra proporcionan un

color permanente, siendo resistentes a la acción degradadora de la luz, del agua y del jabón.

Las Fibras de Celulosa pueden ser teñidas con un amplio rango de colorantes entre ellos tenemos:

- Colorantes reactivos.- Dos tercios de los colorantes usados para fibras de celulosa son colorantes reactivos. En la tintura discontinua, el colorante, el álcali (hidróxido sódico o carbonato de sodio o bicarbonato) y la sal se agregan al baño de tintura al principio del proceso o bien de forma gradual. Su cantidad se determina por la reactividad del sistema y el matiz deseado.
- Colorantes directos.- Los colorantes directos también son importantes en la tintura de las fibras de celulosa. El 75 % del consumo total de estos colorantes se utilizan para la tintura de algodón o viscosa. Se aplican directamente en el baño de tintura junto con la sal y agentes auxiliares, que aseguran un continuo efecto humectante y dispersante de sólidos.
- Colorantes tina.- Los colorantes tina tienen unas propiedades de solidez excelentes y, a menudo, se usan para los tejidos que serán sometidos a un lavado severo y a condiciones de blanqueo. Los colorantes de tina son insolubles en agua, pero se convierten en solubles y colorantes directos para la fibra después de su reducción en condiciones alcalinas. Después, vuelven a su forma original insoluble por oxidación y de este modo permanecen fijos en la fibra.
- Colorantes sulfurosos.- Los colorantes sulfurosos son también insolubles en agua y, en condiciones alcalinas reductoras, se convierten en solubles y presentan una alta afinidad para la fibra. Después de la adsorción en la fibra, el colorante se oxida y regresa a su estado original insoluble. Se emplean para fibras celulósicas únicamente. Se han

utilizado fundamentalmente para colores oscuros de gama no muy amplia. Son muy económicos pero de resultados pobres en matices.

- Colorantes azoicos.- Los colorantes azoicos consiguen unos colores con una firmeza excepcional, pero su uso ha disminuido debido a sus gastos de aplicación y a la complejidad del proceso para la preparación del colorante. (Begoña M. , 2012, págs. 8-10)

2.3.3. Aguas residuales textiles.-

“La industria textil, es una de las industrias que tiene altos consumos de agua ya que una parte del proceso productivo es en húmedo”. (Salas, G., 2003, pág. 64)

Las aguas residuales textiles suponen una parte importante de la carga contaminante vertida a los cursos de agua. Dentro de los procesos se consumen y contaminan grandes volúmenes de agua cuya carga contaminante procede de las impurezas de las propias materias primas y de los químicos usados.

La cantidad de agua consumida en el proceso de producción textil depende del tipo de material procesado (tipo de producto final). Debido a los procesos productivos variados en la industria textil, las aguas residuales textiles presentan fluctuaciones importantes en muchos parámetros como la demanda química de oxígeno (DQO), la demanda biológica de oxígeno (DBO), pH, color y salinidad.

Por ello, es una tarea complicada el definir las características del efluente de un proceso así como las estrategias a emplear para el control de su contaminación. De cualquier manera, el vertido de efluentes textiles es un problema, no solo por el color sino también por las características tóxicas y mutagénicas que tienen muchos tintes y sus productos de degradación. (Begoña M. , 2012, pág. 12)

Las aguas residuales generadas en los procesos de tintura y acabados textiles presentan características como:

- Gran variabilidad de caudal y carga contaminante.
- La mayor parte de contaminantes son solubles y moderadamente biodegradables.
- Su carga orgánica media (DQO) es aproximadamente el doble que la de un efluente urbano.
- Su toxicidad es baja comparada con otros sectores industriales.
- Exentas de microorganismos patógenos.
- Sus principales características específicas son su elevada coloración y salinidad. (López & Crespi, 2015, pág. 17)
- “Un rango de pH entre 6 y 13”. (Sotomayor G; Feliciano V., 2013, pág. 37)

**TABLA 2.2:
CARGA CONTAMINANTE DE LOS EFLUENTES PROCEDENTES DE
DIFERENTES SECTORES TEXTILES.**

PARÁMETRO	UNIDAD	FLOCA	HILO	TEJIDO ALGODÓN	TEJIDO LANA	GENERO PUNTO	ESTAMPACIÓN	LAVADO LANA
pH	-	7-12	7-11	8-13	5,5-8	5,5-9	7-10	8-11
DQO	mg O ₂ /l	3000-7000	500-1000	1500-3000	300-1500	800-1800	2000-4000	20000-60000
DBO	mg O ₂ /l	1000-2200	200-350	400-1000	100-600	250-500	500-1500	6000-20000
MES	mg/l	100-300	50-150	100-300	100-200	100-200	200-600	6000-20000
Volumen/peso	l/kg	10-20	40-80	100-200	70-300	80-150	-	5-20
COLOR	Pt-Co/l	400-4000	400-1000	400-3000	200-1500	200-2000	1000-6000	100-200

Fuente: López & Crespi, 2015. Gestión de Efluentes de la Industria Textil

2.3.4. Industria Textil Compañía Universal Textil S.A.-

La Compañía Universal Textil S.A. es una empresa Textil que se dedica a la fabricación de tejidos planos, a partir de mezclas íntimas de fibras sintéticas, artificiales y naturales y confección de prendas de vestir.

Los procesos que comprende son hilatura, tejeduría, tintorería y confecciones. Estos procesos se detallan en el Diagrama del Proceso Productivo CUTSA (Ver Anexo 1, "Diagrama del Proceso Productivo de CUTSA").

En estas etapas se generan gran cantidad de efluentes los cuales pasan por un sistema de tratamiento para el vertimiento al alcantarillado, este tratamiento comprende el tamizado, control de pH, enfriamiento y sedimentación.

A continuación se describe cada uno de los procesos que se realizan en el interior de la planta Compañía Universal Textil S.A.

a) Descripción general de las operaciones.-

➤ **Hilatura.-** Concentran los procesos que transforman las fibras textiles en hilados, estos procesos son:

- **Pesado**, es pesar los fardos de fibras en balanzas.
- **Tendido**, es extender manualmente capas de fibras en la sala de mezclas hasta la cantidad necesaria.
- **De Apertura y Mezcla**, es separar, limpiar y mezclar las capas tendidas en la abridora, batán y mezcladora.
- **Cardado**, es alinear las fibras de la mezcla en la carda en un velo que se encuerda suavemente en una cinta.
- **De Manuar**, es estirar la cinta de carda en el manuar para mejorar la regularidad, la alineación y la mezcla.

- **Hilado y Doblado por Aire**, es estirar la cinta de manuar y doblar, torcer y enrollar el hilo resultante en bobinas en la hiladora de aire.
- **De Mechera**, es estirar y torcer la cinta de manuar en la mechera para reducir su diámetro.
- **Hilado por Anillos**, es estirar y torcer la mecha y enrollar el hilo resultante en canillas en la continua de hilar.
- **Enconado**, es pasar el hilo de las canillas a envases más grandes llamados conos en la autoenconadora.
- **Retorcido**, es torcer dos hilos enconados, uno con otro, en la retorcedora, para incrementar su resistencia.
- **Vaporizado**, es calentar en húmedo el hilado en la vaporizadora para estabilizar físicamente la torsión.
- **Auto embobinado**, es pasar el hilo vaporizado de canillas a bobinas plásticas en la autoembobinadora.

➤ **Tejeduría.-** Reúne todos los procesos que permiten manufacturar el tejido crudo, tales procesos son:

- **Urdido**, es enrollar paralelamente hilos que harán el largo de la tela (urdimbre) en la urdidora en un rollo plegador
- **Encolado o Engomado**, es impregnar los hilos de un plegador con una cola en la encoladora.
- **Pasado**, es insertar a mano cada hilo de un plegador en marcos metálicos o lisos para reproducir el amarre que se desea tejer.
- **Tejido Plano**, es entrecruzar perpendicularmente hilos de un plegador (urdimbre) con hilos que se insertan de bobinas (trama) con un amarre específico en un telar.
- **Revisión**, es revisar la tela cruda en pantallas iluminadas para ver si hay fallas.

➤ **Tintorería y acabados.**- La tintorería comprende un área de procesos húmedos, básicamente teñido, y un área de procesos de acabado, también llamados de ennoblecimiento, se presentan cuatro variables principales:

1. Sustrato. Es el material que se va a teñir, su presentación puede ser como fibras, cintas de hilandería, hilos, tejidos o incluso prendas.

2. Insumos. Son los agentes que efectúan el cambio de color, (colorantes y blanqueadores ópticos) o ayudan durante el proceso de tintorería a obtener resultados óptimos (productos químicos, productos auxiliares y enzimas).

3. Maquinaria. Dependiendo del sistema de trabajo, pueden ser por sistema continuo, sistema discontinuo o sistema semicontinuo.

Los procesos son los siguientes:

- **Eliminado de Pelusa**, es quitar la pelusa de la tela cruda en el despeluzador.
- **Rasgado y Cosido**, es rasgar a mano la tela cada 200 metros y coserla en cada extremo en la máquina de coser hasta tener cerca de 500 m (un lote).
- **Lavado**, es quitarle residuos o manchas en el tren de lavado.
- **Descrudado**, es eliminar las grasas y sustancias pécticas, algunas motas. Se realiza con agua blanda, soda cáustica y productos auxiliares tales como humectantes, detergentes, emulsionantes y secuestrantes. El álcali provoca que la fibra aumente de volumen y mejora la acción de los tensoactivos.
- **Blanqueo**, se aplica para eliminar las impurezas del sustrato y obtener un grado de blanco. Los agentes blanqueadores

utilizados para fibras celulósicas son el hipoclorito de sodio y el peróxido de hidrógeno. Ambos requieren la adición de hidróxido de sodio en el baño de blanqueo. Cuando se utiliza hipoclorito el pH debe estar entre (9-11) y la temperatura no debe exceder de 30° C. Después del blanqueo con hipoclorito, se lleva a cabo un tratamiento con peróxido de hidrógeno que elimina el cloro residual.

Con el peróxido de hidrógeno el rango óptimo para la temperatura oscila entre (80° - 90°) C y para el pH entre (10,7-10,9). Es necesario el uso de un agente estabilizador para regular la velocidad de la descomposición química del agua oxigenada, lo que provoca un mayor grado de blancura.

- **Secado**, es secar la tela húmeda en la rama.
- **Termofijado**, es estabilizar por calor el ancho de la tela en la rama.
- **Teñido en Thies**, se usa únicamente para teñir conos de hilo, en una autoclave de teñido Thies.
- **Teñido en Jet**, es hacer circular la tela en cuerda con el colorante, en una autoclave de teñido Jet, funciona a temperaturas altas, (135°-140° C).
- **Teñido en Jigger**, es hacer pasar la tela de rollo a rollo sumergiéndola constantemente en colorante en una tina de teñido Jigger.
- **Teñido en Termosol**, es impregnar con colorante y exprimir la tela en un foulard, y secarla en una rama.
- **Teñido Pad –Batch**, es impregnar con colorante y exprimir la tela en un foulard, y reposarla en un carrobeta.
- **Teñido Pad-Thermofix**, es impregnar con colorante y exprimir la tela en un foulard, secarla en una rama y reposarla.

- **Chamuscado o Gaseado**, es quemar las puntas de las fibras que están sobre el tejido y escobillar el tejido para eliminar los residuos de fibra en la chamuscadora.
- **Revisado de Teñido**, es revisar la tela teñida en la pantalla iluminada para evaluar el color y decidir si procede el acabado.
- **Impregnado de Resina**, es bañar de resina y exprimir la tela en el foulard, y secarla en una rama.
- **Polimerizado**, es fijar la resina de la tela en la polimerizadora para darle suavidad y resistencia; luego es lavada y secada.
- **Revisión de Acabados**, es revisar la tela acabada en la pantalla iluminada para calificar sus fallas y determinar su calidad.
- **Sanforizado**, es encoger la tela a lo largo y a la vez plancharla en la sanforizadora.
- **Mercerizado**, tratamiento para mejorar el brillo y humectabilidad de la tela, la fibra celulósica es tratada con una solución concentrada de soda caustica o hidróxido de sodio al 20-25% con un tiempo determinado.
- **Decatizado**, es planchar al vapor la tela en la decatizadora.
- **Doblado o Enrollado**, Es doblar o enrollar la tela en la dobladora, donde también se marca el logotipo y el metraje en el orillo.
- **Encintar**, es colocar a la pieza de tela franjas de papel y la calcografía con la marca registrada correspondiente.
- **Pesado**, es pesar la pieza de tela en la balanza y registrarla en el sistema.
- **Empaquetado**, es colocarle a la pieza o rollo de tela una bolsa de plástico, termocontraible o cerrada grapas

- **Confecciones.-** Agrupa los procesos que transforman la tela en prendas, para esto se realizan los procedimientos de:
- **Corte**, es cortar en la tela tendida las partes que componen una prenda según los moldes.
 - **Habilitado**, es armar paquetes con las piezas de cada prenda.
 - **Costura**, es unir las partes que componen una prenda.
 - **Acabado**, es revisar, prensar, planchar y limpiar las prendas.
 - **Empacado**, es etiquetar, doblar, embolsar y empacar las prendas. (CUTSA C. U., 2010, págs. 4-6)

b) **Sistema de tratamiento de efluentes**

- **Tamizado.-** El efluente que proviene del área de tintorería llega a la poza y es bombeada a la zona alta del tamiz para que por gravedad el agua pase y los sólidos de mayor tamaño como pelusas se retengan en la malla.
- **Control de pH.-** El pH en el efluente final varía dependiendo del tipo de etapa que se desarrolla en la zona tintorería. Para ello se utiliza un producto químico que permite neutralizar el pH del Efluente. Este producto es el Dynafloc _{AM}, que es un agente neutralizante compuesto por sulfato de aluminio en solución ácida. Es biodegradable, al contacto con agua alcalina permite reducir el DBO a medida que el pH disminuye a neutro, como consecuencia de una floculación y sedimentación.

El tratamiento del efluente líquido es por medio de un dosificador, que tiene la función de reducir el pH y a la vez agrupar las partículas en flóculos para que precipiten en la poza de sedimentación.

- **Torre de enfriamiento.-** En esta torre se consigue disminuir la temperatura del agua caliente que proviene de un circuito de refrigeración mediante la transferencia de calor y materia al aire que circula por el interior de la torre.

En la transmisión de calor por convección, se produce un flujo de calor en dirección al aire que rodea el agua a causa de la diferencia de temperaturas entre ambos fluidos.

Finalmente, de la parte de debajo de la torre de enfriamiento sale una tubería de 8 pulgadas hacia la segunda parte de la poza principal, que desemboca a la red pública de Sedapal.

- **Poza de sedimentación.-** Tiene por finalidad reducir la cantidad de partículas sedimentables y en suspensión antes de pasar a la red pública de Sedapal.

Todos los efluentes del área de tintorería se concentran en una poza principal que se encuentra colocado en las afueras de la empresa (dicha poza se encuentra dividida en dos partes, la primera donde desemboca los efluentes de tintorería y la segunda donde regresa del sistema de tratamiento y va hacia la red pública de desagüe).

Luego, el flujo del efluente va hacia la parte superior de un sistema de tamizado de partículas, el cual contiene un depósito que al llenarse cae por reboce el líquido hacia una poza de 30 m³ aproximadamente que lo contiene (Ver Anexo 2, “Sistema de Efluentes de CUTSA”). (CUTSA, 2016)

2.3.5. Contaminación en los principales procesos.-

- a) Contaminación originada por las impurezas propias de la materia prima.-** Los residuos de pesticidas se pueden encontrar en el

algodón y el lino, aun habiendo sido lavado. Estos son principalmente organofosfatos (OP), sintéticos (SP) y reguladores de crecimiento de los insectos (IGR), así como AOX. Según su carácter lipofílico, estos compuestos pueden ser liberados con las aguas residuales. También debido a su elevada volatilidad, algunos pueden ser emitidos a la atmósfera.

Los lubricantes y otros agentes de preparación se eliminan durante el proceso de lavado y contribuyen al aumento de la carga de DQO y de la toxicidad de las aguas residuales.

b) Desencolado y descruado.- La generación de aguas residuales en esta operación proviene de las etapas de limpieza de los equipos y área de encolado así como del escurrido de la solución encolante del propio tejido. El volumen de agua residual generado es pequeño pero puede contener niveles altos de DQO, DBO y SST. Se debe tener en consideración la carga de DQO en las aguas residuales asociada a la eliminación de los lubricantes y de los agentes de preparación, y las propiedades de biodegradación de estos compuestos.

c) Mercerizado.- El mercerizado es el proceso responsable de la presencia de álcalis en las aguas residuales, los cuales deben ser neutralizados.

d) Blanqueo.- La descomposición del peróxido de hidrógeno que tiene lugar en la reacción de blanqueo forma solamente agua y oxígeno. Sin embargo, se deben tener en consideración los estabilizadores usados que son complejos con muy poca capacidad de bioeliminación.

e) Tintado.- El consumo de agua y de energía en los procesos de tintura depende de la técnica, de las operaciones realizadas y de la maquinaria empleada. Se estima que el 10% de los tintes producidos se pierde descargándose en los efluentes acuosos del proceso de tintado

textil. La cantidad de tinte que se pierde depende del tipo de tinte, del proceso de aplicación así como del tono de color deseado.

f) Acabados.- Existen dos tipos de acabados, físicos, los cuales no generan ningún tipo de agua residual, y los químicos. Estos últimos sí producen aportación de agua residual ya que al tejido se le añaden reactivos y posteriormente se realizan lavados para eliminar el sobrante. (Begoña M. , 2012, págs. 14-16)

2.3.6. El quitosano.-

El quitosano puede ser definido como una poliamina lineal de alto peso molecular con grupos amino e hidroxilo reactivos. Se comporta como un polielectrolito catiónico y por debajo de pH 6,5 presenta una alta densidad de carga, se adhiere fácilmente a las superficies negativamente cargadas y puede formar quelatos con iones metálicos. Esta propiedad ha sido muy utilizada en el tratamiento de aguas residuales por permitir la separación de muchos iones metálicos tóxicos. (Gacén & Gacén, 1996, pág. 68)

La solubilidad y la viscosidad del quitosano dependen del grado de desacetilación y degradación del polímero, factores que determinan con qué tipo de sustancias o soluciones, se podrá asociar, el quitosano no es soluble a pH > 6.0 y funciona solamente en sistemas ácidos. (Nieto & Orellana, 2011, pág. 40)

2.3.7. Coloides.-

Son en general, sólidos finamente divididos que no sedimentan por la simple acción de la gravedad pero que pueden removerse del agua mediante coagulación, filtración o acción biológica.

Con base en su tamaño, los coloides han sido definidos como partículas cuyo diámetro varía entre 1 y 100 nm. Dos propiedades únicas están

asociadas a los coloides: movimiento browniano y área superficial extremadamente grande. Estas dos propiedades permiten a los coloides desafiar la ley de la gravedad y, por lo tanto, impiden su remoción por sedimentación simple. Debido a su inmensa área superficial, los coloides absorben iones en grandes cantidades desiguales, dando origen a la formación de una carga eléctrica que contribuye a su estabilidad. El resultado de la formación de esa carga eléctrica y del movimiento Browniano es una colisión constante entre partículas. La tasa de coagulación puede tomarse entonces como una medida de la cantidad de partículas que se adhieren, durante la colisión, en un periodo determinado.

Dependiendo de su afinidad con el agua, los coloides se dividen en hidrofóbicos e hidrofílicos. Los coloides hidrofílicos tienen la habilidad de reaccionar espontáneamente con el agua para formar suspensiones coloidales, las cuales pueden ser deshidratadas y convertidas en el material original o redispersas repetidamente; por ello se les llama coloides reversibles. Los coloides hidrofóbicos se obtienen generalmente por medios físicos o químicos; no se dispersan espontáneamente en el agua y por ello se les llama coloides irreversibles.

En la coagulación los coloides hidrofílicos reaccionan químicamente con el agua y con los coagulantes; los hidrofóbicos no reaccionan con el agua y su coagulación se logra predominantemente por reacciones físicas y no químicas. En los coloides hidrofílicos la estabilidad se mantiene por la hidratación, pues las moléculas de agua son atraídas a la superficie de las partículas y actúan como una barrera para el contacto entre ellas. En los hidrofóbicos la estabilidad es predominantemente un fenómeno eléctrico, explicado por la teoría de la doble capa, o sea por la existencia de una carga opuesta envolvente a dicha superficie.

En su forma más simple, la teoría establece que las partículas hidrofóbicas suspendidas en el agua transportan cargas eléctricas en su superficie. En aguas naturales dicha carga es comúnmente negativa.

El grado de estabilidad de una partícula es determinado por un valor llamado potencial zeta, el cual está relacionado con la carga de la partícula y la distancia través de la cual la carga es efectiva. El concepto de potencial zeta surge de la teoría de la doble capa.

Las partículas coloidales se caracterizan por poseer dos capas eléctricas alrededor de ellas, de las cuales derivan su estabilidad. La capa interna consiste tanto en cationes como en aniones, pero en general tiene una carga neta negativa. La capa externa comprende cationes intercambiables tales como Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , H^+ , etc.

La disminución de la estabilidad de las partículas, o sea la reducción de las fuerzas de repulsión o del potencial zeta, se logra básicamente por los siguientes mecanismos:

- Ajustando el pH al punto isoeléctrico, esto es, al pH para el cual la carga neta de la partícula se anula y el potencial zeta se hace cero.
- Añadiendo iones de carga eléctrica contraria a la de los coloides que hay que remover, lo cual produce un doble efecto: primero, disminución de la carga eléctrica neta del coloide con respecto al resto de la solución y, segundo, aumento de la concentración de iones en la solución, reduciendo la distancia a través de la cual la carga es efectiva. Mientras mayor sea la valencia del ion que se añade, mayor será su poder de coagulación.

Las partículas coloidales y suspendidas que se encuentran en la mayoría de las aguas superficiales naturales están cargadas negativamente; esto explica por qué las sales de aluminio o hierro son las más usadas como

coagulantes en ingeniería de tratamiento de aguas. (Romero Rojas, Calidad del Agua., 2000)

2.3.8. Coagulación y floculación.-

Los procesos de coagulación y floculación se emplea para extraer del agua los sólidos que en ella se encuentran suspendidos siempre que su rapidez natural de asentamiento sea demasiado bajo para proporcionar clarificación efectiva. La clarificación del agua, el ablandamiento con cal, el espesamiento del lodo y el decantamiento dependen de una correcta aplicación de las teorías de la floculación y coagulación para que puedan efectuarse con éxito. (Labarces, 2007, págs. 11-12)

Tomando como ejemplo la clarificación de agua superficial, el agua cruda turbia contiene material suspendido, tanto sólido que pueden asentarse como partícula lo bastante grandes que se asientan en reposo, o sólidos dispersados que no se asentarán con facilidad. Una parte considerable de estos sólidos que no se asientan pueden ser coloides. (Murillo, 2011, pág. 15)

Cada partícula se encuentra estabilizada por cargas de igual signo sobre su superficie, haciendo que repelen las partículas vecinas, como se repelen dos polos magnéticos. Esta impide el choque de las partículas y que se formen así masas mayores llamadas flóculos. (Cipiran., 2012, pág. 20)

La coagulación es un proceso que tiene una serie de reacciones químicas cuyo fin es alterar y desestabilizar las superficie de las partículas coloidales, al adicionar un coagulante este se adhiere a las partículas neutralizando sus cargas y reduciendo las fuerzas de repulsión electroestáticas, lo que da origen a las fuerzas de Van Der Waals que origina la adhesión de las partículas entre si y posteriormente su aglomeración. (Tafur & Quevedo, 2014, pág. 41)

2.3.9. Factores que influyen en la coagulación.-

pH. Es la variable más importante a considerar en el proceso de coagulación; depende de la concentración, el tipo de coagulante a ser usado y la composición química del agua. Si el proceso se lleva a cabo fuera del rango de pH va a requerir mayor concentración de coagulante, y afectara la solubilidad del mismo en el agua y el tiempo de formación del floculo (deben haber valores mínimos de pH). Cabe resaltar que el pH depende además de la carga eléctrica, entonces, para optimizar el proceso debe haber un pH neutro que origine una carga neutra y reduzca el potencial zeta, con lo cual se logra disminuir la concentración de coagulante necesario y el tiempo de proceso.

Dosis del Coagulante. Este parámetro influye en la eficiencia del proceso, dado que si se adiciona poca cantidad de coagulante, no se va lograr una neutralización total de la carga de la partícula coloidal, produciéndose una mínima formación de flóculos. Por el contrario si se adiciona gran cantidad de coagulante, se invierte la carga de la partícula coloidal, formándose gran cantidad de flóculos de muy pequeño tamaño, que tardan mucho tiempo en sedimentar. Es por ello que en ambos casos se obtiene alta turbiedad. Por lo que la concentración optima del coagulante se ajusta mediante la prueba de jarras.

Turbidez o turbiedad. La turbiedad influye en la coagulación de las partículas, que se relaciona con la cantidad de coagulante adicionado, es decir para cada turbiedad hay una concentración óptima del coagulante. La concentración del coagulante en el agua aumenta con la turbiedad, sin embargo no es un aumento proporcional, es decir si la turbiedad es muy elevada no requiere dosis altas de coagulante, dado que existe alta probabilidad de colisión entre las partículas coloidales, por el contrario si la turbiedad es muy baja, requiere mayores dosis de coagulante debido a que existe menor probabilidad de choque entre las partículas.

Agitación y mezcla. La eficiencia del proceso de coagulación está condicionada por la agitación del agua durante la adición del coagulante, dado que si mayor agitación en un lado que en otro, habrá mayor concentración del coagulante y el proceso no será uniforme, por lo que se debe asegurar que la mezcla sea igual en toda la solución para que se produzca una adecuada reacción química y neutralización de las cargas.

Tamaño de las partículas. El tamaño y la concentración de las partículas condicionan el proceso de coagulación, de tal manera que es necesaria la adición de mayor cantidad de coagulante si el tamaño de partícula es menor. Si las partículas tienen gran tamaño (superior a cinco micras) se dificulta la formación del floc. (Tafur & Quevedo, 2014)

2.3.10. Coagulantes.-

En general, podemos decir que coagulantes son aquellos compuestos de hierro o aluminio capaces de formar un floc y que pueden efectuar coagulación al ser añadidos al agua. Por otra parte, ayudas de coagulación son sustancias que producen poco o ningún floc al ser usadas solas, pero mejoran los resultados obtenidos con simples coagulantes. Los coagulantes metálicos comúnmente utilizados se clasifican en dos categorías: los que se basan en el aluminio y los basados en el hierro. Los coagulantes de aluminio incluyen sulfato de aluminio, cloruro de aluminio, aluminato de sodio, clorhidrato de aluminio, policloruro de aluminio, sulfato de cloruro de polialuminio, silicato de cloruro de polialuminio, y formas de cloruro de polialuminio con polímeros inorgánicos.

Los coagulantes de hierro incluyen sulfato férrico, sulfato ferroso, cloruro férrico, sulfato de cloruro férrico, sulfato poliférrico, y sales de hierro con polímeros orgánicos.

La popularidad de los coagulantes de aluminio y hierro surge no solo de su efectividad como coagulantes, sino también de su disponibilidad y relativo bajo costo. La efectividad de estos coagulantes surge principalmente por su habilidad de formar complejos polinucleares multicargados en solución con mayores características de adsorción. La naturaleza de formación de estos complejos puede ser controlada por el pH del sistema. (Romero, 2002)

Los coagulantes se pueden clasificar en dos grupos: los polielectrolitos o ayudantes de coagulación y los metálicos. Ambos grupos actúan como polímeros a pesar de la carga eléctrica que poseen.

En los primeros, las cadenas poliméricas están ya formadas cuando se los agrega al agua. En los segundos, la polimerización se inicia cuando se pone el coagulante en el agua, después de lo cual viene la etapa de absorción por los coloides presentes en la fase acuosa. (Arboleda, 1992, pág. 35)

2.3.11. Prueba de jarras.-

Ensayos a nivel de laboratorio orientados a simular las condiciones de coagulación, floculación y sedimentación del agua residual, para determinar las condiciones óptimas donde se logra mayor eficiencia del proceso. Permitiendo determinar el tipo y dosificación del coagulante y floculante, pH óptimo, tiempo y velocidad de mezclado, para así estimar la dosis óptima de coagulante requerida para alcanzar una calidad óptima en el agua a tratar. Además sirve para determinar si un efluente puede ser tratado de manera rentable y con la eficiencia deseada mediante el proceso de floculación-coagulación. (Nieto & Orellana, 2011)

El procedimiento consiste en colocar agua residual en vasos de precipitación y añadir, progresivamente, diferentes cantidades de coagulante. Se somete el juego de vasos a una agitación rápida para

homogenizar el medio y, en seguida a una agitación lenta para favorecer la formación del flóculo. Luego se deja cierto tiempo los vasos en reposo y luego se analiza el agua. Este método conlleva el ajuste del pH, selección del agente coagulante su dosis adecuada, elección de la velocidad y el tiempo de agitación de las paletas así como tiempo de reposos posterior. (Nieto & Orellana, 2011, pág. 72).

2.4. Definiciones de términos básicos.-

A continuación se ha definido los términos a usar a lo largo del proyecto de investigación:

2.4.1. pH.-

Es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número de iones de hidrógeno presentes. La concentración de ión hidrogeno es un parámetro de calidad de gran importancia tanto para el caso de calidad de las aguas naturales como residuales. (Espinoza & Rovira, 2014, pág. 34).

2.4.2. Demanda Química de Oxígeno.-

Indica el contenido de materia orgánica del cuerpo de agua; se usa para medir el oxígeno equivalente a la materia orgánica oxidable mediante un agente químico oxidante, generalmente el dicromato de potasio es el agente oxidante por su característica de oxidar casi todos los compuestos orgánicos, en un medio ácido y a alta temperatura. (Raffo & Ruiz, 2014, pág. 75)

2.4.3. Demanda Bioquímica de Oxígeno.-

“Es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específicos (generalmente 5 días y a 20 °C)”. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento., 2014, pág. 14)

2.4.4. Sólidos Suspendidos totales (SST).-

“Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) hacen referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual. Se determinan mediante método gravimétrico”. (CAN, 2008, pág. 40)

“Son partículas orgánicas o inorgánicas que son retenidos por una fibra de vidrio que posteriormente es secada a una determinada temperatura”. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento., 2011, pág. 6).

2.4.5. Turbidez.-

La turbidez es la propiedad óptica de un líquido de diseminar un haz luminoso en lugar de transmitirlo en línea recta. La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión. Estas son las responsables de la turbidez y el color del agua. La turbidez se mide en Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT). (Apaza, Tratamiento Ecológico, una alternativa sustentable para la purificación de aguas contaminadas destinadas al Riego de Cultivos en Arequipa, 2011)

2.4.6. Conductividad.-

La conductividad eléctrica (CE) del agua es una medida de la capacidad de la misma para transportar la corriente eléctrica. En el Sistema Internacional de Unidades la CE se expresa como siemens por metro (S/m), pero por simplicidad se utiliza $\mu\text{S}/\text{cm}$ a una temperatura de 25°C. La conductividad del agua está relacionada con la concentración de las sales en disolución, cuya disociación genera iones capaces de transportar la corriente eléctrica. La solubilidad de las sales en el agua depende de la temperatura, por lo que la conductividad varía en conformidad con la temperatura del agua. (Castro Yuliana; Zuñiga Luis; Mora Darner., 2017)

2.4.7. Valores Máximos Admisibles.-

Los VMA son los valores de la concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos y/o químicos, que caracterizan a un efluente No doméstico que va a ser descargado a la red de alcantarillado sanitario, que al ser excedido en sus parámetros aprobados causa daño inmediato o progresivo a las instalaciones e influyen negativamente a los procesos de tratamientos. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2009). Los parámetros de los VMA a desarrollar se observa en la tabla 2.3.

**TABLA 2.3
PARÁMETROS VMA A DESARROLLAR**

Parámetro	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS
			AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	DBO ₅	500
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	DQO	1000
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	S.S.T	500
Temperatura	°C	T	<35
pH		pH	6-9

Fuente: D.S. N ° 021- 2009 -VIVIENDA y D.S. N ° 001-2015-VIVIENDA

CAPITULO III

VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1. Variables de la investigación.-

- **Variable independiente: X**

X: Dosis optima de quitosano comercial.

Definición conceptual: Es la cantidad necesaria de quitosano comercial que permita acelerar el proceso de coagulación y floculación.

- **Variable dependiente: Y.-**

Y: Eficiencia del Quitosano comercial en la remoción de partículas suspendidas y coloidales.

Definición conceptual: Es el porcentaje de remoción de partículas suspendidas y coloidales presente en el efluente tratado con Quitosano comercial.

3.1.1. Operacionalización de variables.-

La operacionalización de las variables se realizara a través de los indicadores de cada una de ellas:

- **Variable independiente:**

Definición operacional X: Es la cantidad óptima de Quitosano Comercial para remover del efluente industrial textil (contaminantes que sobrepasan los Valores Máximos Admisibles controlados por la normatividad vigente) expresado en miligramo de quitosano comercial por litro de efluente industrial, y preparado a cierta concentración.

- Dosis de óptima de Quitosano Comercial. (D.Op) **X**

▪ **Variable dependiente:**

Definición operacional Y: Es la cantidad de partículas suspendidas y coloidales removidas del efluente textil posterior a la aplicación de Quitosano Comercial, expresado en tanto por ciento (%).

- Eficiencia del Quitosano Comercial en la remoción de partículas suspendidas y coloidales. **Y**

3.1.2. Indicadores de las variables

▪ **Variable independiente: X**

Dosis de óptima de Quitosano comercial, (D.Op) **X**

Indicador: Miligramo de quitosano comercial /litro de efluente industrial textil.

▪ **Variable dependiente: Y**

Eficiencia de Quitosano comercial en la remoción de partículas suspendidas y coloidales **Y**

Indicador:

$$E = (S_o - S) / S_o \times 100$$

Dónde:

E: Eficiencia de remoción de partículas suspendidas y coloidales [%]

S: Carga contaminante de salida (mg SST /l)

S_o: Carga contaminante de entrada (mg SST /l)

3.2. Hipótesis general.-

“La dosis Óptima de Quitosano permitirá determinar la eficiencia de remoción de las partículas suspendidas y coloidales presentes en el efluente generado por la industria textil”

Se identifica que la hipótesis planteada es de los siguientes tipos:

- Hipótesis correlacional: Relaciona las variables.
- Hipótesis explicativa o causal: Se manifiesta la relación entre causa y efecto entre las variables.

CAPITULO IV

METODOLOGIA

4.1. Tipo de investigación.-

La investigación es de tipo experimental y correlacional, en el que se pretenderá relacionar la dosis optima de Quitosano comercial en la eficiencia de remoción de partículas suspendidas y coloidales presentes en el efluente textil, es decir; determinar la relación existente entre la variable independiente y dependiente de esta investigación.

4.2. Diseño de investigación.-

El diseño de la investigación se desarrolló en varias etapas, las cuales se describen a continuación:

4.2.1. Procedimientos experimentales en laboratorio:

Se adquirió 01 Kg de Quitosano Comercial importado desde la República Popular China, fabricado por la empresa QINGDAO YUDA CENTURY.

Las pruebas experimentales se realizaron en el Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales de la Universidad Nacional del Callao, donde se desarrollaron las siguientes actividades:

- Se preparó la solución de quitosano para el proceso de coagulación y floculación.
- Se agregó una solución de quitosano en la muestra sin modificar el pH.
- Se halló el pH óptimo utilizando el método de Prueba de jarras.
- Se calculó la Dosis óptima de quitosano mediante el método de Prueba de Jarras.

- Se midió los parámetros a evaluar in situ y en laboratorio acreditado por INACAL.

4.2.2. Procesamiento de los resultados obtenidos:

El procesamiento de los resultados obtenidos en la parte experimental se desarrolló en gabinete de acuerdo a lo siguiente:

- Se determinó la eficiencia de remoción de partículas suspendidas y coloidales con la solución de Quitosano y Dynafloc _{AM}
- Se comparó los valores obtenidos de Quitosano con el Dynafloc _{AM}
- Se comparó los valores obtenidos de Quitosano y Dynafloc _{AM} con lo establecido en los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado.
- Se comparó la rentabilidad económica del Quitosano y Dynafloc _{AM}.

4.3. Población y muestra.-

4.3.1. Población.-

La población para la presente investigación comprende a los efluentes textiles de la empresa Compañía Universal Textil S.A. situado en la Avenida Venezuela, Cercado de Lima- Perú, antes de ingresar al sistema de tratamiento de efluentes instalada en la empresa.

4.3.2. Muestra.-

La recolección de la muestra de efluentes textiles para los ensayos experimentales se realizaron según el cronograma de Producción del departamento de Tintorería el día 27.05.2018 a las 9:00 am donde se desarrollaba los procesos de teñido, blanqueado, polimerizado, mercerizado, lavado, y/o descolado en la entrada de la cisterna de 30 m³ ubicado en el corredor del departamento de Tintorería (Ver Anexo 3, “Ubicación del punto de toma de muestra en CUTSA”). El volumen mínimo de la muestra fue de 8 litros de la prueba.

4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.-

4.4.1. Equipos y accesorios.-

Para la recolección de datos, los instrumentos, materiales, equipos y reactivos a emplearse se detallan a continuación según un orden de clasificación:

A. Instrumentos y materiales de laboratorio.-

- Probetas.
- Agua destilada.
- Varilla de agitación.
- Vasos precipitados de 250 ml, 500 ml y 1000 ml.
- Matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- Pipetas de 10 ml, 20ml.
- Propipetas de Goma.
- Fiolas de 100 ml, 250 ml y 1000 ml.
- Jeringas descartables de 10 ml y 60 ml.
- Envases esterilizados.
- Cooler.
- Guardapolvo o mandil de laboratorio.
- Guantes Quirúrgicos desechables.
- Mascarillas desechables.
- Papel Toalla.

B. Equipos.-

- Equipo de prueba de jarras de 6 posiciones lineal. (Equipo fabricado por los alumnos de las asignaturas de "Instrumentación y Control de Procesos" y "Diseño de Planta de Tratamiento" Facultad de Ingeniería Ambiental y Recursos Naturales - UNAC).
- Turbidímetro Marca JKI, modelo WGZ-1B, N° 037101.

- Multiparámetro (pH, Conductividad , Salinidad ,Temperatura)
Marca EZDO 7200.
- Balanza electrónica.

C. Reactivos e insumos.-

- Ácido Acético al 99%.
- Ácido Clorhídrico al 37-38%.
- Alcohol de 96°.
- Agua Destilada.
- Dynafloc ^{AM}.
- Quitosano comercial.
- Muestra de efluente textil.

4.4.2. Pruebas de ensayos y mediciones en laboratorio.-

El muestreo del efluente textil se realizó según lo dispuesto en los protocolos de toma de muestra descrito en todos estos ensayos se realizaron con estricta adherencia al protocolo de monitoreo y preservación de muestras respectivo.

Para determinar la Dosis Optima de Quitosano y el pH óptimo se utilizó el método de pruebas de Jarras.

Los parámetros de pH, T° se midieron in situ, mientras que los parámetros como la Conductividad, TDS y salinidad fueron medidos en el Laboratorio de la FIARN mediante el equipo Multiparámetro de marca EZDO 7200 y la turbidez con el equipo turbidímetro de marca JKI debidamente calibrados.

Los análisis para los parámetros SST, DBO, DQO, fueron realizados por el laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C., acreditado por la Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL según el Registro N° LE-047.

4.5. Procedimientos de recolección de datos.-

4.5.1. Estudios Preliminares.-

Se utilizó Qitosano Comercial con grado de desacetilación $\geq 85, 90, 95\%$, en presentación de escamas semitransparentes tal como se observa en la Figura 4.1, y según lo descrito en la Tabla 4.1 las propiedades del quitosano.

FIGURA 4.1
QUITOSANO COMERCIAL IMPORTADO DE CHINA.



Fuente: Elaboración Propia

TABLA 4.1
PROPIEDADES DE QITOSANO COMERCIAL

ITEM	GRADO FARMACÉUTICO	GRADO DE COMIDA	GRADO INDUSTRIAL
Apariencia	Polvo blanquecino	Polvo blanquecino	Polvo blanquecino o en escamas semitransparentes
Grado de desacetilación (%)	$\geq 85,90,95$	$\geq 85,90,95$	$\geq 85,90,95$
pH (1%)	7.0-8.0	7.0-8.0	7.0-8.0
Pérdida por Secado (%)	≤ 10	≤ 10	≤ 12
Residuos en Ignición (%)	≤ 1	≤ 1	≤ 2
Insoluble	≤ 1	≤ 1	≤ 2
Metales (ppm) como el Pb	≤ 10	≤ 10	/
Arsénico (ppm)	≤ 0.5	≤ 0.5	/
E. Coli	Negativo	Negativo	/
Salmonela	Negativo	Negativo	/
Viscosidad (1%, 20 °C)	300-1000		/

Fuente: Ficha técnica del proveedor.

Preparación de coagulante.- La solución de quitosano se preparó antes de comenzar la prueba de Jarras. Se utilizó 03 gr de Quitosano Comercial.

- Se pesó 03 gr. de quitosano comercial en la balanza teniendo en cuenta las medidas de limpieza para no contaminar la solución.
- Se agregó 1 gr. de ácido acético al 99 % y 96 gr. de agua destilada disolviendo con agitación continua con la varilla de vidrio durante aproximadamente 30 min.
- Esta solución se disolvió en 1000 ml de agua destilada para ser utilizado como agente coagulante. (Ver Apéndice, Figura 4.2 “Preparación del coagulante”)

La solución de quitosano preparada se utilizó en el proceso de coagulación y floculación.

Descripción del Equipo de Prueba de Jarras utilizado.- Se ha tomado en cuenta la literatura para efectuar los ensayos con el equipo de prueba de jarras en el cual se tomaron las siguientes consideraciones:

- Mezcla rápida: 3 minutos, a velocidad de 200 rpm, la cual se aplica en la coagulación.
- Mezcla lenta: 15 minutos a velocidad de 40 rpm, la cual se aplica en la floculación.
- Reposo: 30 minutos a velocidad de 0 rpm, la cual se aplica en la sedimentación. (Norzita & Nor, 2013)

4.5.2. Caracterización del efluente industrial.-

La caracterización del efluente textil fue realizada en dos etapas. La primera caracterización fue realizada en el año 2016 por la empresa CUTSA, a través del laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C., en la que se realiza la comparación con los VMA: Valores Máximos

Admisibles, aprobados por D.S. N° 021-2019 – VIVIENDA y su modificatoria D.S. N° 001 – 2015 - VIVIENDA.

Para la presente investigación se realizó una segunda caracterización, en la que se toman los mismos parámetros realizados por CUTSA (Ver Apéndice, Figura 4.3 “Toma de muestras en CUTSA por Laboratorio Servicios Analíticos Generales SAC”), además se realizó la medición in situ de los parámetros: pH, T, TDS, Turbiedad, Conductividad y Salinidad.

Los resultados de laboratorio Obtenidos se encuentran en el Anexo 4 y 6 “Informes de Ensayo SAG N° 10579-2016, N° 122753-2018 con Valor Oficial”.

4.5.3. Determinación de dosis óptima realizando pruebas con diferentes concentraciones de Quitosano Comercial.-

Para encontrar la dosis óptima realizamos la prueba de jarras, cuyo procedimiento se describe a continuación:

- a. Se verificó que el equipo de Prueba de Jarras está operativo, se utilizó un equipo de prueba de jarras convencional en los experimentos para coagular la muestra de efluente textil mediante el uso de Quitosano.
- b. Se tomó una galonera de capacidad de 2 Gal. de agua residual textil obtenida horas antes de la Compañía Universal Textil SA.
- c. Del envase se tomó una muestra del agua residual previamente homogenizada para tomar los parámetros iniciales de pH, Turbiedad, Salinidad, Conductividad, TDS. Se llenó 6 vasos precipitados con 1 Litro de muestra cada uno.
- d. La solución preparada se colocaron en fioles a diferentes cantidades para utilizarlos en la prueba de jarras, se utilizaron fioles de medidas 25, 50, 100, 150 y 200 ml y jeringas de medidas 10, 20 y 60 ml.

e. A los vasos precipitados con muestra de efluente textil se agregaron diferentes concentraciones preparadas, esto se realizó en diferentes días y en múltiples pruebas.

Las muestras de los efluentes textiles residuales se ajustaron desde pH inicial 3 a pH 12 en los experimentos, (Ver Apéndice, Figura 4.4 “Ajuste de pH y calibración del turbidímetro”), El pH se controló mediante la adición de un ácido fuerte (HCl) y base fuerte (NaOH).

4.5.4. Caracterización del efluente tratado con la dosis óptima de Quitosano comercial.-

Luego de realizar las pruebas experimentales se midieron in situ los parámetros de turbidez, TDS conductividad salinidad y pH.

4.5.5. Determinación de la eficiencia de remoción de partículas suspendidas y coloidales.-

La eficiencia de remoción de partículas suspendidas y coloidales se determinó por la comparación de la medición de los parámetros antes y después del tratamiento con el coagulante aplicando la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Efluente textil sin coagulante} - \text{Efluente textil con coagulante}}{\text{Efluente textil sin coagulante}} \times 100 \%$$

4.5.6. Comparación de eficiencias de remoción con Quitosano comercial y Dynafloc AM.-

Según los datos obtenidos se realizó el análisis comparativo entre los resultados de eficiencia de remoción de ambos coagulantes determinando el más eficiente en términos de remoción y valor económico.

4.6. Procesamiento estadístico y análisis de datos.-

El procesamiento de datos se ejecutó mediante el uso del programa Microsoft Excel, para generar los gráficos y cuadros comparativos.

Para realizar el análisis de datos de los resultados obtenidos se tomó como referencia los Valores Máximos Admisibles establecidos en DS N° 021-2009 – VIVIENDA y su modificatoria DS N° 001-2015 -VIVIENDA.

CAPITULO V

RESULTADOS

En el presente capítulo se muestra los resultados obtenidos mediante tablas y figuras de las diferentes pruebas realizadas durante el periodo experimental. Las aguas residuales de CUTSA, usadas para los ensayos son extraídas de la cisterna de 30 m³ donde se almacenan las aguas de los diversos procesos existentes en la compañía. Estas pruebas se realizaron en el laboratorio de Química Analítica de la FIARN a lo largo de 07 meses de Noviembre 2017 a Mayo 2018 (Ver Apéndice, Tabla 5.16 “Cuadro de ensayos” y Figuras 5.13, 5.14, 5.15, 5.16, 5.17, 5.18, 5.19, 5.20, 5.21, 5.22 y 5.23 “Registros Fotográficos – Ensayo realizado”) sin embargo los resultados son de las pruebas más representativas.

5.1. Caracterizar el efluente industrial.-

En la primera caracterización realizada por CUTSA se midieron los parámetros de Aceites y Grasas, Cromo Hexavalente, DBO, DQO, TSS, Sulfatos, Sulfuros, pH y T°.

TABLA 5.1
CARACTERIZACIÓN DE EFLUENTE TEXTIL DE CUTSA –REALIZADO POR LA EMPRESA

PARÁMETROS	UNID.	RESULTADOS		DS 021-2009 VMA
		1° Caract.	2° Caract.	
Aceites y grasas (HEM)	mg/L	8.9	19.3	100
Cromo Hexavalente (VI)	mg/L	<0.007	<0.007	0.5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	586.6	612.80	500
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	1071.3	1352	1000
Sólidos Suspendidos Totales (TSS)	mg/L	274.8	123	500
Sulfatos	SO ₄ ⁼ mg/L	633.3	400	1000*
Sulfuros	S mg/L	0.042	0.126	5
pH		8.95	9.66	6-9
T°	°C	32.1	27.2	<35

Fuente: Informe de Ensayo SAG ,10673-2016 y 10579-2016.

* Modificado por DS N° 001-2015 – VIVIENDA

También se realizaron mediciones en un periodo de siete días con equipos propios de los parámetros TDS, Turbiedad, Conductividad y Salinidad.

TABLA 5.2
CARACTERIZACIÓN DE EFLUENTE TEXTIL DE CUTSA – REALIZADO CON EQUIPOS PROPIOS

Parámetros IN SITU	UNID.	DÍAS DE LA SEMANA							PROM.	RANGO
		1	2	3	4	5	6	7		
TDS	Ppt	1.19	1.26	1.46	1.76	1.4	1.51	1.34	1.43	1.19 – 1.76
Turbiedad	NTU	52	53	65.4	47.4	56.4	58.6	45.3	55.47	45.3 – 65.4
Conductividad	mS	1.83	1.78	1.89	1.73	2.19	2.1	2.19	1.92	1.73 – 2.19
Salinidad	Ppt	0.91	0.89	0.94	0.87	1.1	1.05	1.1	0.96	0.87 - 1.1

Elaboración: Propia.

Para el estudio se realizó una tercera caracterización a través de laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C. Se midieron los parámetros de DBO, DQO, TSS, pH y T°. También se realizó mediciones con equipos propios de los parámetros TDS, Turbiedad, Conductividad y Salinidad.

TABLA 5.3
CARACTERIZACIÓN DE EFLUENTE TEXTIL DE CUTSA – REALIZADO PARA EL ESTUDIO

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	DS 021-2009 VMA
		3° Caracterización	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	567.5	500
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	1085	1000
Sólidos Suspendidos Totales (TSS)	mg/L	89.43	500
pH		8.19	6-9
T°	°C	38	<35

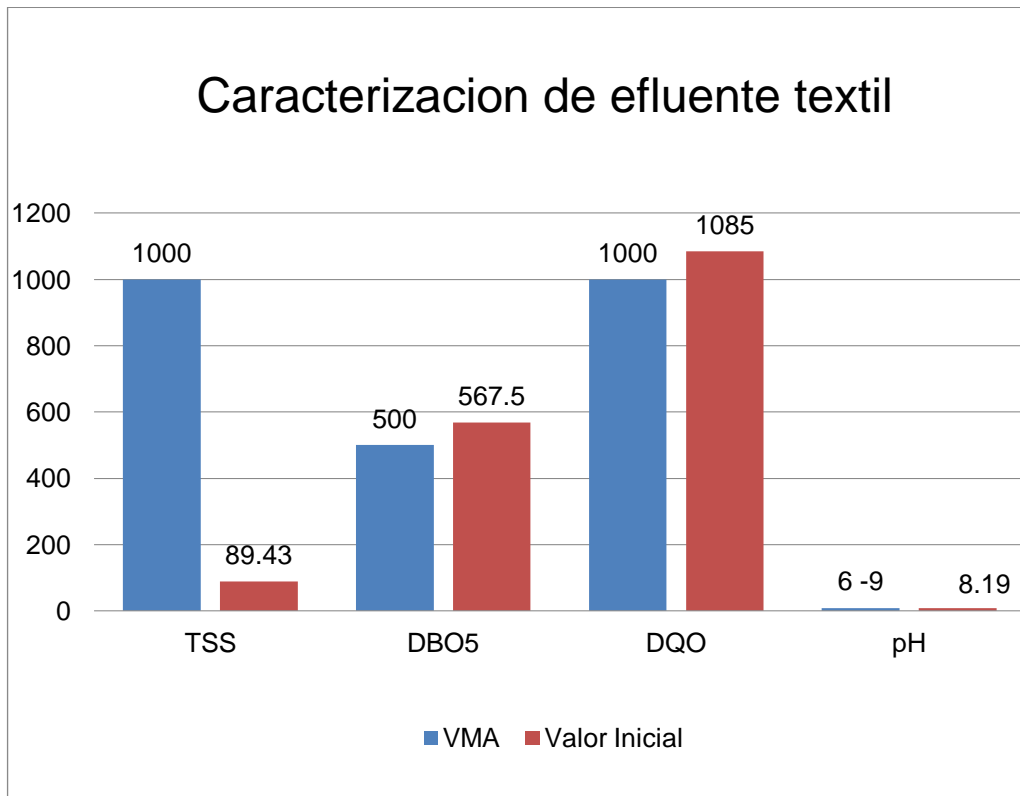
Fuente: Informe de Ensayo SAG 122753-2018

TABLA 5.4
CARACTERIZACIÓN DE EFLUENTE TEXTIL DE CUTSA – REALIZADO
PARA EL ESTUDIO CON EQUIPOS PROPIOS

Parámetros	Unidad	Caracterización
Conductividad	uS	1892
Salinidad	Ppm	947
TDS	Ppm	1261
Turbiedad	NTU	53

Elaboración: Propia.

FIGURA 5.1
CARACTERIZACIÓN DE EFLUENTE TEXTIL DE CUTSA – REALIZADO
PARA EL ESTUDIO



Elaboración: Propia.

Se puede apreciar en la figura 5.1 que los parámetros DBO, DQO, pH y T están por encima de lo establecido en los VMA y de acuerdo a la teoría, los efluentes textiles son de pH alcalino y alta carga orgánica.

5.2. Determinar la dosis óptima realizando pruebas con diferentes concentraciones de Quitosano Comercial.-

5.2.1 Determinar la concentración óptima de la solución de quitosano.-

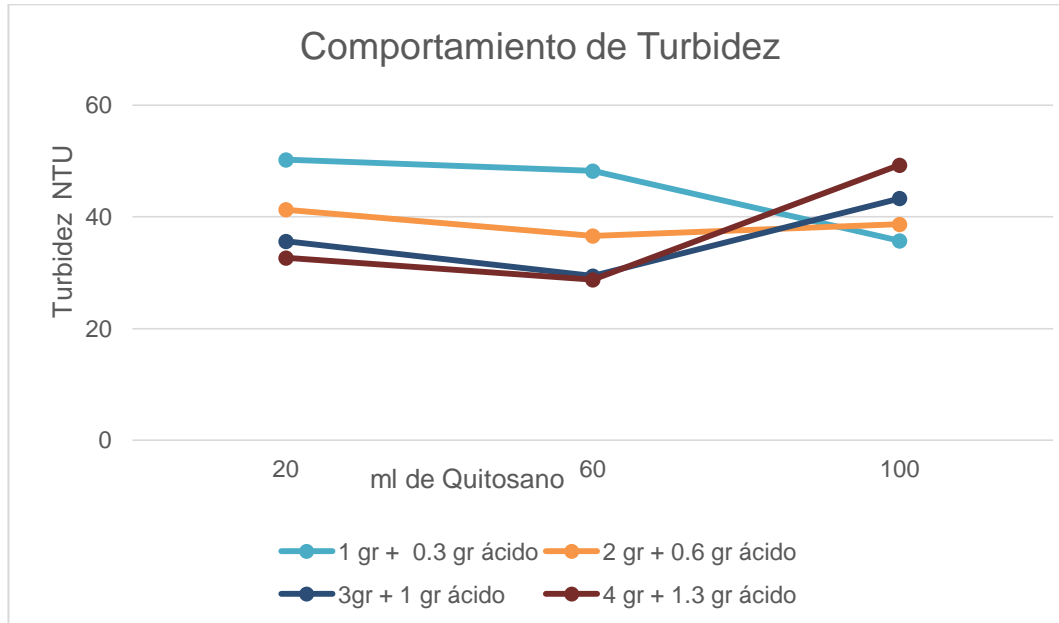
Se realizó pruebas con diferentes cantidades en gramos teniendo en cuenta la proporción existente de 1 a 3 de ácido acético y quitosano comercial respectivamente para la preparación de la solución de coagulante, según lo establecido en la referencia bibliográfica de la investigación denominada “Coagulación y floculación Tratamiento de aguas residuales en industria Textil utilizando quitosano”. Se evaluó en diferentes dosis de solución de quitosano comercial para determinar la concentración óptima de quitosano. Se obtiene los datos presentados en la siguiente tabla:

**TABLA 5.5
CONCENTRACIÓN ÓPTIMA DE SOLUCIÓN DE QUITOSANO
COMERCIAL**

Gr. de Quitosano y ácido acético	ml de solución de Quitosano	Turbidez inicial	Turbidez Final	%Remoción ((I-F)/I) *100
1 gr + 0.3 gr ácido acético	20	53.00	50.20	5.28
	60	53.00	48.20	9.06
	100	53.00	35.70	32.64
2 gr + 0.6 gr ácido acético	20	53.00	41.29	22.09
	60	53.00	36.58	30.98
	100	53.00	38.64	27.09
3gr + 1gr ácido acético	20	53.00	35.60	32.83
	60	53.00	29.40	44.53
	100	53.00	43.30	18.30
4 gr + 1.3 gr ácido acético	20	53.00	32.63	38.43
	60	53.00	28.73	45.79
	100	53.00	49.25	7.08

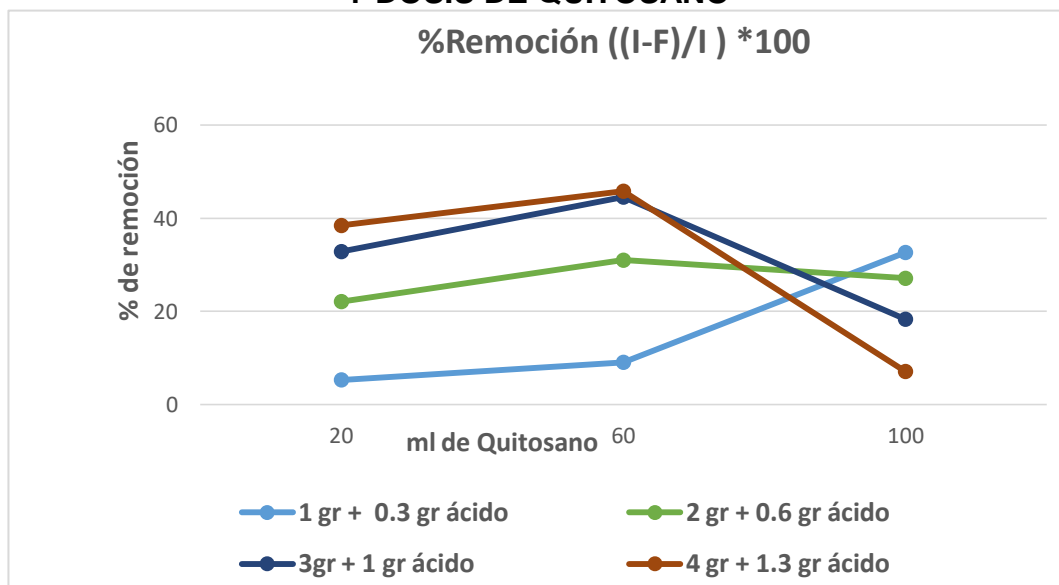
Elaboración: Propia.

FIGURA 5.2
COMPORTAMIENTO DE LA TURBIDEZ A DIFERENTES
CONCENTRACIONES Y DOSIS DE QUITOSANO



Elaboración: Propia

FIGURA 5.3
PORCENTAJE DE REMOCIÓN A DIFERENTES CONCENTRACIONES
Y DOSIS DE QUITOSANO



Elaboración: Propia

5.2.2 Determinar el pH óptimo.-

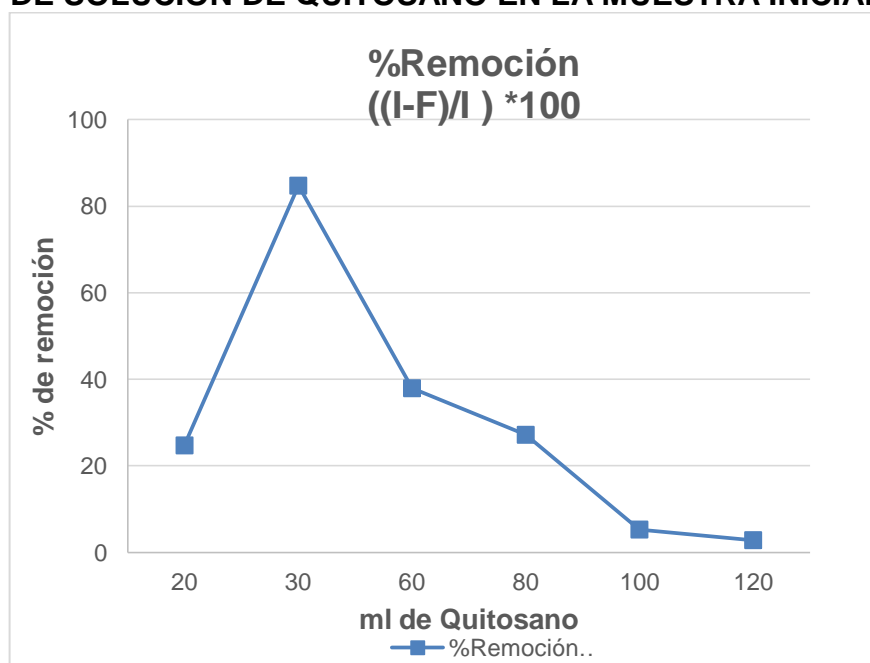
Para determinar el pH óptimo primero se consideró realizar una prueba con el pH de la muestra base con concentraciones de quitosano de 20, 30, 60, 80, 100 y 120 ml. Obteniéndose los resultados descritos en la Tabla 5.6

TABLA 5.6
PORCENTAJE DE REMOCIÓN EN DIFERENTES
CONCENTRACIONES DE SOLUCIÓN DE QUITOSANO EN LA
MUESTRA INICIAL

FECHA	Solución de Quitosano (ml)	pH inicial	pH final	TDS (PPT) final	Turbidez final	%Remoción $((I-F)/I) * 100$
27.05.18	20	8.19	8.08	1277	39.9	24.72
	30	8.19	7.88	1256	8.1	84.72
	60	8.19	7.56	1228	32.9	37.92
	80	8.19	7.18	1203	38.6	27.17
	100	8.19	6.79	1171	50.2	5.28
	120	8.19	6.41	1105	51.5	2.83

Elaboración: Propia

FIGURA 5.4
PORCENTAJE DE REMOCIÓN EN DIFERENTES CONCENTRACIONES
DE SOLUCIÓN DE QUITOSANO EN LA MUESTRA INICIAL



Elaboración: Propia

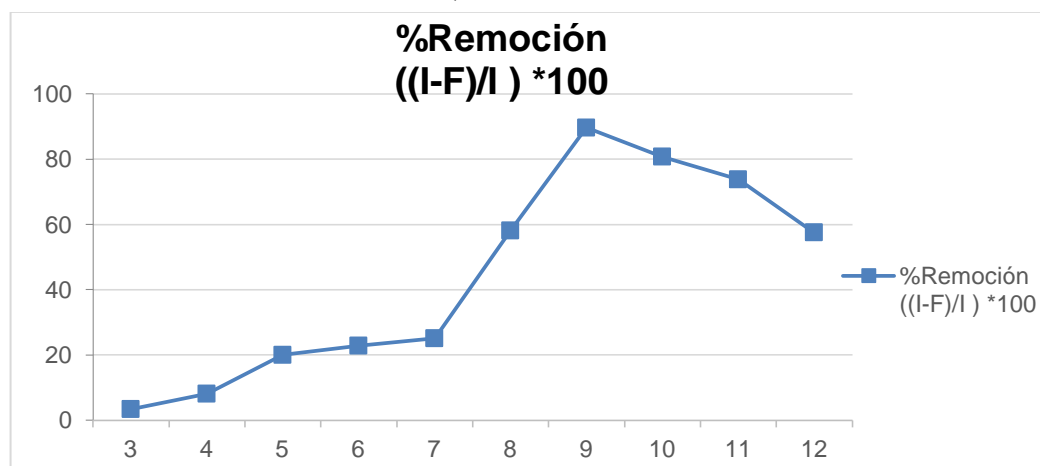
Teniendo el mayor porcentaje de remoción con 30 ml de solución de quitosano, posteriormente se realizó una prueba variando el pH de la solución. Esta variación fue desde pH 3 a pH 12 con lo que obtenemos los datos descritos en la Tabla 5.7.

TABLA 5.7
VARIACIÓN DE PH MANTENIENDO 30 ML DE SOLUCIÓN DE QUITOSANO

FECHA	Solución de Quitosano(ml)	pH inicial	pH final	TDS (PPT) final	Turbidez final	%Remoción $((I-F)/I) * 100$
27.05.18	30	3	3.31	1.42	51.2	3.40
	30	4	4.54	1322	48.7	8.11
	30	5	5.06	1304	42.4	20.00
	30	6	6.16	1267	40.9	22.83
	30	7	7.03	1210	39.7	25.09
	30	8	7.38	1246	22.2	58.11
	30	9	8.24	1298	5.5	89.62
	30	10	9.64	2	10.2	80.75
	30	11	10.59	2.69	13.9	73.77
	30	12	11.88	3.97	22.5	57.55

Elaboración: Propia.

FIGURA 5.5
VARIACIÓN DE PH MANTENIENDO 30 ML DE SOLUCIÓN DE QUITOSANO



Elaboración: Propia.

5.2.3 Determinar la Dosis Optima de quitosano comercial.

De acuerdo a los datos obtenidos en la primera prueba, los mejores resultados está en rango de pH 6 a 11, por lo cual se realizó las pruebas considerando pH de 6, 9 y 11 variando las dosis de solución de quitosano de 10 a 60 ml. Obteniéndose los resultados de las Tablas 5.8, 5.9 y 5.10.

TABLA 5.8

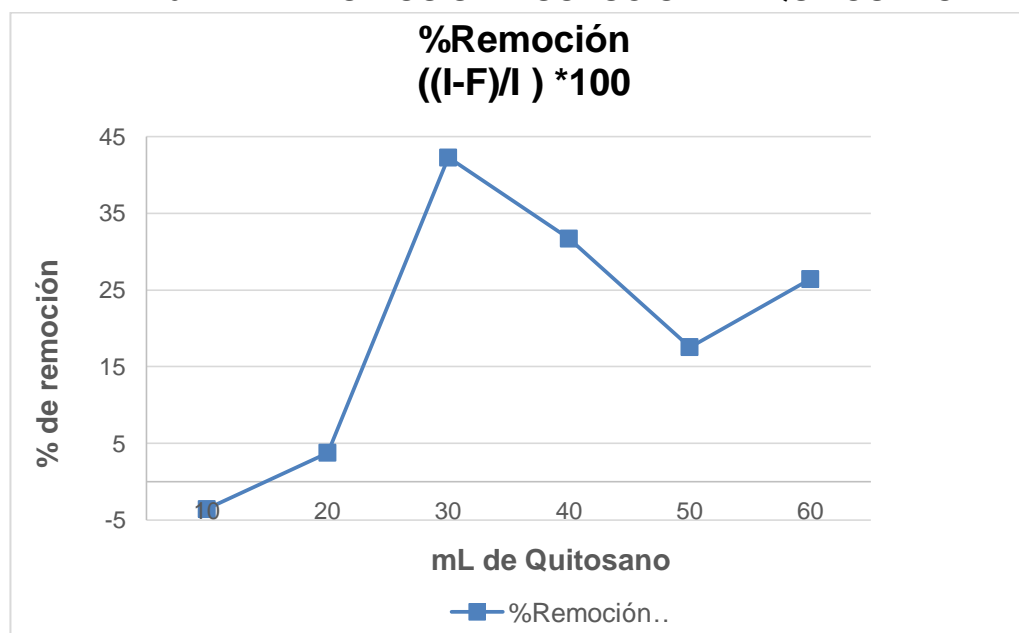
PH 6 VARIANDO DOSIS DE SOLUCIÓN DE QUITOSANO

FECHA	Solución de Quitosano (ml)	pH Solución inicial	pH final	TDS (PPT) final	Turbidez final	%Remoción $((I-F)/I) * 100$
27.05.18	10	6	6.35	1281	54.9	-
	20	6	6.14	1268	51	3.77
	30	6	5.93	1245	30.6	42.26
	40	6	5.98	1242	36.2	31.70
	50	6	5.97	1214	43.7	17.55
	60	6	5.69	1195	39	26.42

Elaboración: Propia.

FIGURA 5.6

PH 6 VARIANDO DOSIS DE SOLUCIÓN DE QUITOSANO



Elaboración: Propia.

TABLA 5.9

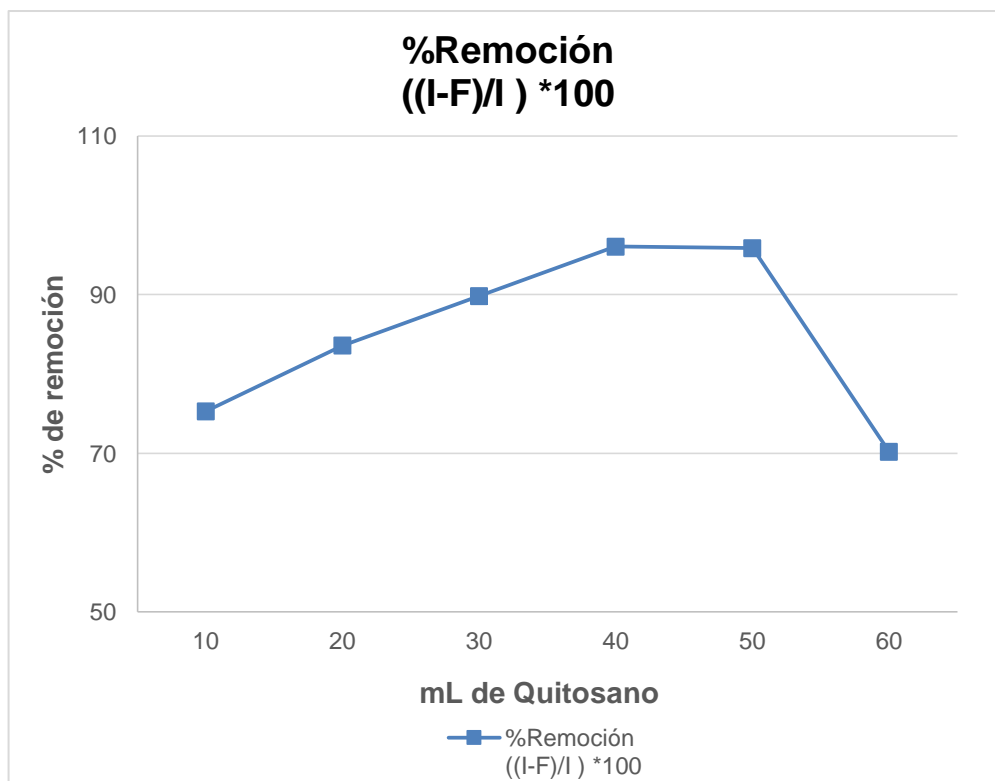
PH 9 VARIANDO DOSIS DE SOLUCIÓN DE QUITOSANO

FECHA	Solución de Quitosano (ml)	pH Sol. inicial	pH final	TDS (PPT) final	Turbidez final	%Remoción ((I-F)/I) *100
27.05.18	10	9	8.79	1267	13.1	75.28
	20	9	8.62	1261	8.7	83.58
	30	9	8.3	1251	5.4	89.81
	40	9	8.04	1233	2.1	96.04
	50	9	7.78	1216	2.2	95.85
	60	9	7.47	1197	15.8	70.19

Elaboración: Propia.

FIGURA 5.7

PH 9 VARIANDO DOSIS DE SOLUCIÓN DE QUITOSANO



Elaboración: Propia.

TABLA 5.10

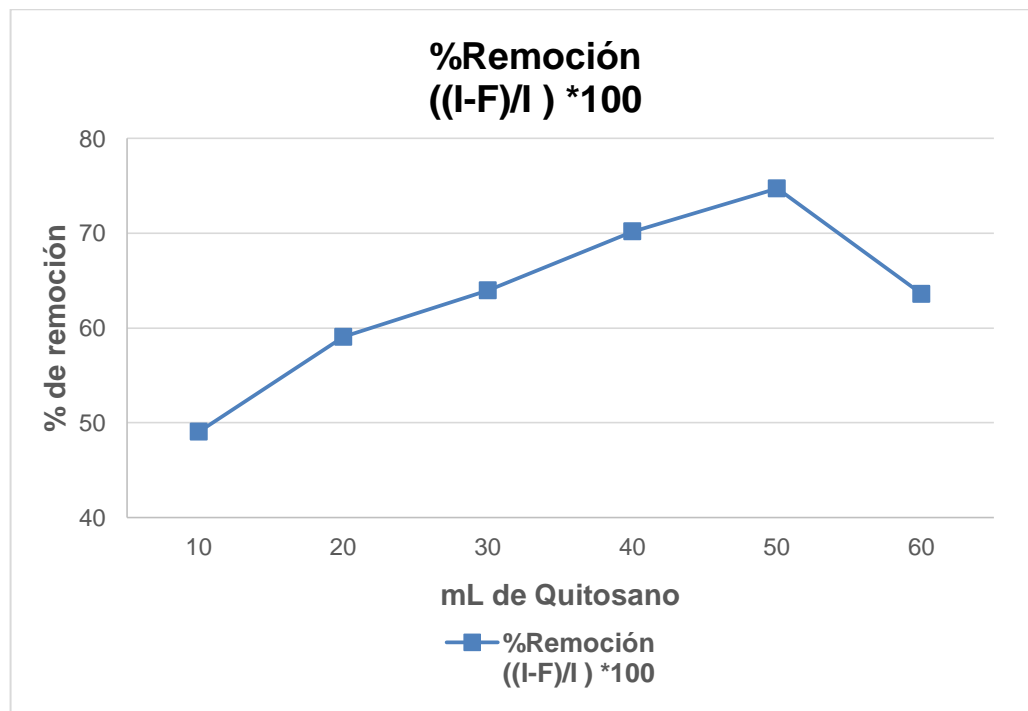
PH 11 VARIANDO DOSIS DE SOLUCIÓN DE QITOSANO

FECHA	Solución de Qitosano (ml)	pH Solución inicial	pH final	TDS (PPT) final	Turbidez final	%Remoción ((I-F)/I) *100
27.05.18	10	11	10.81	2.56	27	49.06
	20	11	10.72	2.52	21.7	59.06
	30	11	10.62	2.47	19.1	63.96
	40	11	10.52	2.42	15.8	70.19
	50	11	10.41	2.39	13.4	74.72
	60	11	10.33	2.36	19.3	63.58

Elaboración: Propia.

FIGURA 5.8

PH 11 VARIANDO DOSIS DE SOLUCIÓN DE QITOSANO DE 10ML A 55 ML



Elaboración: Propia.

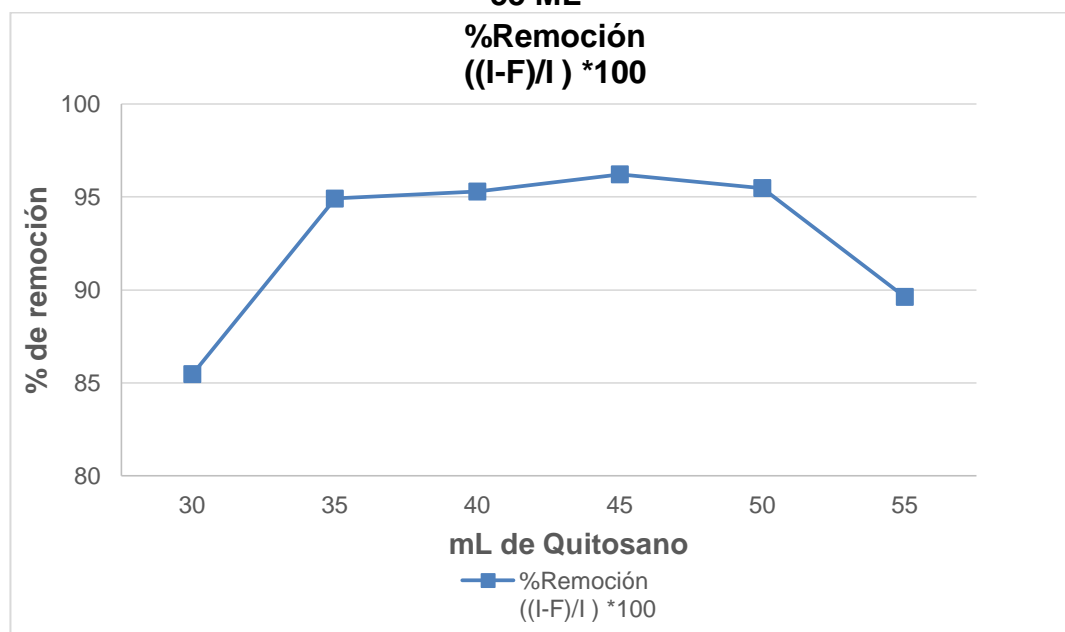
Según los resultados se obtuvo un mayor porcentaje de remoción en pH 9, con mejores resultados en el rango de 30 y 50 mg/l por lo que se consideró realizar una prueba con dosis entre estos rangos, obteniéndose los resultados de la tabla 5.11.

TABLA 5.11
PH 9 VARIANDO DOSIS DE SOLUCIÓN DE QUITOSANO DE 30 ML A 55 ML

FECHA	Dosis optima (ml)	pH inicial	pH final	TDS (PPT) final	Turbidez final	%Remoción ((I-F)/I) *100
27.05.18	30	9	8.2	1240	7.7	85.47
	35	9	8.14	1237	2.7	94.91
	40	9	7.9	1234	2.5	95.28
	45	9	7.82	1233	2.01	96.21
	50	9	7.69	1212	2.4	95.47
	55	9	7.63	1221	5.5	89.62

Elaboración: Propia.

FIGURA 5.9
PH 9 VARIANDO DOSIS DE SOLUCIÓN DE QUITOSANO DE 30 ML A 55 ML



Elaboración: Propia.

5.3. Caracterizar el efluente tratado con la dosis optima de Quitosano Comercial.

En la Tabla 5.12 se observa los resultados de laboratorio realizado para el efluente tratado con dosis óptima, se realizaron mediciones de los parámetros Conductividad, Salinidad, TDS, pH, TSS y Turbidez.

**TABLA 5.12
CARACTERIZACIÓN DE EFLUENTE TRATADO CON DOSIS ÓPTIMA DE QUITOSANO**

Fecha	Dosis Optima (ml)	Parámetros	Valor Inicial	Valor Final
27.05.18	45	Conductividad	1892	1850
		Salinidad	947	924
		TDS	1261	1850
		pH	8.19	7.82
		TSS	89.43	4.67
		Turbidez	53.00	2.01

Elaboración: Propia.

5.4. Determinar la eficiencia de remoción de partículas suspendidas y coloidales.

Se puede observar en la Tabla 5.13 la eficiencia de remoción para el parámetro de turbidez, el cual resultó ser un 96.21%

**TABLA 5.13
EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS Y COLOIDALES**

Fecha	Dosis Optima Quitosano (ml)	Parámetros	Valor Inicial	Valor Final	%Remoción $((I-F)/I) * 100$
27.05.18	45	Turbidez	53.00	2.01	96.21

Elaboración: Propia.

5.5. Comparar las eficiencias de remoción con Quitosano Comercial y Dynafloc_{AM}

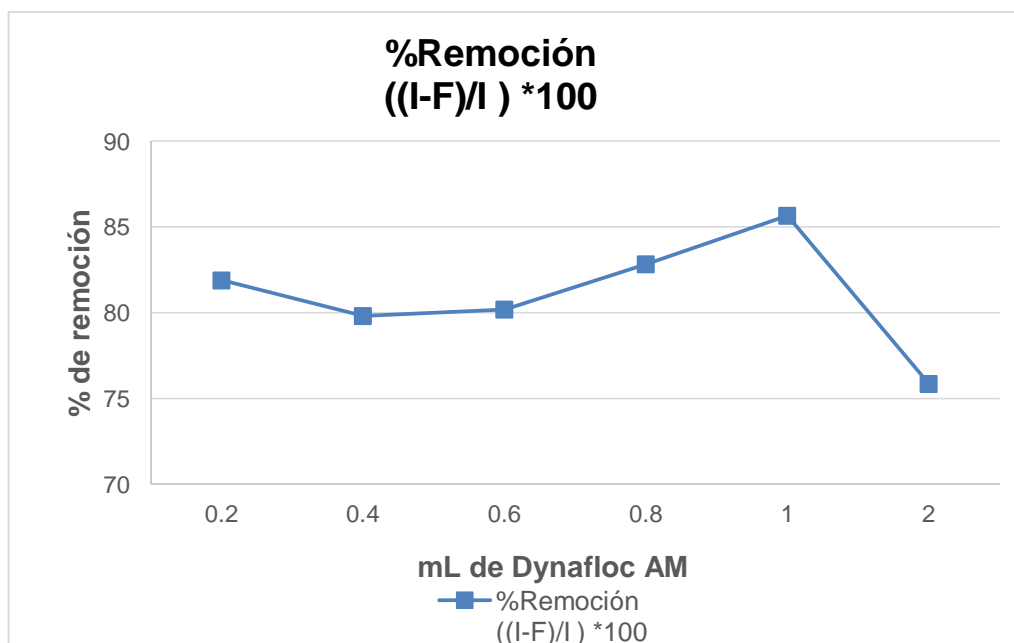
Para hallar la dosis óptima de Dynafloc_{AM} se realizó los mismos pasos que con el quitosano, obteniéndose como resultado la Tabla 5.14.

TABLA 5.14
DOSIS ÓPTIMA Y EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE DYNAFLOC_{AM}

FECHA	Solución de Dynafloc _{AM} (ml)	pH inicial	pH final	Turbidez inicial	Turbidez Promedio	%Remoción ((I-F)/I) *100
27.05.18	0.2	8.19	7.13	53	9.6	81.89
	0.4	8.19	7.03	53	10.7	79.81
	0.6	8.19	6.57	53	10.5	80.19
	0.8	8.19	5.59	53	9.1	82.83
	1	8.19	3.64	53	7.6	85.66
	2	8.19	2.57	53	12.8	75.85

Elaboración: Propia.

FIGURA 5.10
DOSIS ÓPTIMA Y EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE DYNAFLOC_{AM}



Elaboración: Propia.

TABLA 5.15

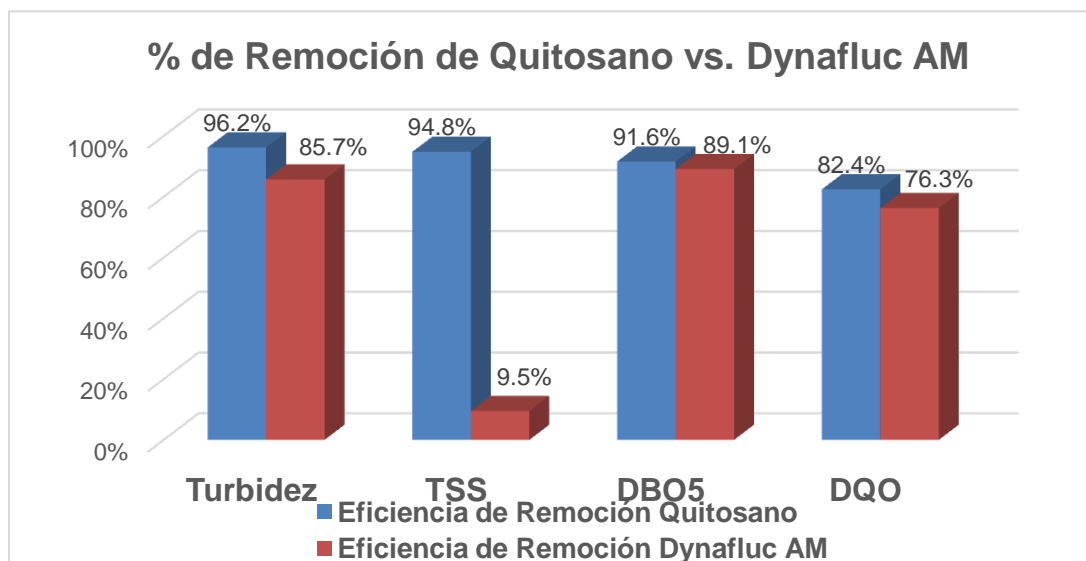
COMPARACION DE EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DE QUITOSANO FRENTE A DOSIS ÓPTIMA DE DYNAFLOC AM

Parámetros	Unidad	Valores Máximos Admisibles (VMA)	Dosis Optima Quitosano (45 (mg/l))			Dosis Optima Dynafloc AM ((1 mg/l))		
			Valor Inicial	Valor Final	Eficiencia de Remoción	Valor Inicial	Valor Final	Eficiencia de Remoción
Conductividad	uS	-	1892	1850	-	1892	2.65	-
Salinidad	ppm	-	947	924	-	947	1.32	-
TDS	ppm	-	1261	1850	-	1261	1.76	-
pH	-	6-9	8.19	7.82	-	8.19	3.64	-
Turbidez	NTU	-	53.00	2.01	96.21	53.00	7.6	85.66
TSS	mg/L	1000	89.43	4.67	94.78	89.43	80.95	9.48
DBO ₅	mg/L	500	567.5	47.85	91.57	567.5	61.95	89.08
DQO	mg/L	1000	1085	190.7	82.42	1085	257.3	76.29

Elaboración: Propia.

FIGURA 5.11

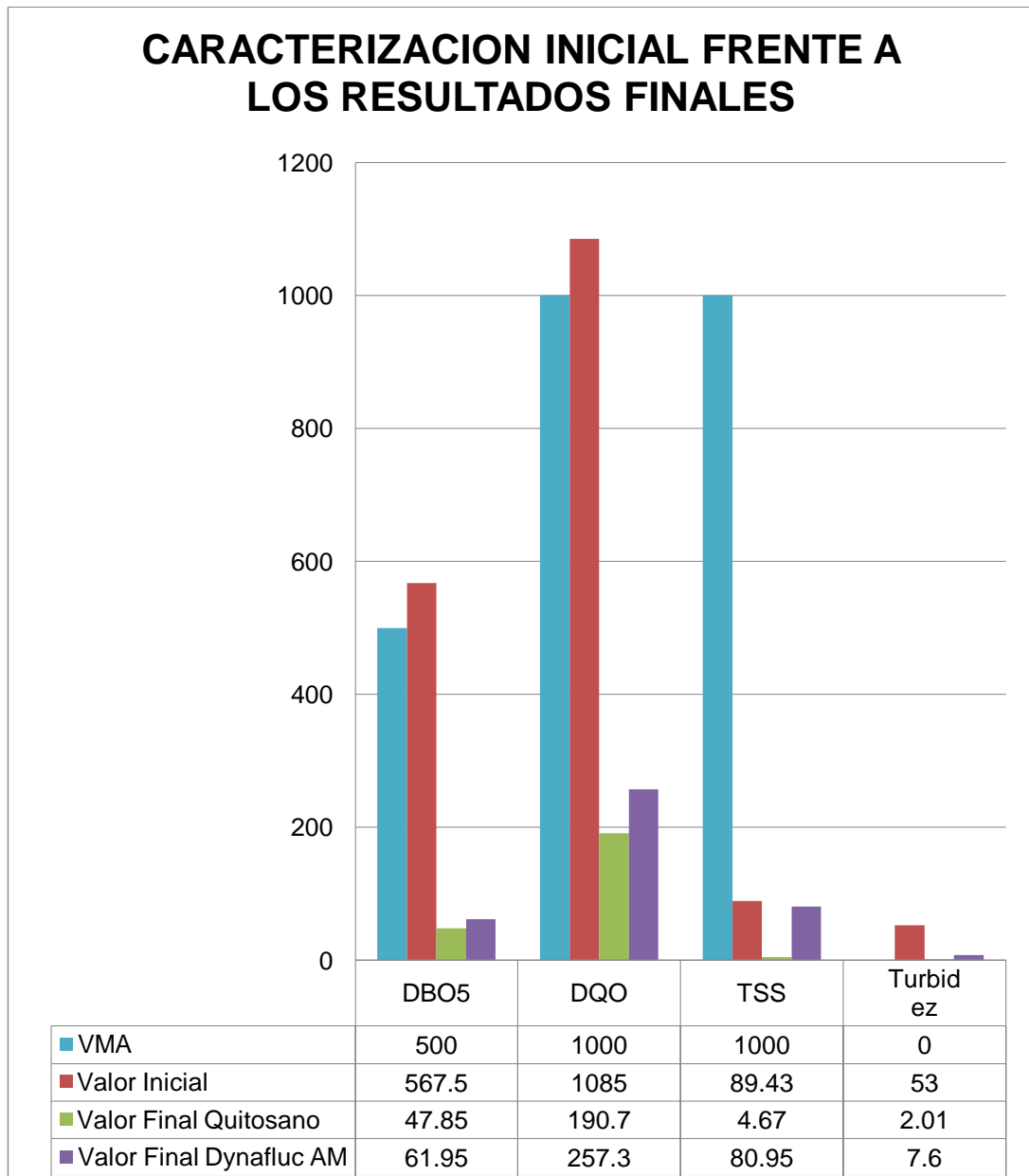
COMPARACION DE EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE DOSIS ÓPTIMA DE QUITOSANO FRENTE A DOSIS ÓPTIMA DE DYNAFLOC AM



Elaboración: Propia.

FIGURA 5.12

COMPARACION DE CARACTERIZACION INICIAL FRENTE A LOS RESULTADOS FINALES



Elaboración: Propia.

En la figura 5.12 se puede observar la comparación de los valores máximos admisibles de aguas residuales no domesticas para descarga al sistema de alcantarillado frente a los resultados finales después del uso de Qitosano y Dynafloc_{AM}.

CAPITULO VI DISCUSION DE RESULTADOS

6.1. Contratación de hipótesis con los resultados.-

Para la contratación de la Hipótesis “La dosis Óptima de Quitosano permitirá determinar la eficiencia de remoción de las partículas suspendidas y coloidales presentes en el efluente generado por la industria textil CUTSA”, se contrastará con los resultados obtenidos en el capítulo V, donde se describe los valores de la experiencia de laboratorio más representativa, la que nos permitirá determinar si nuestra hipótesis planteada es aceptada o rechazada. Para tal efecto, se logró desarrollar una metodología experimental que permite establecer relaciones causa – efecto existente entre las dos tipos de variables: la variable independiente (Dosis óptima de quitosano comercial) y la variable dependiente (Eficiencia del quitosano comercial en la remoción de partículas suspendidas y coloidales) las que serán objeto de medición evaluando el porcentaje de remoción de la turbidez que relaciona la presencia de partículas suspendidas y coloidales en efluente textil. Asimismo los resultados obtenidos son comparados con los VMA: Valores máximos admisibles para aguas residuales no domésticas.

Cabe mencionar que se realizaron ensayos de laboratorio durante 06 meses, sin embargo; los resultados obtenidos en estas experiencias sirvieron como resultados base para el desarrollo de la presente investigación.

6.2. Contratación de la caracterización del efluente industrial generado por CUTSA.-

En los valores obtenidos según las tablas 5.1 y 5.2 para la caracterización del agua residual de CUTSA, los parámetros de DBO, DQO, pH y la T° sobrepasan los Valores máximos admisibles (VMA). Esto se debe, a que los procesos de desengomado, descrudado, blanqueo,

mercerizado y teñido que se desarrollan en CUTSA ocasionan que el efluente contenga altos niveles de DQO, DBO, SST, T° y presencia de álcalis, debido a los compuestos utilizados como enzimas amilasas para facilitar la degradación biológica del almidón. La soda cáustica y productos auxiliares tales como humectantes, detergentes, emulsionantes y secuestrantes para la eliminación de grasas y sustancias pécticas, aumentar el poder de humectación y mejorar la acción de los tenso activos. El hipoclorito de sodio y peróxido de hidrogeno para eliminar impurezas y obtener un grado de blanco, el cual se realiza a un pH alcalino (9-11) y rangos de temperatura que van desde no mayor de 30°C y de 80°C – 90°C. La aplicación de tintes según el tipo de sustrato y el método de teñido se dan a elevadas temperaturas (Hasta 140°C). (CUTSA, 2016)

6.3. Contrastación de la concentración óptima de quitosano.-

La concentración óptima de quitosano según los datos de la tabla 5.5 se observa que para las concentraciones de 3 gr y 4 gr de quitosano se obtuvieron porcentajes de remoción de turbidez de 44.53 % y 45.79 % respectivamente para dosis de 60 ml, por lo que se determina como concentración óptima a 3 gr de quitosano, por ser la concentración de menor valor que presenta un porcentaje de remoción significativo. Además se observa en el grafico 5.1 que la tendencia de la curva de porcentaje de remoción para 3 gr y 4 gr de quitosano disminuye considerablemente conforme aumenta la cantidad de ml de solución. Esto se produce debido a que la cantidad de coagulante agregado tiene influencia directa en el proceso de coagulación, donde las pequeñas cantidades de coagulante no logra neutraliza totalmente la carga de las partículas y la formación de los microflóculos es muy escaso y una alta cantidad de coagulante produce la inversión de la carga de la partícula y conduce a la formación de gran cantidad de microflóculos con tamaños muy pequeños cuyas velocidades de sedimentación son muy bajas, por lo

tanto la turbiedad residual para ambos casos es igualmente elevada. (Andia Cárdenas, 2000)

El pH es un factor importante al influir en la solubilidad de los precipitados, por lo que para hallar el pH óptimo, primero se utilizó entre 20 y 120 ml de solución de quitosano comercial en la muestra inicial del efluente textil, obteniéndose un mayor porcentaje de remoción para la dosis de 30 ml tal como se aprecia en la figura 5.3

El pH óptimo según los datos de la tabla 5.7 se observa que para la dosis de 30 ml solución de quitosano, los mayores valores de porcentaje de remoción de turbidez se dan en el rango de pH alcalinos, obteniéndose un 89.62 % de remoción para el pH 9, por lo que se determina como pH óptimo, si bien la bibliografía indica que el quitosano es soluble en medios ácidos, esto se consideró desde la preparación de la solución de quitosano con el uso del ácido acético como solvente.

6.4. Contratación de la dosis óptima de quitosano.-

La dosis óptima de quitosano según los datos de la tabla 5.9 se observa que para el pH óptimo de 9 se obtuvieron valores de porcentaje de remoción de turbidez de 75.28 %, 83.58 %, 89.81 %, 96.04 %, 95.85 % y 70.19 % para las dosis de 10, 20, 30, 40, 50, y 60 ml respectivamente donde los mayores valores de porcentajes de remoción de turbidez se dio para las dosis de 30 hasta 50 ml de solución de quitosano,

Según la figura 5.5 se observa que el mayor pico de remoción se da para 40 milímetros y muy seguido para 50 milímetros, conforme va aumentando la dosis el porcentaje de remoción va disminuyéndose, esto se debe a que se presenta una saturación del coagulante en la muestra haciendo que las partículas suspendidas y coloidales se desestabilicen.

6.5. Determinar la eficiencia de remoción de partículas suspendidas y coloidales.-

Para contrastar el porcentaje de remoción de partículas suspendidas y coloidales presentes en efluente tratado con Quitosano y Dynafloc, conlleva a realizar un ajuste del pH, determinar la dosis Óptima, establecer una velocidad, tiempo de agitación y tiempo de sedimentación. Según los datos descritos en la tabla 5.15, para una concentración de 45 ml de solución de quitosano, a un pH 9, velocidad de 200 rpm por 3 minutos de mezcla rápida, 40 rpm por 15 minutos por 15 minutos y un tiempo de sedimentación de 30 minutos se obtuvieron un mayor porcentaje de remoción de turbidez de 96.21% para el quitosano y 85.66% para el Dynafloc,

“Varios estudios demuestran que el quitosano es un coagulante y floculante eficaz en el tratamiento de aguas residuales industriales, con reducciones del 70 al 98% del material suspendido”. (Nieto & Orellana, 2011, pág. 45)

6.6. Contrastación con la dosis optima de Dynafloc_{AM}-

La dosis óptima de Dynafloc_{AM} según los datos de la tabla 5.14 se observa que para la solución de Dynafloc_{AM} se obtuvo un valor de porcentaje de remoción de turbidez de 85.66 % para la dosis de 1 ml en comparación con las soluciones de 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 2 donde se obtuvieron menores valores de porcentajes de remoción de turbidez.

De acuerdo a la figura 5.9 se observa que el mayor porcentaje de remoción se presenta a 1 ml y conforme aumenta la dosis de Dynafloc_{AM} el porcentaje de remoción disminuye, debido a la saturación del coagulante en la muestra provocando que las partículas suspendidas y coloidales se desestabilicen.

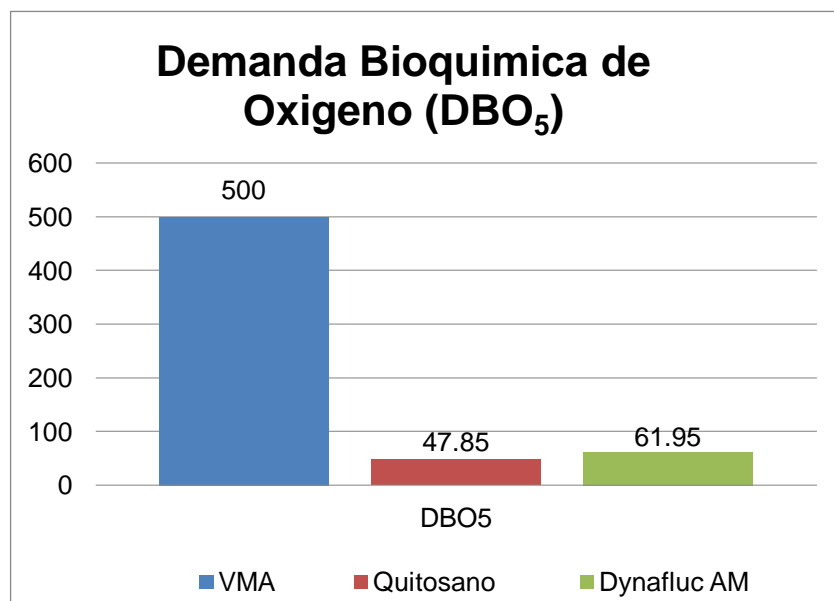
6.7. Caracterización y comparación del efluente de tratado con quitosano y Dynafloc_{AM}-

Para la contrastación del parámetro de DBO₅, tenemos que el valor Máximo Admisible es 1000 mg/L, obteniéndose a nivel de laboratorio el resultado de 47.85 mg/L para el quitosano y 61.95 mg/L para el Dynafloc AM.

Si bien este parámetro de la muestra base no superaba el VMA, el efecto que ha tenido la adición del coagulante en el agua residual a permitido reducir los valores de DBO₅ lográndose la tendencia de que los valores del parámetro DBO₅ sea menor a VMA. Tal como se observa en la figura 6.1.

Cabe resaltar que para lograr estos resultados es necesario realizar las pruebas de jarras correctamente, lo cual permite hallar la dosis óptima de coagulante.

FIGURA 6.1
COMPARATIVO DE VALORES DE DBO₅ DE QUITOSANO Y DYNAFLOC_{AM} CON LOS VMA

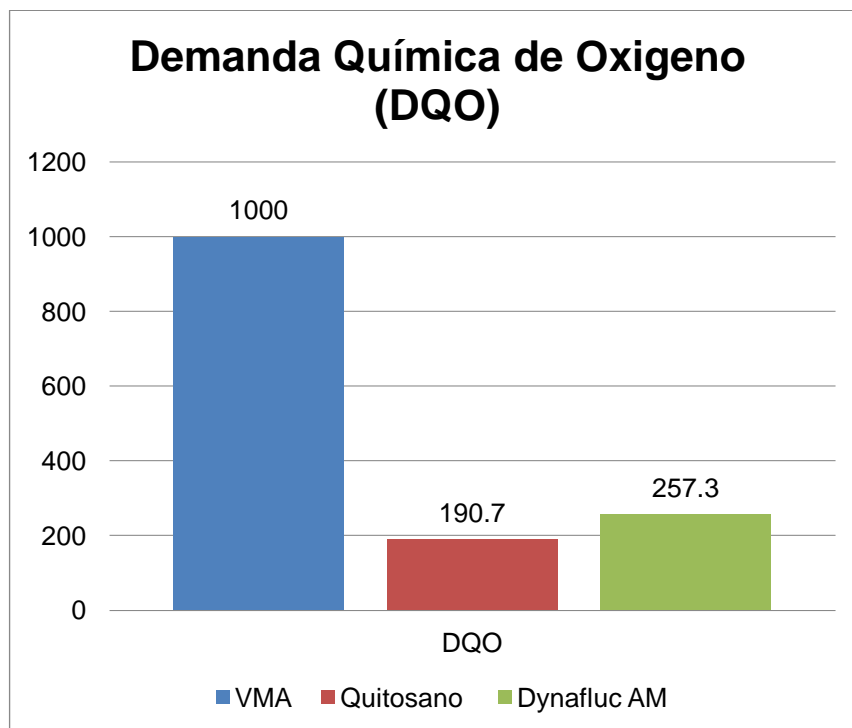


Elaboración: Propia.

Para la contrastación del parámetro de DQO, tenemos que el Valor Máximo Admisible es 1000 mg /L y que su tendencia debe ser inferior a este valor, por lo cual en comparación con los resultados de laboratorio obtenidos de 190.7 mg/L para el quitosano y 257.3 mg/L para el Dynafloc _{AM} para este parámetro, el valor obtenido es ampliamente aceptado, debido a que está muy por debajo del límite indicado en la normativa de los VMA. Como se puede observar en la figura 6.2.

FIGURA 6.2

COMPARATIVO DE VALORES DE DQO DE QUITOSANO Y DYNAFLOC CON LOS VMA



Elaboración: Propia.

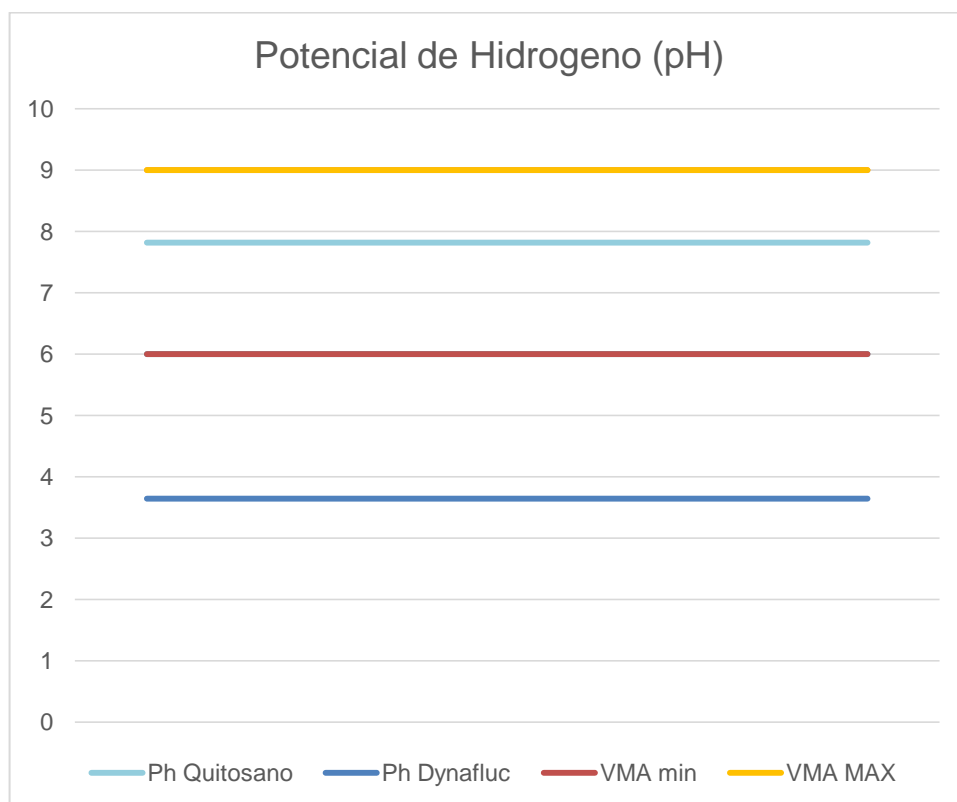
En los resultados obtenidos en la investigación, para el caso del pH, son aceptables con los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales No domésticas, donde el valor del pH se encuentra entre 6 – 9, comparados con los resultados obtenidos de las pruebas de

laboratorio con respecto a este parámetro de estudio se obtuvo un pH final de 7.82 unidad de pH para el quitosano y 3.64 unidad de pH para el Dynafloc_{AM}.

Por lo cual el resultado del quitosano es aceptado, sin embargo el resultado del Dynafloc_{AM} no es aceptado por no cumplir con el rango indicado por los VMA, tal como se muestran en la figura 6.3.

FIGURA 6.3

COMPARATIVO DE VALORES DE PH DE QUITOSANO Y DYNAFLOC CON LOS VMA



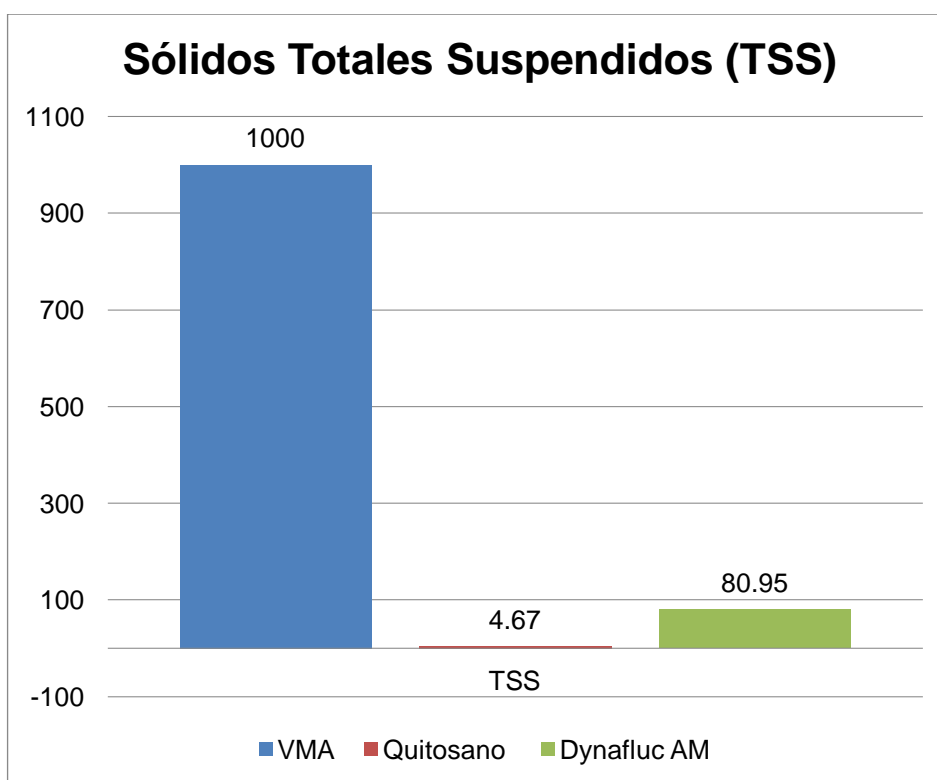
Elaboración: Propia.

Para la contrastación del parámetro de TSS, tenemos que el valor Máximo Admisible (VMA) es 1000 mg/L, obteniéndose a nivel de laboratorio el resultado de 4.67 mg/L para el quitosano y 80.95 mg/L para el Dynafloc_{AM}.

Si bien este parámetro de la muestra base no superaba el VMA, el efecto que ha tenido la adición del coagulante en el agua residual a permitido reducir los valores de TSS lográndose la tendencia de que los valores del parámetro TSS sea menor a VMA. Tal como se observa en la figura 6.4.

FIGURA 6.4

COMPARATIVO DE VALORES DE TSS DE QUITOSANO Y DYNAFLOC CON LOS VMA



Elaboración: Propia.

6.8. Contrastación de resultados con otros estudios similares.-

Las pruebas experimentales realizadas en comparación con otros estudios nos indican una variación en los resultados.

Tenemos el informe realizado en Malasia en el cual la dosis óptima determinada para remoción de turbidez fue de 0.2 gr/l y pH óptimo de 4,

en contrastación con nuestros resultados que fueron de dosis óptima 45mg/l y pH óptimo de 9.

Para contrastar el resultado de los antecedentes, se realizó las pruebas de jarras en pH 4 a diferentes dosis de solución de quitosano, esto se observa en la Tabla 6.1.

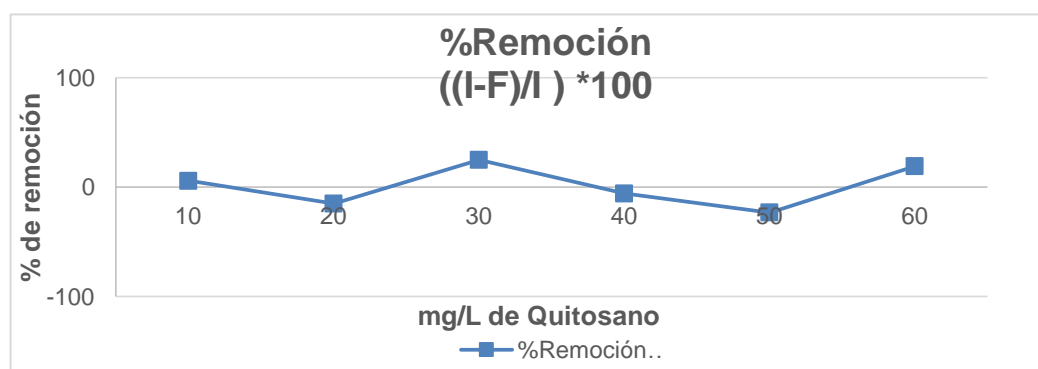
TABLA 6.1
VARIACIÓN DE DOSIS DE QUITOSANO CONSIDERANDO PH 4.

FECHA	Solución de Quitosano (ml)	pH Solución inicial	pH final	TDS (PPT) final	Turbidez final	%Remoción $((I-F)/I) *100$
27.05.18	10	4	4.38	1350	49	5.77
	20	4	4.44	1346	59.8	Ineficiente*
	30	4	4.55	1318	39	25.00
	40	4	4.62	1265	55	Ineficiente*
	50	4	4.65	1254	64	Ineficiente*
	60	4	4.68	1240	42	19.23

Elaboración: Propia.

*Se observó un incremento de la turbiedad inicial.

FIGURA 6.5
VARIACIÓN DE DOSIS DE QUITOSANO CONSIDERANDO PH 4.



Elaboración: Propia.

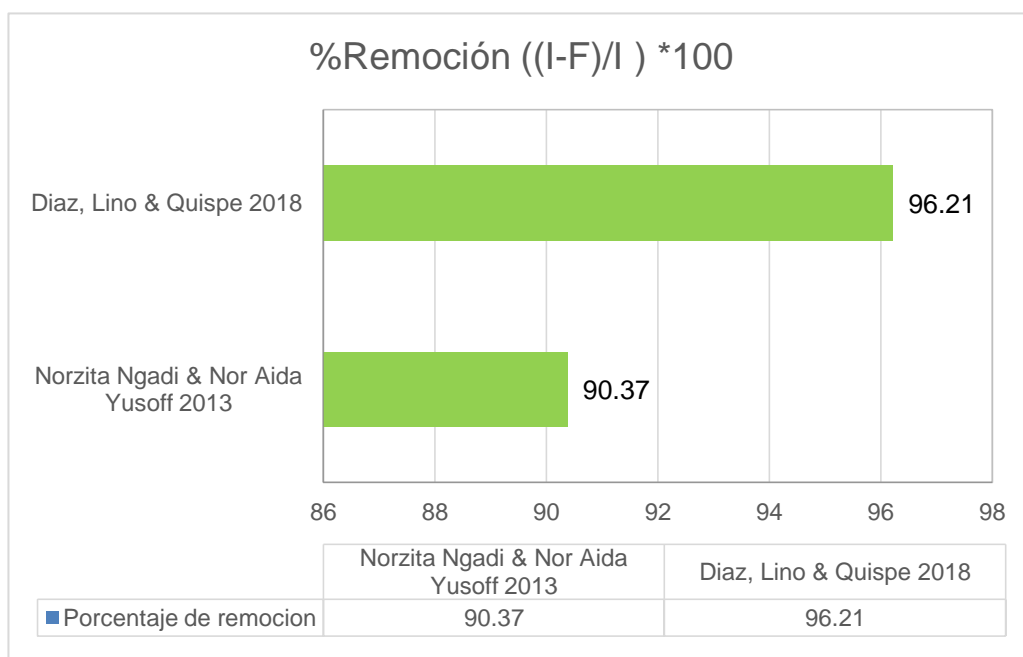
Las diferencias en las eficiencias de remoción se observan comparativamente en la Tabla 6.2

**TABLA 6.2
COMPARACIÓN DE EFICIENCIAS DE REMOCIÓN DE ESTUDIOS
REALIZADOS**

Autor, Año	Solución de quitosano	Condiciones iniciales			Condiciones finales		%Remoción DQO $((I-F)/I) * 100$	%Remoción Turbidez $((I-F)/I) * 100$
		pH	DQO (mg/L)	Turbidez	DQO (mg/L)	Turbidez		
Norzita Ngadi & Nor Aida Yusoff 2013	0.2 gr	4	1189	213	114.5	20.5	37.51	90.37
Diaz, Lino & Quispe 2018	45 ml	9	1085	53	190.7	2.01	82.42	96.21

Elaboración: Propia.

**FIGURA 6.6
COMPARACIÓN DE EFICIENCIAS DE REMOCIÓN**



Elaboración: Propia.

6.9. Análisis comparativo de costo de Quitosano VS Dynafloc_{AM}-

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación, y teniendo en cuenta que para las pruebas se utilizó una misma muestra de agua residual textil para cada caso, se procede a realizar un análisis económico comparativo, con la finalidad de determinar si es económicamente viable utilizar el Quitosano en lugar del Dynafloc_{AM} para el tratamiento de las aguas residuales de CUTSA.

El precio en kg. de quitosano utilizado en la presente investigación (Ver Anexo 7, "Ficha técnica de Quitosano Comercial") según lo cotizado por la empresa Qindao Yuda Century Economy and Trade co, ldt., en la presentación de 1 kg es de \$ 19.85 y el precio en m³ de Dynafloc_{AM} cotizado por la empresa INGENIA S.A. en la presentación de 1 m³ en \$ 452.53.

Para determinar los costos que representará tratar el efluente textil de CUTSA con Quitosano como alternativa de coagulante frente al Dynafloc_{AM} se realizó la evaluación para un volumen de 1m³ de efluente.

La dosis de Quitosano para el agua residual textil anteriormente señalada fue de 45 ml de solución de quitosano, por lo tanto:

La Dosis optima de Quitosano:

$$\frac{45 \text{ ml de sol. } q}{1000 \text{ ml efluente}} \times \frac{3 \text{ gr de } q.}{1000 \text{ ml de sol. } q} = \frac{0.135 \text{ gr de } q}{1000 \text{ ml efluente}}$$

Entonces calculamos el costo de 0.135 gr. de quitosano (q):

$$0.135 \text{ gr de } q. \times \frac{1 \text{ kg de } q}{1000 \text{ gr de } q} \times \frac{19.5 \$}{1 \text{ kg de } q.} = 0.00268 \$$$

Por lo tanto; el costo para tratar un m³ de efluente con quitosano es:

$$\frac{0.00268 \$}{1 L \text{ efluente}} \times \frac{1000 l \text{ efluente}}{1 m^3 \text{ efluente}} = 2.68 \$/m^3 \text{ efluente}$$

La dosis de Dynafloc_{AM} para el agua residual textil anteriormente señalada fue de 1 ml de Dynafloc_{AM}, por lo tanto; el Costo de Dynafloc_{AM} para tratar un m³ de efluente es:

$$\begin{aligned} \frac{452.53 \$}{1000 l \text{ dynafluc}} \times \frac{0.001 l \text{ dynafluc}}{1 l \text{ efluente}} \times \frac{1000 l \text{ efluente}}{1 m^3 \text{ efluente}} \\ = 0.453 \$/m^3 \text{ efluente} \end{aligned}$$

CAPITULO VII CONCLUSIONES

- En la caracterización inicial del efluente generado por la Compañía Universal Textil S.A. – CUTSA (antes del tratamiento), se incumplen con los VMA en DBO 612.8. mg/L, DQO 1352 mg/L, pH 9.6 y T° 38° C
- Se determinó que la dosis óptima de quitosano comercial fue de 135 mg/L de efluente, con un pH óptimo de 9, esto implica que para el tratamiento del agua residual y dosificación del coagulante se debe realizar a un pH constante, mientras que para el Dynafloc_{AM} la dosis optima hallada fue de 1ml/L.
- Para una dosis optima de 135 mg/L y un pH óptimo de 9 se obtuvieron los valores finales de turbidez de 2.01 NTU, TSS de 4.67 mg/L, DBO₅ de 47.85 mg/L y DQO de 190.7 mg/L que representan un 96.21%, 94.78%, 82.11% y 82.42 % de remoción con respecto a los valores iniciales del efluente respectivamente, en comparación con el Dynafloc_{AM} en el que se obtuvo como valores finales de turbidez de 7.6 NTU, TSS de 80.95 mg/L, DBO₅ de 61.95 mg/L y DQO de 257.3 mg/L que representan un 85.66 %, 9.48 %, 76.84% y 76.29 % de remoción con respecto a los valores iniciales del efluente textil para una dosis optima de 1ml /L.
- En el análisis comparativo de costo del quitosano comercial vs el Dynafloc_{AM} se obtuvo para el quitosano comercial un costo de \$ 2.68/m³ de efluente tratado y para el Dynafloc_{AM} un costo de \$ 0.453/m³ de efluente tratado, en el cual el costo del quitosano excede considerablemente al Dynafloc_{AM}, que es el coagulante utilizado actualmente en CUTSA, por lo cual no es rentable para la Compañía a pesar de que el Quitosano tiene mejores resultados. El costo del Quitosano Comercial utilizado para la presente investigación es un producto importado desde China, lo cual hace que su valor sea elevado sin embargo este se podría reducir si es producido en el Perú y ser competitivo con el Dynafloc_{AM}.

- Los valores obtenidos en la caracterización del efluente tratado con dosis óptima de quitosano demuestran que el Quitosano como coagulante natural es eficiente en la remoción de partículas coloidales y suspendidas presentes en el efluente generado por CUTSA.

CAPITULO VIII RECOMENDACIONES

- Se recomienda considerar la comparación con los Estándares de Calidad Ambiental para uso de agua Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, para optimizar el uso de agua en CUTSA.
- Se recomienda utilizar el quitosano como coagulante natural dado que en comparación con los coagulantes de origen químico como el Dynafloc_{AM} que actualmente se usa en CUTSA, estos generan mayor cantidad de lodos incrementando el costo de disposición final de Residuos Peligrosos de la Compañía.
- Al desarrollar la industria del quitosano los residuos o lodos orgánicos generados producto del tratamiento de aguas residuales se podrían reaprovechar en la industria agrícola en la mejora de las propiedades de los suelos mediante BIOCHAR, estudios que se vienen desarrollando en Universidad Nacional del Callao.
- Promover en el Perú, estudios a nivel de laboratorio donde se obtenga quitosano a partir de exoesqueleto de los crustáceos, con la finalidad de comparar la eficiencia de remoción de partículas suspendidas y coloidales de las aguas residuales de distintas industrias con la del quitosano comercial importado.
- Realizar una valoración sobre los costos de obtención del quitosano a partir de exoesqueleto de los crustáceos, para determinar la viabilidad y sostenibilidad de los futuros proyectos que impulsaran el uso este coagulante natural en el proceso de tratamiento de aguas residuales como nueva alternativa.
- Buscar alternativas para la extracción de quitosano en otras especies tales como; pota, escamas de pescados, escarabajo y cucarachas como futuras líneas de investigación.

- Aprovechar las externalidades de la industria acuícola y pesquera para impulsar la generación de un nueva industria generando oportunidades laborales.

CAPITULO IX

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ADEX. (Febrero de 2017). Perú Exporta. 22. Perú.
- ADEX, A. d. (Diciembre de 2016). Boletín Semanal Perú Exporta. 3. Perú.
- Andia Cárdenas, Y. (Abril de 2000). SEDAPAL Evaluación de Plantas y Desarrollo Tecnológico. *Tratamiento de Agua: Coagulación y Floculación*. Lima, Perú.
- Andía, Y. (2000). Tratamiento de Agua: Coagulación y Floculación. 39. Lima, Perú.
- Apaza, H. (2011). Tratamiento Ecológico, una alternativa sustentable para la purificación de aguas contaminadas destinadas al Riego de Cultivos en Arequipa. 7. Arequipa, Perú.
- Apaza, H. (2011). Tratamiento Ecológico, una alternativa sustentable para la purificación de aguas contaminadas destinadas al Riego de Cultivos en Arequipa. 7. Perú.
- Arboleda, J. (1992). Teoría de la Coagulación del Agua. 35. Colombia.
- Asociación de Exportadores. (Diciembre de 2016). Boletín Semanal Perú Exporta N°188. 3. Perú.
- Asociación de Exportadores. (Febrero de 2017). Perú Exporta. 22. Perú.
- Baquero, M., Ortiz, J., & Rodríguez, Y. (2014). *Eficacia del quitosano como coagulante en el pos-tratamiento de aguas residuales municipales*. Colombia: Grupo de investigación Ciencia, Ambiente y Tecnologías, Facultad de Ingeniería.
- Begoña, M. (Septiembre de 2012). Estudio de tratabilidad de agua residual de industria textil a escala laboratorio. 12. España.
- Begoña, M. (Septiembre de 2012). Estudio de tratabilidad de agua residual de industria textil a escala laboratorio. 8-12. España.
- Cabarcas, M., Marimón, W., & Miranda, M. (2011). DISEÑO DE UN PROCESO ECONÓMICO Y COMPETITIVO PARA LA EXTRACCIÓN DE QUTINA Y PRODUCCIÓN DE QUITOSANO A PARTIR DE EXOESQUELETOS DE CAMARÓN. 26. Cartagena, Colombia.
- Caldera Y.;Clavel N.; Briceño D.;Nava A.; Gutiérrez E.; Mármol Z. (2009). Quitosano como coagulante durante el tratamiento de aguas de Producción de Petróleo. Maracaibo, Venezuela: Boletín de Centro de Investigaciones Biológicas.
- Campo, A. S. (2007). *Evaluación del proceso coagulación – Floculación a partir de sulfato de $Al_2(SO_4)_3$* . Universidad Industrial de Santander – Especialización en Química Ambiental – Facultad de ciencias Escuela de Química, Bucaramanga .

- CAN, C. A. (2008). Manual de Estadísticas Ambientales Andinas. 40. Lima, Perú: Realidades S.A.
- Castaño, M. D. (2011). *Análisis de la Influencia de dos materias primas coagulantes en el aluminio residual del agua tratada*. Universidad Tecnológica de Pereira Escuela de Tecnologías, Química Industrial Pereira.
- Castro Yuliana; Zuñiga Luis; Mora Darner. (11 de Agosto de 2017). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. Costa Rica.: Tecnología en Marcha.
- Catolica, C. P. (2010). Sector textil del Peru. *Reportes financieros Bunkenroad Peru*.
- CEPIS, C. P., & GTZ, A. d. (1994). Informe Técnico sobre Minimización de Residuos en la Industria Textil. 3. Perú.
- Cipiran., A. (2012). Disminución de la concentración de Sólidos Totales Suspendidos y grasas contenidas en el agua de bombeo en la Empresa Pesquera Austral Group S.A.A. mediante flotación con nanoburbujas. 20. Trujillo, Perú.
- CUTSA. (Abril de 2016). Informe Técnico Sustentario de la Modificación de las Actividades de la Planta Venezuela.
- CUTSA, C. U. (2010). *Informe del Diagnóstico Ambiental Preliminar Planta Venezuela*. Lima.
- Díaz, L. (2007). Nuevo método para la obtención de Quitina. 36. Costa Rica: Ciencia y Tecnología.
- E.L. Calderon, C. Rodriguez. (s.f.). Determinar el enlace químico de algunas sustancias orgánicas e inorgánicas por conductividad eléctrica.
- Emelko, M., & Brown, T. (2004). Chitosan coagulation at low, cost-effective doses: Impacts on filtration of particles and pathogens. *Chemical Water and Wastewater Treatment VIII*, 183–189.
- Espinoza, V., & Rovira, D. (2014). Parámetros físico-químicos y microbiológicos como indicadores de la calidad de las Aguas de la Subcuenca Baja del Río David , Provincia de Chiriquí, Panamá. 34. Panamá.
- Fu, F., & Viraraghavan, T. (2001). Fungal decolorization of dye wastewaters: a review. *Bioresource Technology* 79, 251-262.
- Gacén, J. G. (1996). Quitina y Quitosano, nuevos materiales textiles. *Boletín UPC*.
- Gacén, J. Gacén e I. (1996). Quitina y Quitosano, nuevos materiales textiles. *Boletín UPC*, 67-68.
- Gacén, J., & Gacén, I. (1996). Quitina y quitosano. Nuevos materiales textiles. *Boletín Intexter UPC* 110, 67-71.

- García, T., & Roca, J. (Octubre de 2008). Industrialización de los crustáceos para la obtención de Quitosano en ungüento con efecto cicatrizante. 24. Lima, Perú: Industrial Data.
- García, T., & Roca, J. (2008). Industrialización de los crustáceos para la obtención de Quitosano en ungüento con efecto cicatrizante. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, 11(2), 24.
- García, T.; Roca, J. (2008). Industrialización de los crustáceos para la obtención de Quitosano en ungüento con efecto cicatrizante. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, 11(2), 24.
- Gardiner, K., & Borne, B. (1978.). *Textile waste waters; treatment and environmental effects*. Stevenage.: Water Research Centre.
- Gardiner, K.D.; Borne, B.J. (1978.). *Textile waste waters; treatment and environmental effects*. Stevenage.: Water Research Centre.
- Gobierno Regional de Tumbes. (2014). Resolución Ejecutiva Regional N°036-2014. *Plan Anual de Fiscalización y Evaluación Ambiental -PLANEFA 2014*, 12-13. Tumbes, Perú.
- IEES, I. d. (Noviembre de 2016). *Sociedad Nacional de Industrias*. Recuperado el 14 de Diciembre de 2017, de <http://www.sni.org.pe/wp-content/uploads/2017/01/Noviembre-2016-Industria-de-productos-textiles.pdf>
- INACAL, I. N. (7 de septiembre de 2015). Impacto de la reglamentación de los valores máximos admisibles de las descargas no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario. *Evaluación de avance de implementación*, 6. Lima, Lima, Perú.
- Labarces, E. (2007). *Evaluación del proceso coagulación – Floculación a partir de sulfato de AL₂(SO₄)₃*. Universidad Industrial de Santander – Especialización en Química Ambiental – Facultad de ciencias Escuela de Química, Bucaramanga.
- Lárez, C. (2006). Quitina y quitosano: Materiales del pasado para el presente y el futuro. *Avances de Química* 1, 15-21.
- Li, R., Gao, B., Huang, X., Dong, H., Li, X., Yue, Q., . . . Li, Q. (2014). Compound bioflocculant and polyaluminum chloride in kaolin-humic acid coagulation: Factors influencing coagulation performance and floc characteristics. *Bioresource Technology*, 172 (0), 8-15.
- Lopez Grimau Victor, C. R. (s.f.). *Gestion de los efluentes de la industria textil*. Cuaderno tecnológico nº 18.
- López, V., & Crespi, M. (Septiembre de 2015). Gestión de los Efluentes de la Industria Textil. Instituto de Investigación Textil y Cooperación Industrial de la Universidad Politécnica de Cataluña.

- Lu, X.; Liu, L.; Liu, R. & Chen, J. (2010). Textile wastewater reuse as an alternative water source for dyeing and finishing processes: A case study. *Elsevier*, 229-232.
- M.Solis; J.L Gil; A.Solis; H.I. Pérez; N. Manjarrez & M. Perdomo. (2013). El proceso de Sedimentación como una aplicación sencilla para reducir contaminantes en efluentes textiles. *Revista Mexicana de Ingeniería Química.*, 585.594.
- Maria Angela Baquero Luquez, J. C. (s.f.). *Eficacia del quitosano como coagulante en el post-tratamiento de aguas residuales municipales*. Universidad Popular del Cesar, Colombia, Valledupar.
- Martin, M., Susial, P., Pérez, J., & Rodríguez, J. (2013). Preparation of activated carbons from banana leaves by chemical activation with phosphoric acid, adsorption of methylene blue. *Revista Mexicana de Ingeniería Química.*, 3.
- Martin, M.A.; Susial, P; Pérez, J.; Doña, J.M. (2013). Preparation of activated carbons from banana leaves by chemical activation with phosphoric acid, adsorption of methylene blue. *Revista Mexicana de Ingeniería Química.*, 3.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2011). Reglamento del Decreto Supremo N°021-2009 - VIVIENDA, que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el Sistema de Alcantarillado Sanitario. Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (19 de Noviembre de 2009). Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el Sistema de Alcantarillado Sanitario DS N°021-2009. 3. Lim, Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (22 de Mayo de 2011). Reglamento del Decreto Supremo N°021-2009 -VIVIENDA, que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el Sistema de Alcantarillado Sanitario. 6. Lima, Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (24 de Abril de 2014). Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las plantas de tratamiento de aguas Residuales Domésticas o Municipales. Lima, Perú.
- Mohd, A., Tan, L., & Zainura, N. (2009). Coagulation and Flocculation Treatment of Wastewater In Textile Industry Using Chitosan. *Journal of Chemical and Natural Resources Engineering*, 1-11.
- Muhammad, B., Muhammad, A., Munawar, I., Hongbo, H., & Xuehong, Z. (Abril de 2016). Chitosan beads immobilized manganese peroxidase catalytic potential for detoxification and decolorization of textile effluent. 181-189. Elsevier.
- Murillo, D. M. (2011). *Análisis de la Influencia de dos materias primas coagulantes en el aluminio residual del agua tratada*. Universidad Tecnológica de Pereira Escuela de Tecnologías, Química Industrial Pereira.
- MVCS, M. d. (20 de 11 de 2009). Valores Máximos Admisibles (VMA) de las Descargas de Aguas Residuales No Domésticas en el Sistema de Alcantarillado Sanitario.

- Nieto, C., & Orellana, V. (Mayo de 2011). Aplicación del Quitosano como promotor de Floculación para disminuir la carga contaminante. 72. Ecuador.
- Norzita, N., & Nor, A. (2013). Treatment of Textile Wastewater using Biodegradable Flocculants of Chitosan and Extracted Pandan Leaves. *Jurnal Teknologi*, 1-7.
- OEFA, O. d. (Junio de 2014). Fiscalización ambiental del manejo y disposición final de las aguas residuales en el Perú. *Boletín Informativo N° 26(26)*, 18. Lima, Lima, Perú.
- Padilla, E. (Noviembre de 2012). Desarrollo de los Aspectos Metodológicos para la implementación de un Sistema Integrado de Gestión en la Industria textil y Confecciones. 13. Lima, Perú.
- Paz I.;Chávez M.;Velásquez J. (2001). Efectos medio ambientales y sanitarios de los desechos del crustaceo Emerita analoga en la Región Arequipa. Perú: UCSM.
- Paz, I., Chávez de Rebisso, M., & Velásquez, J. (2003). Diseminación medio ambiental de los hongos microscópicos presentes en residuos de exoesqueleto de Emerita Analoga. 27. Arequipa, Perú.
- Paz, I.; Chávez de Rebisso, M.; Velásquez, J. (2003). Diseminación medio ambiental de los hongos microscópicos presentes en residuos de exoesqueleto de Emerita Analoga. 27. Arequipa, Perú.
- Quitosano, Q. y. (s.f.). <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/19407/Capitulo2.pdf>. Recuperado el 15 de Julio de 2016, de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/19407/Capitulo2.pdf>
- Raffo, E., & Ruiz, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Industrial Data*, 17, 75. Recuperado el 25 de Enero de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/816/81640855010.pdf>
- Restrepo, H. (2009). Evaluación del proceso de coagulación. Floculación de una Planta de Tratamiento de Agua Potable. 21. Medellín, Colombia.
- Ricaurte, L., Morales, M., & Rodríguez, Y. (2014). Tratamiento de aguas crudas usando quitosano como coagulante orgánico. 195. Colombia. Recuperado el 23 de Enero de 2018, de <http://maestriaambiental.com/memorias/31.pdf>
- Rice, E., Baird, R., Eaton, A., & Clesceri, L. (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. EEUU: APHA, American Public Health Association.
- Rios Donato Nely, C. M. (2013). *Eliminación de colorantes de disoluciones acuosas utilizando sulfato de Quitosano*. Universidad de Guadalajara, Guadalajara.
- Rodríguez, Y., De la Cruz, G., López, W., Ricaurte, L., & Morales, M. (2015). Uso de un polímero natural (quitosano) como coagulante durante el tratamiento dde agua para consumo. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Libre Seccional Barranquilla*(19), 25-32.

- Romero Rojas, J. A. (2000). *Calidad del Agua*.
- Romero Rojas, J. A. (2002). *Calidad del Agua*.
- Romero, J. (2002). *Calidad del Agua*. 2002, 67,69,70,71.
- Salas, G. (2003). Tratamiento físico -químicos de aguas residuales de la industria textil. 1. Lima, Perú.
- Salas, G. (2003). Tratamiento físico -químicos de aguas residuales de la industria textil. 64. Lima, Perú.
- Salazar, L., Crespi, M., & Salazar, R. (2009). Tratamiento de aguas residuales textiles mediante un bioreactor de membrana. *Ingeniería & Desarrollo*, 83-99.
- Sastre, R. A., Ruiz, P. M., Guibal, E., & Szygula, A. (2010). *Aplicación del biopolímero quitosano en la eliminación del color de las aguas residuales mediante el proceso combinado de coagulación-floculación y adsorción*. España: Oficina Española de Patentes y Marcas.
- Sciban, M., Klasnja, M., Antov, M., & Skrbic, B. (2009). Removal of water turbidity by natural coagulants obtained from chestnut and acorn. *Bioresource Technology*, 6639 – 6643.
- Sotomayor G; Feliciano V. (2013). Tratamiento de aguas residuales en planta de Teñido de Hilos. 37. Lima, Perú.
- Tafur Bravo Leidy Ktherine, Q. S. (2014). *Alternativa para el tratamiento de aguas residuales cromadas con quitosano extraído del exoesqueleto de camarón*. Universidad del Tolima – Facultad de Ingeniería Agronómica, Tolima.
- Tafur, L. K., & Quevedo, R. K. (2014). *Alternativa para el tratamiento de aguas residuales cromadas con quitosano extraído del exoesqueleto de camarón*. Universidad del Tolima – Facultad de Ingeniería Agronómica, Tolima.
- Tafur, L., & Quevedo, R. (06 de OCTUBRE de 2014). Alternativa para el Tratamiento de Aguas Residuales Cromadas con Quitosano Extraído del Exoesquelto del Camarón. 28. COLOMBIA.
- Tafur, L.y; Quevedo, R. (06 de Octubre de 2014). Alternativa para el Tratamiento de Aguas Residuales Cromadas con Quitosano Extraído del Exoesquelto del Camarón. 28. Colombia.
- Vergara, J., Perez, J., Suarez, R., & Hernandez, I. (2012). Degradation of reactive red 20 azo dye in aqueous solution using homogeneous/ heterogeneous iron systems. *Revista Mexicana de Ingeniería Química.*, 121-131.
- Z., Mármol; G., Páez; M., Rincón; K., Araujo; C., Aiello; C., Chandler; E., Gutiérrez. (2011). Quitina y Quitosano polímeros amigables. Una revisión de sus aplicaciones. *Revista tecnocientífica URU*, 53-58. Recuperado el 15 de Diciembre de 2017

Zulay, M., Gisela, P., Marisela, R., Karelen, A., Cateryna, A., & Edixon., C. C. (2011).
Quitina y Quitosano polímeros amigables. Una revisión de sus aplicaciones.
Revista tecnocientífica URU, 53-58. Recuperado el 15 de Diciembre de 2017

**APENDICE
TABLA 1.1
MATRIZ DE CONSISTENCIA**

USO DEL QUITOSANO COMO COAGULANTE NATURAL PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES GENERADOS POR LA INDUSTRIA TEXTIL CASO: COMPAÑÍA UNIVERSAL TEXTIL S.A.					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>¿Es posible utilizar el quitosano como coagulante natural para el tratamiento de efluentes generados por la Compañía Universal Textil S.A.?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar la eficiencia del quitosano en la remoción de partículas suspendidas y coloidales presentes en los efluentes generados por CUTSA.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Caracterizar el efluente industrial generado por CUTSA.</p> <p>Determinar la dosis óptima realizando pruebas con diferentes concentraciones de quitosano comercial.</p>	<p>“La dosis Óptima de Quitosano permitirá determinar la eficiencia de remoción de las partículas suspendidas y coloidales presentes en el efluente generado por la industria textil.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>X: Dosis óptima de Quitosano comercial.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>X: Miligramo de quitosano comercial /litro de efluente industrial textil.</p>	<p>Prueba de jarras (determinación de dosis optima en efluente de CUTSA).</p>

	<p>Caracterizar el efluente tratado con la dosis optima de Quitosano comercial.</p> <p>Determinar la eficiencia de remoción de partículas suspendidas y coloidales.</p> <p>Comparar las eficiencias de remoción con Quitosano comercial y Dynafloc _{AM}.</p>		<p>Variable dependiente:</p> <p>Y: Eficiencia de Quitosano comercial en la remoción de partículas suspendidas y coloidales.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>$E = (S_o - S) / S_o \times 100$</p> <p>Donde:</p> <p>E: Eficiencia de remoción [%]</p> <p>S: Carga contaminante de salida (mg SST/l).....Y1</p> <p>So: Carga contaminante de entrada (mg SST/l).....Y2</p>	<p>SM 2540 D*</p>
--	---	--	---	---	-------------------

*Los métodos de análisis fueron realizados por un laboratorio autorizado y acreditado por el Instituto Nacional de Calidad – INACAL, ente autorizado por el estado Peruano para garantizar la calidad de análisis en laboratorio.

FIGURA 4.2

PREPARACIÓN DEL COAGULANTE



Elaboración: Propia

- Vista N°1: Pesado de 03 gr. de quitosano comercial en la balanza.
- Vista N°2: Agregado de 1 gr. de ácido acético al 99 % y 96 gr. de agua destilada.
- Vista N°3: Dilución y agitación continua con la varilla de vidrio durante aproximadamente 30 min.
- Vista N°4: Esta solución se disolvió en 1000 ml de agua destilada para ser utilizado como agente coagulante.

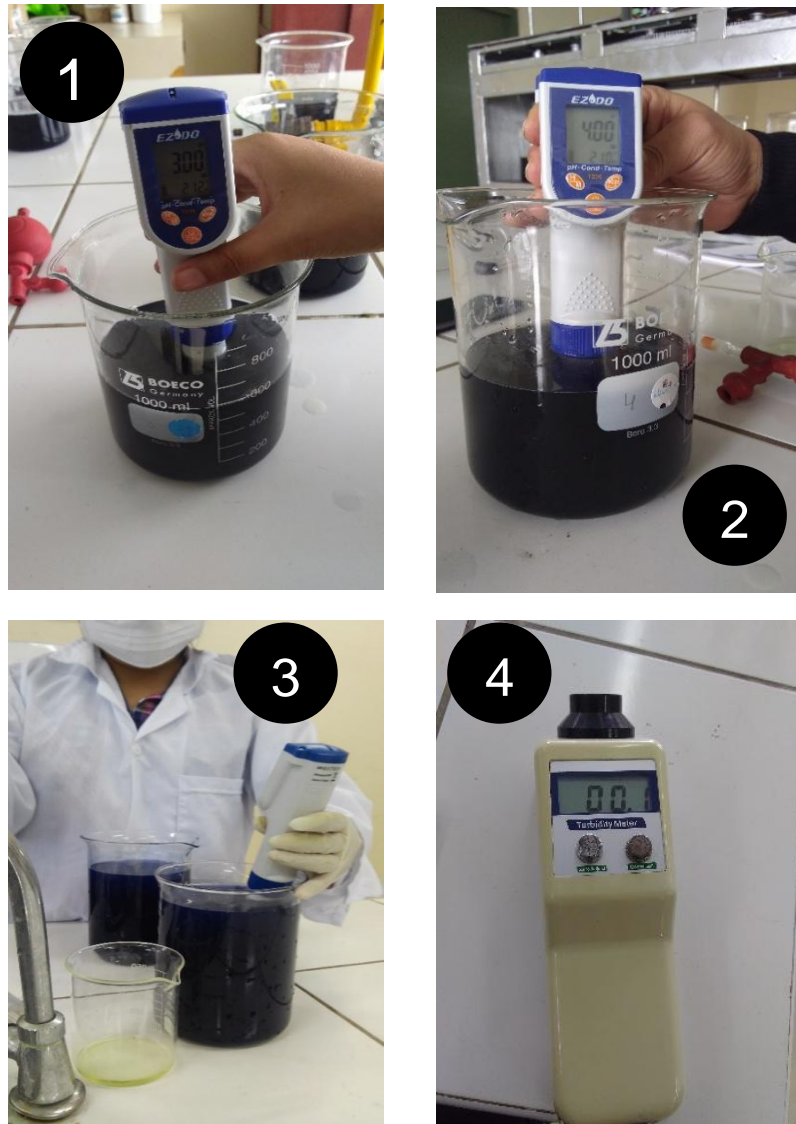
FIGURA 4.3

TOMA DE MUESTRAS EN CUTSA POR LABORATORIO SERVICIOS ANALITICOS GENERALES SAC.



Elaboración: Propia

FIGURA 4.4
AJUSTE DE PH DE LA MUESTRA Y CALIBRACIÓN DE
TURBIDIMETRO



Elaboración: Propia

- Vista N°1: Variación del pH inicial a pH 3.
- Vista N°2: Variación del pH inicial a pH 4.
- Vista N°3: Lectura de pH
- Vista N°4: Calibración de turbidímetro con el blanco.

**TABLA 5. 16
CUADRO DE ENSAYOS**

FECHA		Dosis quitosano (ml)	Ph Solución	Conductividad (uS) inicial	TDS (PPT) inicial	Salinidad (PPT) inicial	T(°C)	Turbidez inicial	Ph Inicial modificado	Ph final	Conductividad (uS) final	TDS (PPT) final	Salinidad (PPT) final	Turbidez final	%Remoción ((I-F)/I) *100
MES 1 Noviembre 2017	Medición 1 04/11/17	100	9.96	3.24	2.18	1.63	21.3	641.33	2	2.08	6.46	4.25	3.22	49.6	92.27
		100	9.96	3.24	2.18	1.63	21.3	641.33	3	3.06	4.11	2.71	2.04	92.3	85.61
		100	9.96	3.24	2.18	1.63	21.3	641.33	4	4.01	2.85	1.88	1.42	74	88.46
		100	9.96	3.24	2.18	1.63	21.3	641.33	5	4.84	3.6	2.39	1.8	131	79.57
		100	9.96	3.24	2.18	1.63	21.3	641.33	6	5.8	3.05	2.02	1.52	20.6	96.79
		100	9.96	3.24	2.18	1.63	21.3	641.33	9.96	9.85	4.73	3.14	2.36	46.6	92.73
	Medición 2 11/11/17	100	9.67	3.63	2.43	1.83	21.1	399.00	2	1.9	7.03	4.85	3.63	40	89.97
		100	9.67	3.63	2.43	1.83	21.1	399.00	3	3.04	4.68	3.11	2.34	44.35	88.88
		100	9.67	3.63	2.43	1.83	21.1	399.00	4	3.7	4.7	3.11	2.32	43.5	89.10
		100	9.67	3.63	2.43	1.83	21.1	399.00	5	5.1	4.61	3.06	2.39	38.4	90.38
		100	9.67	3.63	2.43	1.83	21.1	399.00	6	5.8	4.53	2.38	2.22	44.3	88.90
		100	9.67	3.63	2.43	1.83	21.1	399.00	9	9.12	4.13	2.73	2.04	233	41.60
	Medición 3 18/11/17	120	8.49	4.47	2.98	2.23	21	706.33	4	3.9	2.28	2.86	2.15	35	95.04
		120	8.49	4.47	2.98	2.23	21	706.33	5	5.01	4.68	3.13	2.35	40.58	94.25
		120	8.49	4.47	2.98	2.23	21	706.33	6	5.8	4.52	3.01	2.26	82.6	88.31
		120	8.49	4.47	2.98	2.23	21	706.33	7	6.4	3.65	2.42	1.81	70.57	90.01
	Medición 4 25/11/17	20	8.49	4.47	2.98	2.23	21	706.33	7	6.9	3.96	2.63	1.97	120.7	82.91
		40	8.49	4.47	2.98	2.23	21	706.33	7	6.88	4.17	2.78	2.09	108.9	84.58
		80	8.49	4.47	2.98	2.23	21	706.33	7	6.85	3.54	2.36	1.76	31.5	95.54
		120	8.49	4.47	2.98	2.23	21	706.33	7	6.83	2.53	1.69	1.27	30.6	95.67
		160	8.49	4.47	2.98	2.23	21	706.33	7	6.84	3.84	2.56	1.92	12.44	98.24
0		8.49	4.47	2.98	2.23	21	706.33	8.48	6.8	4.11	2.74	2.05	28.49	95.97	

FECHA		Dosis quitosano (ml)	Ph Solución	Conductividad (uS) inicial	TDS (PPT) inicial	Salinidad (PPT) inicial	T(°C)	Turbidez inicial	Ph Inicial modificado	Ph final	Conductividad (uS) final	TDS (PPT) final	Salinidad (PPT) final	Turbidez final	%Remoción ((I-F)/I) *100
MES 2 Diciembre 2017	Medición 5 02/12/17	160	8.14	3.15	2.1	1.57	21	217.33	4	4.44	2.91	1.94	1.45	146.3	32.68
		160	8.14	3.15	2.1	1.57	21	217.33	5	4.83	3.08	2.05	1.55	156.7	27.90
		160	8.14	3.15	2.1	1.57	21	217.33	6	5.52	2.2	1.46	1.1	110.5	49.16
		160	8.14	3.15	2.1	1.57	21	217.33	7	6.46	2.78	1.85	1.49	87	59.97
		160	8.14	3.15	2.1	1.57	21	217.33	8	6.72	2.79	1.86	1.4	23.36	89.25
		160	8.14	3.15	2.1	1.57	21	217.33	8.14	6.7	2.77	1.85	1.39	35.95	83.46
	Medición 6 09/12/17	160	8.56	2.26	1.51	1.13	20.9	58.63	5	4.75	2.27	1.5	1.13	18.46	68.51
		160	8.56	2.26	1.51	1.13	20.9	58.63	6	5.8	2.12	1.42	1.07	19.07	67.47
		160	8.56	2.26	1.51	1.13	20.9	58.63	7	6.6	2.13	1.42	1.06	21.93	62.60
		160	8.56	2.26	1.51	1.13	20.9	58.63	7.5	6.74	2.1	1.4	1.05	21.6	63.16
		160	8.56	2.26	1.51	1.13	20.9	58.63	8	6.99	2.08	1.39	1.04	18.34	68.72
		160	8.56	2.26	1.51	1.13	20.9	58.63	8.6	6.94	2.06	1.37	1.03	19.8	66.23
	Medición 7 16/12/17	160	8.56	2.26	1.51	1.13	20.9	58.63	4	4.49	2.32	1.54	1.16	21.39	63.52
		150	8.56	2.26	1.51	1.13	20.9	58.63	5	4.73	2.29	1.53	1.15	20.52	65.00
		170	8.56	2.26	1.51	1.13	20.9	58.63	5	4.77	2.2	1.46	1.09	21.5	63.33
		140	8.56	2.26	1.51	1.13	20.9	58.63	8	6.96	2	1.33	1	18.6	68.28
		150	8.56	2.26	1.51	1.13	20.9	58.63	8	6.85	2.07	1.38	1.04	18.33	68.74
		170	8.56	2.26	1.51	1.13	20.9	58.63	8	6.8	2.08	1.38	1.04	17.2	70.66
	Medición 8 23/12/17	150	9.11	2.2	1.46	1.1	19.1	200	7	5.41	2.06	1.37	1.03	57.3	71.35
		160	9.11	2.2	1.46	1.1	19.1	200	7	5.27	2.19	1.45	1.09	57.7	71.15
		170	9.11	2.2	1.46	1.1	19.1	200	7	5.19	2.46	1.65	1.24	46.9	76.55
		150	9.11	2.2	1.46	1.1	19.1	200	8	5.68	2.48	1.65	1.24	38.65	80.68
		160	9.11	2.2	1.46	1.1	19.1	200	8	5.54	2.47	1.64	1.23	37.7	81.15
		170	9.11	2.2	1.46	1.1	19.1	200	8	5.45	2.52	1.68	1.26	37.7	81.15
	Medición 9 30/12/17	150	8.36	2.75	1.84	1.38	20	200	7	6.36	2.57	1.71	1.28	37.7	81.15
		160	8.36	2.75	1.84	1.38	20	200	7	5.97	2.56	1.7	1.28	37.7	81.15
		170	8.36	2.75	1.84	1.38	20	200	7	6.38	2.5	1.67	1.25	37.7	81.15
		150	8.36	2.75	1.84	1.38	20	200	8	6.28	2.58	1.72	1.29	37.7	81.15
		160	8.36	2.75	1.84	1.38	20	200	8	6.36	2.53	1.68	1.26	37.7	81.15
		170	8.36	2.75	1.84	1.38	20	200	8	6.34	2.5	1.67	1.25	37.7	81.15

FECHA	Dosis quitosano (ml)	Ph Solución	Conductividad (uS) inicial	TDS (PPT) inicial	Salinidad (PPT) inicial	T(°C)	Turbidez inicial	Ph Inicial modificado	Ph final	Conductividad (uS) final	TDS (PPT) final	Salinidad (PPT) final	Turbidez final	%Remoción ((I-F)/I) *100	
MES 3 ENERO 2018	Medición 10 06/01/18	160	7.51	3.16	2.11	1.57	22.3	41	4	4.45	3.14	2.03	1.57	37.7	8.05
		160	7.51	3.16	2.11	1.57	22.3	41	5	4.81	3.11	2.08	1.56	37.7	8.05
		160	7.51	3.16	2.11	1.57	22.3	41	6	5.77	3.07	2.04	1.53	29.1	29.02
		160	7.51	3.16	2.11	1.57	22.3	41	7	6.56	2.98	1.98	1.49	27.7	32.44
		160	7.51	3.16	2.11	1.57	22.3	41	8	6.82	2.99	2	1.5	37	9.76
		160	7.51	3.16	2.11	1.57	22.3	41	9	7.11	3.03	2.02	1.51	19.6	52.20
	Medición 11 13/01/18	80	9.29	3.62	2.41	1.81	21	81.8	-	7.27	3.36	2.25	1.68	27.8	66.01
		100	9.29	3.62	2.41	1.81	21	81.8	-	6.93	3.28	2.18	1.64	27.7	66.14
		120	9.29	3.62	2.41	1.81	21	81.8	-	6.77	3.24	2.15	1.62	25.5	68.83
		140	9.29	3.62	2.41	1.81	21	81.8	-	6.68	3.2	2.13	1.6	25.9	68.34
		160	9.29	3.62	2.41	1.81	21	81.8	-	6.48	3.13	2.09	1.56	25.2	69.19
		180	9.29	3.62	2.41	1.81	21	81.8	-	6.35	3.09	2.06	1.54	22.4	72.62
	Medición 12 20/01/18	80	11.84	5.43	3.64	2.72	21	72.2	-	11.69	4.78	3.2	2.4	12.1	83.24
		100	11.84	5.43	3.64	2.72	21	72.2	-	11.67	4.65	3.1	2.33	11.2	84.49
		120	11.84	5.43	3.64	2.72	21	72.2	-	11.68	4.81	3.21	2.4	12.7	82.41
		140	11.84	5.43	3.64	2.72	21	72.2	-	11.63	4.57	3.05	2.28	11.2	84.49
		160	11.84	5.43	3.64	2.72	21	72.2	-	11.55	4.35	2.9	2.17	10.3	85.73
		180	11.84	5.43	3.64	2.72	21	72.2	-	11.47	4.17	2.78	2.08	10.5	85.46
	Medición 13 27/01/18	160	11.71	4.6	3.05	2.29	21	87.8	9	7.51	3.5	2.33	1.75	25.8	70.62
		160	11.71	4.6	3.05	2.29	21	87.8	9.5	7.9	3.48	2.32	1.74	16	81.78
		160	11.71	4.6	3.05	2.29	21	87.8	10	9.06	3.39	2.24	1.69	11.2	87.24
		160	11.71	4.6	3.05	2.29	21	87.8	10.5	9.18	3.45	2.29	1.71	11.2	87.24
		160	11.71	4.6	3.05	2.29	21	87.8	11	9.78	3.4	2.26	1.7	12	86.33
		160	11.71	4.6	3.05	2.29	21	87.8	11.5	11.03	3.57	2.38	1.78	12.9	85.31

FECHA		Dosis quitosano (ml)	Ph Solución	Conductividad (uS) inicial	TDS (PPT) inicial	Salinidad (PPT) inicial	T(°C)	Turbidez inicial	Ph Inicial modificado	Ph final	Conductividad (uS) final	TDS (PPT) final	Salinidad (PPT) final	Turbidez final	%Remoción ((I-F)/I) *100
MES 4 FEBRERO 2018	Medición 14 03/02/18	80	11.71	4.6	3.05	2.29	21	87.6	10	9.71	3.72	2.45	1.85	8.95	89.78
		100	11.71	4.6	3.05	2.29	21	87.6	10	9.68	3.54	2.44	1.84	8.65	90.13
		120	11.71	4.6	3.05	2.29	21	87.6	10	9.37	3.53	2.36	1.76	8.45	90.35
		140	11.71	4.6	3.05	2.29	21	87.6	10	9.26	3.37	2.29	1.68	8.57	90.22
		160	11.71	4.6	3.05	2.29	21	87.6	10	8.93	3.42	2.29	1.72	8.05	90.81
		180	11.71	4.6	3.05	2.29	21	87.6	10	8.5	3.44	2.29	1.72	5.85	93.32
	Medición 15 10/02/18	0	10	3.33	2.2	1.65	21.6	91.2	-	9.98	3.22	2.17	1.61	25.15	72.42
		170	10	3.33	2.2	1.65	21.6	91.2	-	8.09	2.92	1.94	1.45	11.45	87.45
		180	10	3.33	2.2	1.65	21.6	91.2	-	7.95	2.81	1.88	1.4	11.3	87.61
		190	10	3.33	2.2	1.65	21.6	91.2	-	7.84	2.87	1.91	1.43	11.2	87.72
		200	10	3.33	2.2	1.65	21.6	91.2	-	7.67	2.83	1.89	1.42	11.9	86.95
		210	10	3.33	2.2	1.65	21.6	91.2	-	7.61	2.79	1.86	1.39	9.2	89.91
	Medición 16 17/02/18	40	8.43	5.59	3.73	2.81	21	50.1	7	6.9	5.29	3.65	2.69	19.8	60.48
		40	8.43	5.59	3.73	2.81	21	50.1	8	7.38	5.47	3.64	2.73	21.9	56.29
		40	8.43	5.59	3.73	2.81	21	50.1	9	8.72	5.45	3.63	2.72	11	78.04
		40	8.43	5.59	3.73	2.81	21	50.1	10	9.72	5.44	3.63	2.72	16.7	66.67
		40	8.43	5.59	3.73	2.81	21	50.1	11	10.45	5.47	3.64	2.73	10.1	79.84
		40	8.43	5.59	3.73	2.81	21	50.1	12	11.84	6.48	4.32	3.23	7.1	85.83
	Medición 17 24/02/18	40	8.43	5.59	3.73	2.81	21	50.1	8	7.49	5.28	3.52	2.64	34.1	31.94
		40	8.43	5.59	3.73	2.81	21	50.1	8.5	8.15	5.4	3.6	2.7	10.6	78.84
		40	8.43	5.59	3.73	2.81	21	50.1	9	8.73	5.35	3.56	2.67	12.6	74.85
40		8.43	5.59	3.73	2.81	21	50.1	9.5	9.32	5.25	3.5	2.62	15.5	69.06	
35		8.43	5.59	3.73	2.81	21	50.1	9	8.79	5.33	3.55	2.66	13.6	72.85	
45		8.43	5.59	3.73	2.81	21	50.1	9	8.69	5.32	3.56	2.65	11.2	77.64	

FECHA		Dosis quitosano (ml)	Ph Solución	Conductividad (uS) inicial	TDS (PPT) inicial	Salinidad (PPT) inicial	T(°C)	Turbidez inicial	Ph Inicial modificado	Ph final	Conductividad (uS) final	TDS (PPT) final	Salinidad (PPT) final	Turbidez final	%Remoción (((I-F)/I) *100
MES 5 MARZO 2018	Medición 18 03/03/18	20	7.48	4.53	3.02	2.18	21	51.8	3	3.3	4.66	3.06	2.3	38	26.64
		20	7.48	4.53	3.02	2.18	21	51.8	4	4.29	4.55	3.02	2.27	23	55.60
		20	7.48	4.53	3.02	2.18	21	51.8	5	4.96	4.46	2.98	2.24	28.3	45.37
		20	7.48	4.53	3.02	2.18	21	51.8	6	5.93	4.45	2.95	2.22	29	44.02
		20	7.48	4.53	3.02	2.18	21	51.8	7	6.67	4.42	2.93	2.22	29.8	42.47
		20	7.48	4.53	3.02	2.18	21	51.8	8	7.15	4.56	3.05	2.28	23.3	55.02
	Medición 19 10/03/18	20	7.48	4.53	3.02	2.18	21	51.8	7	6.91	4.62	3.08	2.32	22.8	55.98
		20	7.48	4.53	3.02	2.18	21	51.8	8	7.31	4.65	3.11	2.33	18.2	64.86
		20	7.48	4.53	3.02	2.18	21	51.8	9	8.74	4.72	3.13	2.36	14.1	72.78
		20	7.48	4.53	3.02	2.18	21	51.8	10	9.78	4.75	3.18	2.39	19.6	62.16
		20	7.48	4.53	3.02	2.18	21	51.8	11	10.67	4.87	3.25	2.53	12.2	76.45
		20	7.48	4.53	3.02	2.18	21	51.8	12	11.88	8.2	5.5	4.14	1.9	96.33
	Medición 20 17/03/18	40	9.41	2.18	1.45	1.09	21	60.1	-	8.45	2.28	1.52	1.14	18.6	69.05
		60	9.41	2.18	1.45	1.09	21	60.1	-	7.95	2.23	1.5	1.12	32.9	45.26
		80	9.41	2.18	1.45	1.09	21	60.1	-	7.53	2.21	1.47	1.1	38.6	35.77
		100	9.41	2.18	1.45	1.09	21	60.1	-	7.3	2.15	1.43	1.07	42.2	29.78
		120	9.41	2.18	1.45	1.09	21	60.1	-	7.11	2.02	1.35	1.09	42.7	28.95
	Medición 21 24/03/18	40	9.41	2.18	1.45	1.09	21	86	8	7.13	2.38	1.59	1.18	94.6	-10.00
		40	9.41	2.18	1.45	1.09	21	86	9	7.42	2.39	1.59	1.18	125.4	-45.81
		40	9.41	2.18	1.45	1.09	21	86	10	9.21	2.46	1.62	1.22	50.3	41.51
		40	9.41	2.18	1.45	1.09	21	86	11	10.06	2.42	1.62	1.21	58.1	32.44
40		9.41	2.18	1.45	1.09	21	86	12	11.83	5.65	3.76	2.86	69.3	19.42	

FECHA		Dosis quitosano (ml)	Ph Solución	Conductividad (uS) inicial	TDS (PPT) inicial	Salinidad (PPT) inicial	T(°C)	Turbidez inicial	Ph Inicial modificado	Ph final	Conductividad (uS) final	TDS (PPT) final	Salinidad (PPT) final	Turbidez final	%Remoción ((I-F)/I) *100
MES 6 ABRIL 2018	Medición 22 07/04/18	20	10	2	1.33	1	21	83.1	-	9.3	2.25	1.49	1.12	42.5	48.86
		40	10	2	1.33	1	21	83.1	-	8.64	2.22	1.48	1.11	12.4	85.08
		60	10	2	1.33	1	21	83.1	-	7.8	2.17	1.37	1.01	17.6	78.82
		80	10	2	1.33	1	21	83.1	-	7.16	2.1	1.34	1.01	81.9	1.44
		100	10	2	1.33	1	21	83.1	-	6.73	1.93	1.324	0.931	95.9	-15.40
	Medición 23 14/04/18	25	7.67	4.58	3.07	2.29	21	62	9	8.74	4.56	3.04	2.28	15.6	74.84
		35	7.67	4.58	3.07	2.29	21	62	9	8.68	4.56	3.04	2.28	15.1	75.65
		15	7.67	4.58	3.07	2.29	21	62	12	11.92	8.16	5.45	4.09	7.1	88.55
		25	7.67	4.58	3.07	2.29	21	62	12	11.97	8.02	5.34	4	6.1	90.16
		35	7.67	4.58	3.07	2.29	21	62	12	11.95	7.93	5.28	3.96	6	90.32
		20	7.67	4.58	3.07	2.29	21	62	12	11.95	7.75	5.16	3.87	7.7	87.58
	Medición 24 21/04/18	20	8.13	5.26	3.51	2.64	20.2	49.7	7	7.02	5.29	3.52	2.64	28.4	42.86
		20	8.13	5.26	3.51	2.64	20.2	49.7	8	7.58	5.26	3.52	2.63	51.1	-2.82
		20	8.13	5.26	3.51	2.64	20.2	49.7	9	8.8	5.23	3.49	2.62	21.8	56.14
		20	8.13	5.26	3.51	2.64	20.2	49.7	10	9.8	5.27	3.51	2.63	24.8	50.10
		20	8.13	5.26	3.51	2.64	20.2	49.7	11	10.53	5.32	3.55	2.66	19.8	60.16
		20	8.13	5.26	3.51	2.64	20.2	49.7	12	11.9	7.46	4.97	3.73	10.1	79.68
	Medición 25 28/04/18	45	8.13	5.26	3.51	2.64	20.2	49.7	7	7	5.33	3.55	2.66	17.8	64.19
		45	8.13	5.26	3.51	2.64	20.2	49.7	8	7.52	5.3	3.54	2.65	9.3	81.29
		45	8.13	5.26	3.51	2.64	20.2	49.7	9	8.9	5.31	3.54	2.65	3.3	93.36
		45	8.13	5.26	3.51	2.64	20.2	49.7	10	9.72	5.28	3.53	2.64	14.6	70.62
		45	8.13	5.26	3.51	2.64	20.2	49.7	11	10.52	5.31	3.54	2.66	13.5	72.84
		45	8.13	5.26	3.51	2.64	20.2	49.7	12	12.18	7.59	5.05	3.78	13.1	73.64

FIGURA 5.13

REGISTRO FOTOGRAFICO – ENSAYO REALIZADO EL 18.11.2017



Elaboración: Propia

FIGURA 5.14

REGISTRO FOTOGRAFICO – ENSAYO REALIZADO EL 23.12.2017



Elaboración: Propia

FIGURA 5.15

REGISTRO FOTOGRAFICO – ENSAYO REALIZADO EL 27.01.2018



Elaboración: Propia

FIGURA 5.16

REGISTRO FOTOGRAFICO – ENSAYO REALIZADO EL 10.02.2018



Elaboración: Propia

FIGURA 5.17

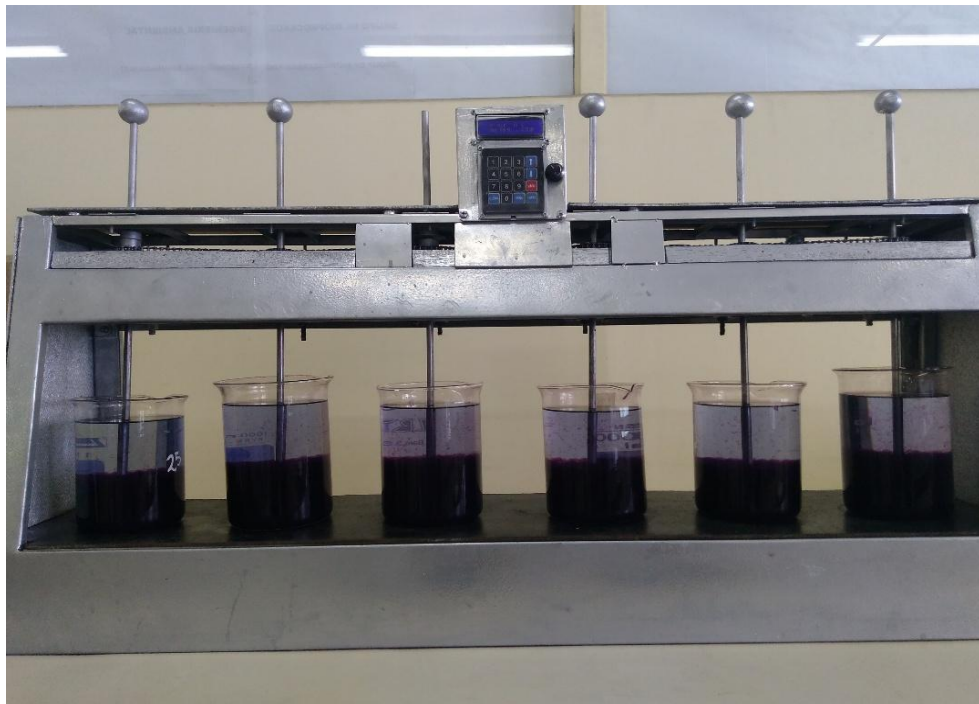
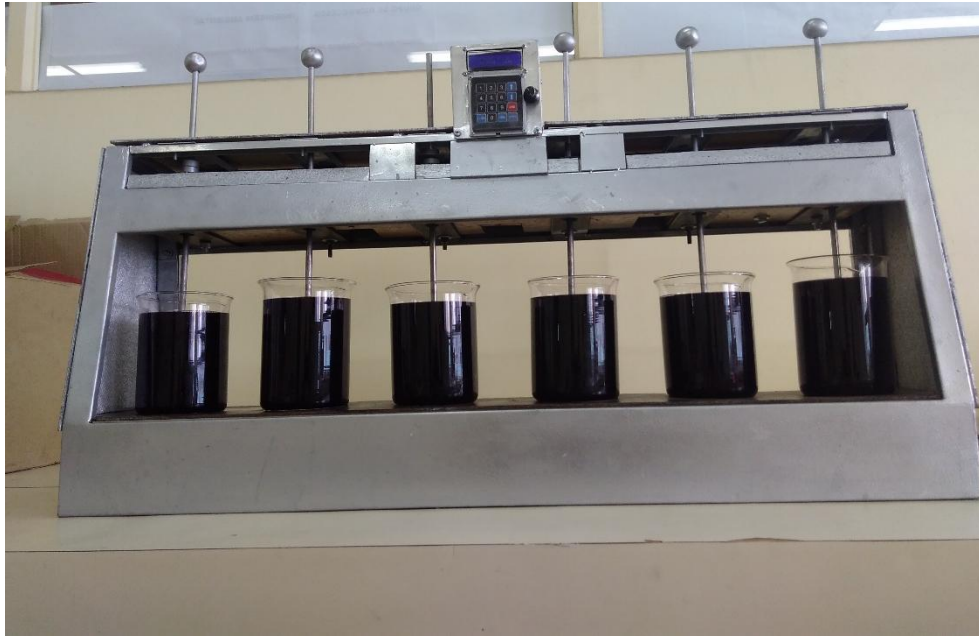
REGISTRO FOTOGRAFICO – ENSAYO REALIZADO EL 03.03.2018



Elaboración: Propia

FIGURA 5.18

REGISTRO FOTOGRAFICO – ENSAYO REALIZADO EL 10.03.2018



Elaboración: Propia

FIGURA 5.19

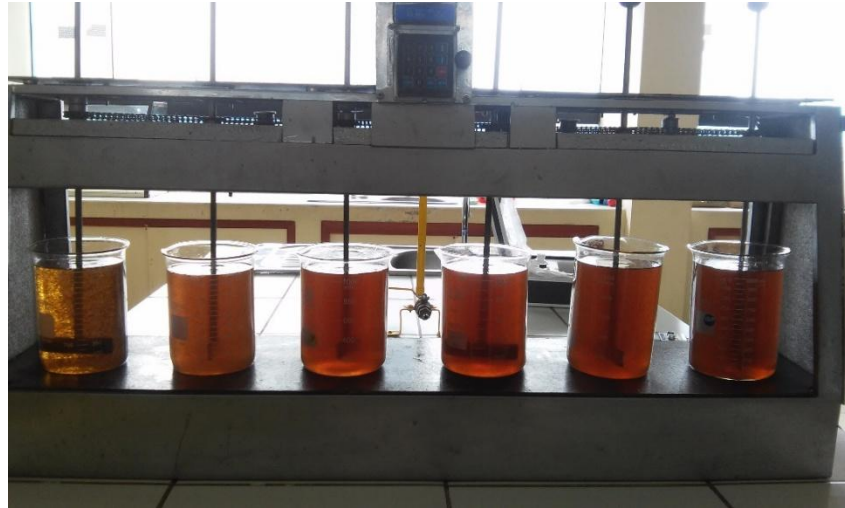
REGISTRO FOTOGRAFICO – ENSAYO REALIZADO EL 14.04.2018



Elaboración: Propia

FIGURA 5.23

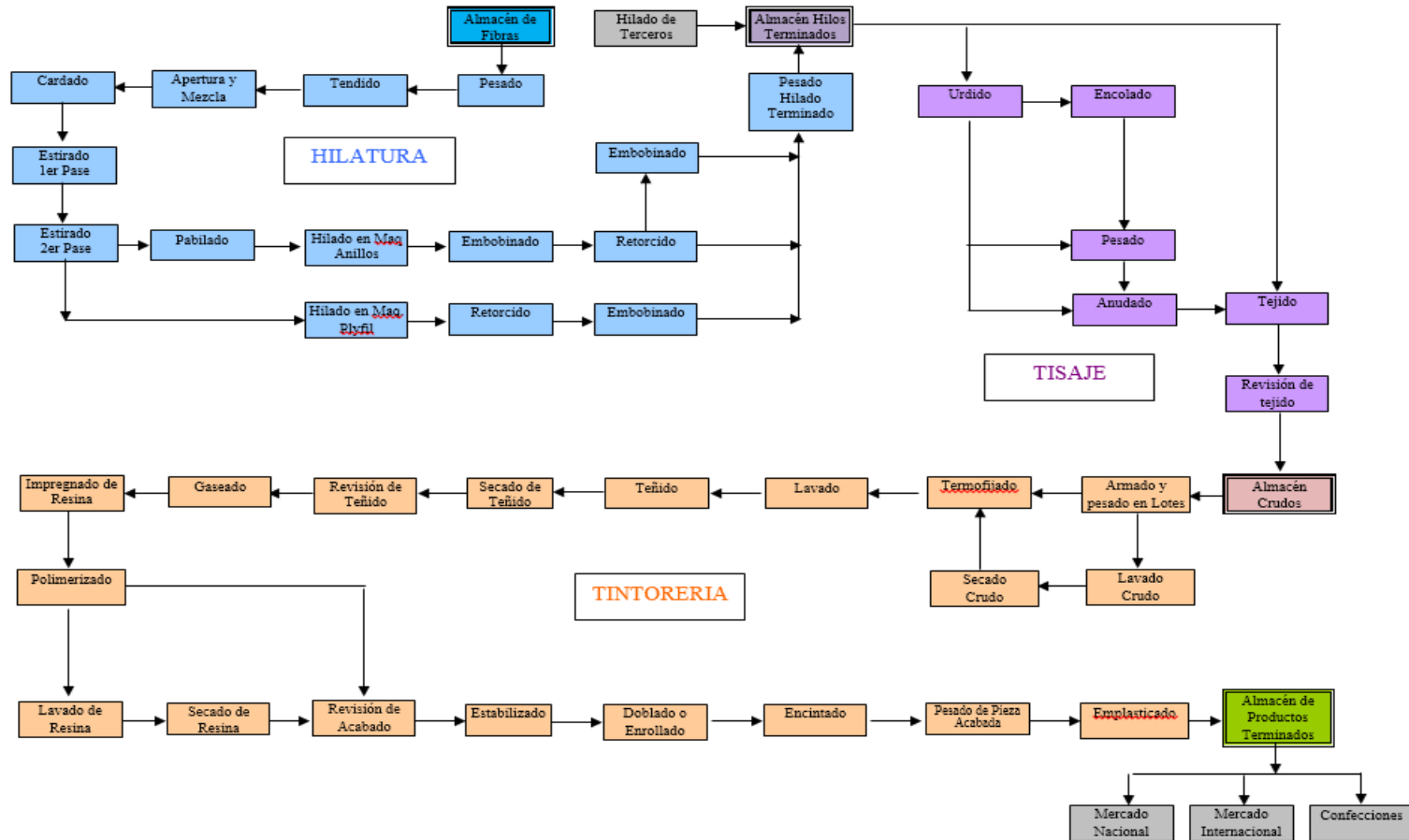
REGISTRO FOTOGRAFICO – ENSAYO REALIZADO EL 28.04.2018



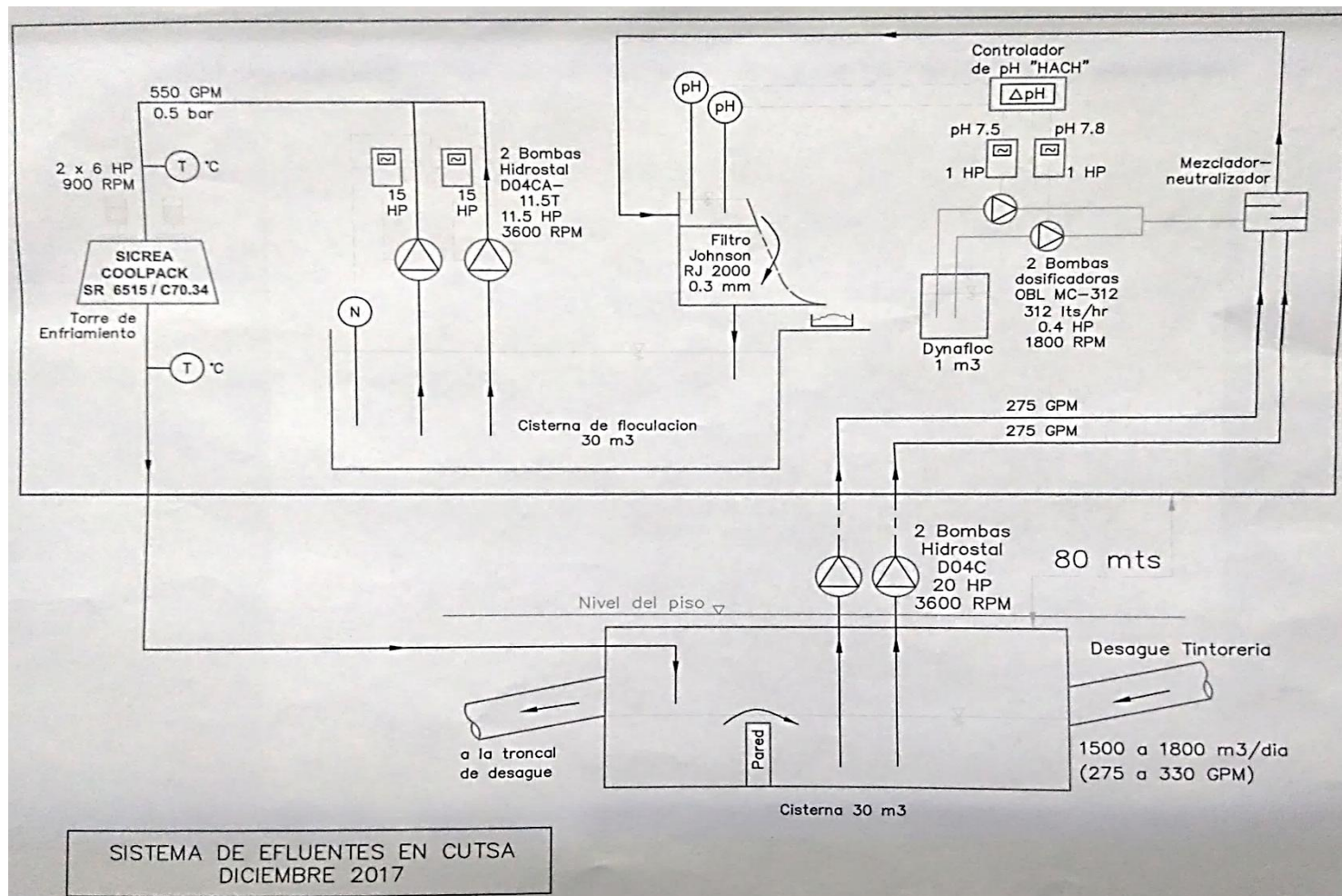
Elaboración: Propia

ANEXOS

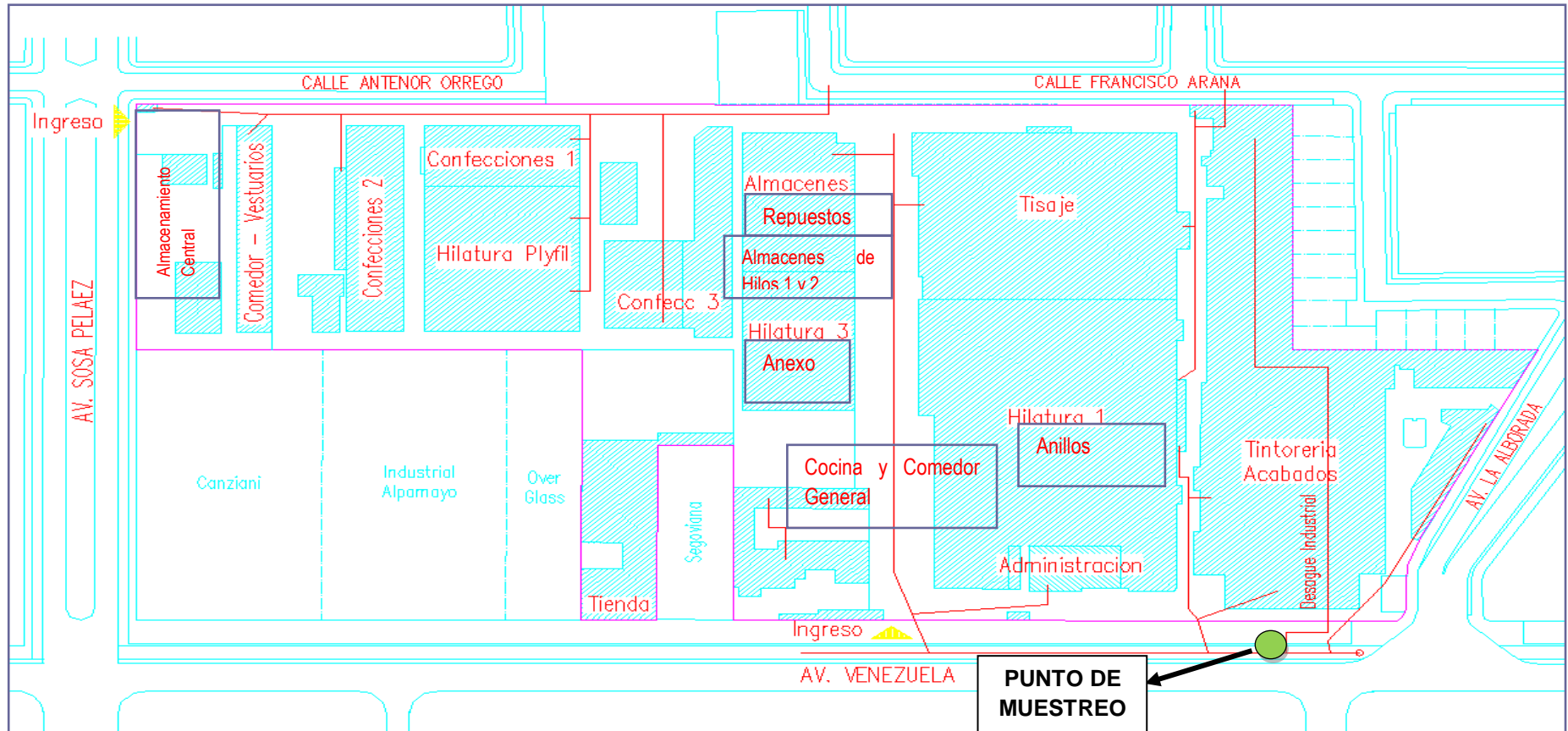
ANEXO 1 - DIAGRAMA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE CUTSA



ANEXO 2 - SISTEMA DE EFLUENTES DE CUTSA



ANEXO 3 - UBICACIÓN DEL PUNTO DE TOMA DE MUESTRA EN CUTSA



ANEXO 4 - INFORME DE ENSAYO N° 10579-2016



SAG

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



INFORME DE ENSAYO N° 10579-2016 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua residual no doméstica	Agua residual no doméstica	Blanco	Blanco
Matriz analizada	Efluente	Efluente	---	---
Fecha de muestreo	2016-02-08	2016-02-08	---	---
Hora de muestro final de muestra compuesta (h)	10:50	10:50	---	---
Coordenadas UTM WGS 84	0275018E	0275018E	---	---
	8666224N	8666224N	---	---
Altitud (msnm)	111	111	---	---
Descripción del punto de muestreo	Punto ubicado al exterior de la empresa Universal Textil, a 3 m de la Av. Venezuela	Punto ubicado al exterior de la empresa Universal Textil, a 3 m de la Av. Venezuela	---	---
Condiciones de la muestra	Refrigerada y preservada	Refrigerada y preservada	Refrigerada y preservada	Refrigerada y preservada
Código del Cliente	EF-01	DUPLICADO (EF-01)	Blanco de Campo (BKc)	Blanco Viajero (BKv)
Código del Laboratorio	SAG1602088/001	SAG1602088/002	SAG1602088/003	SAG1602088/004
Ensayos	Unidades	Resultados		
Aceites y grasas (HEM)	mg/L	19.3	////	////
Cromo Hexavalente (VI)	mg/L	<0.007	////	<0.007
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	612.80	////	////
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/L	1352.0	////	////
Sólidos suspendidos totales (TSS)	mg/L	123.00	////	<3.00
Sulfatos	SO ₄ ²⁻ mg/L	400.00	////	////
Sulfuros	S ²⁻ mg/L	0.126	0.130	////
pH (medición en campo)	Unid. pH	9.66	6.65	////
Temperatura (medición en campo)	° C	27.2	27.1	////
Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados	
Metales totales				
Cadmio (Cd)	0.0004	mg/L	<0.0004	<0.0004
Cromo (Cr)	0.0005	mg/L	0.0043	0.0041
Cobre (Cu)	0.0004	mg/L	0.1437	0.1476
Mercurio (Hg)	0.001	mg/L	<0.001	<0.001
Níquel (Ni)	0.0005	mg/L	0.0018	0.0018
Plomo (Pb)	0.0004	mg/L	0.0061	0.0053
Zinc (Zn)	0.002	mg/L	0.082	0.079

L.D.M.: Límite de detección del método

Medición de pH realizada a 25°C.

////: Ensayo no realizado

Lima, 17 de Febrero del 2016

Quim. Belbeth Y. Fajardo León
Director Técnico
C.Q.P. N° 648
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

Codi.FI.02/Version: 06/FE/09/2015

* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF. 22nd. Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana

OBSERVACIONES: Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio

NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 2 de 2

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 - Urb. Chacra Ríos Norte - Lima 01 - Perú. Central Telefónica (511) 425-7227 - 425-6885 - 425-5564 - 425 - 6047 | MÓVIL 994 976 442
Website www.sagperu.com Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com | laboratorio@sagperu.com

ANEXO 5 - INFORME DE ENSAYO N° 10673-2016



SAG

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



INFORME DE ENSAYO N° 10673-2016 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua residual no doméstica	Agua residual no doméstica	Blanco	Blanco
Matriz analizada	Efluente	Efluente	---	---
Fecha de muestreo	2016-02-12	2016-02-12	---	---
Hora de muestro final de muestra compuesta (h)	10:15	10:15	---	---
Coordenadas UTM WGS 84	0275018E 8666224N	0275018E 8666224N	---	---
Altitud (msnm)	111	111	---	---
Descripción del punto de muestreo	Punto ubicado al exterior de la empresa Universal Textil, a 3 m de la Av. Venezuela	Punto ubicado al exterior de la empresa Universal Textil, a 3 m de la Av. Venezuela	---	---
Condiciones de la muestra	Refrigerada y preservada	Refrigerada y preservada	Refrigerada y preservada	Refrigerada y preservada
Código del Cliente	EF-01	DUPLICADO (EF-01)	Blanco de Campo (BKc)	Blanco Viajero (BKv)
Código del Laboratorio	SAG1602168/001	SAG1602168/002	SAG1602168/003	SAG1602168/004
Ensayos	Unidades	Resultados		
Aceites y grasas (HEM)	mg/L	8.9	////	////
Cromo Hexavalente (VI)	mg/L	<0.007	////	<0.007
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	586.60	////	////
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/L	1071.3	////	////
Sólidos suspendidos totales (TSS)	mg/L	274.80	////	<3.00
Sulfatos	SO ₄ ²⁻ mg/L	633.30	////	////
Sulfuros	S ²⁻ mg/L	0.042	////	////
pH (medición en campo)	Unid. pH	8.95	7.58	////
Temperatura (medición en campo)	° C	32.1	32.0	////
Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados	
Metales totales				
Cadmio (Cd)	0.0004	mg/L	<0.0004	<0.0004
Cromo (Cr)	0.0004	mg/L	0.0023	0.0020
Cobre (Cu)	0.0007	mg/L	0.2532	<0.0007
Mercurio (Hg)	0.001	mg/L	<0.001	<0.001
Níquel (Ni)	0.0005	mg/L	<0.0005	<0.0005
Plomo (Pb)	0.0005	mg/L	0.0037	0.0038
Zinc (Zn)	0.002	mg/L	0.063	0.064

L.D.M.: Límite de detección del método

Medición de pH realizada a 25°C.

////: Ensayo no realizado

Lima, 26 de Febrero del 2016

Quim. Belheth Y. Fajardo León
Director Técnico
C.Q.P. N° 648
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

Cod.: FI.02/Revisión: 06/FE.09/2015

* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF. 22nd. Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana

OBSERVACIONES: Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 2 de 2

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 - Urb. Chacra Ríos Norte - Lima 01 - Perú. Central Telefónica (511) 425-7227 - 425-6885 - 425-5564 - 425-6047 | MÓVIL 994 976 442
Website www.sagperu.com Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com | laboratorio@sagperu.com

ANEXO 6 - INFORME DE ENSAYO N° 122753-2018



SAG

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



INFORME DE ENSAYO N° 122753-2018 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : CARMEN ROSA LINO MATOS
DOMICILIO LEGAL : MZA R LOTE 21 URB. SANTA ANA LIMA- LIMA- LOS OLIVOS
SOLICITADO POR : CARMEN ROSA LINO MATOS
REFERENCIA : TESIS
PROCEDENCIA : LABORATORIO DE LA FIARN- UNAC
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA : 2018-05-27
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS : 2018-05-27
MUESTREO POR : EL CLIENTE

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test. 2012.	2.00 ^(b)	mg/L
Demanda Química de oxígeno (DQO)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.	10.0	O ₂ 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 del método.

(b) Expresado como límite de detección del método.

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Residual No Doméstica	Agua Residual No Doméstica	Agua Residual No Doméstica	
Matriz analizada	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	
Fecha de muestreo	2018-05-26	2018-05-26	2018-05-26	
Hora de inicio de muestreo (h)	20:30	21:00	20:18	
Condiciones de la muestra	Refrigerada / preservada	Refrigerada / preservada	Refrigerada / preservada	
Descripción del Punto de Muestreo	Efluente Textil	Efluente tratado con Dynafloc AM	Efluente tratado con Qitosano	
Código del Cliente	MB (Muestra Base sin Tratamiento) 702	MD (Muestra tratada con coagulante Dynafloc AM)	MQ (Muestra tratada con coagulante Qitosano)	
Código del Laboratorio	18051739	18051740	18051741	
Ensayos	Unidades	Resultados		
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	567.5	61.95	47.85
Demanda Química de oxígeno (DQO)	O ₂ mg/L	1085	257.3	190.7
Sólidos suspendidos totales (TSS)	mg/L	89.43	80.95	4.67

Lima, 28 de Junio del 2018.

Quim. Belber Y. Fajardo León
 C.Q.P. N° 648
 Asesor Técnico Químico

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

Cod.: FI 02/ Versión: 07/FE:10/2017

* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

SM: SMEWW - APHA - AWWA - WEF 22nd Edition 2012. EPA: Environmental Protection Agency ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el 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.

Página 1 de 1

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

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

ANEXO 7 - FICHA TÉCNICA DE QITOSANO COMERCIAL

Especificación:

1. quitosano soluble en ácido (DAC> 85%, 90%, 95%) MW: 30000Da-500000Da

Viscosidad: 30mpa.s-1000mpa.s

2. quitosano soluble en agua (DAC> 85%, 90%, 95%) MW: 8000Da-20000Da

Viscosidad: 10mpa.s-30mpa.s

3. oligosacáridos de quitosano, MW: 1000Da-5000 Da.

Viscosidad: 1-3mpa.s

4. La carboximetil quitosano
5. Hydroxypropyl

aplicaciones:

1. agente floculante

El quitosano y sus derivados es un buen floculante para el tratamiento de aguas residuales y recuperación de metales de aguas residuales que contiene metal;

También Juice defecación, floculante de vino, eliminación de aguas residuales, a base de hierbas aclaración medicina y reciclar sustancia macromolecular y así sucesivamente.

2. Fresh de mantenimiento de quitosano

quitosano fresco-custodia ha pasado varias veces de experimentos de prueba y práctica experiments. For su excelente desempeño en la formación de película y la inhibición bacteriana, el quitosano se utiliza para la custodia fresca y conservación de frutas y hortalizas.

3. El campo de Alimentos

Se utiliza como aditivos alimentarios, espesantes, conservantes frutas y verduras, zumos de frutas agente clarificante, formando agente, adsorbente, y la comida sana.

4. Medicina, campo de productos para el cuidado de la salud

Como el quitosano no tóxico, tiene propiedades anti-bacterianas, anti-inflamatorio, hemostático, y la función inmune, se puede utilizar como piel artificial, la auto-absorción de suturas quirúrgicas, Branch apósito médico, hueso, andamios de ingeniería de tejidos, mejorar la función hepática, mejorar la función digestiva, grasa en la sangre, disminución de azúcar en la sangre, inhibir la metástasis tumoral, y la adsorción y la formación de complejos de metales pesados y pueden ser excretados, y así sucesivamente, se aplicó enérgicamente a la alimentación de salud y medicamentos additives. in el campo textil: como mordiente, la salud cuidado de las telas, encolado agentes, impresión y teñido.

5 campo .Agricualtural

Como promotores del crecimiento, plaguicidas biológicos, aditivos para piensos, semillas, etc.

6 .Field de tabaco

hoja de tabaco utilizado como adhesivos, filtro de bajo contenido de alquitrán y así sucesivamente.

Otra información

Desacetilación * Grado:> 85%, 90%, 95%

CAS No .: 9012-76-4

Fórmula molecular: (C₆H₁₁NO₄)_n

construcción:

Hemos avanzado la tecnología y productos de alta calidad.

Blanquecino, inocua, sin sabor semitransparente y sólido amorfo. Soluble en ácido, pero insoluble en álcali y agua o en un disolvente orgánico común. Se descompone a 185 ° C.

Alimentos de calidad QUITOSANO certificado de análisis

(1) Podemos suministrar quitosano de alta pureza con un grado de desacetilación > 95%.

(2) La viscosidad se determina a 20 ° C con 1 ° C quitosano en 1 ° C en ácido acético.

Las diferentes aplicaciones de la demanda de diferentes tipos de quitosano quitosano, podemos suministrar de acuerdo a las necesidades.

Podemos proporcionar un peso molecular especial quitosano (20,000-300,000) y quitosano oligosacáridos (1,000-8,000).

Si usted tiene cualquier pregunta, recepción para ponerse en contacto con nosotros en cualquier momento.

ít.	Grado farmacéutico	Grado de comida	Grado industrial
appearance	polvo blanquecino	polvo blanquecino	blanquecino polvo o en escamas luz semitransparente de color amarillo o el poder
Grado de desacetilación, %	≥85,90,95	≥85,90,95	≥85,90,95
pH (1%)	7.0-8.0	7.0-8.0	7.0-8.0
Pérdida por secado, %	≤10	≤10	≤12
Residuos en ignición, %	≤1.0	≤1.0	≤2.0
Insoluble, %	≤1.0	≤1.0	≤2.0
Heavy Metales, ppm (como Pb)	≤10	≤10	/
El arsénico, ppm	≤0.5	≤0.5	/
Recuento total en placa, ufc / g	≤1000	≤1000	/
La levadura, ufc / g	≤100	≤100	/
E coli	Negativo	Negativo	/
Salmonela	Negativo	Negativo	/
Viscosidad (1%, 20 ° C)	300-1000		
Tamaño de las partículas, de malla	40,60,80,100		
Embalaje	20 kg o 25 kg / tambor, 25kg / cartón		



THE INTERNATIONAL CERTIFICATION NETWORK

CERTIFICATE

IQNet and CQM

hereby certify that the organization

Qingdao Yuda Century Economy And Trade Co.,Ltd

Dominate:42,YanJi Road, Shi Bei District, Qingdao City, P.R. China

Certification Add:42,YanJi Road, Shi Bei District, Qingdao City, P.R. China

Postcode:266000

yudacentury.en.alibaba.com

ISO 9001:2008 Standard

This certificate is valid to the following product(s)/service:

Production of D-glucosamine hydrochloride, chitosan

Issued on: 2010-12-28

Validity date: 2013-12-27

Registration Number: CN-00210Q17153R1M



Michael Drechsel
President of IQNet

Zhang Wei
President of CQM



Registered Offices of IQNet: Austria: IQNet Austria GmbH; Belgium: IQNet Belgium BVBA; Bulgaria: IQNet Bulgaria EOOD; Canada: IQNet Canada Inc.; China: IQNet China Co., Ltd.; Czech Republic: IQNet Czech Republic s.r.o.; Denmark: IQNet Denmark ApS; France: IQNet France SAS; Germany: IQNet Germany GmbH; Greece: IQNet Greece S.p.A.; Hong Kong: IQNet Hong Kong Limited; India: IQNet India Private Limited; Ireland: IQNet Ireland Limited; Italy: IQNet Italy S.p.A.; Japan: IQNet Japan Inc.; Korea: IQNet Korea Ltd.; Mexico: IQNet Mexico S de RL de CV; Norway: IQNet Norway AS; Poland: IQNet Poland Sp. z o.o.; Singapore: IQNet Singapore Pte. Ltd.; Spain: IQNet Spain S.L.; Sweden: IQNet Sweden AB; Switzerland: IQNet Switzerland AG; Taiwan: IQNet Taiwan Co., Ltd.; Thailand: IQNet Thailand Co., Ltd.; Turkey: IQNet Turkey; USA: IQNet USA Inc.; Vietnam: IQNet Vietnam Co., Ltd.