



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

**Efecto de la concentración del manganeso y el tiempo de aireación en la
remoción de sulfuros del efluente en la etapa de pelambre del proceso de
curtido**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

BERNABE SAAVEDRA, SHIRLEY MARILIN

ASESOR:

Dr. QUEZADA ALVAREZ, MEDARDO ALBERTO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

TRUJILLO – PERÚ

2018

JURADO EVALUADOR

Dr. José Cruz Monzón
PRESIDENTE

Dr. Alberto Quezada Álvarez
SECRETARIO

Dr. Walter Moreno Eustaquio
VOCAL

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a Dios, por permitir llegar a cumplir mis metas y me dio fuerzas para seguir adelante.

A mis padres Willam, Consuelo y mi hermano por apoyarme, guiarme, brindarme amor, comprensión y estar siempre en tiempos difíciles brindándome los recursos necesarios para poder estudiar y lograr mis metas.

A mis amigos quienes ahora son parte de mi familia y que me permitieron conocerlos y formar parte de sus vidas en todo el transcurso de esta etapa de nuestra formación.

Shirley Marilin, Bernabe Saavedra

AGRADECIMIENTO

Agradecer en primer lugar a Dios y a toda mi familia quienes me apoyaron en toda mi carrera profesional y que este trabajo fuera realizado y culminado con éxito.

Agradecer a mi asesor, el Dr. Quezada Álvarez, Medardo Alberto por brindarme su tiempo, conocimiento y paciencia.

Agradecer a mis amigas y compañeros que me brindaron fortaleza y confianza en la realización de este trabajo.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Shirley Marilin, Bernabé Saavedra con DNI N° 71936081, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Trujillo, 29 de julio del 2018

Bernabe Saavedra, Shirley
DNI: 71936081

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado.

En cumplimiento a las normas establecidas en la Universidad Cesar Vallejo para obtener el Título profesional de Ingeniero Ambiental, pongo a su disposición la tesis titulada “Efecto de la concentración del manganeso y el tiempo de aireación en la remoción de sulfuros del efluente en la etapa de pelambre del proceso de curtido”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental.

La autora

INDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad problemática	14
1.2. Trabajos previos.....	15
1.3. Teoría relacionada al tema	17
1.3.1. Industria de curtiembre.....	17
1.3.2. Proceso de producción.....	17
1.3.3. Insumos para el proceso de pelambre.....	20
1.3.4. Problemática ambiental	20
1.3.5. Generalidades de sulfuros.....	21
1.3.6. Actividad de los catalizadores	21
1.3.7. Proceso de óxido-aireación.....	22
1.4. Formulación al problema	22
1.5. Justificación del estudio.....	22
1.6. Hipótesis	23
1.7. Objetivos.....	23
1.7.1. Objetivo general	23
1.7.2. Objetivos específicos.....	23
II. MÉTODO	24
2.1. Diseño de investigación	24
2.2. Variables, operacionalización.....	26
2.2.1. Identificación de variables:.....	26
2.3. Población y muestra.....	28
2.3.1. Población	28
2.3.2. Muestra	28
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	28
2.4.1. Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	28
2.4.2. Validación y confiabilidad.....	29
2.5. Métodos de análisis de datos	29
2.5.1. Obtención y conservación de la muestra	29
2.5.2. Construcción del sistema batch-process	30
2.5.3. Proceso de oxidación	31

2.5.4.	Evaluación	31
2.5.5.	Análisis de datos	31
2.5.6.	Aspectos éticos	32
III.	RESULTADOS	32
IV.	DISCUSIÓN	36
V.	CONCLUSIONES	39
VI.	RECOMENDACIONES	40

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Insumos y reactivos requeridos para el proceso de pelambre (% sobre el peso de la piel que ingresa a la operación).....	20
Tabla N° 2: Diseño de investigación.....	25
Tabla N° 3: Operacionalización de variables	27
Tabla N° 4: Parámetro y método de ensayo en el efluente de pelambre.....	28
Tabla N° 5. Concentración inicial de sulfuros.....	32
Tabla N° 6. Condiciones iniciales	33
Tabla N° 7. Concentración de sulfuros del efluente de pelambre en relación al tiempo de aireación.	33
Tabla N° 8. Concentración de sulfuros del efluente de pelambre en relación al catalizador (tipo y concentración) a 4 horas de aireación.....	34
Tabla N° 9. Concentración de sulfuros del efluente de pelambre en relación al catalizador (tipo y concentración) y el tiempo de aireación de 8 horas.....	35
Tabla N° 10. Análisis de varianza de los promedios de remoción de sulfuro con relación al tipo catalizador, concentración de catalizador y tiempo de aireación.	49
Tabla N° 11. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para los promedios de remoción de sulfuro, con relación a los 2 niveles del factor tipo de catalizador.....	50
Tabla N° 12: Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para los promedios de remoción de sulfuro, con relación a los 3 niveles del factor concentración catalizador. 51	
Tabla N° 13: Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para los promedios de remoción de sulfuro, con relación a los 3 niveles del tiempo de aireación.....	51
Tabla N° 14: Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de los promedios de remoción de sulfuro, con las interacciones entre el tipo de catalizador y concentración de catalizador.	52
Tabla N° 15: Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey de los promedios de remoción de sulfuro, con las interacciones entre el tipo de catalizador y tiempo de aireación.	52
Tabla N° 16: Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey de los promedios de remoción de sulfuro, con las interacciones entre el concentración de catalizador y tiempo de aireación.	53

Tabla N° 17: Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey de los promedios de remoción de sulfuro, con las interacciones entre el tipo de catalizador, concentración de catalizador y tiempo de aireación.....	54
---	----

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Proceso de curtiduría.....	18
Figura N° 2: Ubicación geográfica del punto de muestreo de la curtiembre León de Judá 29	
Figura N° 3: Sistema bacch del proceso de remoción de sulfuros del efluente de la etapa de pelambre del proceso de curtido.....	30
Figura N° 4: Porcentaje de remoción de $S^{=}$ en función del tiempo de aireación.	34
Figura N° 5: Porcentaje de remoción de $S^{=}$ en función a la concentración de catalizadores a 4 horas de aireación.	35
Figura N° 6: Porcentaje de remoción de $S^{=}$ respecto a la concentración de catalizadores a 8 horas de aireación.....	36
Figura N° 7. Muestreo del efluente de la etapa de pelambre de la curtiembre León de Judá	55
Figura N° 8. Filtración de la muestra con la malla (#27)	55
Figura N° 9. Tanques de oxidación con los equipos necesarios para la realización del análisis.	55
Figura N° 10. Incorporación de la muestra de agua (5litros), a cada tanque	56
Figura N° 11. Dióxido de manganeso (IV) que es empleado para el tratamiento del efluente	56
Figura N° 12. En el tanque 1 se agregó el 0.5% de dióxido de manganeso	56
Figura N° 13. Muestreo respectivo de la muestra de cada tanque para su adición de los conservantes.	57
Figura N° 14. Adición de los conservantes ácido de zinc (ZnO) e Hidróxido de sodio (NaOH)	57
Figura N° 15. Rotulado de las muestras	57
Figura N° 16. Las muestras son colocadas en un culer que luego se le dará al laboratorio de NKAP	58

INDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Valores máximos admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario	45
Anexo N° 2: Methylene blue method.....	46
Anexo N° 3: Análisis estadísticos (ANOVA y TUKEY).....	49
Anexo N° 4: Panel fotográfico	55
Anexo N° 5: Resultados según laboratorio.....	59

RESUMEN

Los efluentes generados en la etapa de pelambre presentan la mayor carga contaminante del efluente total de proceso de curtido con la presencia de sulfuros, materia orgánica esto se debe a la inclusión de aditivo como (sulfuro de sodio (Na_2S) y cal apagada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)) característica de esta etapa. Por ello en el presente estudio se empleó el método de óxido-aireación mediante el uso de manganeso en forma de MnO_2 (IV) y MnCl_2 ; con la finalidad de demostrar el efecto de la concentración del manganeso en 0,5 , 1 y 1,5% y el tiempo de aireación de 4 y 8 horas con un flujo de aireación de 0,2 l/min en la remoción de sulfuros del efluente en la etapa de pelambre del proceso de curtido. Los resultados mostraron que la remoción de sulfuros a través de la combinación de la aireación y el empleo de MnO_2 y MnCl_2 resulta lograr la mayor eficiencia de remoción de sulfuros a una concentración de 1,5% (porcentaje de masa de la solución) de MnO_2 y MnCl_2 y un tiempo de aireación de 8 horas se logra la remoción de 83,1 y 98% de sulfuros, siendo este último el de mayor eficiencia.

Palabras clave: efluente de curtiembre, pelambre, aireación, sulfuros, remoción

ABSTRACT

The effluents generated in the peeling stage present the highest pollutant load of the total effluent from the tanning process with presence of sulfides, organic matter, this is due to the inclusion of additive such as (sodium sulfide (Na_2S) and slaked lime ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)) characteristic of this stage. For this reason, in the present study the oxidation-aeration method was used through the use of manganese in the form of MnO_2 (IV) and MnCl_2 ; in order to demonstrate the effect of the manganese concentration at 0,5; 1 and 1,5% and the aeration time of 4 and 8 hours with an aeration flow of 0,2 l/min in the removal of sulfides from the effluent at the stage of growth of the tanning process. Through the combination of aeration and the use of MnO_2 and MnCl_2 , the highest sulfur removal efficiency is obtained at a concentration of 1,5% (mass percentage of the solution) of MnO_2 and MnCl_2 and an aeration time of 8 hours. The removal of 83,1 and 98% of sulfides was achieved, this being the last one with the highest efficiency.

Keywords: tannery effluent, fur, aeration, sulfides, removal

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La preocupación por el cuidado de nuestros recursos naturales, hacen que hoy en día se busquen medidas para prevenir, minimizar y mitigar, los impactos que generan las actividades humanas. Esta preocupación ambiental se puede traducir de forma muy simple en un gran desafío: Preservar los beneficios de la moderna tecnología sin contaminar seriamente el medio ambiente. Una de las actividades humanas con mayor índice de contaminación es las producidas por el sector industrial, las cuales tienen como fuentes recurrentes de consumo a los recursos naturales, estos atacados por la búsqueda de generación de bienes y servicios, con el fin de satisfacer las necesidades de la población.

En el caso de la industria del calzado, específicamente las curtiembres o tenerías que, desde un punto de vista ambiental, siempre ha sido visto como una industria contaminante neta, sin tomar en cuenta que aprovecha un subproducto altamente putrescible y de biodegradación lenta (CONAM, 1999, p.4)

Hoy en día los métodos empleados se basan en prácticas antiguas, que con los años han ido logrando su perfeccionamiento, dando mayor importancia abreviar el tiempo de curtido y mejorar su calidad de producto (Barretto, 2006, p. 69); dejando de lado, las condiciones e impactos ambientales que generan por su complejo sistema de producción, el alto consumo de agua, generación de residuos sólidos, químicos empleados como insumos (sulfuros, cal, sal, cromo, biosidas, surfactantes y solventes orgánicos), y sobre todo la alta exposición de contaminantes; que conlleva la producción de cueros, haciendo que este genere un impacto negativo en la calidad de vida de los trabajadores y el medio ambiente.

En el proceso de curtido, precisamente en la etapa de pelambre es la de mayor importancia e impacto genera ya que emplea aditivos con alta solubilidad y toxicidad en el agua como sulfuro de sodio (Na_2S) y cal apagada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) con el fin de la eliminación el material hecho de queratina (pelo, raíces de pelo y epidermis)(Salas, 2005, p.51).

Pero de otro lado, la presencia de sulfuros implica medidas, tratamientos y precauciones de mayor eficiencia, fácil aplicación, mejoras productivas necesarias para la disminución de su carga contaminante con el fin que al verterse al alcantarillado contraste con el reglamento vigente por el estado (CONAM, 1999, p.4).

En tanto, uno de los tratamientos de mayor eficiencia es el de oxidación- aireación, la cual de por sí sola es un método que permite la remoción de sulfuros, pero con un mayor tiempo de remoción; lo cual para que sea más eficaz y sustentable se plantea la utilización de catalizadores; ya que estos por concepto hacen que las reacciones aceleren de manera directa o inversa en la misma proporción y como consecuencia reducir el tiempo que se tarda en alcanzar el equilibrio.

Cabe recalcar que al adición un catalizador no afecta directamente a la termodinámica de la reacción, lo que hace más posible utilizar a menudo condiciones experimentales diferentes de modo que la reacción transcurra más rápidamente incluso aunque las condiciones termodinámicas sean favorables (Avery, 2002, p.125)

1.2. Trabajos previos

Según Portada (2016, p. 94); en su tesis “Tratamiento de aguas residuales del proceso de curtido en pieles por proceso físico- químico de la curtiembre de la facultad de Ingeniería Química de la UNA-Puno”, cuyo objetivo fue la incorporación de un sistema de tratamiento del proceso de curtido en pieles por proceso físico- químico de la curtiembre, donde se desarrolló mediante el método la oxidación de sulfuros en el proceso de pelambre utilizando como catalizador sulfato de manganeso (II) ($MnSO_4$). Donde se concluyó que con la implementación de esta metodología se tuvo como resultado un porcentaje de oxidación del 91,45%, con una concentración inicial de 1127,59 mg/L de sulfuros.

Asimismo; Jarrín (2016, p. 12, 54); en su trabajo de titulación “Reducción de sulfuros en el agua residual de la industria de la curtiembre” en la cual implementó un tratamiento de remoción de sulfuros en la industria de la curtiembre empleando el método de oxidación avanzada (H_2O_2 y $FeSO_4$) donde se determinó que las mejores condiciones del proceso fueron 2000ppm y 75ppm respectivamente, con una exposición de 4 horas con el fin de ser efectiva el cual se obtuvo un porcentaje de remoción entre 30% y 97%, sin embargo

la cantidad de sulfuros (S^-) al final del tratamiento siguió siendo alta pero menor a 100ppm.

Según Tayupanda (2010 p. 14, 77); en su tesis “Diseño de un sistema de tratamiento de agua residual del proceso de pelambre para su reutilización, curtiembre pieles “PUMA”, que tuvo como objetivo diseñar un sistema de tratamiento de aguas residual del proceso de pelambre para su reutilización, curtiembre pieles “Puma” así como identificar los parámetros a controlar en el agua residual del proceso de pelambre empleando un sistema de tratamiento secuencial: Filtración, decantación y reutilización del efluente, donde se concluye que al caracterizar el agua residual de pelambre los resultados fueron 3295 mg/l de sulfuros (S^-) que luego del tratamiento se obtuvo valores de 1427 mg/l que equivale a una remoción de 43.31%..

Por otro lado, Kothiyal et al; (2016, p. 525-530), en su trabajo de investigación “A comparative study on removal efficiency of sulphide and COD (demande chimique en oxygène) from the tannery effluent by using oxygen injection and aeration” cuyo objetivo fue la comparación entre la aireación normal y la inyección de oxígeno en presencia y ausencia del catalizador $MnSO_4$. Donde se concluyó que respecto a la inyección de oxígeno 0,5 LPM y la adición de $MnSO_4$ (5% de concentración de sulfuro y DQO) a 8,5 de pH, se tiene la mayor eficiencia de remoción de 40,07% S^- y 22,09% de DQO, por otro lado respecto a la inyección de oxígeno puro en las mismas condiciones que en el anterior se tuvo una eficacia de 8,68% S^- y 76,83% de DQO siendo este último el doble de efectividad.

Según Prabhakaran et al;(2018, p.101-110), en su investigación “Catalytic oxidation of sulphide laden tannery wastewater without sludge production” cuyo objetivo la oxidación de sulfuro en licor de sulfuro de cal con la eliminación de DQO de las aguas de curtiembre, para ello empleo como método (HPO) oxidación de peróxido heterogéneo y oxidación catalítica de carbono inmovilizado fluidizado (FICCO). Donde se concluyó que este método logro la eliminación de COD, sulfuro, nitrógeno Kjeldahl total, proteína, aminoácidos y TOC por 66,66; 98,95; 75,67; 44,21; 48.98 y 62,18%, respectivamente.

1.3. Teoría relacionada al tema

1.3.1. Industria de curtiembre

Las curtiembres se basan en el procesamiento de las pieles provenientes de animales en general faenados para consumo, siendo un subproducto de la industria frigorífica (Salvador, 2013, p.20).

1.3.2. Proceso de producción

La piel, es tratada de dos formas: Espolvoreándola con sal combustible junto con agentes bactericidas con el fin de evitar la putrefacción o refrigerada entre 5°C y 8°C (Barretto, 2006, p.74).

El proceso general contempla tres etapas básicas que se presenta en el diagrama de flujo (Ver figura N°1)

a. Etapas de ribera

- Recorte de recepción: Consiste en el recorte de partes correspondientes al cuello, la cola y las extremidades. (Barretto, 2006, p.75).
- Remojo: La piel se lava prolongadamente con agua y agentes tensioactivos, en “fulones”, a fin de: Eliminar la saladura e hidratar en el caso de la piel salada (alcanzando una humedad al 65%), proporcionar el ablandamiento de la piel y eliminar los agentes conservantes e impurezas de 20 y 24 horas en caso de las pieles saladas. (Barretto, 2006, p.75).
- Pelambre: Tratamiento químico- mecánico que se realiza en fulones con aspas a través del cual, se disuelve el pelo mediante el proceso de fermentación pútrida utilizando cal y sulfuro de sodio, adecuándolo para la posterior curtición asimismo, emplea un gran volumen de agua y la descarga de sus efluentes representa el mayor aporte de carga orgánica. Además, del alto contenido de sulfuro y cal, teniendo como característica un elevado pH (11 a 12), la operación que toma por nombre de apelmbrado y tiene una duración de 24 horas (Barretto, 2006, p.75).

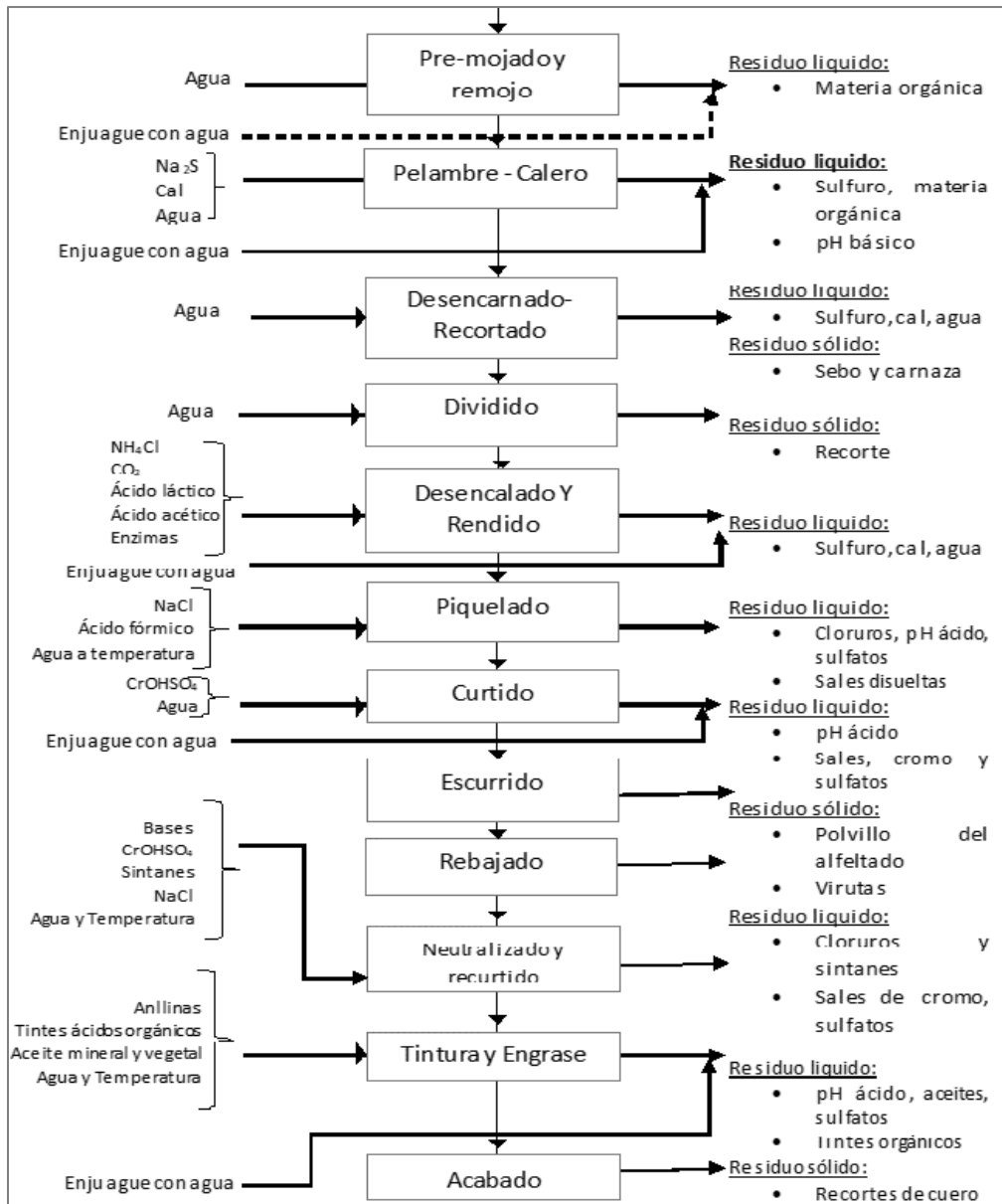


Figura N° 1: Proceso de curtiduría

Fuente: Contreras y Salvador, 2015, 17pp.

- **Desencalado:** Proceso donde se lava la piel para remover la cal y el sulfuro, para evitar posibles interferencias en las etapas posteriores y en el que se emplean también grandes volúmenes de agua (Barretto, 2006, p.76).
- **Desengrase:** Este proceso debe eliminar la presencia de grasa en la piel la cual dificulta la penetración de los agentes curtientes, conocidas con el nombre de afluencias grasas (Barretto, 2006, p.77).

b. Etapa de piquelado

Comprende la preparación química de la piel para el proceso de curtido, mediante la utilización de los ácidos orgánicos tamponados (sulfúrico, clorhídrico, láctico, fórmico, bórico y mezclas) lo que permite que la piel se hinche y ensanche sus poros permitiendo la penetración más íntima del producto curtiente. (Barretto, 2006, p.77).

c. Etapa de curtido

Se basa en agregar sales básicas como cromo en un pH neutro, en muchas curtiembres se agregan cromo trivalente en diferentes proporciones, el efluente que al final se tiene el conocido “*wet blue*”. El cuero es clasificado según su grosor y calidad para el proceso de acabado, que es la etapa de recurtido (Contreras y Salvador, 2015, p. 14).

d. Etapa de recurtido

Consiste en el procesamiento de la estructura fibrosa del cuero con el objetivo de modificar sus propiedades con el fin requerido, logrando a principio una neutralización y posteriormente con el agregado de percutientes, engrasantes y colorantes (De Ugarriza, 2009, p.67)

e. Etapa de acabado

Incluye todas las operaciones que mejoran la resistencia del color de las pieles contra las manchas y abrasiones, de la misma manera, el aislamiento, estirado de la piel, secado, acondicionamiento, pulido y planchado (Lofrano *et al.*, 2013, p. 266)

1.3.3. Insumos para el proceso de pelambre

Para la salida de los efluentes de la etapa de pelambre, se requieren la entrada y reactivos que se demuestran en la siguiente tabla:

Tabla N° 1: Insumos y reactivos requeridos para el proceso de pelambre (% sobre el peso de la piel que ingresa a la operación)

Insumo	Valores en curtiembre (%)
Agua de pelambre	150 – 3000
Agua para lavado del pelambre	400 – 800
Sulfuro de sodio	1,0 – 5,0
Cal apagada	3,0 – 6,0
Enzimas	0,5 – 1,0
Aminas	0,2 – 1,0

Fuente: Guzmán y Luján, 2010

1.3.4. Problemática ambiental

La industria de curtiembre impulsa el desarrollo económico que a la misma vez conduce una gran cadena de destrucción biológica (Mohamed y Rachid, 2015, p.224) y a esto se le suma las diferentes etapas en el proceso productivo, el cual, cada etapa adiciona materias primas como agua, reactivos químicos que proporcionan elementos químicos de alto contenido de toxicidad, en cantidades variables y significativos (Méndez *et al.*, 2007, p. 17); haciendo que los impactos ambientales, específicamente las descargas líquidas sean la de mayor significancia (CONAM, 1999, p.9).

Como se sabe en la industria de las curtiembres se realizan en medios acuosos, al presentar grandes concentraciones de elementos, sustancias como el sulfuro, en el efluente que será descargado a la red de alcantarillado pueda causar daño inmediato o progresivo a las instalaciones, infraestructura sanitaria, y tiene influencias negativa en los procesos de tratamiento de aguas residuales, es por ello considerar cumplir con la normativa vigente sobre esta problemática como es los valores máximos admisibles

(VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario (D.S. N° 021-2009-vivienda), donde se menciona que el VMA para sulfuros es 5 mg/L.(Ver Anexo N° 1)

1.3.5. Generalidades de sulfuros

El sulfuro dentro de la industria de las curtiembres es un producto fundamental, pero a pesar de ello, es un elemento que al estar presente en un medio acuoso presenta una alta toxicidad por ser de carácter reductor provocando una radical disminución del oxígeno disuelto en los cursos de agua y además cuando las soluciones acuosas que lo contienen bajan su pH del valor 10, se desprende ácido sulfhídrico gaseoso que al ser inhalado en determinadas concentraciones puede llegar a ser mortal. La presencia del sulfuro en el proceso de pelambre por si solo sea responsable del 76% de la toxicidad total del efluente (CONAM, 1999, p. 12).

1.3.6. Actividad de los catalizadores

Un catalizador es un compuesto que permite modificar el camino de la reacción la cinética, sin intervenir en la termodinámica de la reacción (Didier, 2013, p. 350). Al adicionar un catalizador hace que aumente la velocidad de reacción, mas no altera la constante de equilibrio, (Virgilius, *et al*; 2006, p.67) asimismo, aumenta la eficiencia de un proceso químico disminuye el costo y tiempo total del fabricante (Avery, 2002, p. 125).

1.3.6.1. Manganeso

Los óxidos de manganeso (Mn) son compuestos metálicos de transición más eficientes y no generan impacto significativo en el medio ambiente este presenta tres características significativas: Presenta varios estados de oxidación, permitiendo una buena movilidad del oxígeno superficial, suficiente estabilidad térmica y poca volatilidad. Asimismo, presentan una estructura típica de la bertolita con oxígenos lábiles en la red permitiendo al manganeso actuar como agente reductor o como agente oxidante (Picasso *et al.*, 2011, p.12)

1.3.7. Proceso de óxido-aireación

El sistema de oxidación por aireación (aire como agente oxidante), al ser este poco soluble en agua, es necesario restablecer el oxígeno conforme se consume con el fin de mantener un oxígeno adecuado y permanente dentro de la solución (Peláez y Viñas (1998, p. 3). Es por ello, que es necesario aumentar la velocidad de disolución del oxígeno, lo que se logra aumentando la superficie y el tiempo de contacto de las burbujas de aire con la solución, mediante la producción de burbujas de aire, mientras más pequeño sea el burbujeo más eficiente será (Salas, 2005, p.52)

1.4. Formulación al problema

¿Cuál es el efecto de la concentración del manganeso (MnO_2 y $MnCl_2$) y el tiempo de aireación en la remoción de sulfuros del efluente en la etapa de pelambre del proceso de curtido?

1.5. Justificación del estudio

En la actualidad, en la ciudad de Trujillo, la industria de las curtiembres es una de las de mayor antigüedad e impacto ambiental generan, esto se debe al empleo de diversas tecnologías tradicionales que no son amigables con el medio ambiente, por la utilización de insumos químicos y un alto volumen de agua, por lo que genera de por si efluentes con características tóxicas de manera continua.

Lo que hoy en día se busca la toma de conciencia a través de la innovación de nuevas tecnologías alternativas que tengan un enfoque sostenible y sustentable. En tal sentido en el presente trabajo se implementa la reducción del contaminante más relevante que son los sulfuros que se encuentran en el efluente de la etapa de pelambre, a través de la metodología oxidación- aireación con la utilización de catalizadores siendo de esta manera una alternativa eficiente, sustentable, accesible y sobre todo fácil de implementar en la industria de producción de cuero. En consecuencia, tendremos una industria sana, sostenible tanto para los empresarios de la industria del cuero, la sociedad en general y el cuidado medio ambiente, contribuyendo de esta manera una mejora de su imagen como industria, en el ahorro energético, reducción de costos, la reducción del deterioro

de la calidad del agua, el cumplimiento de la normativa ambiental vigente y sobre todo mantener un desarrollo de la actividad en forma sustentable. En especial, la reducción de sulfuros en la etapa de pelambre, considerada una etapa de mayor contaminación lo que constituye más del 50% de la reducción de los contaminantes presentes en el efluente total de vertimiento al alcantarillado.

En esta problemática, al implementar esta tecnología contribuiría a las generaciones futuras tanto al mundo de la industria, estudiantes y la sociedad, la incorporación de nuevos catalizadores o el estudio sobre las características principales que permitan la mejor eficiencia posible en la remoción de sulfuros y otros contaminantes que son característicos del efluente que tengan mayor alcance y efectividad; al reconocer la eficiencia de la reducción de estas características del efluente contribuirían en la formación de nuevos procesos y sistemas a escala industrial en su mejora.

1.6. Hipótesis

A mayor concentración del manganeso (MnO_2 y $MnCl_2$) y a mayor tiempo de aireación tienen el efecto de acelerar el proceso de remoción de los sulfuros del efluente de la etapa de pelambre del proceso de curtido.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Demostrar el efecto de la concentración del manganeso (MnO_2 y $MnCl_2$) y el tiempo de aireación en la remoción de sulfuros del efluente en la etapa de pelambre del proceso de curtido.

1.7.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la concentración del manganeso (MnO_2 y $MnCl_2$) en la remoción de sulfuros del efluente en la etapa de pelambre del proceso de curtido.
- Analizar el efecto del tiempo de aireación en la remoción de sulfuros del efluente en la etapa de pelambre del proceso de curtido.

- Determinar estadísticamente cuál de las combinaciones de los catalizadores es más eficiente en la remoción de sulfuros del efluente en la etapa de pelambre del proceso de curtido.
- Comparar con el parámetro (sulfuros) según lo establecido en el D.S. N° 021-2009-vivienda.

II. MÉTODO

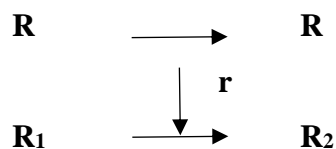
Esta investigación es carácter experimental, ya que está dirigido en modificar las variables, de manera que al implicar variables puedan producir un efecto en la remoción de sulfuros; de enfoque cuantitativo ya que mide magnitudes numéricas que pueden ser tratadas mediante herramientas del campo de la estadística. Por su alcance de manera causal, la cual se describe como que las variables como la concentración de la sustancia que contiene al manganeso como catalizador (MnO_2 y $MnCl_2$), y el tiempo de aireación produzca algunos cambios en la variable dependiente que es la remoción de sulfuros de efluente en la etapa de pelambre del proceso de curtido, para luego compararlos (Hernández [*et al.*], 2010).

2.1. Diseño de investigación

La investigación presenta un diseño experimental tipo trifactorial ($2 \times 3 \times 2$), la cual consta de tres factores (3 variables independientes):

- El tipo de sustancia que contiene al manganeso como catalizador MnO_2 y $MnCl_2$
- concentración de sustancia que contiene al manganeso como catalizador (0,5; 1 y 1,5%)
- Tiempo de aireación (4 y 8 horas)

Simbología:



En la siguiente tabla se muestra una relación de las variables independientes tipo y cantidad de concentración del catalizador y el tiempo de aireación.

Tabla N° 2: Diseño de investigación

Tiempo de aireación	Sustancia que contiene al manganeso como catalizador						N° de repeticiones
	A*			B*			
	A ₁	A ₂	A ₃	B ₁	B ₂	B ₃	
t ₁	A ₁ t ₁	A ₂ t ₁	A ₃ t ₁	B ₁ t ₁	B ₂ t ₁	B ₃ t ₁	3
t ₂	A ₁ t ₂	A ₂ t ₂	A ₃ t ₂	B ₁ t ₂	B ₂ t ₂	B ₃ t ₂	

*Cantidad de sustancia que contiene al manganeso como catalizador administrado en % de la masa de la solución.

Fuente: Propia.

Donde:

A*: Oxido de manganeso (MnO₂)

A₁: Concentración de MnO₂ (0,5%)

A₂: Concentración de MnO₂ (1%)

A₃: Concentración de MnO₂ (1,5%)

B*: Cloruro de Manganeso (MnCl₂)

B₁: Concentración de MnCl₂ (0,5%)

B₂: Concentración de MnCl₂ (1%)

B₃: Concentración de MnCl₂ (1,5%)

T₁=Tiempo de aireación 4 horas

T₂=Tiempo de aireación 8 horas

Teniendo en cuenta que se realizarán 3 repeticiones con un total de 46 experimentos.

2.2. Variables, operacionalización.

2.2.1. Identificación de variables:

2.2.1.1. Variable independiente.

En esta investigación las variables independientes son:

- la sustancia que contiene al manganeso como catalizador que son óxido de manganeso (MnO_2) y cloruro de manganeso (MnCl_2), ambas con (0,5; 1 y 1,5%) de concentración y
- el tiempo de aireación (4 y 8 horas).

2.2.1.2. Variable dependiente.

En esta investigación la variable dependiente es la remoción de sulfuros de efluente en la etapa de pelambre del proceso de curtido.

Tabla N° 3: Operacionalización de variables

	Variable	Subvariable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Escala de medición
Dependiente	Remoción de sulfuros de efluente en la etapa de pelambre		Porcentaje de remoción de sulfuro removido mediante el proceso de óxido-aireación con la influencia de la sustancia que contiene al manganeso como catalizador MnO ₂ y MnCl ₂	$\%R = \frac{C_{iS=} - C_{fS=}}{C_{iS=}} \times 100$ <p>En donde: %R= % de remoción de sulfuros C_{iS=}= Concentración inicial de sulfuros C_{fS=}= Concentración final de sulfuros</p>	% de remoción de sulfuros	Cuantitativa de razón
Independiente	Sustancia que contiene al manganeso como catalizador	MnO ₂ y MnCl ₂	sustancia que contiene al manganeso como agente acelerante de la reacción (catalizador) empleado para el proceso de óxido-aireación	Se evaluarán dos tipos de sustancia que contiene al manganeso como catalizador MnO ₂ Y MnCl ₂	-	Cualitativa
		Concentración	Cantidad del agente acelerante (catalizador) de la reacción por litro de la solución	Se evaluaron en tres concentraciones de MnO ₂ y MnCl ₂ (0,5; 1 y 1,5%)*	g/l	Cuantitativa de razón
	Tiempo de aireación		Magnitud física con la que se mide la duración en la que se proporciona aire (O ₂) al efluente	Se evaluaron dos tiempos (4 y 8 horas) mediante un cronómetro calibrado.	Horas	Cuantitativa

* Cantidad de sustancia que contiene al manganeso como catalizador administrado en % de masa de la solución

Fuente: Propia

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La población estuvo definida por el volumen del efluente de la etapa de pelambre del proceso de curtido de la curtiembre León de Judá.

2.3.2. Muestra

La muestra fue obtenida mediante un muestreo aleatorio simple representada en 5 litros por cada tratamiento, obtenida en el escurrido del botal de la etapa de pelambre del proceso de curtido de la curtiembre León de Judá, el mismo que fue muestreado de acuerdo con el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales de la autoridad nacional de agua (Resolución jefatural N°010-2016-ANA)

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

2.4.1. Técnicas e instrumento de recolección de datos

La determinación de sulfuros del efluente residual de la etapa de pelambre del proceso de curtido, se realizó mediante el método normalizado para el análisis de aguas residuales.

Tabla N° 4: Parámetro y método de ensayo en el efluente de pelambre

Parámetro	Norma-método	Límite de detección
Sulfuros	SMEWW-APHA-AWWA- WEF, Part 4500 A, D y F. 23rd Ed. 2017	<0.021 mg/L
pH	SMEWW-APHA-AWWA- WEF, Part 4500-H+ B, 22nd Ed.2017	-
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA- WEF Part 2550 B, 22nd Ed.	-

Fuente: Nkap

Los instrumentos que se utilizaron:

- Ficha técnica que el laboratorio acreditado
- Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales de la autoridad nacional de agua.

2.4.2. Validación y confiabilidad

Para la validación y confiabilidad de análisis del pre y post análisis de las muestras, las cuales se llevaron a cabo en un laboratorio acreditado por INACAL (Instituto nacional de calidad).

2.5. Métodos de análisis de datos

2.5.1. Obtención y conservación de la muestra

ETAPA 1: Muestreo del efluente de la etapa de pelambre: Para obtener el efluente de pelambre se tomó de la curtiembre León de Judá ubicado en la avenida Hipólito Unanue N°549, del distrito el Porvenir, de la provincia de Trujillo, con coordenadas UTM 720360.84 E 9106776.69 S (Ver figura N° 2)



Figura N° 2: Ubicación geográfica del punto de muestreo de la curtiembre León de Judá

Fuente: Google earth

Se muestreo del agua residual de acuerdo con el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales de la autoridad nacional de agua.

ETAPA 2: Filtración de muestra: Se realizó un filtrado con un tamiz de malla #70 (210 μm) con el fin de eliminar todos los residuos de pelo o material de queratina que forman parte del efluente para que no intervenga en el proceso.

2.5.2. Construcción del sistema batch-process

Se construyó tres reactores, basado en el prototipo de reactor batch – process pues, cada uno fue utilizado para cada sustancia que contiene al manganeso como catalizador (MnO_2 y MnCl_2) y el testigo (solo inyectando oxígeno como agente oxidante), con respecto a la bomba de aire se colocó en medio del tanque para que de esa manera el flujo de alimentación de oxígeno (0,2 l/min) de manera que sea homogéneo y constante desde la parte superior se introdujo a través de una manguera unida a un dispersor de aire, con un diámetro de 2,5 cm.

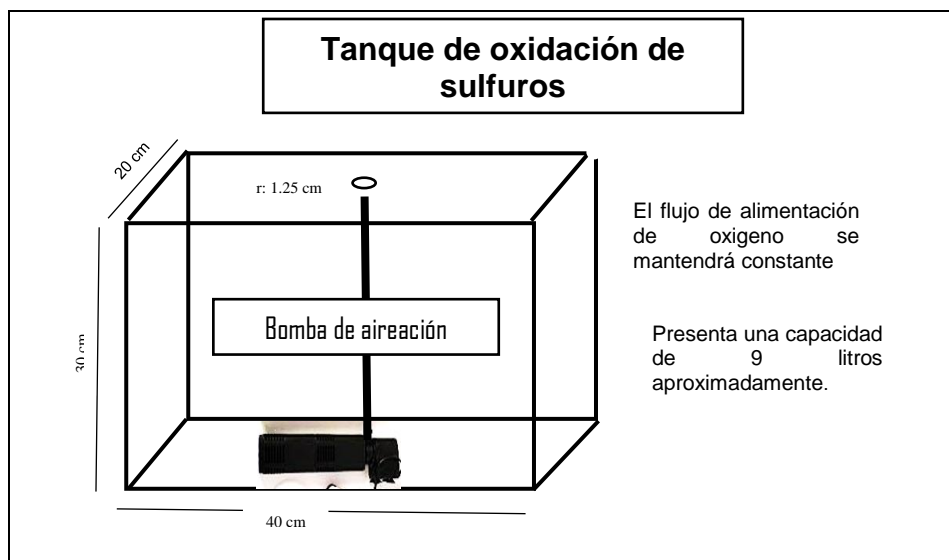


Figura N° 3: Sistema batch del proceso de remoción de sulfuros del efluente de la etapa de pelambre del proceso de curtido

Fuente: Propia

2.5.3. Proceso de oxidación

Se agregarán 5 litros de muestra del efluente en los reactores, simultáneamente se prenderá la bomba que incorporará el oxígeno como agente oxidante, manteniendo un flujo de alimentación de 0,2 l/min siendo este de manera constante, dos de los reactores se incorporaran los catalizadores y solo uno quedo solo como el testigo. Este tanque se le añadieron los catalizadores con sus respectivas concentraciones, a medida de 4 horas se tomaron una muestra de cada reactor, que fueron llevados al laboratorio para que sean analizados, ósea, el cloruro de manganeso se le añadió (0,5% respecto a la masa de la solución), pasado las 4 horas se tomó el primer muestreo, asimismo, 4 horas más tarde se tomó una nueva muestra de agua, de igual manera se realizó para las concentraciones de MnO_2 (IV) de 1 y 1,5% y para el MnCl_2 .

2.5.4. Evaluación

La muestra fue llevada al laboratorio para su respectivo análisis en donde se añadió agentes preservantes como Acido de zinc (ZnO) e Hidróxido de sodio (NaOH) ambas 15 gotas agregadas a la muestra, para ello se empleó el método empleado para el análisis fue por **azul de metileno** (Anexo N° 2)

2.5.5. Análisis de datos

Para el análisis de los datos en principio se aplicó el promedio (\bar{X}) y la desviación estándar (σ), para que de esa manera los resultados permitirán una mayor validez respecto a los análisis, por otro lado, también se realizó el análisis de la varianza (Anova) que se considera una herramienta estadística que se usará en la investigación para comparar entre sí las medias o varianzas de los resultados obtenidos en cada grupo de análisis desarrollados en laboratorio los cuales son la concentraciones de los catalizadores y en tiempo de aireación. La prueba post hoc (Tukey) donde se considera para determinar el tratamiento más efectivo con respecto a la investigación.

2.5.6. Aspectos éticos

Toda información me comprometo a respetar la propiedad intelectual, la veracidad de los resultados, la confiabilidad de la muestra, así como a tomar los datos consentidos por la empresa respetando la privacidad de ella que me contribuyó con el agua de la etapa de pelambre, para la realización de los análisis asimismo; lo que respecta al aspecto ético, se muestra el respeto en las citas bibliográficas, a través de la norma ISO 690 de acuerdo a la normativa y políticas adoptadas por la Universidad César Vallejo.

III. RESULTADOS

Se evaluaron las condiciones iniciales del agua residual del efluente de la etapa de pelambre de la curtiembre León de Judá, antes de la aplicación del tratamiento de óxido-aireación; el cual se detallan en la Tabla N° 5 y 6; estos parámetros se compararon con los VMA valores máximos admisibles (Anexo N°1)

Tabla N° 5. Concentración inicial de sulfuros

Sulfuros (mg/l)			Promedio
1 rep	2 rep	3 rep	\bar{X}
2336	2224	2107	2222,3

Fuente: Propia

Tabla N° 6.Condiciones iniciales

Parámetro	Efluente inicial de la etapa de pelambre	VMA para descargas al sistema de alcantarillado
pH	10	6-9
T (°C)	26	-
Sulfuros (mg/l)	2222,3*	5

*Valor promedio de la determinación de sulfuros en el efluente

Fuente: Propia

La tabla N°6 detalla los resultados de la caracterización del efluente de la etapa de pelambre de la curtiembre León de Judá donde se obtuvo que el pH y sulfuros sobrepasan los VMA (valores máximos admisibles).

Ensayo de remoción de sulfuros en función del tiempo de aireación

A continuación se presenta la influencia que tiene el proceso de óxido-aireación, el cual se tiene como agente oxidante el oxígeno (O₂), estos datos fueron tomados en dos tiempos (4 y 8 horas).

Tabla N° 7. Concentración de sulfuros del efluente de pelambre en relación al tiempo de aireación.

Tiempo de aireación (Horas)	Concentración de sulfuros (mg/l)			Promedio \bar{X}
	1 rep	2 rep	3 rep	
4	2207	2094	1975	2092
8	2094	1979	1886	1986,3

Fuente: Propia

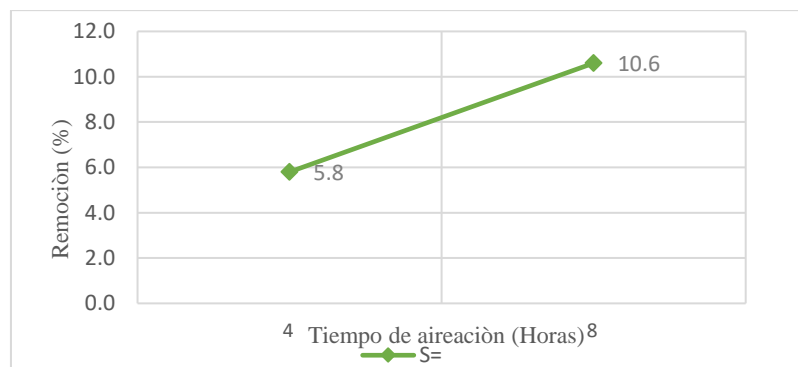


Figura N° 4: Porcentaje de remoción de S⁼ en función del tiempo de aireación.

Fuente: Propia

En la figura N° 4, se detalla la remoción de sulfuros sin catalizador durante el proceso de óxido-aireación donde se observa que a mayor tiempo de aireación mayor será la remoción, siendo de esta manera una relación directa entre las dos variables.

Influencia de la concentración del manganeso (MnCl₂ y MnO₂) y tiempo de aireación en la remoción de sulfuros por el proceso de oxidación catalítica.

A continuación en las tablas N° 8 y 9 se describe la concentración de sulfuros en función del tipo y concentración del catalizador y el tiempo de aireación.

Tabla N° 8. Concentración de sulfuros del efluente de pelambre en relación al catalizador (tipo y concentración) a 4 horas de aireación.

Tipo de catalizador	Concentración del catalizador (%)	Concentración de sulfuros (mg/l)			Promedio \bar{X}
		1 rep	2 rep	3 rep	
MnO ₂	0,5	2133	2078	1901	2037,3
	1	1603	1467	1420	1496,7
	1,5	1081	953	881	971,7
MnCl ₂	0,5	1771	1675	1550	1665,3
	1	1140	1034	944	1039
	1,5	477	371	281	376,3

Fuente: Propia

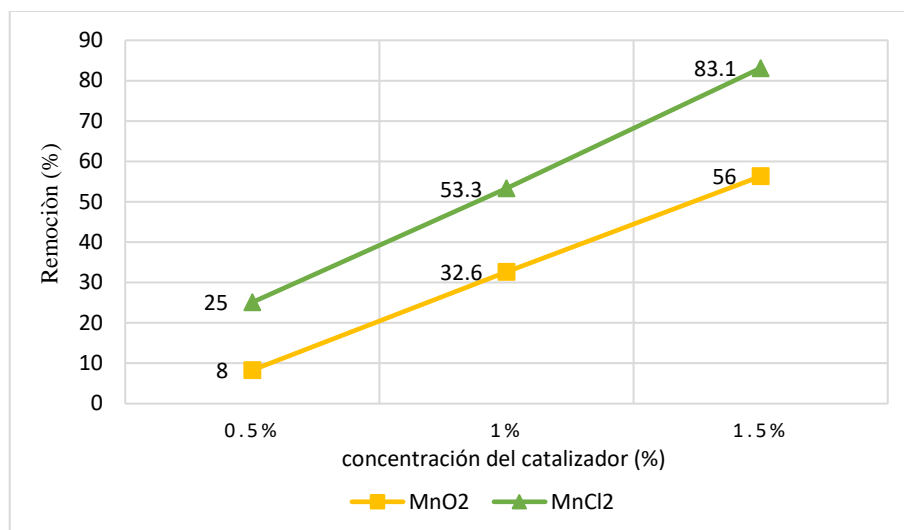


Figura N° 5: Porcentaje de remoción de S²⁻ en función a la concentración de catalizadores a 4 horas de aireación.

Fuente: Propia

En la figura N° 5, se observa una relación directa entre la concentración del catalizador y el porcentaje de remoción de sulfuros (S²⁻), donde los mejores resultados de remoción se obtuvieron con MnCl₂ (83,1%).

Tabla N° 9. Concentración de sulfuros del efluente de pelambre en relación al catalizador (tipo y concentración) y el tiempo de aireación de 8 horas.

Tipo de catalizador	Concentración del catalizador (%)	Concentración de sulfuros (mg/l)			Promedio \bar{X}
		1 rep	2 rep	3 rep	
MnO ₂	0,5	1868	1756	1664	1762,7
	1	1340	1213	1152	1235
	1,5	825	695	651	723,7
MnCl ₂	0,5	1450	1350	1224	1341
	1	812	709	619	713,3
	1,5	119	14	0	44,3

Fuente: Propia

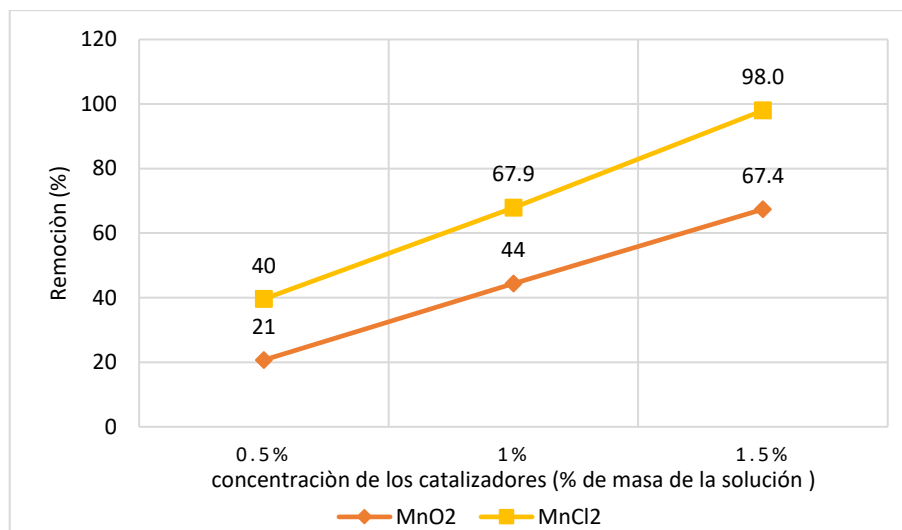


Figura N° 6: Porcentaje de remoción de S²⁻ respecto a la concentración de catalizadores a 8 horas de aireación.

Fuente: Propia

En la figura N° 6, Se observó que el efluente en presencia del proceso de óxido-aireación con la presencia de catalizadores tuvo un mayor porcentaje de remoción, logrando una mejor remoción con un 98% con 1,5% de MnCl₂, mientras que solo un MnO₂ logra 56,8%.

IV. DISCUSIÓN

De los datos obtenidos en la tabla N° 6, tanto el pH y la concentración de sulfuros no cumplen con los valores máximos admisible establecidos; teniendo una concentración inicial de sulfuros con una diferencia ($2222,3 - 5 = 2217,3$ ppm) muy demostrativa, estos resultados conciertan con (Portada, 2016, p. 74) en el cual al determinar la caracterización de agua residual de la etapa de pelambre tuvo como resultado 1127,59 mg/L, la que se debe principalmente al empleo excesivo de insumos químicos como el sulfuro de sodio (Na₂S) y cal (Ca(OH)₂).

Al incorporar como tratamiento la oxido-aireación, tal como se aprecia en la **figura N° 4**, del cual se determinó la eficiencia del tratamiento, logrando hasta un 10,6% de remoción de sulfuros con un tiempo de 8 horas teniendo una alcalinidad (pH) muy básica 10 y una alta concentración de sulfuros (2222,3 ppm), con tasa de flujo de aire 0,2 l/min lo cual este resultado discrepa con (**Kothiyal, et. al; 2016, p. 529**), quien obtuvo mayor porcentaje de remoción de sulfuros, 40,07 %, con un tiempo de aireación de 7 h y usando una tasa de flujo de aire 0,5 l/min a un pH 8; esta diferencia se deba a distintos factores que influyen en la eficiencia de la remoción como la cantidad de sulfuros, pH y la tasa de flujo de aire (incorpora al O₂), donde a mayor concentración de sulfuros y la alcalinidad sea más alta ocasiona una disminución en la eficiencia de su remoción; al mismo tiempo al ser el O₂ como agente oxidante, este es consumido por el sulfuros durante el proceso al tener flujo de aire mayor será la eficiencia (**Prabahakaran, et. al., 2016, p. 1009**).

Con el fin de mejorar el tratamiento de sulfuros se le incorporan catalizadores, ya que tiene como función principal acelerar la reacción, mas no intervenir en la termodinámica de esta (**Avery, 2002, p.125**) razón por la cual en la presente tesis se emplearon al manganeso como catalizador en forma de MnO₂ y MnCl₂ respecto al tiempo de aireación la cual se puede apreciar en la **figura N° 5** en donde se observa una remoción 83,1% de sulfuros con 1,5% de MnCl₂ con un tiempo de aireación de 4 horas, a diferencia de (**Jarrin, 2016, p. 27**) en su investigación en donde empleó el proceso de oxidación avanzada (POA's) aplicando el sistema FENTON con H₂O₂ y FeSO₄ con concentraciones de 500 y 75 ppm a un tiempo de 4 horas alcanza una remoción de 58,94%; viendo de esta manera una diferencia de (83,1-58,94=24,8%) haciendo que de esta manera el tratamiento de óxido-aireación con el empleo de MnCl₂ es mucho más efectivo que la oxidación avanzada, asimismo (**Kothiyal, et. al; 2016, p. 525**), en su investigación, el cual emplea como catalizador (MnSO₄) logra una efectividad de 76,84% con 5% en peso de Na₂S lo que demuestra que la oxidación de sulfuro usando MnSO₄ es más efectivo que ferroso sulfato (FeSO₄) lo mismo hace referencia a que nuestra investigación resulta ser de mayor eficiencia se logra, siendo esta más efectiva.

En la **figura N° 6**, se puede apreciar que al presenta 1,5% de concentración de MnCl₂ logra una remoción de 98%, en el doble tiempo que en la figura N° 5, este

logrado con un flujo de alimentación constante de oxígeno de 0,2 l/min (0.003 l/seg, manteniendo un pH de 10, lo que hace que se difiera con **(Salas , 2005, p.49)** en donde realizó el mismo tratamiento empleando como catalizador MnSO_4 (3,2 mg MnSO_4 / ml S^{-2}) logrando una remoción alta (98,9%) en 6 horas teniendo un flujo de alimentación de 0,008 l/sg, asimismo al presentarse este efluente a un pH de 13(significando de esta manera una mayor inestabilidad y una menor concentración de sulfuro ácido) , lo que hace que para la efectividad de remoción de S^{-2} influyen de manera directa sea mucho mayor. Asimismo al presentar un mayor flujo de alimentación de O_2 , y una alcalinidad (pH) mucho más básica hace que este tratamiento se dé mayor efectividad.

Como se evidenció en la presente investigación, los mejores promedios de remoción de sulfuros 98 %, fueron alcanzados con el manganeso en su estado de oxidación +2, en forma de MnCl_2 logra de manera significativa la remoción de sulfuros del efluente de la etapa de pelambre (2222,3 ppm hasta 44,3 ppm siendo esta la de mayor significancia), aunque de esta manera aún no se logra con lo determinado en la normativa vigente (5 ppm) asimismo, los investigadores **(Peláez y Viñas, 1998, p. 2)** reportaron que a pH básico (<7) la reacción de oxidación catalítica de sulfuros, el Mn^{+2} aparece como un hidróxido prácticamente insoluble lo que se trata netamente de una reacción heterogénea gas – sólido – líquido y su velocidad va ser influido por la transferencia de masa – gas – líquido y por la forma de contacto y concentración del catalizador.

Por otro lado, al estar en manganeso en su estado de oxidación +4 en forma de MnO_2 a 1.5% de concentración alcanza tan solo un 67% de remoción lo que hace que concuerde con **(Virgilius, et al; 2006, p. 626)** quien menciona que al presentar como catalizador al MnO_2 ocurre 2 estados diferentes: Al tener al Na_2S como insumo químico, esta hace que permita presente hidróxido de manganeso dentro de la reacción; el segundo estado ocurre la reacción catalítica de Na_2S y el O_2 del aire, ambos estados funcionan de manera independiente permitiendo que tanto parámetros como el pH, temperatura y el flujo de alimentación del oxígeno y la temperatura influyan de manera directa a la oxidación catalítica.

V. CONCLUSIONES

- La concentración del manganeso (MnO_2 y MnCl_2) y el tiempo de aireación tienen el efecto de acelerar el proceso de remoción de los sulfuros a través de la oxidación de estos disminuyendo de esta manera la carga contaminante del efluente de la etapa de pelambre del proceso de curtido, Logrando que a 1,5% de MnO_2 y MnCl_2 y un tiempo de aireación de 8 horas una remoción de 83,1 y 98% de sulfuros respectivamente, siendo este último el de mayor eficiencia.
- El efecto del tiempo de aireación en la remoción de sulfuros del efluente en la etapa de pelambre del proceso de curtido a un tiempo de aireación de 4 horas solo se logra una remoción de 5,9% mientras que a 8 horas 10%.
- Se determinó estadísticamente (pruebas post hoc de Tukey y Scheffé) que de las combinaciones de los catalizadores más eficiente en la remoción de sulfuros del efluente en la etapa de pelambre del proceso de curtido es de 1,5% de concentración de MnCl_2 a un tiempo de 8 horas.
- Según lo establecido en el D.S. N° 021-2009-VIVIENDA, en el cual menciona que el valor máximo admisible (VMA) para sulfuros es de 5 ppm mientras que se logró una remoción hasta 44,3 ppm siendo este valor un por encima de los estimado con una concentración inicial de 2222,3 ppm logrando así un 98% de remoción de sulfuros.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para mejorar el proceso de óxido-aireación, se mencionan a continuación:

- Realizar un estudio con nuevas variables como el pH, temperatura, tamaño de burbuja de oxígeno en la oxidación catalítica de sulfuros que de alguna manera influyen en el proceso.
- Realizar estudios de nuevos mecanismos de reacción de catalizador a base de manganeso con sus diferentes estados de oxidación.
- Se sugiere que se utilice otros tipos de catalizadores para lograr obtener una mayor remoción de la carga de contaminantes.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

1. American public health association (APHA), the american water works association (AWWA), and the Water environment federation (WEF). Standard methods for examination of water and wastewater. 22.^a ed. Washington: American public health association, 2012.1360 pp.
ISBN 978-087553-013-0
2. AVERY, He. Cinética química básica y mecanismos de reacción. Barcelona: Reverté S.A., 2002.145 pp.
ISBN 84-291-7030-8.
3. BARRETTO, Silvia. Diseño de calzado urbano. Buenos aires: Nobuko, 2006.
199 pp.
ISBN 987-584-041-6.
4. Chemical and biological treatment technologies for leather tannery chemicals and wastewaters: A review por Giusy Lofrano [*et al.*]. Italy: Revista Science of the total environment, (613): 265-281. 2013.
ISSN 0048-9697.
5. Congreso nacional del medio ambiente. *Guía para el control de la contaminación industrial. Sistema Nacional de Información Ambiental*. [En línea] Región metropolitana, junio de 1999. [Citado el: 17 de 09 de 2017.]
http://www.sinia.cl/1292/articles-39927_recurso_1.pdf .
6. CONTRERAS, Sheyla y SALVADOR, Katerinne. Influencia del pH y tiempo de aireación en la remoción de sulfuros en efluentes provenientes de la etapa de pelambre de la industria de curtiduría utilizando ácido fórmico, acético y cítrico. Tesis (Título de ingeniero ambiental).Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2015.
Disponibile en <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3260>
7. DE UGARRIZA, Sergio. Terminología comercial agropecuaria (TERCOMA). Argentina: Universidad Católica de Santa, 2009. 134 pp.
ISBN 978 950623 050 0.

8. DIDIER, Astruc. Química Organometálica. España: Reverté S.A. 2013.57 pp.
ISBN 84 291 7007 3.
9. GUZMÁN, Katherine y LUJÁN, Marcos. Reducción de emisiones de la etapa de pelambre en el proceso de curtido de pieles. Revista Acta nova, 4 (4): 464 – 491, 2010.
ISSN 1683-0789.
10. HERNÁNDEZ, Roberto [*et al.*]. Metodología de la investigación. 5^{ta} ed. México: McGRAW-HILL, 2010. 656 pp.
ISBN: 978-607-15-0291.
11. JARRÍN, Lorena. Reducción de sulfuros en el agua residual de la industria de la curtiembre. Tesis (Título de ingeniera química). Quito: Universidad Central de Ecuador, 2016.
Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6907>
12. KOTHIYAL, Mahesh; DHIMAN, Sharinjeet y KAUR, Mandheer. A comparative study on removal efficiency of sulphide and COD (demande chimique en oxygen) from the tannery effluent by using oxygen injection and aeration. Revista International journal of environmental research, 10 (4): 525-530, 2016.
ISSN: 1735-6865
13. MENDÉZ, Ramón [*et al.*]. Producción limpia en la industria de curtiembre. España: Universidad de Santiago de Compostela, 2007. 15 pp.
ISBN: 978-84-9750-796-7.
14. MOHAMED, Necer y RACHID, Smain. The circular economy concept applied to non – productive structures: Case of the wastewater processing station of a tannery Algeria. Revista International scholars journal, 3 (4): 225 – 230, 2015.
ISSN: 2375-0707.

15. PELAEZ, Hedy y VIÑAS, María. Minimización de costos en la oxidación de sulfuros en curtiembres. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental Lima, Perú. 1998
16. PORTADA, Alberto. Tratamiento de aguas residuales del proceso de curtido en pieles por proceso físico- químico de la curtiembre de la Facultad de Ingeniería Química de la UNA-PUNO. Tesis (Título de ingeniero químico). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2016.
Disponible en <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4061>
17. PRABHAKARAN, Narayanasamy, SWARNALATHA, Chittur y SEKARAN, Kalaipuli. Catalytic oxidation of sulphide laden tannery wastewater without sludge production. New York: Aisect university journal.2016. pp. 1008 – 1015. ISBN: 2278-4187.
18. SALAS, Gilberto. Eliminación de sulfuros por oxidación en el tratamiento del agua residual de una curtiembre. Revista peruana de química e ingeniería química. Perú: (8): 49 – 54. 2005.
ISSN 1609-7599.
19. SALVADOR, Claudio. Historia de la industria curtidora argentina. Argentina: Dunken.2013. 20 pp.
ISBN: 978-987-02-6872-7.
20. Síntesis de catalizadores nano estructurados basados en óxido de manganeso para la eliminación de n-hexano por Gino Picasso [*et al.*].Lima: Revista de la Sociedad Química del Perú, 77 (1):11-26, 2011.
ISSN 1810-634X.
21. TAYUPANDA, Segundo. Diseño de un sistema de tratamiento de agua residual del proceso de pelambre para su reutilización, curtiembre pieles “PUMA”. Tesis (Título de ingeniero químico). Quito: Escuela superior Politécnica de Chimborazo, 2010.
Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2650>

22. VARSHA, Midha y APURBA, Dey. Biological treatment of tannery wastewater for sulfide removal: Revista: International journal of chemical sciences, 6 (2): 472-486, 2008.
ISSN: 0972-768x
23. VIRGILIJUS, Valeika; KESTUTIS, Beleška y VAINETA. Valeikienė. Oxidation of Sulphides in Tannery Wastewater by Use of Manganese (IV) Oxide: Revista: Polish Journal of Environmental Studies. 15 (4): 623-629, 2016.
ISSN: 1230-1485.

ANEXOS

Anexo N° 1: Valores máximos admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario

Art. 3° Definición de valores máximos admisibles (VMA)

Los valores máximos admisibles (VMA), son 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, que al ser estos superiores a los parámetros aprobados (Anexo N° 1, y Anexo N° 2) estos causan daño de tanto inmediato o de manera progresiva a las instalaciones, infraestructura sanitaria, y tienen den a influir negativamente en los procesos de tratamiento de aguas residuales.

ANEXO N° 01

PARÁMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	DBO5	500
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	DQO	1000
Sólidos Suspendidos Totales (S.S.T)	mg/L	S.S.T.	500
Aceites y Grasas (A y G)	mg/L	A y G	100

ANEXO N° 02

Valores Máximos Admisibles ⁽¹⁾

PARÁMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Aluminio	mg/L	Al	10
Arsénico	mg/L	As	0.5
Boro	mg/L	B	4
Cadmio	mg/L	Cd	0.2
Cianuro	mg/L	CN	1
Cobre	mg/L	Cu	3
Cromo hexavalente	mg/L	Cr ⁺⁶	0.5
Cromo total	mg/L	Cr	10
Manganeso	mg/L	Mn	4
Mercurio	mg/L	Hg	0.02
Níquel	mg/L	Ni	4
Plomo	mg/L	Pb	0.5
Sulfatos	mg/L	SO ₄ ⁻²	500
Sulfuros	mg/L	S ⁻²	5
Zinc	mg/L	Zn	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	NH ⁺⁴	80
pH ⁽²⁾		pH	6-9
Sólidos Sedimentables ⁽²⁾	mL/L/h	S.S.	8.5
Temperatura ⁽²⁾	°C	T	<35

(1) La aplicación de estos parámetros a cada actividad económica por procesos productivos, está precisada en el reglamento de la presente norma tomando como referencia el código CIIU. Aquellas actividades que no estén incluidas, en este código deberán cumplir con los parámetros indicados en el presente Anexo.

Anexo N° 2: Methylene blue method

(APHA-AWWA-WEF-part I 4500-A,D Y F 22nd ed.2012)

1. Equipo y material

- Tubos nessler
- Goteros
- Espectrofotómetro (longitud de onda de 664 nm)

2. Reactivos.

2.1. Solución madre de ácido amino sulfúrico.

Disolver 27 g de N, N- dimetil - p - fenilendiamina oxalato en una mezcla fría de 50 cm de H₂SO₄ concentrado y 20 ml de agua. Enfriar y diluir a 100 ml con agua.

2.2. Reactivo ácido amino sulfúrico.

De la solución madre se toman 25 ml y se diluyen con 975 ml de solución de H₂SO₄ (1 + 1).

2.3. Solución de cloruro férrico.

En 40 ml de agua se disuelven 500 g de FeCl₃ 6H₂O.

2.4. Solución de ácido sulfúrico, H₂ SO₄ (1 + 1).

2.5. Solución de fosfato ácido de amonio.

Disolver 400 g de (NH₄)₂ HPO₄ en 800 ml de agua.

2.6. Solución I de azul de metileno.

Disolver 1 g de azul de metileno en agua y aforar a un litro, el reactivo se debe valorar con soluciones de composición conocida de sulfuros y ajustar su concentración.

2.6.1.1. Valoración.

En un vaso de precipitación de 100ml se colocan varios gramos de Na₂S-9 H₂O y se incorpora agua hasta cubrirlo por completo, luego agitar luego agitar y pasar a otro; de esta se le adicionara una gota a un litro de agua y mezclar, y proceder a determinar la concentración de sulfuros usando el

procedimiento de azul de metileno y el lodométrico.

2.7. Solución II de azul de metileno.

De la solución I recién ajustada, tomar 10 ml y diluirlos a 100 ml.

3. Procedimiento.

3.1. Desarrollo del color.

En cada uno de los dos tubos de comparación se colocan 7.5 ml de la muestra, llenándolos hasta sus marcas usando una pipeta. Al tubo A se le adiciona 0.5 ml de reactivo ácido amino sulfúrico y 0.15 ml de la solución de cloruro férrico mezclar por inversión una sola vez

Al tubo B se le adiciona 0.5 ml de solución de H_2SO_4 (1 + 1) y 0.15 ml de solución de $FeCl_3$ y se mezcla.

Si en el tubo A aparece un color azul, indicará la presencia de sulfuros. Usualmente el desarrollo del color se completa en un minuto; pero por lo regular el tiempo es mayor para desvanecer el color rosado que aparece al principio. Después de 5 minutos, a cada tubo, A y B se le añaden 1.6 ml de $(NH_4)_2HPO_4$ y después de 10 minutos se comparan los colores.

3.2. Determinación del color.

3.2.1. Estimación visual del color.

Al tubo B se le añade solución de azul de metileno I o II, dependiendo de la concentración de sulfuros, gota a gota hasta igualar el color con el tubo A. Si la concentración de sulfuros excede, esta se debe repetir diluyendo la muestra. Si la solución I del azul de metileno se ajusta de manera que una gota sea igual a 1.0 mg sulfuro/L, y cuando se emplean 7.5 ml de muestra:

$$\text{mg s}^2/\text{L} = \text{n}^\circ \text{ de gotas de la solución I} + 0.1 (\text{n}^\circ \text{ de gotas de la solución II}).$$

3.2.2. Medida fotométrica del color.

Se presentan 2 casos:

- Si la concentración de sulfuros está (0.1 -2 mg/L) se debe usar una celda con paso de luz de 1 cm.
- Si las concentraciones son mayores o menores, el límite mayor es 20 mg/L.

Con la muestra tratada del tubo B se calibra el instrumento.

LAS CURVAS DE CALIBRACIÓN:

Esta se preparó, sobre una base de la prueba colorimétrica, hecha contra soluciones de Na_2S , ambas analizadas por el método lodométrico; en este caso se gráfica la concentración / la absorbancia. La relación de una línea recta entre la concentración y la absorbancia se puede suponer para una concentración de 0 a 1.0 mg/L. Leer la concentración de sulfuros de la curva de calibración.

Anexo N° 3. Análisis estadísticos (ANOVA y TUKEY)

3.1. Análisis de varianza y comparaciones múltiples de Tukey de los promedios de remoción de sulfuro con relación a la concentración del manganeso ($MnCl_2$ y MnO_2) y tiempo de aireación en el proceso de oxidación catalítica.

El análisis de varianza de los promedios de remoción de sulfuros con relación a 2 niveles de tipo de catalizador ($MnCl_2$ y MnO_2), 3 niveles de concentración de catalizador (0,5 %, 1 % y 1,5 %) y 2 niveles de tiempo de aireación (4h y 8h) demuestra que existe diferencia significativa en los promedios de remoción de sulfuros con relación al tipo catalizador, concentración de catalizador y tiempo de aireación y sus interacciones, como se observa en la Tabla N° 10.

Tabla N° 10. Análisis de varianza de los promedios de remoción de sulfuro con relación al tipo catalizador, concentración de catalizador y tiempo de aireación.

Análisis de varianza de los promedios de remoción de sulfuro con relación al tipo catalizador, concentración de catalizador y tiempo de aireación.

F.V	SC	G.L	CM	F	Valor P
F1: tipo catalizador	2786,784	1	2786,784	39,399	0,000(*)
F2: concentración catalizador (%)	12231,849	2	6115,924	86,466	0,000(*)
F3: tiempo aireación (Horas)	574,721	1	574,721	8,125	0,009(*)
F1 * F2	1149,120	2	574,560	8,123	0,002(*)
F1 * F3	408,579	1	408,579	5,776	0,024(*)
F2 * F3	476,473	2	238,236	3,368	0,051(*)
FI * F2 * F3	462,723	2	231,361	3,271	0,054(*)
Total	19787,824	35			

(*): La prueba resultó ser significativa ($p < 0,05$)

(n.s): La prueba resultó ser no significativa

Fuente: Análisis estadístico

Los valores de P del análisis de varianza, prueban la significancia estadística de cada uno de los factores y del efecto interactivo. Aquí podemos señalar que el factor tipo de catalizador tiene un efecto significativo sobre el porcentaje de remoción de sulfuros ($p < 0,05$) y lo mismo ocurre con el factor concentración de catalizador y tiempo de aireación que tienen un efecto significativo sobre el porcentaje de remoción de sulfuro ($p < 0,05$).

El efecto interactivo entre los 3 factores tiene un efecto significativo sobre el porcentaje de remoción de sulfuros ($p < 0,05$). Como tanto los tres factores tipo de catalizador, concentración y tiempo de aireación resultaron ser significativos, entonces, existe una diferencia entre el efecto de sus niveles. Por ello se procedió a determinar cuál es el mejor nivel, para esto aplicamos la prueba post ANOVA denominada comparaciones múltiples de Tukey, en la cual se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla N° 11. Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para los promedios de remoción de sulfuro, con relación a los 2 niveles del factor tipo de catalizador.

Tipo de catalizador	N	Media	significancia
MnCl ₂	18	61,15	****
MnO ₂	18	38,30	****

Fuente: Análisis estadístico

Esta tabla nos muestra las comparaciones múltiples de Tukey para determinar que niveles son significativamente diferentes de otras. Como se puede apreciar en la tabla se confirma la existencia de diferencia significativa entre los dos niveles de tipo de catalizador con un nivel de confianza del 95 % de confianza. Además debemos señalar que con el tipo de catalizador MnCl₂ se logró una mayor remoción de sulfuros (61,15 %).

Tabla N° 12: Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para los promedios de remoción de sulfuro, con relación a los 3 niveles del factor concentración catalizador.

Concentración catalizador (%)	N	Media	Significancia
1,5	12	76,20	****
1	12	49,55	****
0,5	12	23,43	****

Fuente: Análisis estadístico

Estos resultados nos muestran que si existe diferencias significativas entre los niveles del factor concentración de catalizador. Además debemos señalar que con la concentración de catalizador de 1,5 % ha originado la mayor remoción de sulfuro promedio (76,20 %).

Tabla N° 13: Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para los promedios de remoción de sulfuro, con relación a los 3 niveles del tiempo de aireación.

Tiempo aireación (Horas)	N	Media	Significancia
8	18	56,35	****
4	18	43,10	****

Fuente: Análisis estadístico

Estos resultados nos muestran que si existe diferencias significativas entre los niveles del factor tiempo de aireación. Además debemos señalar que con el tiempo de 8 h ha originado la mayor remoción de sulfuro promedio (56,35 %).

Tabla N° 14: Prueba de comparaciones múltiples de Tukey de los promedios de remoción de sulfuro, con las interacciones entre el tipo de catalizador y concentración de catalizador.

Orden de variación	Tipo de catalizador	Concentración catalizador (%)	Media	Significancia
6	MnCl ₂	1,5	90,54	****
5	MnO ₂	1,5	61,86	****
4	MnCl ₂	1	60,57	****
3	MnO ₂	1	38,54	****
2	MnCl ₂	0,5	32,35	****
1	MnO ₂	0,5	14,5	****

Fuente: Análisis estadístico

Esta tabla nos indica que si existen diferencias significativas entre la combinación de los diferentes niveles de los factores tipo de catalizador y concentración de catalizador. Debemos señalar que el promedio más alto de remoción de sulfuro (90,54 %) se alcanzó cuando se utilizó MnCl₂ y a una concentración de 1,5 %, y el valor más bajo de 14,5 % con el catalizador MnO₂ y a una concentración de 0,5 %. Además se observa en la misma tabla que con la interacción 2,3 y 4,5 los promedios de remoción sulfuros fueron estadísticamente similares.

Tabla N° 15: Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey de los promedios de remoción de sulfuro, con las interacciones entre el tipo de catalizador y tiempo de aireación.

Tipo de catalizador	Tiempo de aireación (horas)	Media	Significancia
MnCl ₂	8	68,52	****
MnCl ₂	4	53,79	****
MnO ₂	8	44,18	****
MnO ₂	4	32,42	****

Fuente: Análisis estadístico

Esta tabla nos indica que si existen diferencias significativas entre la combinación de los diferentes niveles de los factores tipo de catalizador y tiempo de aireación. Debemos señalar que el promedio más alto de remoción de sulfuro (68.52 %) se alcanzó cuando se utilizó MnCl_2 y durante 8 h de aireación y el valor más bajo de 32.42 % con el catalizador MnO_2 y durante 4 h de aireación.

Tabla N° 16: Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey de los promedios de remoción de sulfuro, con las interacciones entre el concentración de catalizador y tiempo de aireación.

Concentración de catalizador (%)	Tiempo de aireación (h)	Media	Significancia		
1,5	8	82,72	****		
1,5	4	69,68		****	
1	8	56,17			****
1	4	42,94			****
0,5	8	30,16			****
0,5	4	16,69			****

Fuente: Análisis estadístico

Esta tabla nos indica que si existen diferencias significativas entre la combinación de los diferentes niveles de los factores concentración de catalizador y tiempo de aireación. Debemos señalar que el promedio más alto de remoción de sulfuro (82,72 %) se alcanzó cuando se utilizó un concentración de 1,5 % y durante 8 h de aireación y el valor más bajo de 16,69 % con una concentración de catalizador 0,5 % y durante 4 h de aireación.

Tabla N° 17: Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey de los promedios de remoción de sulfuro, con las interacciones entre el tipo de catalizador, concentración de catalizador y tiempo de aireación.

Orden de variación	Tipo de catalizador	Concentración del catalizador (%)	Tiempo de aireación (horas)	Media	Significancia
12	MnCl ₂	1,5	8	98,01	****
11	MnCl ₂	1,5	4	83,07	****
8	MnCl ₂	1	8	67,90	****
10	MnO ₂	1,5	8	67,44	****
9	MnO ₂	1,5	4	56,28	**** ****
7	MnCl ₂	1	4	53,23	****
6	MnO ₂	1	8	44,43	**** ****
4	MnCl ₂	0,5	8	39,64	****
5	MnO ₂	1	4	32,65	**** ****
3	MnCl ₂	0,5	4	25,06	****
2	MnO ₂	0,5	8	20,68	**** ****
1	MnO ₂	0,5	4	8,32	****

Fuente: Análisis estadístico

Esta tabla nos indica que el análisis de los promedios de remoción de sulfuros con relación a la interacción de los diferentes niveles de los factores tipo de catalizador, concentración de catalizador y tiempo de aireación confirma que no existe diferencia significativa en los promedios de remoción de sulfuros con las interacciones 8, 9 y 10; 6, 7 y 9; 4, 5 y 6; 5, 3 y 2; 2 y 1, pero con la interacción 12 se alcanzó el promedio más alto con una concentración de MnCl₂ 1,5 % y durante 8 h de aireación

Anexo N° 4: Panel fotográfico



Figura N° 7. Muestreo del efluente de la etapa de pelambre de la curtiumbre León de Judá



Figura N° 8. Filtración de la muestra con la malla (#27)



Figura N° 9. Tanques de oxidación con los equipos necesarios para la realización del análisis.



Figura N° 10. Incorporación de la muestra de agua (5 litros), a cada tanque



Figura N° 11. Dióxido de manganeso (IV) que es empleado para el tratamiento del efluente



Figura N° 12. En el tanque 1 se agregó el 0.5% de dióxido de manganeso



Figura N° 13. Muestreo respectivo de la muestra de cada tanque para su adición de los conservantes.



Figura N° 14. Adición de los conservantes ácido de zinc (ZnO) e Hidróxido de sodio ($NaOH$)



Figura N° 15. Rotulado de las muestras



Figura N° 16. Las muestras son colocadas en un culer que luego se le dará al laboratorio de NKAP

Anexo N° 5. Resultados según laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO No LE 026



INFORME DE ENSAYO

T-242-D218-BS

Pág. 01 de 03

CLIENTE : BERNABE SAAVEDRA SHIRLEY MARILIN
JR. JUNIN NRO 1590 - EL PORVENIR

METODO DE ENSAYO : Químico

ITEM DE ENSAYO : Agua Residual Industrial

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico
Preservadas

MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Trujillo, 19 de abril de 2018
Hora: 16:48

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Trujillo, 19 de abril de 2018

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Sulfuros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500 A, D y F. 23rd Ed 2017	<0.021 mg/L

Sello	Fecha Emisión	Jefe Administrativo	Jefe del Laboratorio de Química
	01/05/2018	 Alexandra Aurazo Rodríguez	 Edder Neyra Jaico

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

> Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

> Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del ensayo analizado por un tiempo máximo de 5 días después de emitido el Informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo requerimiento expreso del cliente

> Informes de ensayo 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.

INFORME DE ENSAYO

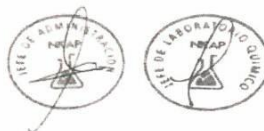
T-242-D218-BS

Pág. 02 de 03

Código de Laboratorio			T-242-01	T-242-02	T-242-03
Código de Cliente			COD-A1T1	COD-A1T2	COD-A2T1
Item de Ensayo			Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
Fecha de Muestreo			16/09/2018	17/09/2018	18/09/2018
Hora de Muestreo			09:00	13:00	17:30
Parámetro	Símbolo	Unidad			
Sulfuros	S2-	mg/L	2133	1868	1603

Código de Laboratorio			T-242-04	T-242-05	T-242-06
Código de Cliente			COD-A2T2	COD-A3T1	COD-A3T2
Item de Ensayo			Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
Fecha de Muestreo			16/09/2018	17/09/2018	18/09/2018
Hora de Muestreo			09:30	01:00	05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad			
Sulfuros	S2-	mg/L	1340	1081	825

Código de Laboratorio			T-242-07	T-242-08	T-242-09
Código de Cliente			COD-B1T1	COD-B1T2	COD-B2T1
Item de Ensayo			Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
Fecha de Muestreo			16/09/2018	17/09/2018	18/09/2018
Hora de Muestreo			09:00	13:00	17:30
Parámetro	Símbolo	Unidad			
Sulfuros	S2-	mg/L	1771	1450	1140



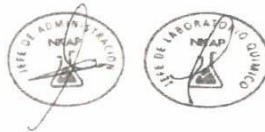
INFORME DE ENSAYO

T-242-D218-BS

Pág. 03 de 03

Código de Laboratorio			T-242-10	T-242-11	T-242-12
Código de Cliente			COD-B2T2	COD-B3T1	COD-B3T2
Item de Ensayo			Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
Fecha de Muestreo			16/09/2018	17/09/2018	18/09/2018
Hora de Muestreo			09:30	01:00	05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad			
Sulfuros	S2-	mg/L	812	477	119

Código de Laboratorio			T-242-13	T-242-14	T-242-15
Código de Cliente			COD-MT	COD-MT1	COD-MT2
Item de Ensayo			Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
Fecha de Muestreo			16/09/2018	17/09/2018	18/09/2018
Hora de Muestreo			09:30	13:30	17:30
Parámetro	Símbolo	Unidad			
Sulfuros	S2-	mg/L	2336	2207	2094





LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO No LE 026



INFORME DE ENSAYO

T-297-E218-BS

Pág. 01 de 03

CLIENTE : BERNABE SAAVEDRA SHIRLEY MARILIN
JR. JUNIN NRO 1590 - EL PORVENIR

METODO DE ENSAYO : Químico

ITEM DE ENSAYO : Agua Residual Industrial

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico
Preservadas

MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Trujillo, 25 de mayo de 2018
Hora:15:30

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Trujillo, 25 de mayo de 2018

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Sulfuros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500 A, D y F. 23rd Ed 2017	<0.021 mg/L

Sello Fecha Emisión Jefe Administrativo Jefe del Laboratorio de Quimica

31/05/18

Alexandra Aurazo Rodríguez

Edder Neyra Jaico

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

> Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

> Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del ensayo analizado por un tiempo máximo de 5 días después de emitido el informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo requerimiento expreso del cliente

> Informes de ensayo 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.

INFORME DE ENSAYO

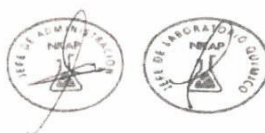
T-297-E218-BS

Pág. 02 de 03

Código de Laboratorio			T-297-01	T-297-02	T-297-03
Código de Cliente			COD-A1T1	COD-A1T2	COD-A2T1
Item de Ensayo			Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
Fecha de Muestreo			22/05/2018	22/05/2018	22/05/2018
Hora de Muestreo			09:00	13:00	17:30
Parámetro	Símbolo	Unidad			
Sulfuros	S2-	mg/L	2078	1756	1467

Código de Laboratorio			T-297-04	T-297-05	T-297-06
Código de Cliente			COD-A2T2	COD-A3T1	COD-A3T2
Item de Ensayo			Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
Fecha de Muestreo			22/05/2018	23/05/2018	23/05/2018
Hora de Muestreo			09:30	01:00	05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad			
Sulfuros	S2-	mg/L	1213	953	695

Código de Laboratorio			T-297-07	T-297-08	T-297-09
Código de Cliente			COD-B1T1	COD-B1T2	COD-B2T1
Item de Ensayo			Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
Fecha de Muestreo			23/05/2018	23/05/2018	23/05/2018
Hora de Muestreo			09:00	13:00	17:30
Parámetro	Símbolo	Unidad			
Sulfuros	S2-	mg/L	1675	1350	1034



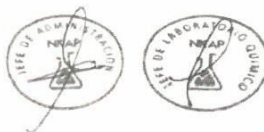
INFORME DE ENSAYO

T-297-E218-BS

Pág. 03 de 03

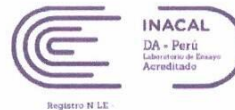
Código de Laboratorio			T-297-10	T-297-11	T-297-12
Código de Cliente			COD-B2T2	COD-B3T1	COD-B3T2
Item de Ensayo			Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
Fecha de Muestreo			23/05/2018	24/05/2018	24/05/2018
Hora de Muestreo			09:30	01:00	05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad			
Sulfuros	S2-	mg/L	709	371	14

Código de Laboratorio			T-297-13	T-297-14	T-297-15
Código de Cliente			COD-MT	COD-MT1	COD-MT2
Item de Ensayo			Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
Fecha de Muestreo			24/05/2018	24/05/2018	24/05/2018
Hora de Muestreo			09:30	13:30	17:30
Parámetro	Símbolo	Unidad			
Sulfuros	S2-	mg/L	2224	2094	1979





LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO No LE 026



INFORME DE ENSAYO

T-298-E218-BS

Pág. 01 de 03

CLIENTE : BERNABE SAAVEDRA SHIRLEY MARILIN
JR. JUNIN NRO 1590 - EL PORVENIR

METODO DE ENSAYO : Químico

ITEM DE ENSAYO : Agua Residual Industrial

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico
Preservadas

MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Trujillo, 28 de mayo de 2018
Hora: 16:30

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Trujillo, 28 de mayo de 2018

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Sulfuros	SME/WW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500 A, D y F, 23rd Ed 2017	<0.021 mg/L

Sello Fecha Emisión Jefe Administrativo Jefe del Laboratorio de Química

04/06/18

Alexandra Aurazo Rodríguez

Edder Neyra Jaico

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

> Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

> Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del ensayo analizado por un tiempo máximo de 5 días después de emitido el informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo requerimiento expreso del cliente

> Informes de ensayo 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.

INFORME DE ENSAYO

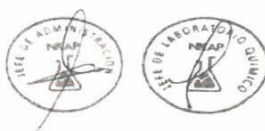
T-298-E218-BS

Pág. 02 de 03

Código de Laboratorio			T-298-01	T-298-02	T-298-03
Código de Cliente			COD-A1T1	COD-A1T2	COD-A2T1
Item de Ensayo			Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
Fecha de Muestreo			26/05/2018	26/05/2018	26/05/2018
Hora de Muestreo			09:00	13:00	17:30
Parámetro	Símbolo	Unidad			
Sulfuros	S2-	mg/L	1901	1756	1420

Código de Laboratorio			T-298-04	T-298-05	T-298-06
Código de Cliente			COD-A2T2	COD-A3T1	COD-A3T2
Item de Ensayo			Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
Fecha de Muestreo			26/05/2018	27/05/2018	27/05/2018
Hora de Muestreo			09:30	01:00	05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad			
Sulfuros	S2-	mg/L	1152	881	651

Código de Laboratorio			T-298-07	T-298-08	T-298-09
Código de Cliente			COD-B1T1	COD-B1T2	COD-B2T1
Item de Ensayo			Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
Fecha de Muestreo			27/05/2018	27/05/2018	27/05/2018
Hora de Muestreo			09:00	13:00	17:30
Parámetro	Símbolo	Unidad			
Sulfuros	S2-	mg/L	1550	1224	944



INFORME DE ENSAYO

T-298-E218-BS

Pág. 03 de 03

Código de Laboratorio			T-298-10	T-298-11	T-298-12
Código de Cliente			COD-B2T2	COD-B3T1	COD-B3T2
Item de Ensayo			Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
Fecha de Muestreo			27/05/2018	28/05/2018	28/05/2018
Hora de Muestreo			09:30	01:00	05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad			
Sulfuros	S2-	mg/L	619	281	0

Código de Laboratorio			T-298-13	T-298-14	T-298-15
Código de Cliente			COD-MT	COD-MT1	COD-MT2
Item de Ensayo			Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial	Agua Residual Industrial
Fecha de Muestreo			28/05/2018	28/05/2018	28/05/2018
Hora de Muestreo			09:30	13:30	17:30
Parámetro	Símbolo	Unidad			
Sulfuros	S2-	mg/L	2107	1975	1886

