

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

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



**“REMOCIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS Y SULFUROS EN EL
EFLUENTE DE PELAMBRE DE LA INDUSTRIA CURTIEMBRE
CONVENCIONAL MEDIANTE EL COMPUESTO COMERCIAL A BASE
DE ZEOLITA (NEONITE)”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
Para optar el Título Profesional de**

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER

MELGAR BUENDIA, JEAN-PIERRE

**Villa El Salvador
2019**

DEDICATORIA

El presente trabajo de Grado lo dedico a mis padres Dimas Melgar Oncebay y Carmen Buendía Rojas que son los pilares más importantes de mi vida. Por su apoyo y comprensión constante e incondicional en todo momento.

A mis Hermanos Niels, Pauline y Catherine por su apoyo y amistad.

A mi abuelo Nemesio Buendia Tupac Yupanqui, que me da fuerza y motivación desde el cielo y a mi abuelita Glicería Rojas Gamarra que con su sola presencia me motiva a seguir luchando por lo que quiero.

JEAN-PIERRE MELGAR BUENDIA

AGRADECIMIENTO

A Dios quien me dio sabiduría, vida y salud para llegar a cumplir esta meta.

A mi familia por sus consejos y apoyo que me brindaron en todo momento haciendo posible la realización de este trabajo de grado.

Al Msc. en Ing. Alcides Garzón Flores por su dedicación, asesoría y su esfuerzo para el desarrollo de este trabajo.

A Joselyn Ambar Gallardo Arismendi por su apoyo desinteresado en el desarrollo del trabajo.

Un sincero agradecimiento a la curtiembre JNRH negociaciones y la curtiembre Hinostroza por la oportunidad y facilidad que me brindaron para el desarrollo del trabajo.

A todas las personas que de alguna manera contribuyeron al desarrollo del presente trabajo.

JEAN-PIERRE MELGAR BUENDIA

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	3
1.2. Justificación del Problema.....	5
1.3. Delimitación del Proyecto	6
1.3.1. Teórica.....	6
1.3.2. Temporal.....	6
1.3.3. Espacial	7
1.4. Formulación del Problema	7
1.4.1. Problema General	7
1.4.2. Problemas específicos	7
1.5. Objetivos.....	8
1.5.1. Objetivo General.....	8
1.5.2. Objetivos Específicos	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1. Antecedentes.....	9
2.2. Bases Teóricas.....	12
2.2.1. Descripción de los principales procesos de Curtición	12
2.2.2. Flujograma el proceso de curtido	15
2.2.3. Emisiones ambientales de la industria del cuero	17
2.2.4. Aguas residuales de pelambre de la industria curtiembre	18
2.2.5. Tratamiento de aguas residuales	20
2.2.6. Sistema de coloides	21
2.2.7. Coagulación.....	23
2.2.8. Floculación	26
2.2.9. Prueba de jarras	28
2.2.10. Compuesto a Base de Zeolita (Neonite)	29
2.2.11. Límites máximos permisibles	30
2.3. Definición de términos básicos.....	31
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	33
3.1. Modelo de solución propuesto	33
3.1.1. Metodología:.....	33
3.1.2. Muestra.....	34
3.1.3. Variables.....	34
3.1.4. Diseño de la Metodología experimental	35
3.1.5. Descripción general del ensayo experimental.....	36

3.1.6.	Ensayos Realizados	36
3.1.7.	Análisis Físico- Químico del agua	38
3.1.8.	Determinación de relación de dosis optima de compuesto (Neonite) mediante el test de jarras	39
3.2.	Resultados.....	40
CONCLUSIONES		49
RECOMENDACIONES		50
BIBLIOGRAFÍA		51
ANEXOS		54

LISTADO DE FIGURAS

Figura °N 1 Descripción general de las etapas del proceso de curtido	12
Figura °N 2 Flujograma etapa de ribera	15
Figura °N 3 Flujograma etapa de curtido	16
Figura °N 4 Flujograma de la etapa de recurtido.....	17
Figura °N 5 Distribución de las partículas en el Agua	22
Figura °N 6 Estructura común de las zeolitas.	27
Figura °N 7 Test de Jarras	29
Figura °N 8 Muestra de Compuesto Neonite	30
Figura °N 9 Determinación de pH y Temperatura con el Multiparámetro.....	38
Figura °N 10 Test de jarras en etapa de agitación rápida	40
Figura °N 11 Reactivos de la Etapa de Pelambre	40
Figura °N 12 Porcentaje promedio de Remoción de Solidos Suspendidos totales (SST) a 200 Rpm	43
Figura °N 13 Porcentaje de Remoción promedio de Solidos Suspendidos totales (SST) a 300 Rpm	43
Figura °N 14 Porcentaje promedio de Remoción de Sulfuros a 200 Rpm	44
Figura °N 15 Porcentaje promedio de Remoción de Sulfuros a 300 Rpm	44
Figura °N 16 Comparación de resultados de la remoción de SST vs VMA.....	45
Figura °N 17 Comparación de resultados de la remoción de sulfuros vs VMA	45

LISTADO DE TABLAS

Tabla °N 1 Emisiones de residuos en las etapas del curtido.	18
Tabla °N 2 Características habituales del efluente de pelambre.....	19
Tabla °N 3 Valores Máximos Admisibles para descargas al alcantarillado sanitario (Curtiembre).....	31
Tabla °N 4 Parámetros Fisicoquímicos Analizados.....	33
Tabla °N 5 Características del agua industrial usada.....	34
Tabla °N 6 Variables del Diseño Experimental	35
Tabla °N 7 Diseño de la Etapa Experimental	36
Tabla °N 8 Ensayos experimentales realizados	36
Tabla °N 9 Características del Experimento	37
Tabla °N 10 Características del agua industrial usada.....	41
Tabla °N 11 Remoción promedio de ensayos realizados.....	42
Tabla °N 12 Costos de Insumos Químicos en el Tratamiento realizado	48
Tabla °N 13 Medición del de pH.....	55
Tabla °N 14 Determinación de solidos suspendidos	55
Tabla °N 15 Determinación de sulfuros:.....	56
Tabla °N 16 Resultados de los Ensayos Experimentales	62

INTRODUCCIÓN

En el Perú la mayoría de las curtiembres son micro y pequeñas empresas de las cuales en Lima se encuentran alrededor de 100 curtiembres que están dispersas en espacios urbanos, estas empresas al no tener al alcance métodos tecnológicos para realizar los controles de curtido siguen procesos productivos convencionales en las diferentes etapas del curtido de pieles, una de las etapas más importantes y su vez más contaminantes del curtido de pieles es el pelambre o depilado de las pieles, que “consiste en eliminar el pelo de la piel mediante un hinchamiento alcalino provocado por el hidróxido de calcio (cal) y la adición de sulfuro de sodio para eliminar la raíz de los pelos y capas proteicas de la piel que no se convertirán en cuero”. (MELGAR, 2000, pág. 22)

Es en esta etapa de Pelambre, en la cual con el afán de lograr un buen depilado de las pieles las micro y pequeñas empresas utilizan el método convencional de pelambre o depilado el cual garantiza un buen depilado, pero a costes de destruir todo el pelo con el sulfuro de sodio, provocando un efluente lodoso con grandes cantidades de sólidos y sulfuros residuales; que son normalmente vertidos al alcantarillado público sin ningún tratamiento.

Es por ello que presente trabajo de investigación que lleva por título “REMOCIÓN DE SOLIDOS SUSPENDIDOS Y SULFUROS EN EL EFLUENTE DE PELAMBRE DE LA INDUSTRIA CURTIEMBRE CONVENCIONAL MEDIANTE EL COMPUESTO COMERCIAL A BASE DE ZEOLITA (NEONITE)

tiene como objetivo remover los sulfuros y los sólidos suspendidos totales (SST) del efluente de pelambre convencional de una curtiembre micro o pequeña. (Curtiembre Hinostroza). En él cual se evaluó, cual fue la remoción de sólidos suspendidos totales y sulfuros en cada tratamiento con el compuesto (Neonite), a dosis de 0.6 gr/l , 0.8 gr/l, 1 gr/l, y velocidades de agitación de 200 rpm y 300 rpm donde se pudo observar que en todos los tratamientos hubo remoción de sólidos suspendidos totales, y el tratamiento que tuvo mayor remoción fue 1.0 gr/L Cuyo valor de SST fue 551 mg/l y sulfuros de 142.8 mg/l.

La estructura del presente proyecto se compone de 3 capítulos. En el primer capítulo se detalla el planteamiento del problema, en el segundo capítulo se menciona el marco teórico y el tercer capítulo que corresponde al desarrollo en si del proyecto planteado en los capítulos anteriores.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

En general las empresas dedicadas a la producción de cueros o más conocidas como curtiembres, realizan una importante actividad industrial de reaprovechamiento; ya que estas industrias a nivel mundial aprovechan un residuo del benéfico de animales (la piel) y los convierte en material muy resistente a la humedad y a la putrefacción(cuero) que es muy comúnmente utilizado en artículos cotidianos para la vida: ya sean en correas, zapatos, billetera, etc. Pero pocos saben del proceso en sí; que es convertir la piel en cuero terminado y acabado para su posterior uso, y también cual es el impacto que generan estas industrias al medio ambiente.

Actualmente las curtiembres Micro y pequeñas en Perú siguen procesos convencionales de curtido que consiste en tres etapas “ribera, curtido y acabado” siendo las etapas más contaminantes la etapa de rivera y curtido ya que en estas etapas se vierten efluentes con altas cantidades sulfuros (S^-) y carga orgánica en el caso de los efluentes de rivera y grandes concentraciones de cromo (Cr^{+3}) residual en el caso de los efluentes de curtido. “Siendo los que representan mayor volumen los efluentes de rivera ya que en esta etapa se genera alrededor del 70% de las aguas residuales”. (Peláez & Viñas, 1998)

Las curtiembres en el país están en situación de apremio judicial por los múltiples deterioros al medioambiente, en función de su actividad social y en ausencia o presencia imperceptible de procesos de gestión para la preservación del medio ambiente, es debido a esto que el país trabaja para obtener un desarrollo sostenible en el cual centros de transferencia tecnológica como es el caso de CITEccal (CENTRO DE INNOVACION TECNOLOGICA DE CUERO Y CALZADO E INDUSTRIAS CONEXAS) juegan un papel muy importante para proporcionar soluciones viables para que las empresas de este sector puedan adecuarse ambientalmente y así; subsistir y competir el este sector industrial.

En Perú las curtiembres en su mayoría son Micro, pequeñas y medianas empresas, estas se localizan principalmente en Arequipa, Trujillo y Lima, siendo las industrias de lima las más vulnerables a la “legislación ambiental para la descarga de sus efluentes según D.S N.º 001-2015-VIVIENDA” (Actualmente Fiscalizada y supervisada por el OEFA y SEDAPAL) ya que al no estar ubicadas en un parque industrial y estar distribuidas dispersamente en distintos distritos de la ciudad no cuentan con espacio suficiente ni con el capital para implementar una planta de tratamiento de aguas residuales. (VIVIENDA, 2015)

“Los efectos nocivos de los contaminantes generados por la Industria de curtiembres son altamente peligrosos para el medio ambiente por este motivo es importante tener en consideración los diversos problemas que aún se siguen generando” como el vertimiento de las aguas residuales sin previo tratamiento y la deficiente hasta nula gestión de los residuos sólidos.” (Dirección de Investigación, 2018, pág. 3)

También es importante tener en cuenta que en “La práctica general en el curtido de las pieles, necesita un uso de aproximadamente 35 a 40 litros de agua por kilogramo de cuero terminado en esta industria a lo largo de sus diferentes etapas y procesos, se tiene que en las fases de precurtido y curtido constituyen aproximadamente el 80-90% de la carga de contaminantes totales, esta fases mencionadas dan como resultado emisiones de gases tóxicos como el amoníaco, sulfuro de hidrógeno entre otros compuestos. (Dirección de Investigación, 2018, pág. 3)

En el Perú la población actual de las curtiembres, Según el (Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales MITINCI, 2001) “A nivel nacional, a septiembre del 2000, las empresas registradas formalmente suman 438, de las cuales: el 30,1 % se concentra en Lima, el 29,5% en Arequipa, el 24,2% en La Libertad, el 3,2% en Cusco, el 2,7% en Junín y el 10,3% en el resto del país”. De esta población la mayoría de las empresas son micro y pequeñas, la cuales no realizan ningún

tratamiento de sus efluentes, Principalmente es debido a la falta de economía, espacio y personal técnicamente calificado, por lo cual implementar una planta de tratamiento de aguas convencional les resulta imposible.

El tratamiento convencional de los efluentes se describe de la siguiente manera:

Para el tratamiento de los efluentes de pelambre se requiere de una poza de oxigenación para la oxidación catalítica del anión sulfuro, con adición de un agente catalizador si se quiere que este proceso no demore demasiado, y un decantador de agitación mecánica para la eliminación de los SST, en los cuales se usan coagulantes convencionales tales como las sales de Aluminio o Hierro en compañía de un polielectrolito sintético para mejorar la sedimentación. Editado de (ALOY.M, 1976, pág. 31)

Es por ello que en el presente trabajo se investiga si el uso de este compuesto nos puede ayudar a reducir los SST y los sulfuros en solo una etapa de tratamiento reduciendo así espacio y tiempo de tratamiento de efluentes, con la posibilidad de cumplir con los VMAS Supervisados por SEDAPAL y OEFA.

1.2. Justificación del Problema

Según estudios y caracterización de los efluentes provenientes de una curtiembre se ha determinado que las aguas residuales del proceso de pelambre son las que llevan la mayor cantidad de carga orgánica, pH muy alcalino y una cantidad residual de sulfuro muy elevada.

En la mayoría de las curtiembres de Lima al ser curtiembres micro y pequeñas empresas, se realiza el depilado de las pieles con un método convencional o normal de pelambre o depilado. (DIMAS, 2003) afirma que "En los pelambres normales casi un 40 % de sulfuro de sodio es consumido en el proceso mientras que el 60% se queda como sulfuro residual que tiende a constituir la carga contaminante de los efluentes". (p.1).

Es por ello es que se realiza esta investigación que pretende remover los sólidos suspendidos totales (SST) y el sulfuro (S^-) para su reúso o vertido al alcantarillado reduciendo consumo de reactivos químicos convencionales en el tratamiento primario de estas aguas, a través de la dosificación de un floculante comercial a base de zeolita en el cual se pretende obtener la mejor dosis según: velocidad de agitación, dosis del compuesto a un pH único óptimo según documentación revisada.

La presente investigación pretende dar a conocer el poder de remoción de SST y sulfuros del compuesto a base de zeolita (Neonite).

1.3. Delimitación del Proyecto

1.3.1. Teórica

El presente estudio Remoción de solidos suspendidos y sulfuros en el efluente de pelambre de la industria curtiembre convencional mediante el compuesto comercial a base de zeolita (NEONITE). Consiste principalmente en utilizar el compuesto Neonite cuyo componte principal es la zeolita en adición de otros compuestos inorgánicos naturales. Actuando este como un coagulante de alta efectividad sin la necesidad de agregar otros componentes. Este floculante ha sido probado parara varios efluentes de distintas actividades productivas demostrando alta efectividad, sin embargo, no se ha probado en efluentes provenientes de curtiduría.

Por lo cual se pretende obtener una opción viable para las micro empresas de este rubro en el tratamiento de sus efluentes respetando los valores máximos admisibles para descargas al alcantarillado.

1.3.2. Temporal

El proyecto Remoción de solidos suspendidos y sulfuros en el efluente de pelambre de la industria curtiembre convencional mediante el compuesto comercial a base de zeolita (NEONITE) se desarrolló en 3 meses los cuales fueron enero 2019 a marzo del 2019.

1.3.3. Espacial

El proyecto Remoción de sólidos suspendidos y sulfuros en el efluente de pelambre de la industria curtiembre convencional mediante el compuesto comercial a base de zeolita (NEONITE), ha sido desarrollado de los efluentes de pelambre la curtiembre “Hinostroza” ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho. Recolectando el efluente directamente del botal de pelambre. En la cual la parte experimental se realizó en el laboratorio de química de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur en el distrito de Villa el Salvador.

1.4. Formulación del Problema

Con el fin de reducir los niveles de los contaminantes en la subetapa de pelambre de las industrias curtiembres micro y pequeñas se pretende utilizar un floculante comercial a base de zeolita (Neonite), para remover los sólidos suspendidos y los sulfuros presentes en el efluente de pelambre o depilado de la industria curtidora.

1.4.1. Problema General

¿Cuál es el efecto del floculante comercial a base de zeolita (NEONITE) en la remoción de sólidos suspendidos y sulfuros en el efluente de un pelambre convencional de una curtiembre micro o pequeña de Lima?

1.4.2. Problemas específicos

¿Cuál es la dosis óptima del floculante a base de zeolita (NONITE) para una eficiente remoción de sólidos suspendidos y sulfuros?

¿Cuál es la velocidad óptima de agitación para la mejor remoción de sólidos suspendidos?

¿Qué tan cerca de los Valores máximos Admisibles de descargas no domésticas está el efluente clarificado?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Determinar la remoción sólidos suspendidos y sulfuros en el efluente de pelambre de la industria curtiembre convencional mediante el uso del compuesto comercial a base de Zeolita (NEONITE).

1.5.2. Objetivos Específicos

Determinar el nivel de dosis óptima del compuesto a base de zeolita (NEONITE) en la remoción de sólidos suspendidos y sulfuros.

Determinar cuál es la velocidad agitación óptima para la remoción de sólidos suspendidos y sulfuros

Determinar si el efluente clarificado cumple con los Valores Máximos Admisibles de descargas no domésticas, al alcantarillado sanitario público.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Actualmente en Perú no se registran datos estadísticos en el uso del Compuesto Neonite. Sin embargo, detallamos a continuación investigaciones familiarizadas al tema abarcado.

En Trujillo Montoya, C y Silencio, K Realizaron una investigación en la cual evaluó la influencia del pH, el grado de concentración de sulfato ferroso (FeSO_4) y cloruro férrico (FeCl_3), así como la concentración y tipo de floculantes en la remoción de solidos suspendidos y sulfuros en las aguas residuales de la etapa de pelambre procedente de la curtiembre “Ecológica del Norte SA”. En el cual se obtuvo como resultados que el pH optimo en el proceso de coagulación es de pH 9 para ambos coagulantes el sulfato ferroso (FeSO_4) y cloruro férrico (FeCl_3) finalmente probando dichos coagulantes a diferentes concentraciones dando como resultado que la combinación más efectiva entre coagulante y floculante a un pH de 9, con una concentración de cloruro férrico de 7000mg/L y una concentración de floculante aniónico de 50mg/L con el cual se logró una remoción de la turbidez del 82.22%. solidos totales de 75.63%, solidos suspendidos del 95.46%, demanda química de oxígeno del 98.41% y sulfuros del 99.89%. Con un costo de 27.84 nuevos soles/metro cubico de efluente tratado. (MONTROYA.E, 2017, pág. 2)

En Lima Jilda, Y. y SILVA, R realizaron una investigación donde evaluó la influencia del pH, Concentración de coagulante y velocidad de agitación, utilizando sulfato de aluminio como coagulante y un polielectrolito aniónico como floculante en efluentes del pelambre de una curtiembre, obteniendo como resultados un pH óptimo de 9, una concentración más eficiente de coagulante de 1500ppm, una velocidad de agitación optima de 200rpm, lográndose remover en promedio 85.87% de sulfuros y 98.5% de solidos suspendidos. (SILVA.R, 2016, pág. 4)

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Actualmente no se registran datos estadísticos abiertos al público en la aplicación del compuesto Neonite, por lo cual se precisa investigaciones familiarizadas al tema abarcado.

En Cuba (Aguilar, Y, Rodríguez, S.; Fernández, S.; Cabrera, E.) realizaron una investigación de tratamiento de residuales líquidos de tenerías utilizando membranas, donde utilizaron sulfato de aluminio como agente coagulante para remover la materia orgánica y membranas vítreas y zeolíticas, donde se obtuvo resultados muy favorables en la reducción de sulfuros y carga orgánica aproximándose a un 99%, donde afirma “que las membranas zeolíticas inducen una disminución del 32% de la concentración de sulfuros en el agua residual tratado”. (AGUILAR, RODRIGUEZ, FERNADEZ, & CABRERA, 2017, pág. 125)

En Quito Ecuador CERÓN, P; realizo una investigación para determinar las condiciones más adecuadas para llevar a cabo el tratamiento físico químico de las principales aguas residuales de la curtiembre: pelambre, curtido y remojo de modo que al final del tratamiento se obtenga un efluente con concentraciones que cumplan la norma en cuanto a sulfuro, cromo y materia orgánica. Según la investigación también se determinó la relación mezcla pelambre /curtido para lograr su neutralización y posteriormente agregar lechada de cal para la absorción de H₂S removido, obteniendo también lodos con cromo los cuales fueron dispuestos por estabilización por solidificación, En esta investigación también se menciona que el efluente de remojo fue sometido a un proceso de coagulación floculación. Obteniéndose resultados muy alentadores en general ya que se removieron un 99% de sulfuros, 98% de cromo, %materia orgánica 70%, solidos suspendidos 66% con un tiempo de sedimentación de 6 días. (CERRÓN, 2011, pág. 6)

EN quito Ecuador JARRIN, L; realizo un estudio del proceso de oxidación avanzada, para reducir la concentración de sulfuros en el efluente de la del pelambre correspondiente al proceso de curtición del cuero. Donde utilizo

un pre tratamiento al efluente mediante filtración, neutralización del pH con HCl y clarificación con la dosificación de 2800 ppm del coagulante PAC. Al efluente se le aplicó un proceso de oxidación avanzada mediante el sistema FENTON con inyección de aire, aplicando dosis distintas de peróxido de hidrógeno 500, 1000 y 2000 ppm; y sulfato de hierro (II) 25, 50, 75 ppm; a 2, 3 y 4 horas de reacción. Obteniendo las condiciones más favorables del proceso, que fueron 2000 ppm de H₂O₂, 75 ppm FeSO₄ y 4 horas de reacción, a los cuales se obtuvo el mayor porcentaje de remoción, 93,98%, que corresponde a una concentración final de 82,07 ppm de sulfuros. Y como recomendación nos da a entender que este método solo puede ser aplicado con un previo pretratamiento del efluente. (JARRIN, 2016, pág. 12)

En Colombia FUQUENE, D. realizó una investigación en dos fases, en la primera se determinaron y cuantificaron los parámetros de calidad del proceso de pelambre con la ayuda de la experiencia de los curtidores y la segunda se evaluó el efecto de las recirculaciones de los licores de pelambre obtenidos mediante un proceso de pelambre químico y enzimático, donde se encontró que el pelambre enzimático no cumple con las características de calidad establecidas en la primera etapa para continuar con el proceso de transformación de la piel a cuero y el pelambre químico tiene un alto impacto ambiental negativo. Obteniendo como resultados que en los pelambres químicos sin sulfuro y mixto, en función del tipo de pelambre utilizado y del sistema de remoción de contaminantes implementado es viable recircular el agua del pelambre hasta tres veces sin deteriorar la calidad de la piel apelmbrada para el pelambre mixto, mientras que el pelambre químico sin sulfuro solo permite una recirculación; también establecieron que la relación costo/beneficio para cada uno de estos procesos de apelmbrado es 0.9 para el pelambre químico sin sulfuro y 0.7 para el pelambre mixto. (FUQUENE YATE, 2011, pág. 10)

En Bolivia GUZMÁN, O y LUJÁN, M; realizó una investigación en la cual se estudiaron opciones para la reducción de las emisiones contaminantes de la etapa de pelambre aplicando la tecnología limpia de recirculación de baños, demostrando que este licor se puede utilizar hasta 7 veces reaplicando reactivos necesarios complementarios. Para luego desecharlos

y tratarlos mediante oxidación catalítica (aeración), reduciendo hasta en un 99% los sulfuros, 92% la carga orgánica, hasta en un 85% el uso de agua. (GUZMÁN, 2010, pág. 6)

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Descripción de los principales procesos de Curtición

La materia de partida para la obtención del del cuero lo constituye la piel de los animales, Las curtiembres trabajan con diferentes tipos de pieles ya sea de ganado bovino, ovino, caprino, etc. La transformación de la piel del animal a cuero, involucra una serie de etapas que determinaran la calidad del producto final. En este tipo de industrias se caracteriza por tener dos etapas, la etapa húmeda o de rivera y la etapa en seco o acabado; donde, a su vez el proceso productivo se divide en cuatro subetapas: Remojo y pelambre, curtición, recurtido y acabado, dentro de estas subetapas se encuentran las actividades que se detallan en la siguiente figura °N 1.

Descripción	Piel Cruda Recepción y adecuación de la piel fresca.	Remojo Humectación. Eliminación de suciedades y sust. proteicas	Pelambre Eliminación de epidermis y pelo. Hinchamiento del colágeno.	Calero Exposición a sust. alcalinas Ataque químico a grasa y proteína.	Descarnado Eliminación de pelo y de epidermis remanentes
	Desencalado Deshinchamiento y control del pH. Eliminación de la Cal.	Piquelado Disminuir pH para curtido empleando sales y ácidos.	Curtido Estabilización de las proteínas de la piel usando sales metálicas.	Escurrido Reducir de la humedad y eliminación de las sales.	Dividido Corte de la piel para separar la parte interna de la exterior.
	Rebajado Desbaste de la piel hasta darle el espesor deseado.	Neutralizado Eliminación de los ácidos libres formados, bajando el pH.	Recurtido Nuevo curtido para otorgar mayor suavidad y consistencia.	Teñido Otorgamiento del color deseado para el cuero.	Engrase Aplicación de grasa para volver el cuero suave y flexible.
	Secado Eliminación controlada del agua absorbida durante el teñido.	Acondicionado Homogenización de la humedad según el tipo de producto.	Ablandado Rotura de la adhesión de las fibras, dándoles flexibilidad.	Otras Secado recorte, clasificación, esmerilado, semporvado.	Expedición Medición de área superficial, control de calidad y empaque.
	Acabado				

Figura °N 1 Descripción general de las etapas del proceso de curtido

Fuente: (Dirección de Investigación, 2018, pág. 8)

Descripción teórica de las Etapas del Proceso de Curtido de Pieles

- a) Recepción y recorte:** Etapa en la cual se recortan los apéndices de las pieles que no se convertirán en cuero, ya sea cola, cuello, tetillas y extremidades. (SILVA, 2011, pág. 8)
- b) Remojo:** Proceso en el cual la piel conservada es limpiada y rehidratada, utilizándose agentes químicos como tensoactivos y bactericidas para la limpieza y cuidado de la piel, en esta etapa se utiliza un gran volumen de agua. (SILVA, 2011, pág. 8)
- c) Pelambre:** Etapa en el cual se elimina el pelo de la piel usando como agente depilante el sulfuro de sodio, además se produce en el interior del cuero el desdoblamiento de fibras a fibrillas, Por lo cual en este proceso la piel está preparada para la curtición. “En este proceso se utiliza una gran cantidad de agua y el vertimiento de estos efluentes representa el mayor aporte de carga orgánica”, Además de la presencia de sulfuro y cal el efluente tiene un pH de salida de 12. (MELGAR, 2000, pág. 22)
- d) Desencalado:** En este proceso la piel es lavada para remover el exceso de cal y sulfuro que podrían generar interferencias en el posterior curtido. Para lo cual se usan compuestos químicos tales como ácidos orgánicos tamponados (sulfúrico, clorhídrico, láctico, fórmico, etc.), las sales de amonio, el bisulfito de sodio, el peróxido de hidrogeno, azúcares y melazas etc. (SILVA, 2011, pág. 8)
- e) Desengrase:** Proceso en el cual “se elimina a grasa presente en el interior de la piel (que podría aflorar una vez curtida la piel dañando su calidad y durabilidad) utilizándose para esta finalidad solventes y agentes tensoactivos” (Dirección de Investigación, 2018, pág. 5) tales como: (Kerosene, el mono-clorobenceno y el poli-clorobenceno).
- f) Rendido o Purga:** En esta etapa se promueve el aflojamiento de las fibras de colágeno, el deshinchamiento de las pieles, aflojamiento de la raíz del pelo anclada aun en el folículo, una considerable disociación y deserción de grasas naturales “eliminando así los componentes

proteicos no susceptibles de curtición mediante una acción enzimática.”
(MELGAR, 2000, pág. 35)

- g) Piquelado:** Es el “proceso en el cual la piel es preparada químicamente para ser curtida, para ello se utiliza ácido fórmico y/o sulfúrico”, que aportan protones, los que se enlazan al grupo carboxílico del colágeno, permitiendo la difusión del agente curtiente hacia el interior de la piel sin que este se quede fijado en las capas externas del colágeno. (SILVA, 2011, pág. 8)

- h) Curtido:** Proceso en el cual se estabiliza el colágeno usando agentes curtientes minerales o vegetales, transformándola en cuero, siendo el agente curtiente más utilizado el sulfato básico de cromo(III), “Este proceso genera un efluente muy ácido pH 3 y gran cantidad de cromo residual”. (Dirección de Investigación, 2018, pág. 6)

- i) Secado y Terminación:** Son operaciones y procesos que adicionan al cuero características necesarias que se requiere para su uso final. Estas etapas proceden al recurtido, teñido, suavizado y pintado final de los productos, Sin embargo, viéndolo desde el punto ambiental en estas etapas hay una generación insignificante de residuos líquidos que comprenden efluentes coloreados debido a los tintes utilizados y también residuos sólidos.

2.2.2. Flujograma el proceso de curtido

En las figuras °N 2,3,4 se puede apreciar un flujograma detallado de las etapas del proceso de curtido en las cuales se aprecia las entradas y salidas de las diferentes sub- etapas del proceso de curtido.

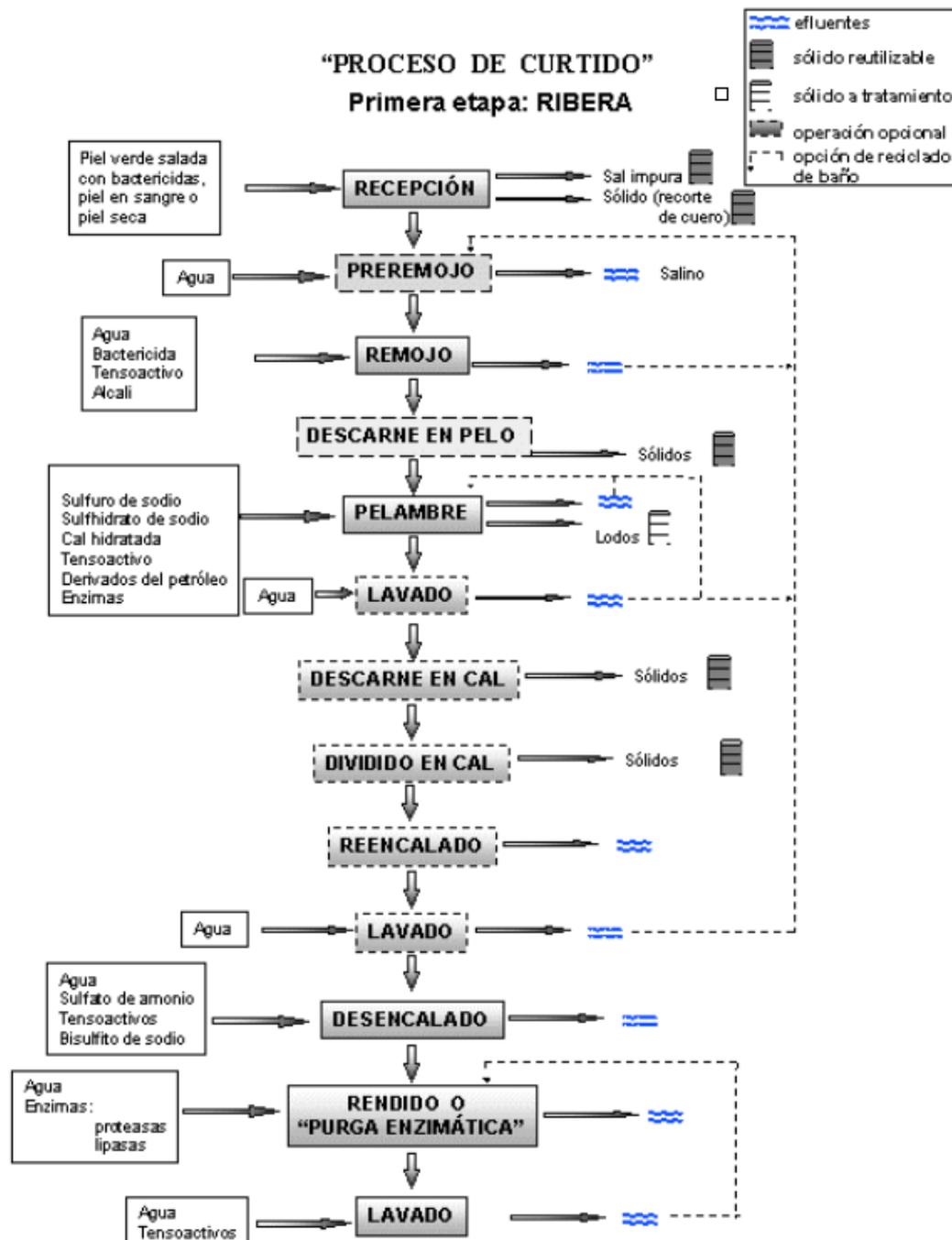


Figura °N 2 Flujograma etapa de ribera

Fuente: (Gutiérrez, 1999, pág. 8)

“PROCESO DE CURTIDO”
Segunda etapa: CURTIDO AL CROMO

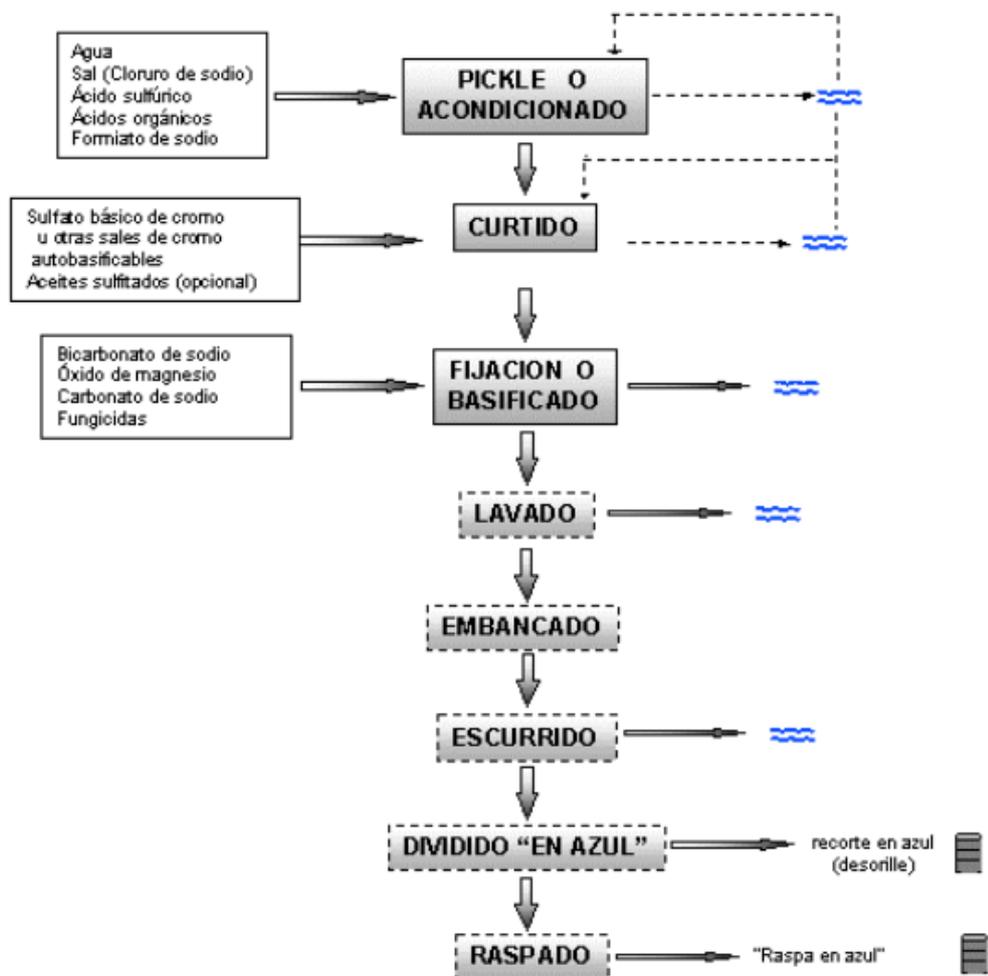
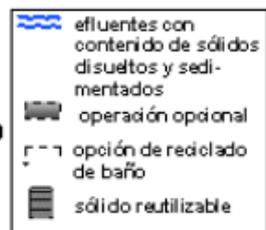


Figura °N 3 Flujograma etapa de curtido

Fuente: (Gutiérrez, 1999, pág. 12)

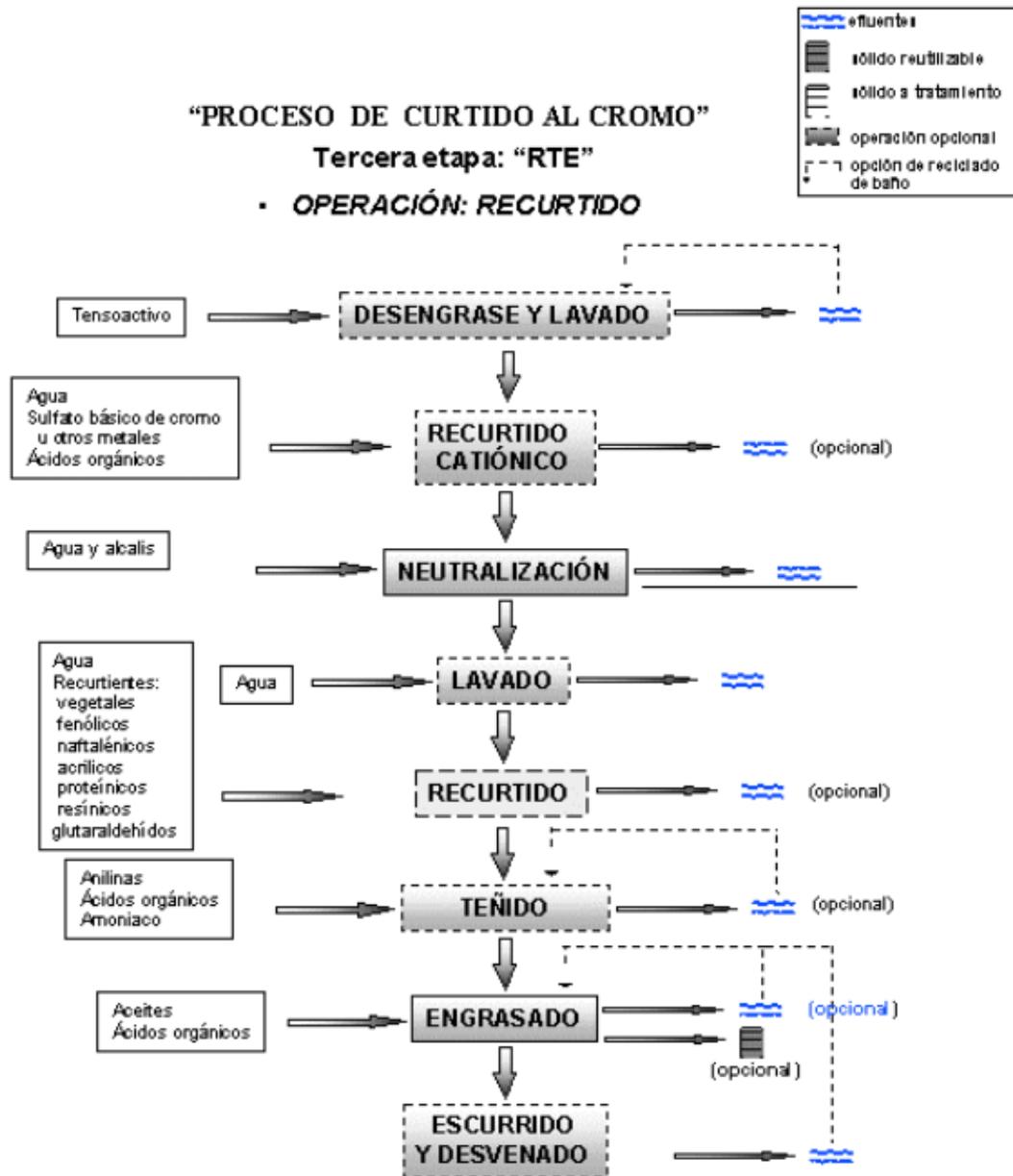


Figura °N 4 Flujograma de la etapa de recurtido

FUENTE: (Gutiérrez, 1999, pág. 18)

2.2.3. Emisiones ambientales de la industria del cuero

Las principales emisiones ambientales que generan son:

- Elevados valores de materia orgánica e inorgánica que se puede oxidar (DBO/DQO), sólidos suspendidos y en suspensión (SS), cromo

residual (Cr^{+3}) y sulfuros residuales (S^{-2}) de sus efluentes generados, entre otros detallados en la Tabla N°1

Tabla °N 1 Emisiones de residuos en las etapas del curtido.

ETAPA	Aguas Residuales	Residuos	Emisiones
Remojo, Pelambre, Desencalado y rendido o purga	DBO, Sulfuro, DQO, SS, pH Básico, cal, nitrógeno, SD	Lana, Pelo, lodos, cálcicos	Sulfuros, olores
Piquel, curtido y recurtido	Cromo (Cr^{+3}), sal, DBO, SS, DQO, SD, fungicidas, agentes complejantes, pH ácido	Desechos de lodos de tratamiento de aguas residuales	Humos ácidos, sulfuros
Tintura o Teñido	Color elevado, Químicos colorantes, AOX, disolventes	Restos de producción químicos y colorantes	Amoniaco, Formaldehido, fenoles
Acabados	soluciones acuosas de agentes de acabado	Restos de productos químicos	Vapores orgánicos, Formaldehido

FUENTE: editado de (JARRIN, 2016, pág. 6)

2.2.4. Aguas residuales de pelambre de la industria curtiembre

Caracterización de aguas residuales de pelambre

Este efluente se caracteriza por contener “El pelo, epidermis y suciedad que se remueven en la etapa de pelambre por la acción de sulfuros, esto favorece el aumento de SST, DBO_5 , DQO, S^{-2} , pelo conservado y lodo generado por la destrucción de pelo, queratina y otras proteínas hidrolizadas. Estas sustancias acaban siendo disueltas o suspendidas en las aguas del proceso. Por ello, los residuos líquidos de esta etapa contienen una gran carga de contaminación orgánica y de las sustancias químicas utilizadas en el proceso” (ADZET, 1985). Como se detalla en la tabla °N 2.

Tabla °N 2 Características habituales del efluente de pelambre

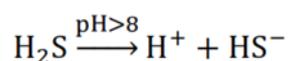
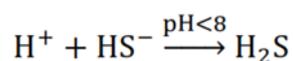
Parámetro	Valor cotidiano
DBO (mg/L)	25000
Solidos Totales (mg/L)	31236
Sulfuros (mg/L)	1600
Ph	11 a 13
Cantidad de agua(m ³ /100Kg)	7 a 10

Fuente: (ADZET, 1985)

Efectos de la contaminación al ambiente por aguas residuales del pelambre

- a) **Materia orgánica:** Debido a las aguas residuales generadas, la presencia de aceites, proteínas, grasas y otras sustancias orgánicas ocasionan una contaminación cuantificada como DQO y DBO, y si está es muy elevada será muy dañino para el medio receptor. (GUZMÁN, 2010, pág. 486)
- b) **Sulfuros:** según (MARÍN R. , 2003) “A un pH menor a ocho se genera problemas de olor debido al H₂S; siendo este un gas muy soluble en agua y de gran toxicidad. Por contrario ocurre a valores de pH mayores a ocho donde no se generan problemas de olores”. p,70.

Mediante la siguiente reacción química:



2.2.5. Tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales viene a ser una serie de operaciones comunes de carácter físico-químico o microbiológico. Según (RAMALHO, 2003) Para seleccionar un tratamiento óptimo debe tomarse en consideración un cierto número de factores, entre estos se incluye:

- Calidad del agua tratada de salida requerido.
- Características del agua residual a tratar: DQO, pH, materia en suspensión, productos tóxicos, etc.
- La disponibilidad y el coste de terrenos.

También se debe considerar las ampliaciones futuras o previsión de límites más estrictos en la calidad para el vertido de efluentes. (p,705)

Tratamiento actual del efluente de pelambre

En la actualidad las curtiembres de cueros vacunos vierten en los procesos de Ribera más del 70% de sus efluentes y alrededor de un 50 % de residuos sólidos no contaminados con cromo, los efluentes contienen alrededor del 70 % de la materia orgánica y el 99.9% del total de los sulfuros residuales. (Peláez & Viñas, 1998)

Siendo el más problemático a la hora de eliminar los sulfuros presentes en el efluente ya que a $\text{pH} < 8.5$ el sulfuro se libera en forma de gas (H_2S) generando un olor nauseabundo. (ALOY.M, 1976, pág. 22) “afirman que el método tradicional y de menor costo es la eliminación de sulfuros por oxidación catalítica por oxigenación o bombeo de aire”, en el cual se emplea agentes oxidantes (óxido de manganeso) para que el proceso se más eficiente y menos duradero (alrededor de 6 horas como mínimo)

Una vez eliminado el sulfuro las aguas son neutralizadas a un $\text{pH}=9$

Para seguir con la etapa de remoción de sólidos o clarificación por coagulación floculación.

Sin embargo, este tipo de tratamiento solo lo aplican industrias de gran tamaño ya que cuentan el espacio y capital para implementar esta tecnología. (ALOY.M, 1976) “afirma que este método convencional de tratamiento de los efluentes es mayormente problemático por la inmensa necesidad de espacio para las diferentes etapas del tratamiento de las aguas”. Es por ello que se realiza esta investigación con la finalidad de usar un compuesto natural para así reducir procesos en el tratamiento de las aguas tratamiento.

2.2.6. Sistema de coloides

Estos en general son sólidos finamente divididos que no sedimentan por acción de la gravedad, sin embargo, estos pueden removerse del agua mediante operaciones como la coagulación, filtración o acción biológica.

Según (ANDIA, 2000) “Las partículas coloidales y suspendidas que se encuentran casi todas las aguas superficiales naturales están cargadas negativamente; esto nos da entender por qué las sales de hierro o aluminio actualmente son las más utilizadas como agentes coagulantes en la ingeniería de tratamiento de aguas”.

“Las partículas coloidales poseen un tamaño intermedio entre las partículas en suspensión y las partículas en solución verdadera, pero sus dimensiones son definidas por la naturaleza de los mismos, estando entre medidas como 1 y 1.000 mili micrómetros.” (BARRENECHEA, 2004) Como se puede apreciar en la figura °N 5

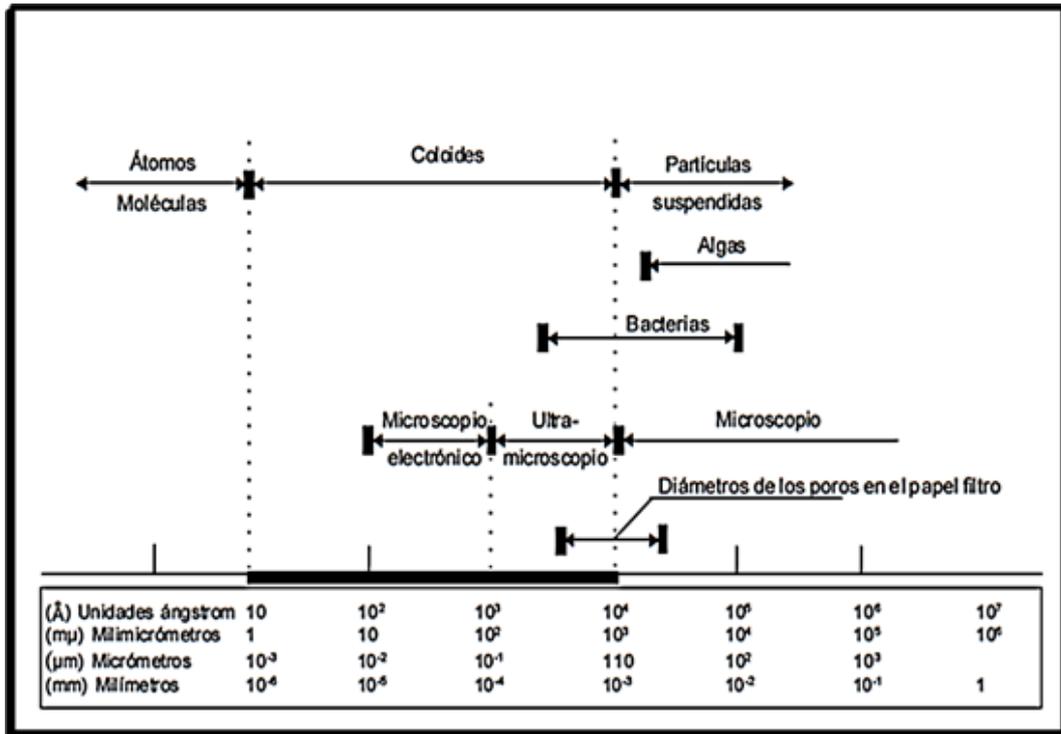


Figura °N 5 Distribución de las partículas en el Agua

Fuente: (BARRENECHEA, 2004, pág. 154)

- **Estabilidad e inestabilidad de coloides**

Según (BARRENECHEA, 2004, pág. 165) “Las suspensiones coloidales están sujetas a ser desestabilizadas y estabilizadas.” de la siguiente manera.

a) Entre las fuerzas de repulsión o estabilización se puede hacer mención las siguientes: La carga de las partículas y la hidratación, que usualmente es de gran importancia para los coloides hidrofílicos, aunque en este caso tienen menor importancia.

b) Los factores de desestabilización o atracción son los siguientes:

- **La gravedad:** Es casi despreciable en la desestabilización de las partículas coloidales y, por ello en este caso no se tratará con mayor énfasis. (BARRENECHEA, 2004)

- **El movimiento browniano:** Este movimiento hace que las partículas interactúen, lo que viene a ser un requerimiento para la desestabilización.
- **La fuerza de Van der Waals:** Es fuerza débil con origen eléctrico, postulada por primera vez por el químico holandés Johannes Diderick Van der Waals. Donde determina que es un factor de gran importancia, pues esta es la principal fuerza de atracción entre los coloides. Estas fuerzas siempre atractivas, tienden a decrecer rápidamente con la distancia, esto se debe a la interacción de los dipolos permanentes o inducidos en las partículas. (BARRENECHEA, 2004)

- **Afinidad de los coloides al agua**

De acuerdo a (ANDIA, 2000) “Las partículas coloidales son de carácter “hidrófobos (es decir que rechazan al agua) e hidrofílico (tienen afinidad por el agua)”, los hidrofílicos se dispersan espontáneamente en el agua y son rodeados de moléculas de agua que obstaculizan todo contacto posterior entre estas partículas; las partículas hidrofóbicas no son rodeados de moléculas de agua y su dispersión dentro del agua no es espontáneo por lo que será necesario la ayuda de acción de químicos y operaciones físicas.

2.2.7. Coagulación

Se conoce como coagulación a la “desestabilización de las partículas y la generación de pequeños flócs o micro flóculos esto debido a la adición de un agente químico denominado coagulante; este metodo es usado para realizar tratamientos a las aguas residuales industriales, y así remover la mayoría de contaminantes y clarificar el agua”. (ANDIA, 2000) Los

coagulantes más usados son: sulfato de Alúmina, cloruro férrico, policloruro de aluminio, entre otros.

2.2.7.1. Factores que influyen en la coagulación

a) Influencia del pH:

(ANDIA, 2000) Afirma que “El pH es la variable que más se tiene que tener en cuenta para una óptima coagulación, por ello para cada agua residual existe un pH óptimo donde la coagulación se desarrollara rápidamente, esto dependerá de la naturaleza de los iones y también de la alcalinidad del agua.”

También nos menciona que el rango de pH está en función del tipo de coagulante a utilizar y las características del agua a tratar; “si se realiza una coagulación fuera del rango de pH óptimo será necesario mayor cantidad de agente coagulante”; por lo tanto, la dosis requerida es alta y se elevan los costos de tratamiento... p,16.

b) Influencia de Mezcla

Según (ANDIA, 2000) nos afirma que “la cantidad de agitación que se da al agua a tratar durante la adición del coagulante, determinara si la coagulación será completa, las turbulencias desiguales favorecen a que cierta porción de agua tenga mayor concentración de coagulantes y la otra porción se quede con poco o casi nada; adicionalmente menciona que la agitación tiene que ser lo más uniforme posible en el todo el volumen de agua a tratar para así asegurar que la mezcla entre el coagulante y el agua se haya desarrollado correctamente produciéndose la reacción química de neutralización de cargas correspondiente”p,18.

c) **Influencia de la Turbidez**

Según (Andia Y, 2000) nos da a entender que (...) “La variación de la concentración de las partículas permite hacer las siguientes predicciones” p,19.

- Para cada turbidez hay una dosis de coagulante, con el cual se obtendrá la menor turbidez, a esta se le denomina dosis óptima.
- Cuando la turbidez aumenta o es mayor entonces la dosis de coagulante será mayor, aunque no en cantidades exageradas ya que la probabilidad de colisión entre las partículas es muy elevada; por lo consiguiente la coagulación se realiza con facilidad; sin embargo, cuando la turbidez es baja la coagulación se desarrolla muy difícilmente, y la dosis de coagulante es igual o mayor a una turbidez alta.
- Para aguas con turbidez muy elevada, es recomendable realizar una pre- sedimentación forzada o natural, normalmente empleando un polímero aniónico o catiónico.
- Para aquellas aguas contaminadas por desagües domésticos industriales será siempre más fácil coagular estas aguas de baja turbiedad, ya que requieren mayor dosis de coagulante en comparación de los no contaminados.

d) **Influencia de la Dosis de coagulante**

Según (ANDIA, 2000)” La cantidad de coagulante a uzar tiene una influencia directa en la eficiencia de la coagulación” (...). p, 17. Donde nos detalla:

- Baja dosis del coagulante, no neutraliza en su totalidad la carga de la partícula, por ende, la formación de microflocs será muy escasa, resultando una turbidez muy elevada.

- Aplicando una alta dosis de coagulante se produce una inversión de la carga en las partículas por lo cual se forma gran cantidad de microflocs pero con tamaños muy pequeños y con velocidades de sedimentación muy bajas, resultando una turbidez elevada.
- Los ensayos de prueba de jarras serán determinantes en la elección del coagulante y la cantidad optima de aplicacion.

2.2.8. Floculación

Según (ANDIA, 2000)“La floculación es el proceso posterior a la coagulación, que consiste en agitar el volumen de agua coagulado con la finalidad de que los microflóculos se aglomeren formando flóculos de mayor tamaño y peso que les permitirán sedimentar con facilidad. p,33)

La aglomeración de micro flóculos según (ANDIA, 2000) tiende a desarrollarse mejor con un mezclado lento que permite juntar poco a poco los pequeños flóculos; una agitación fuerte rompe los aglomerados y es raro que vuelvan a su tamaño y fuerza óptimos. La floculación además de incrementar el tamaño de las partículas del flóculo también incrementa su peso. La floculación puede ser mejorada con ayuda de un agente floculante o ayudante de floculación. p,33.

Entre los floculantes minerales reciente mente estudiados encontramos según (MARQUEZ, 1994) “la **zeolita** natural, bentonita sódica, bentonita natural, vidrio volcánico y la dolomita mezclados con sulfato de aluminio en proporción 1:1 tienden a remover el 93-97 % de la turbidez inicial, como también, un 36-88 % del color aparente, un 50-72 % de la carga orgánica, un 88-94 % del manganeso inicial del agua cruda, ahorrando así el uso de sulfato de aluminio”.p,n.

- **ZEOLITA:** Las investigaciones a cerca de la zeolita desde hace algunas décadas se han incrementado, como se demuestran en las patentes, artículos, y libros que sobre estas se publican anualmente.

“Estos materiales zeolíticos se usan comúnmente en detergentes, como catalizadores, como suavizantes de agua, como adsorbentes, para mejorar las características de suelos al controlar la humedad, el pH y el mal olor de los abonos, entre otras aplicaciones. Las zeolitas, tiene una gran propiedad, esta es de tener un gran potencial de intercambio iónico”. (MARQUEZ, 1994) Así mismo se conoce algunos tipos de modificaciones que se realizan actualmente a las zeolitas, con la finalidad de cambiar sus propiedades superficiales, orientados para la remoción de contaminantes.

- “Las zeolitas se encuentran dentro de la familia de los tectosilicatos y son aluminosilicatos cristalinos, con elementos de los grupos I y II como cationes. Consisten en un armazón de tetraedros de $(\text{SiO}_4)^{-4}$ y $(\text{AlO}_4)^{-5}$ conectados el uno del otro en las esquinas por medio de átomos de oxígeno”. (OLGUIN, 1972), pudiendo observar las estructuras más típicas en la Figura °N6

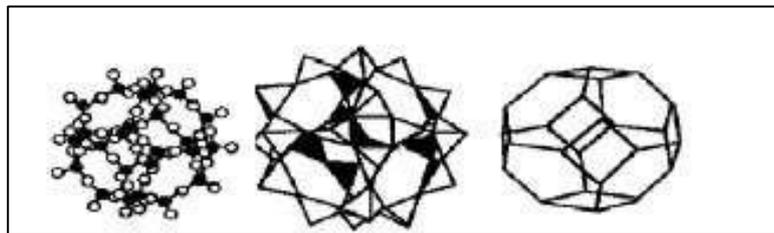


Figura °N 6 Estructura común de las zeolitas, Atómica, tetraédrica y cristalina.

Fuente: (OLGUIN, 1972)

Y es a causa de su flexibilidad y adaptabilidad de las zeolitas que atraen la atención para investigar más sus propiedades, entre ellas se mencionan que “son buenos adsorbentes, intercambiadores iónicos y tamices moleculares, estas características se emplean en las industrias para los procesos de separación de hidrocarburos, control de calidad de aire y efluentes, sensores químicos, remoción de metales pesados, etc.”. (OLGUIN, 1972)

2.2.9. Prueba de jarras

SEGÚN (Granados Castaños, 2007) “este ensayo de prueba de jarras esta entre los más importantes en el control del proceso de coagulación química del agua. Teniendo este ensayo también otros propósitos”:

- Determinar el pH óptimo para la coagulación.
- Seleccionar del tipo de coagulante más efectivo.
- Determinación si requiere de ayudante de coagulación, así como su dosis si lo requiere.
- Determinar la dosis óptima de coagulante.
- Determinar el orden más efectivo de adición para los diferentes productos químicos.
- Determinar los niveles óptimos de mezcla, velocidades de agitación y tiempo de mezcla.

El ensayo de prueba de jarrase es usado frecuentemente; los datos obtenidos con este ensayo tienen gran aplicabilidad en la operación y el diseño real de las plantas de tratamiento, también en en la optimización de plantas en funcionamiento. El procedimiento requiere como datos previos los valores de pH, turbiedad, color y alcalinidad del agua cruda.

“La prueba de jarras típica consiste en una serie de agitadores de paletas acoplados mecánicamente para operar a velocidades iguales, generalmente entre 10 a 300 RPM. Se recomiendan que las jarras de coagulación sean, jarras cilíndricas o también rectangulares de 0.5 a 2 litros en acrílico transparente o vidrio”. (Granados Castaños, 2007, pág. 41)

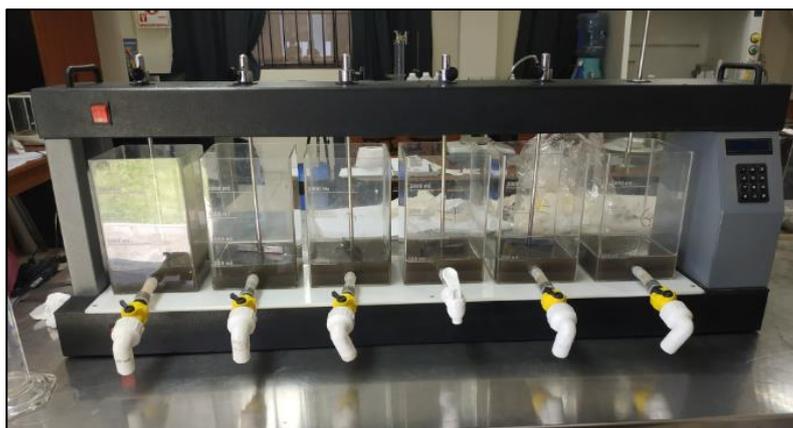


Figura °N 7 Test de jarras

Fuente: Propio

2.2.10. Compuesto a Base de Zeolita (Neonite)

El Agente Neonite está hecho a partir de la zeolita como materia prima principal además de utilizar otros materiales naturales. Es un producto químico que tiene una carga ambiental muy pequeña. Se utiliza principalmente en el tratamiento de aguas turbias y también de aguas residuales que contienen metales pesados. Al ser un producto químico neutro, no requiere el proceso de neutralización. “Con un solo agente se ofrece tanto la propiedad de adsorción como la de agregación. Además de eliminar los metales pesados del agua turbia, al mismo tiempo elimina los sólidos dispersos en el agua; de este modo se puede hacer el tratamiento hasta cumplir con los valores de descarga”. Además del tratamiento de aguas turbias, tratamiento de suelos y de descomposición de sustancias nocivas, ofrecemos tipos de agente químico NEONITE para una variedad de aplicaciones. (NEONITE, 2019)

El compuesto “Neonite está hecha de zeolita natural como materia prima principal”. Es un precipitante floculante de alto rendimiento que tiene características de adsorción del cesio radiactivo y la función de agregación de la zeolita natural. Limpiamos las aguas residuales y el suelo que contiene cesio radiactivo y demostramos un efecto excepcional en la descontaminación de la descontaminación de alta concentración y baja concentración. (NEONITE, 2019)



Figura °N 8 Muestra de Compuesto Neonite

Fuente: Propio

Ventajas de uso del Compuesto Neonite

- Con pequeña cantidad de adición generan gran cantidad de flóculos.
- La separación de sólido líquido es casi instantánea, pero requiere de agitación Rápida.
- No se necesita diluir se adiciona en seco.
- Reduce operaciones y costos ya que al ser un compuesto no requiere adición de otros componentes.
- En comparación con el método tradicional el floc es muy grande y estable por lo cual facilita el proceso de deshidratación de los lodos. (NEONITE, 2019)

2.2.11. Límites máximos permisibles

Según el D.S N° 001-2015-VIVIENDA “Es el grado de la concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos y/o químicos, que caracterizan a un efluente no doméstico que va a ser vertido a la red de alcantarillado sanitario, que al ser excesivo en sus parámetros causa daño inmediato o progresivo a la infraestructura sanitaria e instalaciones para el tratamiento de aguas residuales y tiene influencias negativas en los procesos de tratamiento de aguas residuales” (VIVIENDA, 2015). En la tabla 3 podemos observar los valores Máximos Admisibles para descargas al alcantarillado de fuentes no domésticas, para el sector manufacturero (Curtiembre).

Tabla °N 3 Valores Máximos Admisibles para descargas al alcantarillado sanitario (Curtiembre)

PARAMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS
			AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de	mg/	DBO ₅	50
Demanda Química de	mg/	DQO	100
Solidos suspendidos	mg/	S.S.T	500
Aceites y Grasas	mg/	A. y	10
Cromo hexavalente	mg/	Cr ⁺⁶	0.5
Cromo total	mg/	Cr	1
Sulfatos	mg/	SO ⁻²	100
Sulfuros	mg/	S ⁻²	5
pH	unid	pH	6 a 9
Solidos Sedimentables	ml/L/	S. S	8.5

Fuente: (VIVIENDA, 2015)

2.3. Definición de términos básicos

Pelambre: “Esta etapa tiene como función remover las raíces del pelo, la epidermis y el pelo, y dejar limpio la flor para las siguientes etapas y a su vez, producir una hidrólisis alcalina. Para lograr esto se usa sulfuro (NaHS, Na₂ S) e hidróxido cálcico. “La adición de la cal provoca la relajación de la estructura interfibrilar y de la epidermis, abriendo las fibras, y produciendo un hinchamiento de la piel, la cual se hidroliza y permite la penetración de los insumos químicos en las etapas posteriores” (Dirección de Investigación, 2018, pág. 5). También menciona que los sustitutos parciales al sulfuro son: tioglicolatos, mercaptanos, aminas, enzimas.

Como buenas prácticas ambientales “se pueden seguir procesos que evitan la destrucción del pelo y así reducir la carga contaminante en los efluentes. Al final del proceso se lava reiteradas veces las pieles con el fin de que la piel este menos resbaladiza y en las condiciones para pasar al a posterior etapa. El pelambre es una de las operaciones que aporta mayor carga de contaminantes al efluente final. Este proceso de pelambre es el que más se utiliza en el curtido de piel vacuna o bovina”. (Dirección de Investigación, 2018, pág. 9)

Dosis de Coagulante: Según (ANDIA, 2000)“es la cantidad de coagulante más efectiva en la remoción de los contaminantes de un agua que se desea tratar”. (p,18).

Velocidad de agitación: (ANDIA, 2000)“Velocidad al forzar el agua al interior de un depósito para obtener movimientos circulatorios y así lograr una mezcla optima del agua a tratar y el coagulante/floculante”. (p,18).

pH: (ANDIA, 2000)“Es un indicador de las condiciones básicas y ácidas del agua y tiende a ser una medida estable”. (p,16).

Ajuste de pH: “Proceso en el cual se trata de aumentar o bajar el pH de una muestra adicionando dosis de insumos químicos” (MARÍN G. , 2012) ya sean ácidos (fosfórico, clorhídrico, etc.) básicos o alcalinos (soda caustica, hidróxido de calcio, etc.)

Sólidos suspendidos totales (SST): “Según (ANDIA, 2000) Son las partículas que se encuentran presentes en el agua y están en suspensión después de 10 min de sedimentación. Son medidas en ppm o partes por millón” (p,6)

Aguas residuales Industriales: según (OEFA, 2016) Son todas aquellas aguas que resultan de la actividad de un proceso productivo, donde están incluidas las aguas de la actividad agrícola, minera, agroindustrial, energética, entre otras. (P,5)

Sulfuro: Según (JARRIN, 2016) “Es una combinación del azufre con radical o con un elemento químico; son altamente tóxicos y tienden a tener un olor fuerte parecido al del huevo podrido. Para ser exactos solo en la etapa de pelambre se utiliza el sulfuro de sodio (Na_2S) para la destrucción de las raíces de pelo, por otro lado, los sulfuros reaccionan en un ambiente ácido se forma sulfuro de hidrógeno (H_2S) el cual es un gas toxico corrosivo que al ser inalado de ciertas concentraciones puede producir edemas de pulmón e incluso la muerte además de conjuntivitis”. (p,6)

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

3.1. Modelo de solución propuesto

3.1.1. Metodología:

Tipo de investigación:

El desarrollo del presente trabajo se llevó a cabo durante aproximadamente 3 meses siendo esta una investigación cuantitativa de tipo experimental, porque se relacionó los efectos de la dosis del compuesto Neonite, pH, Tiempo, Velocidad de Agitación, sobre la cantidad de SST y sulfuros de la muestra de agua tratada de una curtiembre.

Técnicas de obtención de datos

- Fuentes de información Primaria

Constituyen los datos de sulfuros y SST obtenidos mediante prueba de jarras realizadas En el Laboratorio de Química de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Los ensayos sirvieron para observar que tanto influía la dosis del compuesto Neonite y la velocidad de agitación utilizadas en la fase de coagulación, sobre la cantidad de SST y Sulfuros de una muestra tomada en el botal de pelambre de la Curtiembre Hinostroza.

Tabla °N 4 Parámetros Fisicoquímicos Analizados

Parámetro	Método
pH	Potenciométrico
Temperatura (C°)	Termométrico
Solidos Suspendidos Totales (SST) mg/l	Gravimetría
Sulfuros (S ⁻²) mg/l	Volumétrico

Fuente: Propia

- **Fuentes de información Secundaria**

Las fuentes de información secundarias consistieron en publicaciones científicas, tesis nacionales y extranjeras, fichas técnicas y textos académicos recopilados. El análisis de estas fuentes sirvió para establecer la metodología utilizada para el uso del compuesto Neonite y el uso más apropiado en la Prueba de jarras.

3.1.2. Muestra

La muestra se obtuvo de un muestreo aleatorio simple de 30 litros de efluente del botal de pelambre de la curtiembre Hinostroza. El día viernes 15 de marzo del 2019. El material utilizado fue un balde de plástico de 20 L de capacidad y una galonera de 10 L de capacidad, se recolectó una muestra inicial la cual fue enviada al laboratorio para apreciar las características de importancia del agua industrial como se observa en la tabla °N 5

Tabla °N 5 Características del agua industrial usada

Parámetro	Valor	Equipo Utilizado
pH	12.5	Multiparámetro
Temperatura (C°)	25.1	Termómetro de mercurio.
Sólidos Suspendidos Totales (SST) mg/l	2400	Laboratorio R-lab SAC
Sulfuros (S ⁻²) mg/l	1200	Laboratorio R-lab SAC

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Variables

Las variables identificadas de la metodología experimental se aprecian la tabla °N 6

Tabla °N 6 Variables del Diseño Experimental

Tipo de variables	Variable	Definición	Unidades
Dependientes	Sulfuros	Concentración de S ⁻² presente en agua residual	mg/l
	Solidos suspendidos totales	Cantidad de solidos retenidos por un filtro	mg/l
	Velocidad de agitación	Velocidad con la que rotan las paletas de la prueba de jarras	RPM
Independientes	Cantidad de compuesto coagulante	Relación de la masa coagulante por volumen de solución.	mg/l
	Tiempo	Magnitud física que mide la duración o de un suceso, sujeto a un cambio.	S
	Temperatura	Grado de calor que posee un cuerpo	°C
	Volumen de la Muestra	Cantidad de espacio ocupado por la muestra	ml
	pH	Nivel de acidez o alcalinidad	Unidad de ph

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Diseño de la Metodología experimental

Los factores de estudio fueron las dosis del compuesto Neonite en el efluente de pelambre en las cantidades:

- 0.6 mg/l, 0.8 mg/l y 1 g/l y con las demás variables según cuadro
- Y las velocidades de agitación en el test de jarras a:
- 200 RPM y 300 RPM

Generándose el diseño experimental detallado en la tabla °N 7

Tabla °N 7 Diseño de la Etapa Experimental

pH del efluente (11)		Velocidad de agitación (rpm)	
Dosis	D1: 0.3 gr/L	V1: 200 rpm D1 V1	V2: 300 rpm D1 V2
	D2: 0.4 gr/L	D2 V1	D2 V2
	D3: 0.5 gr/L	D3 V1	D3 V2
	°N Repeticiones: 3	Tiempo de agitación Rápida: 5 minutos	Tiempo de agitación Lenta: 10 minutos

Fuente: Elaboración propia

3.1.5. Descripción general del ensayo experimental

El desarrollo de la investigación inicio con la obtención de una muestra de 200 gr del compuesto Neonite, posteriormente se realizaron las gestiones necesarias para la recolección de la muestra a tratar.

Se prepararon los diferentes tratamientos utilizando el compuesto Neonite e identificando el tratamiento Optimo. Posteriormente a la toma de datos en el Laboratorio se procedió con el análisis de y aplicación del diseño Experimental Completo al Azar.

3.1.6. Ensayos Realizados

Los ensayos que se evaluaron se detallan en la tabla °N 8 y °N 9.

Tabla °N 8 Ensayos experimentales realizados

pH del efluente (9)		Primera corrida (I) Velocidad de agitación (rpm)	
Dosis	D1: 0.3 gr/L	V1: 200 rpm D1 V1- I	V2: 300 rpm D1 V2- I
	D2: 0.4 gr/L	D2 V1- I	D2 V2- I
	D3: 0.5 gr/L	D3 V1- I	D3 V2- I

Segunda corrida (II)			
pH del efluente (9)		Velocidad de agitación (rpm)	
Dosis	D1:	V1:	V2:
	0.3 gr/L	200 rpm	300 rpm
	D2:	D1 V1 - II	D1 V2- II
	0.4 gr/L	D2 V1- II	D2 V2- II
D3:	D3 V1- II	D3 V2- II	
0.5 gr/L			

Tercera corrida (III)			
pH del efluente (9)		Velocidad de agitación (rpm)	
Dosis	D1:	V1:	V2:
	0.3 gr/L	200 rpm	300 rpm
	D2:	D1 V1- III	D1 V2- III
	0.4 gr/L	D2 V1- III	D2 V2- III
D3:	D3 V1- III	D3 V2- III	
0.5 gr/L			

Fuente: Propia

En la cual el tamaño de la unidad experimental corresponde a 500 ml de agua residual del botal de pelambre de la curtiembre Hinostroza.

Tabla °N 9 Características del Experimento

Tratamientos	6
Repeticiones	3
Unidades Experimentales	18

Fuente: Propia

3.1.7. Análisis Físico- Químico del agua

Tanto al comenzar como al finalizar el ensayo se realizó un análisis del agua residual con el fin de conocer los niveles de contaminación en los parámetros de interés, La muestra se obtuvo en el vertido del botal de pelambre de la curtiembre. El cálculo de los parámetros físico químicos se obtuvieron mediante los métodos detallados en las tablas °N (13,14,15)

3.1.7.1. Análisis Físico- Químico del del agua

- **Determinación del pH y Temperatura**

Para la Obtención del pH inicialmente se calibro (Ver Anexo A) el multiparámetro con el electrodo de pH con los Buffer (4,7 y10). A continuación, se extrajo una muestra de 100ml en un vaso precipitado y se sumergió el electrodo del potenciómetro y se anotaron los datos obtenidos, como se puede observar en la figura °N 9.



Figura °N 9 Determinación de pH y Temperatura con el Multiparámetro

Fuente: Propio

- **Determinación del Sólidos suspendidos totales**

Para determinar los resultados de los sólidos suspendidos totales se recolecto una muestra por cada ensayo, se llevó a cabo en el laboratorio R-Lab SAC.

- **Determinación de Sulfuros**

Para determinar los resultados de los sulfuros se recolecto una muestra por cada ensayo, se llevó a cabo en el laboratorio R-Lab SAC.

3.1.8. Determinación de relación de dosis optima de compuesto (Neonite) mediante el test de jarras

El test de jarras al ser un método a escala laboratorio donde se evalúa la suspensión de solidos disueltos, coloides y otras partículas no sedimentables por la gravedad mediante un proceso e coagulación - floculación, permitió conocer la condición del del agua estudiada con la adición del compuesto Usado. Este proceso se desarrolló en el laboratorio de Química en la Universidad Nacional TECNOLOGICA DE Lima Sur.

Antes del proceso de coagulación se filtró la muestra con una malla de plástico con el objetivo de remover los sólidos de mayor tamaño.

Luego se ajustó el pH con 10ml/ L de ácido clorhídrico al 37 % a un pH=9.

Teniendo este pH= 9 se utilizaron 3vasos de Precipitación de 1 L de capacidad cada uno, y se continuo con los siguientes procedimientos:(ver más detalle en Anexos B)

- Se introdujo 500 ml de agua de pelambre en cada vaso de precipitación.
- Se peso la dosis de compuesto necesaria para cada vaso de precipitación. (0.3 gr, 0.4gr, 0.5gr para cada corrida)
- Se programo el test de jaras a 200rpm, y 300rpm con un tiempo de 5 minutos para agitación rápida y 10 min de agitación lenta a 30 rpm.

- Se dejó sedimentar por 60 minutos y se procedió a recolectar las muestras para los análisis de SST y sulfuros.



Figura °N 10 Test de jarras en etapa de agitación rápida

Fuente: Propio

3.2. Resultados

Primero se identificó la cantidad de aguas y químicos que se utilizan en la etapa de pelambre del proceso de curtido de pieles de la curtiembre Hinostroza. Donde se puede apreciar un aproximado de 2000 Litros de aguas residuales a tratar.

Etapa de Pelambre								
Material	Vacuno			Procedencia	Curtiembre Hinostroza			
Cantidad	300			Ingreso de piel	Fresco Salado			
Operario				Peso	1000 Kg			
Botal	Pelambre			Fecha	12/03/2019			
Operación	Producto	% w/w	Cantidad	Tiempo	pH	Indicador	Controles	Observaciones
Pelambre	Agua	250	2500					
	sulfuro	0.5	5					se añadió los reactivo por la compuerta
	cal	3.5	35					
	humectante	0.1	1					
	rodar			60 min				
	sulfuro	1.5	15					se añadió los reactivo por la compuerta
	cal	1.5	15					
	rodar			60 min.				
	controlar					12	papel Ph	soltura del pelo
	rodar			60 min				
	escurrir							
agua residual (aprox)	sólidos gruesos	2	20					
	aguas	200	2000					

Figura °N 11 Reactivos de la Etapa de Pelambre

Fuente: Propia

Según los antecedentes primero se determinó las principales características físico-químicas del efluente debido a que estas influyen directamente en las pruebas desarrolladas y con estos datos determinar cuán lejos está la muestra tratada de cumplir con los valores máximos admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. (D.S. °N 001-2015-VIVIENDA) modificado en el 2019 con el DS °N 019 2019 VIVIENDA.

Tabla °N 10 Características del agua industrial usada

Parámetro	Valor	VMA
pH	12.5	6.9 a 9
Temperatura (°C)	25.1	-----
Sólidos		
Suspendidos	2200	500
Totales (SST) mg/l		
Sulfuros (S⁻²) mg/l	1328,7	5

Fuente: Propia

En la tabla °N 10 se aprecia las características físico químicas de las aguas residuales de la etapa de pelambre, en la cual al ser comparadas con los valores máximos admisibles (VMA) los efluentes de pelambre sobrepasan por mucho los valores de sólidos suspendidos totales (SST) y sulfuros (s⁻²) que son los parámetros de estudio en esta investigación.

Para determinar la concentración de sólidos suspendidos y sulfuros se determinaron por gravimetría y volumetría en el laboratorio de química ambiental de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, pero por el factor tiempo, disponibilidad equipos del laboratorio y fiabilidad de los resultados se optó por enviar las muestras al laboratorio R-Lab SAC donde se realizaron los ensayos físicoquímicos con mayor exactitud.

Continuando, en la tabla °N 11 se detalla el porcentaje promedio de remoción de las 3 repeticiones del diseño experimental.

Tabla °N 11 Remoción promedio de ensayos realizados

PRUEBA	Resultados Promedio					
	Velocidad de Agitación (Rpm)	Dosis de Compuesto g/L	sulfuros		SST	
			mg/L	% de Remoción	mg/L	% de Remoción
1	200	0.6	327.47	75.35	1005.33	54.30
2		0.8	261.83	80.29	937.00	57.41
3		1	154.80	88.35	575.67	73.83
4	300	0.6	434.17	67.32	947.67	56.92
5		0.8	353.00	73.43	949.67	56.83
6		1	206.03	84.49	625.00	71.59
* concentración inicial de Sulfuros en mg/L:		1328,7	*concentración inicial de SST en mg/L:		2200	
pH=9						

Fuente: elaboración propia

En la tabla °N 11 se puede apreciar el porcentaje promedio de remoción de cada ensayo, también se visualiza la interacción entre la dosis del compuesto Neonite y la velocidad de agitación (Rpm). Resaltándose la concentración inicial de sulfuros que fue de 1328,7 mg/L, y la concentración inicial de los sólidos suspendidos totales fue de 2200 mg/L.

A continuación, en la figura °N 11, 12, 13 y 14 se observa con mayor detalle los resultados de los ensayos realizados con un R² de 95%.

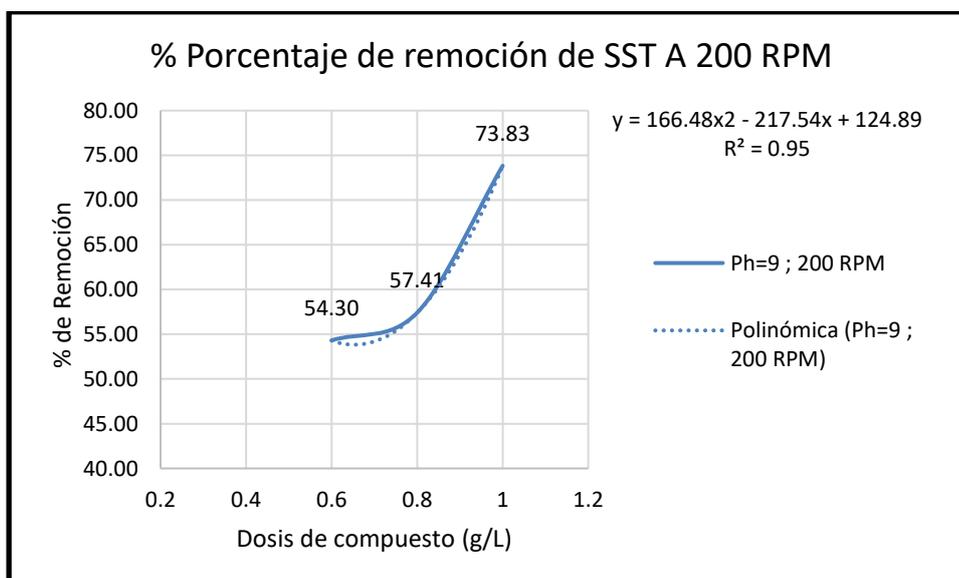


Figura °N 12 Porcentaje promedio de Remoción de Solidos Suspendidos totales (SST) a 200 Rpm

Fuente: elaboración propia

En la Figura °N 11 se puede apreciar los ensayos realizados a un pH 9, con una dosis del compuesto Neonite de (0.6, 0.8 y 1.0 gr/L) con una velocidad de 200 Rpm, En el cual podemos observar la remoción promedio de solidos suspendidos totales (SST) para los ensayos realizados, en el cual el mayor porcentaje de remoción fue 73.83 % el cual se obtuvo con la dosis de 1.0 gr/L y una velocidad de agitación de 200 Rpm. Además, se observa que el ensayo que obtuvo menor remoción fue el de 0,6 gr/L con un 54.3% de remoción.

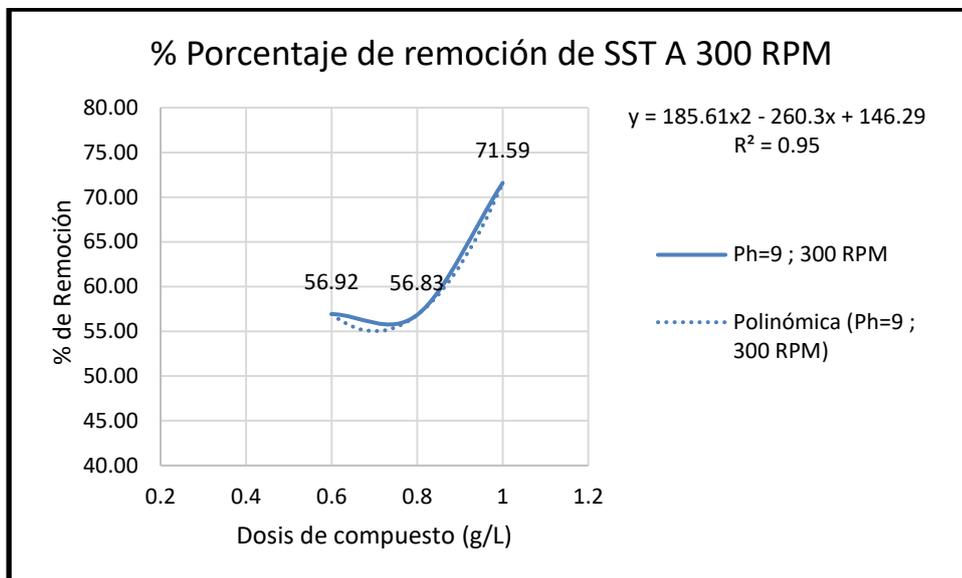


Figura °N 13 Porcentaje de Remoción promedio de Solidos Suspendidos totales (SST) a 300 Rpm

Fuente: elaboración propia

En la Figura °N 12 se puede apreciar los ensayos realizados a un pH 9, a una dosis del compuesto Neonite de (0.6, 0.8 y 1.0 gr/L) con una velocidad de 300 Rpm, En la cual podemos observar la remoción promedio de solidos suspendidos totales (SST), en el cual, el mayor porcentaje de remoción fue 71.59 % el cual se obtuvo con la dosis de 1.0 gr/L y una velocidad de agitación de 300 Rpm. Además, se observa que el ensayo que obtuvo menor remoción fue el de 0,8 gr/L con un 56.83 % de remoción.

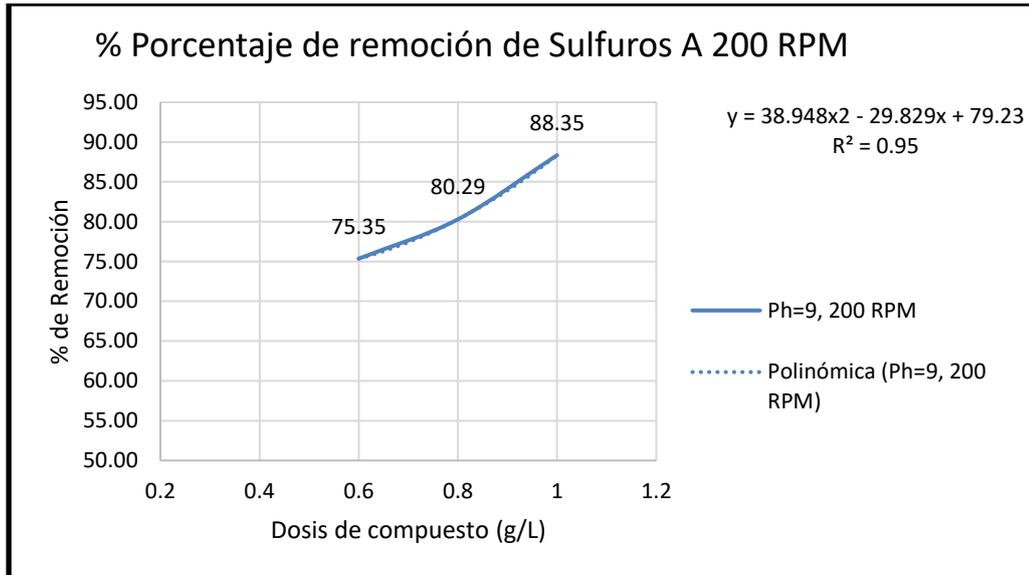


Figura °N 14 Porcentaje promedio de Remoción de Sulfuros a 200 Rpm

Fuente: elaboración propia

Se observa en la Figura °N 13 los ensayos realizados a un pH 9, a una dosis del compuesto Neonite de (0.6, 0.8 y 1.0 gr/L) con una velocidad de 200 Rpm, En la cual podemos observar la remoción de sulfuros, Donde el mayor porcentaje de remoción fue 88.35 % el cual se obtuvo con la dosis de 1.0 gr/L y una velocidad de agitación de 200 Rpm. Además, se observa que el ensayo que obtuvo menor remoción fue el de 0,6 gr/L con un 75.35 % de remoción.

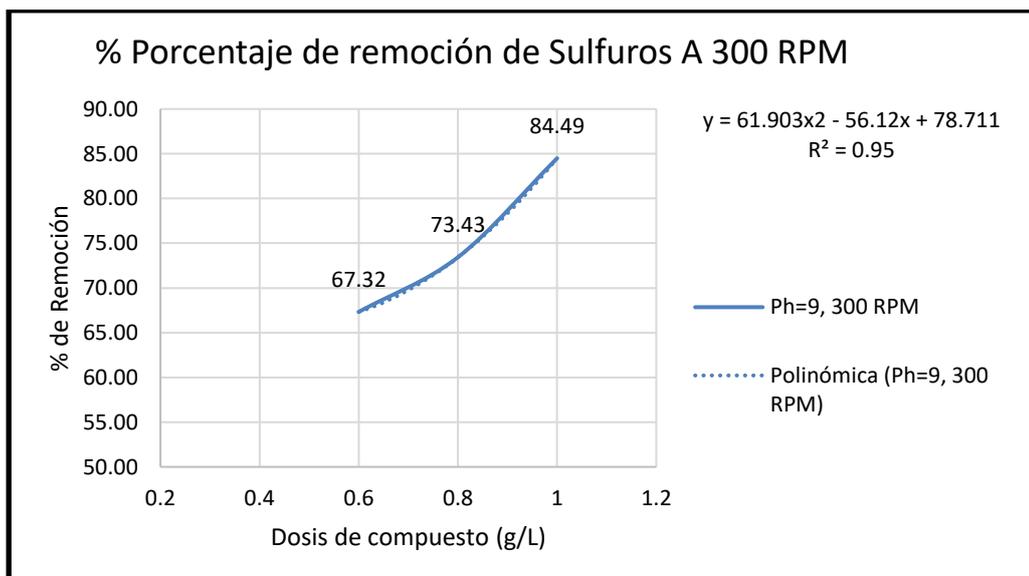


Figura °N 15 Porcentaje promedio de Remoción de Sulfuros a 300 Rpm

Fuente: elaboración propia

Se observa en la Figura °N 14 se observa los ensayos realizados a un pH 9, a una dosis del compuesto Neonite de (0.6, 0.8 y 1.0 gr/L) con una velocidad de 300 Rpm, En la cual podemos observar la remoción de sulfuros, Donde el mayor porcentaje de remoción fue 84.49 % el cual se obtuvo con la dosis de 1.0 gr/L y una velocidad de agitación de 300 Rpm. Además, se observa que el ensayo que obtuvo menor remoción fue el de 0,6 gr/L con un 67.32 % de remoción.

En la Figura °N 15 y 16 se comparan los mejores resultados obtenidos con los VMA Para saber si con el tratamiento propuesto se logra llegar a estos parámetros.

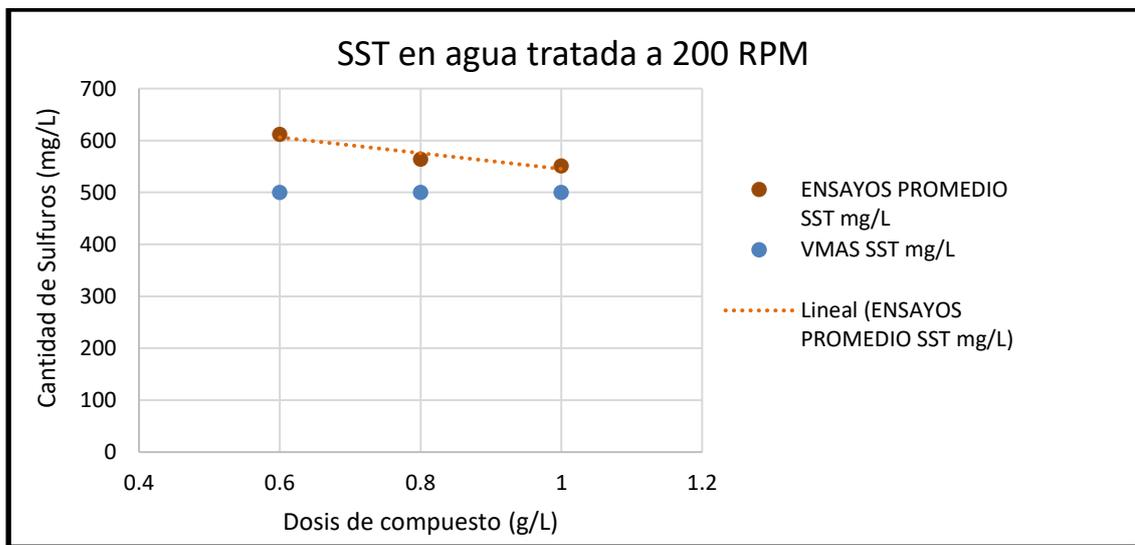


Figura °N 16 Comparación de resultados de la remoción de SST vs VMA

Fuente: elaboración propia

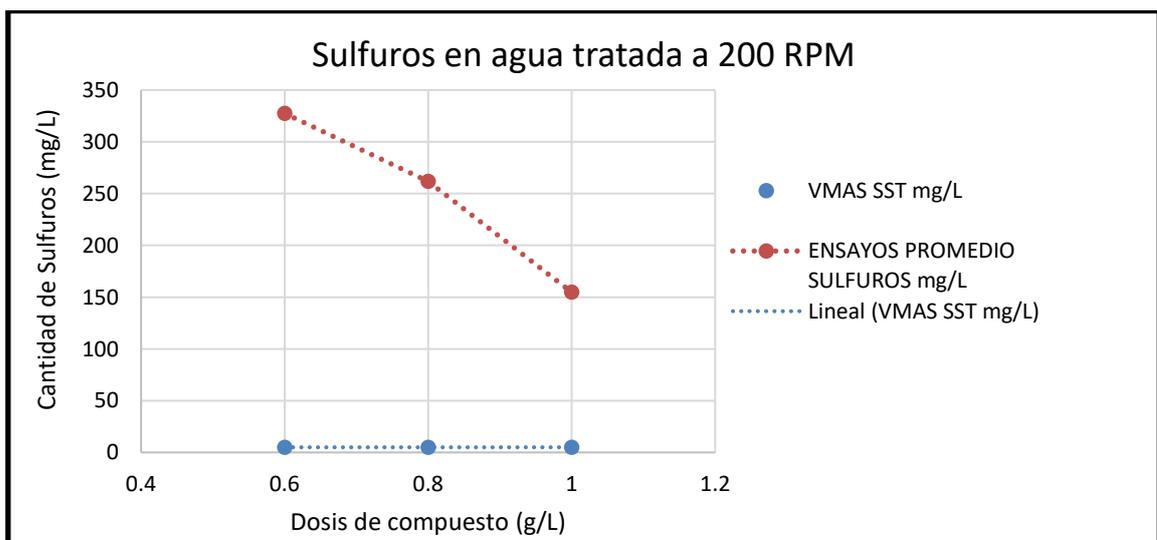


Figura °N 17 Comparación de resultados de la remoción de sulfuros vs VMA

Fuente: elaboración propia

Discusión de resultados

Se puede ver que en caracterización inicial del efluente de pelambre empleado detallado en la tabla °N 10, se puede observar que sobrepasa los valores máximos admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domesticas en el sistema de alcantarillado sanitario (DS °N 001-2015- VIVIENDA), resaltando las concentraciones de solidos suspendidos totales (SST) y sulfuros (S^{-2}) que superan ampliamente dichos valores limites, parámetros que se tratan de remover en el presente estudio. Los sólidos suspendidos totales en la muestra inicial son de 2200 mg/L que supera por gran amplitud a los 500mg/L de los valores máximos admisibles VMA, de manera similar sucede con los sulfuros cuyo valor inicial fue de 1328,7mg/L el cual es muy superior a los 5gr/L de los valores máximos admisibles VMA. También se observó que el pH de la muestra inicial fue de 12,5 el cual supera el rango de pH establecidos por los valores máximos admisibles VMA que es de 6 a 9.

Los resultados sulfuros y solidos suspendidos totales se obtuvieron mediante análisis de volumetría y gravimetría respectivamente en el laboratorio R-Lab SAC (**ver anexo A y C**) donde podemos confirmar la teoría expuesta por (MELGAR, 2000) quien hace mención de que en la etapa de pelambre se generan efluentes con elevadas concentraciones de sulfuros y solidos suspendidos totales afectando la salud y el cuerpo receptor si son vertidos directamente en cuerpos de agua o dificultar el tratamiento de las aguas en el efluente del alcantarillado doméstico.

En la tabla N 11 se reportan los resultados obtenidos para los diferentes ensayos a un pH ajustado de 9; una velocidad de agitación de 200 y 300 Rpm a una dosis de compuesto Neonite de 0.6, 0.8 y 1.0 gr/L. De acuerdo a los ensayos realizados se aprecia que los resultados promedio con mayor remoción de sulfuro y solidos suspendidos totales se obtuvieron con el tratamiento, con una dosis de 1.0 gr/L de compuesto Neonite a una velocidad de agitación de 200 Rpm, logrando obtener una remoción de solidos suspendidos totales de 73.83 % una remoción de sulfuros de 88.35%. Además, se puede observar que la menor remoción de sulfuros y solidos suspendidos totales fue el ensayo, con una dosis de 0,6 gr/L de compuesto Neonite y una velocidad de agitación de 200 Rpm removiéndose 54.30% de solidos

suspendidos totales y 67.32% de sulfuros, esto va de acuerdo con la teoría de (Andía Y, 2000) Quien resalta que la dosis compuesto coagulante influencia en la remoción de solidos suspendidos totales.

En las figuras °N 11 y 12 podemos observar una conducta creciente con respecto al aumento de la dosis del compuesto Neonite en la remoción de solidos suspendidos totales para las 2 velocidades de agitación estudiadas (200 y 300 Rpm) a un pH de 9. Por lo cual podemos entender que ha una mayor dosis la remoción de este parámetro estudiado será mayor.

En las figuras °N 13 y 14 podemos observar una conducta creciente con respecto al aumento de la dosis del compuesto Neonite en la remoción de sulfuros para las 2 velocidades de agitación estudiadas (200 y 300 Rpm) a un pH de 9. Por lo cual podemos entender que ha una mayor dosis la remoción de este parámetro estudiado será mayor.

Con respecto a la figura °N 15 se puede observar que la cantidad de SST en el agua tratada (551 mg/L) está muy próxima a los valores máximos admisibles (500mg/L), por lo cual se puede afirmar que a una dosis mayor a 1gr/L lograra cumplir con los VMA para descargas de efluentes no domésticos al alcantarillado público cumpliéndose lo afirmado por (NEONITE, 2019) “el compuesto Neonite tiene gran efectividad para la remoción de Solidos Suspendidos Totales”.

Con respecto a la figura °N 16 se puede observar que la cantidad de sulfuros removidos es muy considerable al reduciéndose hasta un 88.35% (de 1328,7mg/L a 154.8 mg/L) pero aún se está lejos de los VMA que nos pide 5mg/L, sin embargo en las figuras °N 13 y 14 se puede apreciar la tendencia a disminuir la cantidad de sulfuros con mayor dosis de compuesto. Lo cual confirma la teoría de la gran capacidad de intercambio catiónico que tiene el compuesto Neonite a base de Zeolita.

Con respecto a los costos de los químicos se mencionan en la siguiente tabla °N 12

Tabla °N 12 Costos de Insumos Químicos en el Tratamiento realizado

Tratamiento de Aguas Residuales de Pelambre con el Compuesto Neonite					
productos	Precio \$/kg	Cantidad usada en Prueba (kg/L)	volumen a tratar	Cantidad Requerida (kg)	Total (\$)
Neonite	2	0.001	2000	2	4
Ácido Clorhídrico	1.1	0.01	2000	20	22
costo total de químicos					26
costo por m3					13

Fuente: elaboración propia

En esta tabla se puede apreciar el costo en dólares de los químicos por m³ para el tratamiento de las aguas generadas en la etapa de pelambre del proceso de curtido.

CONCLUSIONES

- Se concluye que la mejor dosis del compuesto Neonite fue de 1gr/L, ya que en los ensayos realizados de la muestra recolectada del vertido del botal de pelambre de la Curtiembre Hinostroza, se logró obtener la mayor remoción de los sólidos suspendidos totales (SST) y sulfuros residuales(S⁻²) este tuvo lugar en el ensayo que presento una dosis de compuesto Neonite de 1.0gr/L , con una agitación de 200 Rpm a un pH 9, con un a remoción Promedio de 73.83% de solidos suspendidos totales (SST) y 88.35% de sulfuros.
- Se concluye que la mejor velocidad de agitación fue de 200 Rpm ya que a esta velocidad se apreciaron mejores resultados en la remoción de SST y sulfuros, con un a remoción Promedio de 73.83% de solidos suspendidos totales (SST) y 88.35% de sulfuros.
- Se concluye que a una mayor dosis de compuesto Neonite se logra cumplir con los Valores máximos admisibles del parámetro SST para descargas de aguas no domesticas al alcantarillado público.
- Podemos concluir que hay una gran probabilidad de lograr los VMA para el parámetro sulfuros para descargas de aguas no domesticas al alcantarillado público ya que el las Figuras °N 13 y 14 se aprecia una tendencia creciente de remoción de sulfuros al aumentar la dosis del compuesto.
- La dosis del compuesto, la velocidad de agitación y el pH son variables muy importantes, ya que la remoción de estos parámetros a través de la coagulación floculación depende de la interacción de estos niveles por lo cual según referencias bibliográficas se usó el pH óptimo de uso del compuesto (pH 9), tres valores en la dosis (0.6, 0.8, 1.0 gr/L) y dos valores de valores de agitación (200 y 300 Rpm).

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios con dosis mayores a 1gr/L para determinar si el agente Neonite logra mejores resultados removiendo la concentración de contaminantes ya que la tendencia de las figuras nos muestra que a mayor dosis se produce una mayor remoción de los parámetros estudiados.
- Experimentar con pH menores a 9 ya que el compuesto Neonite es un compuesto alcalino y su rango de aplicación uso varia de pH 5 a 10.
- De preferencia usar el test de jarras con recipientes cilíndricos de base circular, ya que, en las esquinas de los recipientes de base cuadrangular, por ejemplo; se producen espacios muertos de agitación y puede afectar significativamente en la mezcla soluto solvente afectando la efectividad de coagulación y floculación. (Factores que influyen en la selección de un agitador. Quispe Betty Tesis de grado Universidad nacional de Ingenieria-2010. pág. 34)
- Se recomienda seguir investigando este novedoso compuesto a base de zeolita estudiando otros parámetros de interés como DBO, DQO, Etc.
- Se recomienda continuar con la implementación del laboratorio de la Ing. Ambiental con equipos y materiales de laboratorio especializados para el análisis de aguas residuales industriales.
- Esta investigación sirva para motivar a otros estudios en la remoción de estos contaminantes, así como en el tratamiento de aguas residuales de este sector industrial que produce efluentes altamente contaminantes en las diferentes etapas para producción del cuero que es tan común en la vida cotidiana.

BIBLIOGRAFÍA

- ADZET, J. (1985). *Química Técnica de teneraría*. Barcelona - España: Romanya / Valls.
- AGUILAR, Y., RODRIGUEZ, S., FERNANDEZ, E., & CABRERA, E. (2017). TRATAMIENTO DE RESIDUALES LIQUIDOS DE TENERIAS UTILIZANDO MEMBRANAS. *CIH INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL, VOL. XXXVIII N°.1*, 127.
- ALOY.M, F. V. (1976). *TANNERIE ET POLLUTION*. Lyon -France: CHANBEFORT.
- ANDIA, Y. (2000). *Tratamiento de Aguas: Coagulación y Floculación. Evaluación de Plantas de Tratamiento y Desarrollo*. Lima-Peru: Sedapal.
- BARRENECHEA, A. (2004). *Tratamiento de Aguas para consumo Agua, Plantas de Filtración Rápida*. Lima- Peru.
- CERRÓN, P. (2011). *Estudio de un sistema físico-químico a escala prototipo del tratamiento de aguas residuales provenientes de las curtiembres*. Quito- Ecuador: Tesis de grado- Universidad San Francisco de Quito.
- DIMAS, M. (2003). *DEPILADO DE PIEL VACUNO Y REUTILIZACIÓN DE LIQUIDOS RESIDUALES*. HUANCAYO-JUNIN-PERU: POST GRADO.
- Dirección de Investigación, D. I. (2018). Evaluación para la sustitución de procesos y/o productos químicos para la producción limpia en la industria de las curtiembres. *Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva*, 31.
- FUQUENE YATE, D. (2011). *Optimización del agua de pelambre en un proceso que permita la mejor calidad del cuero final y el menor impacto ambiental*. Bogotá - Colombia: Tesis de Grado- Universidad Nacional de Colombia.

- Granados Castaños, N. A. (2007). *Determinación de la dosis más efectiva de la mezcla de carbón activado en polvo con sulfato de aluminio líquido para la potabilización de agua en la empresa Aguas y Aguas de Pereira.* . Pereira Colombia: tesis de pregrado - Universidad Tecnológica de Pereira.
- Gutiérrez, M. (1999). *Manual de Procedimientos para el Manejo Adecuado de los Residuos de la Curtiduría.* México DC - México: Instituto Nacional de Ecología.
- GUZMÁN, O. y. (2010). *Reduccion de Emisiones de la Etapa de Pelambre en el proceso de Curtido de Pieles.* Bolivia: Acta Nova Vol (4).
- JARRIN, L. (2016). *Reduccion de Sulfuros en el Agua Residual de la Industria de la Curtiembre.* Quito- ecuador: tesis de Grado - Universidad Central de Ecuador.
- MARÍN, G. (2012). *Procesos Fisico quimicos de Depuracion de Aguas.* Madrid - España: Diaz Santos.
- MARÍN, R. (2003). *Fisicoquimica y Microbiologia de los medios acuaticos, Tratamiento y control de la calidad de las Aguas.* Madrid-España: Diaz de Santos S.A.
- MARQUEZ, C. E. (1994). Uso de Flocculantes Nacionales en la Potabilizacion de Aguas Superficiales. *Revista Ingenieria Hidraulica, Vol. XV N°2, n.*
- MELGAR, D. (2000). *TECNOLOGIA DEL CUERO- Procesos de Curticion Control de Calidad y Maquinarias.* HUANCAYO- JUNIN -PERU: MITINCI.
- Miller, S. (1999). Informe para el Ministerio de Industria, Turismo, Integración. *Reporte Técnico para la Industria de Curtiembres en el Perú,* 43.

- MONTOYA.E, S. (2017). *Evaluacion del pH concentracion de FeSo4 Y FeCl3 en la remocion de solidos suspendidos y sulfuros en efluentes de pelambre en curtiembres*. Trujillo-Peru: Tesis de grado- UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO.
- NEONITE. (15 de 03 de 2019). *neonite japon*. Obtenido de <http://www.neonite.jp/01neonite/>
- OEFA. (15 de Marzo de 2016). *OEFA.GOB.PE*. Obtenido de http://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- OLGUIN, M. T. (1972). *Zeolitas Caracteristicas y Propiedades*. Mexico: Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.
- Peláez, H., & Viñas, M. (1998). Minimización de costos en la oxidación de sulfuros en curtiembres. *Asociación Peruana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental; AIDIS. Gestión ambiental en el siglo XXI. Lima, APIS, 1998. p.1-5, Tab. (págs. 1-5)*. Lima-Peru: CEPIS . CD; 1011, A81. 038116, 20020723.
- RAMALHO, R. (2003). *Tratamiento de Aguas Residuales*. Barcelona - España: Editorial Reveté.
- SILVA, J. L. (2011). *Rol de la Ecotecnologias, Tecnologias Limpias y de Tratamiento, en el control de la Contaminacion Generada por las Curtiembres de Trujillo Peru*. Trujillo- Perú: Tesis de Doctoral - Universidad Nacional de Trujillo.
- SILVA.R, J. y. (2016). *Efecto del coagulante Alúmina en la remoción de sulfuros y solidos suspendidos del efluente de pelambre, Inversiones Harod S.A.C*. Lima - Perú: Tesis de pregrado - Universidad Cesar Vallejo.
- VIVIENDA, M. D. (10 de ENERO de 2015). D.S.N° 001-2015-VIVENDA. *MODIFICAN DIVERSOS ARTICULOS DEL DS N° 021-2009-VIVIVENDA - EL PERUANO*, pág. 544502.

ANEXOS

Anexo A: Calibración de Equipos y Determinación de contaminantes Presentes en el Agua

Calibración de Potenciómetro-pH

1. Para la medición del pH en los distintos ensayos se encendió y calibro el multiparámetro con soluciones tampón o buffer de pH (4, 7 y 10) procediéndose la siguiente rutina:
2. Se llena un vaso precipitado para cada solución Buffer de pH 4, 7 y 10, se introduce el electrodo de pH y se realiza la lectura hasta que el equipo estabilice.
3. Se limpia el electrodo con una piseta y agua destilada, se seca el electrodo y se introduce el electrodo en el siguiente vaso precipitado con la solución buffer pH 7, se espera hasta que estabilice el multiparámetro (la misma acción se repite para el buffer 10).

Calibración de Balanza Analítica

Según el tipo de balanza, se puede calibrar mediante calibración externa ICM (Solamente modelos ARS/PRS) o usando pesas de 1gr, 10 gr, 100gr, etc. Teniendo en cuenta que las pesas deben de tener la precisión de la balanza.

Para calibrar externamente por medio de IMC se seleccionó el modo (fijar modo de calibración externo) en el menú de calibración.

1. Se selecciono conmute con la tecla a "pesar"
2. Se oprimió "CAL" hasta que apareció calibración, la balanza realizo una medición del peso 0.000g.
3. Después parpadea e indica peso de calibración a colocar.
4. Posteriormente el indicador continuara parpadeando hasta que la calibración haya terminado.

Tabla °N 13 Medición del de pH

Parámetro	Materiales	Reactivos	Procedimiento	Calculo
pH	Potenciómetro o multiparámetro	Muestra estudiada	retirar un volumen de 100 ml de muestra en el vaso precipitado e introducir el electrodo del potenciómetro y anotar la lectura	Lo determina el potenciómetro directamente
	Piseta	Agua destilada		
	Vasos precipitados			

Fuente: Propio

Tabla °N 14 Determinación de solidos suspendidos

Parámetro	Material es	Reactivos	Procedimiento	Calculo
	Embudo Buchner		Se pesa el papel filtro (2.5µm), Antes de usarlo y se colocó en el embudo Bunchner.	Para obtener los sólidos suspendidos se usó la fórmula: %SS = $\frac{W(p+r)-Wp}{V} \times 100$
Solidos suspendidos totales	Papel filtro	Agua Residual Industrial	Se mojo el filtro con un poco de agua destilada	ppm SS = $\frac{W(p+r)-Wp}{V}$
	Balanza Analítica		Se toma un volumen medido en el embudo	
	Vasos Precipitados		Se seco y peso el papel filtro	
				Donde: Wp = peso del Filtro W(p+r) = Peso del papel filtro + residuo V = cantidad de muestra

Fuente: Métodos Normalizados APHA

Tabla °N 15 Determinación de sulfuros:

Parámetro	Materiales	Reactivos	Procedimiento	Calculo
Sulfuros			Se filtro la 100ml de muestra	Se utilizo la fórmula:
	Papel Filtro	Agua Residual Industrial	Se tomo un 2 ml de la muestra filtrada	$\text{mg S}^{-2} = \frac{((A \times B) - (C \times D)) \times 16000}{\text{ml (muestra)}}$
	Embudo	Tiosulfato de sodio	Se agrego la el yodo en solución y el agua destilada;	A: ml de solución
	Bureta	Almidón	Se agrego almidón hasta que la muestra tome un color oscuro	B= N del Yodo en solución
	Matraz	Solución de yodo		C= ml de la del tiosulfato de sodio en solución usado
	Piseta		Se aforo con Tiosulfato de Sodio	D= N del tiosulfato de sodio en solución.

Fuente: Métodos Normalizados APHA

Anexo B: Panel Fotográfico:

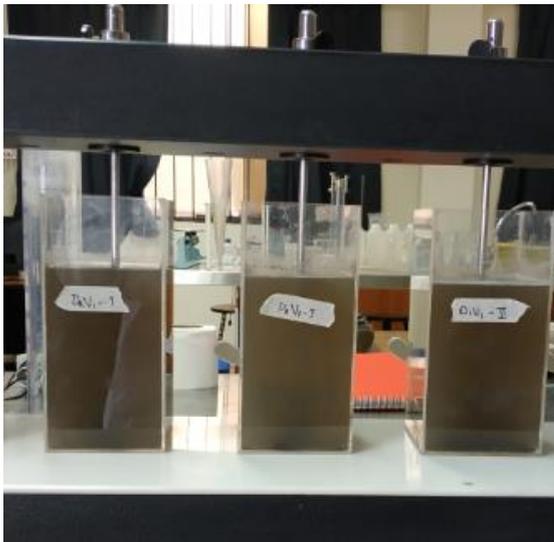
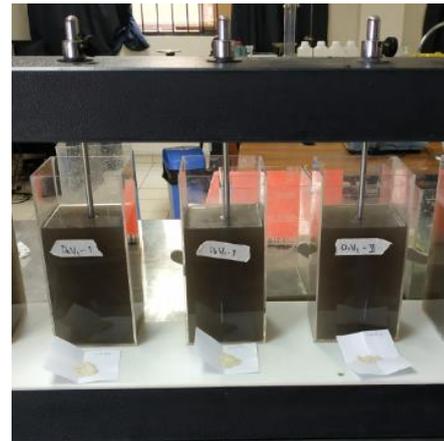
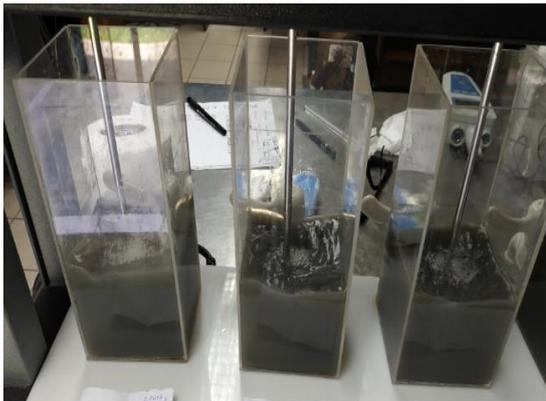
Evidencia fotográfica de visitas a curtiembres para recolección de la muestra



Evidencia de filtrado de muestra previo a la prueba de jarras



Evidencia de las pruebas de jarras realizadas en el laboratorio de la universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur



Evidencia fotográfica de medición de pH a: (muestra inicial, la muestra ajustada en pH, y de los diferentes ensayos obtenidos).



Evidencia fotográfica de las muestras obtenidas después de la prueba de jarras y envío de las muestras al laboratorio



Anexo C: Informes y fichas técnicas

Ficha de información del compuesto Neonite

Agente de purificación de
agua y suelos

NEONITE



Promovemos las 3R para
las aguas usadas, suelos y
lodos,
a través del método
NEONITE, para la
protección
del medio ambiente
global.



Tipo Bolsa Flexible (1.000Kg)



Tipo polvo (en general)



Tipo pastilla



Sede Central

〒690-0026 Shimane-ken, Matsue-shi, Fujimi-cho 1-7

TEL 0852-38-8025 FAX 0852-37-2514

URL: <http://www.neonite.jp>

E-mail: n@neonite.jp

Categoría						
Producto	Forma	Presentación	Componentes químicos	Tipo	Función	Características de las aguas residuales y tratamiento
M-1	gránulos	bolsa 20 kg	calcio, silicio, otros	Para agua residual orgánica residual	Eliminación de los SS en aguas residuales	Trabajo de dragado de aguas en aguas turbias
M-10	"	"	"	"	"	Agua residual en tratamiento
MO-1	"	"	"	Para agua residual orgánica residual	Decoloración - Eliminación de los SS	Agua sedimentada por filtros particulares/Agua de procesamiento de alimentos
MO-10	"	"	"	"	Eliminación de los SS en aguas residuales	Agua residual orgánica residual y agrícola
BI-1	"	"	"	Para agua residual orgánica residual	Neutralización y eliminación de los SS en aguas residuales	Agua residual de "metales" del trabajo con concreto
BI-10	"	"	"	"	"	Agua residual orgánica alta los patógenos
SI-1	"	"	calcio, magnesio, etc.	Para agua residual que contiene sólidos	Eliminación de sólidos en agua residual	Agua residual tratada
SI-10	"	"	"	"	"	Agua residual tratada
AO-1	"	"	"	Para agua residual que contiene sólidos	Eliminación de sólidos en agua residual	Agua subterránea contenida por el suelo
AO-10	"	"	"	"	"	Suelos con agua subterránea y metales pesados
FR-1	gránulos	bolsa 10 kg	---	Agente auxiliar para la deshidratación	Apoyo a la deshidratación de los SS en aguas residuales	Apoyo de coagulación orgánica, apoyo de deshidratación
FR-10	"	"	---	Agente auxiliar para la deshidratación	"	Deshidratación de lodos orgánicos
KO-1B	gránulos	bolsa 20 kg	calcio y otros	Para suelos en general	Tratamiento de esterilización y oxidación del suelo	Agua con alta actividad de lodo. Lodo que contiene cemento
KO-1M	"	"	"	"	Tratamiento de esterilización del suelo	Agua con alta cantidad de lodo
KO-1Aa	"	"	"	Para suelos contaminados con metales	Tratamiento de esterilización de la solubilidad de metales	Suelos contaminados
KO-1F	"	"	"	Para suelos contaminados con fósforo	Tratamiento de esterilización de la solubilidad de fósforo	Suelos contaminados

Empaquetado
 Normal Bolsa de 10Kg/20Kg
 Por pedido 1.000kg en bolsa flexible

- Certificaciones**
- Ministerio de Tierra, Infraestructura, Transporte y Turismo, Sistema de Aplicación de Nuevas Tecnologías NETIS
 - Utsukushima, Productos ecológicos y reciclados
 - Prefectura de Yamaguchi, Productos reciclados
 - Prefectura de Shimane – Marca Registrada de Shimane para construcción

Ejemplo de Utilización

Tipo de agua residual	Propiedad del agua sin tratamiento	Agua con tratamiento	Número de producto NEONITE	Descripción
Agua residual de suelos	pH 7.2 SS 120 mg/L	pH 7.4 SS 17 mg/L	M1	10 mg/L
Agua residual de trabajo de concreto	pH 11.8 SS 174 mg/L	pH 7.4 SS 20 mg/L	BI-1	30 mg/L
Agua del lavado de incinerador	DQO 20.81 mg-TEQ/L	DQO 5.3 mg-TEQ/L	MO1	10 mg/L
Mercurio del suelo contaminado por PCB	PCB 0.13 mg/L	PCB 0.003 mg/L	MP-1	10 mg/L
Agua residual de restaurantes	pH 4.7 SS 880 mg/L	pH 8.1 SS 7 mg/L	MO-1	10 mg/L
Lodo de empalme	pH 12.8 SS 1180 mg/L	pH 7.4 SS 32 mg/L	FR-1	20 mg/L
Dragado del lodo	Porcentaje de agua: 88%	Porcentaje de agua: 40%	KO-1B	10 mg/L
Suelos contaminados con arsénico	Volumen de arsénico de As: 18 mg/L	Volumen de arsénico de As: 0.03 mg/L	KO-1F	10 mg/L

Usos

Se puede utilizar para descargas de agua, para la separación de sólidos y líquidos del lodo, reducción de DQO-DBO, separación de aceite, solubilización metales pesados innecesarios y para la separación de dioxinas y PCBs.

Forma de uso (Tipo)

- Para la descarga de aguas aplicar directamente la cantidad definida.
- Para lodos, en algunos casos se usa disolviendo de antemano.
- Agitar rápidamente por unos 3 minutos (Es más efectivo aún si se agita lentamente por algunos minutos más).

- Precauciones para la utilización**
- Luego de abrir el producto, sellar inmediatamente tras el uso y guardar evitando la humedad. Algunos productos deben ser usados por completo tras abrir el empaque.
 - Para el almacenamiento a largo plazo, evitar lugares con alta temperatura y humedad. Evitar además que el NEONITE entre en contacto con otros productos químicos.
 - Antes de utilizar el producto ponerse gafas, ropas de protección y guantes de goma para evitar el contacto con la piel y ojos.
 - El rendimiento en la separación del NEONITE puede variar según el objeto, la forma, materias extrañas y el método de agitación. Se recomienda consultar antes de la utilización.
 - Los datos de este folleto no son una garantía del rendimiento. La información está sujeta a cambios sin previo aviso.
 - Esta tecnología es una técnica desarrollada de nuestra propiedad, está prohibida la copia y la reproducción del material sin la debida autorización.
 - Si encontrara inexactitudes, errores u omisión en lo escrito, favor de ponerse en contacto con la dirección abajo mencionada.
 - Para consultas, favor de ponerse en contacto con nuestra empresa, agencias representantes o miembros de la Asociación Nacional para la Promoción del Método NEONITE.

NEONITE S.A.
 Sede Central/
 〒690-0026 Shimane-Ken Matsue-Shi Fujimi-Cho 1-7
 Telefono 0852-38-8025 FAX 0852-37-2514
 URL <http://www.neonite.jp> E-mail n@neonite.jp

Realizamos estudio y difusión de la tecnología de NEONITE y trabajamos para la protección del medio ambiente
Recomendado por la Asociación Nacional para la Promoción del Método
 Los tres círculos de nuestro logro representan el agua, el aire y el suelo.
 Sede Central/
 〒107-0062 Tokio-to Minato-ku Minami Aoyama 7-116, Canadian Building
 Telefono 03-6805-0405
 URL <http://www.neonite.net> E-mail jna@neonite.jp

Fuente: <http://www.neonite.jp/01neonite/>

Anexo D Resultados Obtenidos en los diferentes Ensayos.

Tabla °N 16 Resultados de los Ensayos Experimentales

Resultados de los ensayos Experimentales									
PRUEBA	Codigo de muestra	pH	Velocidad de Agitación (Rpm)	Dosis de Compuesto g/L	sulfuros		SST		
					mg/L	% de Remoción	mg/L	% de Remoción	
1	D1V1-I	9	200	0.6	339.8	74.43	1060	51.82	
2	D2V1-I			0.8	262.5	80.24	972	55.82	
3	D3V1-I			1	159.8	87.97	612	72.18	
4	D1V2-I	9	300	0.6	440	66.88	992	54.91	
5	D1V2-I			0.8	379.8	71.42	1112	49.45	
6	D1V2-I			1	216.8	83.68	716	67.45	
7	D1V1-II	9	200	0.6	316.4	76.19	983	55.32	
8	D2V1-II			0.8	268.3	79.81	957	56.50	
9	D3V1-II			1	142.8	89.25	551	74.95	
10	D1V2-II	9	300	0.6	425.8	67.95	974	55.73	
11	D1V2-II			0.8	328.4	75.28	873	60.32	
12	D1V2-II			1	201.9	84.80	580	73.64	
13	D1V1-II	9	200	0.6	326.2	75.45	973	55.77	
14	D2V1-II			0.8	254.7	80.83	882	59.91	
15	D3V1-II			1	161.8	87.82	564	74.36	
16	D1V2-II	9	300	0.6	436.7	67.13	877	60.14	
17	D1V2-II			0.8	350.8	73.60	864	60.73	
18	D1V2-II			1	199.4	84.99	579	73.68	
* concentración inicial de Sulfuros en mg/L:				1328,7	*concentración inicial de SST en mg/L:		2200		

Fuente: elaboración propia

Informes de muestras enviadas al laboratorio R-LAB S.A.C.

INFORME DE ENSAYO N° 1903167A

Cliente	: JEAN - PIERRE MELGAR BUENDIA
Dirección del cliente	: MZ. C LT. 7 COOP. LOS GERANIOS DE SANTA ANITA
Usuario	: -
Lugar de Muestreo	: UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLOGICA DE LIMA SUR - V.E.S.
Tipo de Matriz y/o Producto	: AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
Muestreo Realizado por	: EL CLIENTE
Procedimiento de Muestreo	: -
Referencia al Plan de Muestreo	: -
Número de Muestras	: 38
Fecha de Recepción	: 27-03-2019
Fecha de Inicio y Término de Ensayo:	27 -03-2019 al 29 -03-2019

F-01-01
Revisión: 06
Fecha: 24-01-2019

Fecha de emisión: 06 -04-2019

INFORME DE ENSAYO N° 1903167A

Código de Laboratorio	1903167A-01	1903167A-02	1903167A-03	1903167A-04			
Identificación de la Muestra	D ₁ V ₁	D ₂ V ₂	D ₃ V ₁ -1	D ₄ V ₁ -1			
Descripción del Punto de Muestreo	EFLUENTE INDUSTRIAL	EFLUENTE INDUSTRIAL	LABORATORIO	LABORATORIO			
Fecha y hora de muestreo	27-03-2019 (14:30)	27-03-2019 (14:33)	27-03-2019 (14:40)	27-03-2019 (14:40)			
Ubicación Geográfica (WGS-84)	N: - E: -	N: - E: -	N: - E: -	N: - E: -			
Tipo de Matriz y/o Producto	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL						
Tipo de Ensayo	Unidad	L.C.M.	L.D.M.	Resultados			
¹ Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	6	2	2 200	-	1 060	-
² Sulfuros	mg/L	0,050	0,002	-	1328,7	-	339,8

Código de Laboratorio	1903167A-05	1903167A-06	1903167A-07	1903167A-08			
Identificación de la Muestra	D ₁ V ₁ -1	D ₂ V ₁ -1	D ₃ V ₁ -1	D ₄ V ₁ -1			
Descripción del Punto de Muestreo	LABORATORIO	LABORATORIO	LABORATORIO	LABORATORIO			
Fecha y hora de muestreo	27-03-2019 (14:46)	27-03-2019 (14:48)	27-03-2019 (14:50)	27-03-2019 (14:52)			
Ubicación Geográfica (WGS-84)	N: - E: -	N: - E: -	N: - E: -	N: - E: -			
Tipo de Matriz y/o Producto	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL						
Tipo de Ensayo	Unidad	L.C.M.	L.D.M.	Resultados			
¹ Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	6	2	972	-	612	-
² Sulfuros	mg/L	0,050	0,002	-	262,5	-	159,8

Notas

- ✓ Condición y estado de la Muestra(s) Ensayada(s): Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas al laboratorio.
- ✓ La(s) muestra(s) llegaron en frasco de polietileno.
- ✓ La(s) muestra(s) se mantuvieron guardadas en condiciones controladas por un periodo de 10 días calendario luego que haya sido entregado el Informe de Ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- ✓ L.C.M: Límite de cuantificación del método; L.D.M: Límite de detección del método.
- ✓ El informe de control de calidad será proporcionado a solicitud del cliente.
- ✓ (*) Método de ensayo no acreditado por el INACAL-QA.
- ✓ A solicitud del cliente, el informe de ensayo se emite sin logo de acreditación.
- ✓ ¹ Ensayos realizados en la Sede de Ate-Lima ubicada en Calle Berna N° 100, Urb. Los Portales de Javier Prado, Ica Etapa, Ate-Lima.
- ✓ ² Ensayos realizados en la Sede de Villa el Salvador-Lima ubicada en Av. Cruz y Mitoque, Mz. B, Lote 4, Villa el Salvador-Lima.

F-8-07
Rev: 009-18
Fecha: 24-03-2019

INFORME DE ENSAYO N° 1903167A

Código de Laboratorio	1903167A-27	1903167A-28	1903167A-29	1903167A-30			
Identificación de la Muestra	DIVI-3	DIVI-3	DIVI-3	DIVI-3			
Descripción del Punto de Muestreo	EFLUENTE INDUSTRIAL	EFLUENTE INDUSTRIAL	LABORATORIO	LABORATORIO			
Fecha y hora de muestreo	27-03-2019 (14:30)	27-03-2019 (14:33)	27-03-2019 (14:40)	27-03-2019 (14:40)			
Ubicación Geográfica (WOS-B4)	N: - E: -	N: - E: -	N: - E: -	N: - E: -			
Tipo de Matriz y/o Producto	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL						
Tipo de Ensayo	Unidad	L.C.M.	L.D.M.	Resultados			
² Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	6	2	973	-	882	-
² Sulfuros	mg/L	0,010	0,002	-	326.2	-	254.7

Código de Laboratorio	1903167A-31	1903167A-32					
Identificación de la Muestra	D ₂ V ₂ -3	D ₂ V ₂ -3					
Descripción del Punto de Muestreo	LABORATORIO	LABORATORIO					
Fecha y hora de muestreo	27-03-2019 (14:48)	27-03-2019 (14:48)					
Ubicación Geográfica (WOS-B4)	N: - E: -	N: - E: -					
Tipo de Matriz y/o Producto	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL						
Tipo de Ensayo	Unidad	L.C.M.	L.D.M.	Resultados			
² Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	6	2	364	-		
² Sulfuros	mg/L	0,010	0,002	-	161.8		

Notas:

- ✓ Condición y estado de la Muestra (x) Ensayada (x): Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas al laboratorio.
- ✓ La (x) muestra(x) llegaron en frasco de polietileno.
- ✓ La (x) muestra (x) se mantendrán guardadas en condiciones controladas por un periodo de 10 días calendario luego que haya sido entregado el Informe de Ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- ✓ L.C.M: Límite de cuantificación del método; L.D.M: Límite de detección del método.
- ✓ El informe de control de calidad será proporcionado a solicitud del cliente.
- ✓ (*) Método de ensayo no acreditado por el INACAL-DA.
- ✓ A solicitud del cliente, el informe de ensayo se emite sin logo de acreditación.
- ✓ ¹ Ensayos realizados en la Sede de Ate-Lima ubicada en Calle Berna N° 100, Urb. Los Portales de Javier Prado 1ra Etapa, Ate-Lima.
- ✓ ² Ensayos realizados en la Sede de Villa el Salvador-Lima Ubicada en Asoc. Cruz de Mohupe, Mz. B, Lote 4, Villa el Salvador-Lima.

F-8-02
Revisión: 05
Fecha: 24-05-2019

INFORME DE ENSAYO N° 1903167A

Código de Laboratorio	1903167A-33	1903167A-34	1903167A-35	1903167A-36			
Identificación de la Muestra	DjV2-3	DjV2-3	DjV2-3	DjV2-3			
Descripción del Punto de Muestreo	LABORATORIO	LABORATORIO	LABORATORIO	LABORATORIO			
Fecha y hora de muestreo	27-05-2019 (14:54)	27-05-2019 (14:56)	27-05-2019 (14:56)	27-05-2019 (14:58)			
Ubicación Geográfica (WGS-84)	N: - E: -	N: - E: -	N: - E: -	N: - E: -			
Tipo de Matriz y/o Producto	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL						
Tipo de Ensayo	Unidad	L.C.M.	L.D.M	Resultados			
² Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	6	2	877	-	804	-
² Sulfuros	mg/L	0,010	0,002	-	436.7	-	350.8

Código de Laboratorio	1903167A-37	1903167A-38					
Identificación de la Muestra	DjV2-3	DjV2-3					
Descripción del Punto de Muestreo	LABORATORIO	LABORATORIO					
Fecha y hora de muestreo	27-05-2019 (15:01)	27-05-2019 (15:03)					
Ubicación Geográfica (WGS-84)	N: - E: -	N: - E: -					
Tipo de Matriz y/o Producto	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL						
Tipo de Ensayo	Unidad	L.C.M.	L.D.M	Resultados			
² Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	6	2	379	-		
² Sulfuros	mg/L	0,010	0,002	-	199.4		

Notas:

- ✓ Condición y estado de la Muestra (s) Ensayada (s): Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas al laboratorio.
- ✓ La (s) muestra(s) llegaron en frasco de polietileno.
- ✓ La (s) muestra (s) se mantendrán guardadas en condiciones controladas por un periodo de 10 días calendario luego que haya sido entregado el Informe de Ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- ✓ L.C.M: Límite de cuantificación del método; L.D.M: Límite de detección del método.
- ✓ El informe de control de calidad será proporcionado a solicitud del cliente.
- ✓ (*) Método de ensayo no acreditado por el INACAL-DA.
- ✓ ¹ Ensayos realizados en la Sede de Ate-Lima ubicada en Calle Berna N° 100, Urb. Los Portales de Javier Prado 1ra Etapa, Ate-Lima.
- ✓ ² Ensayos realizados en la Sede de Villa el Salvador-Lima Ubicada en Asoc. Cruz de Motupe, Mz. B, Lote 4, Villa el Salvador-Lima.

F-E-02
Revisión: 05
Fecha: 24-05-2019

INFORME DE ENSAYO N° 1903167A

Código de Laboratorio	1903167A-15	1903167A-16	1903167A-17	1903167A-18			
Identificación de la Muestra	DjVj-2	DjVj-2	DjVj-2	DjVj-2			
Descripción del Punto de Muestreo	EFLUENTE INDUSTRIAL	EFLUENTE INDUSTRIAL	LABORATORIO	LABORATORIO			
Fecha y hora de muestreo	27-05-2019 (14:30)	27-05-2019 (14:33)	27-05-2019 (14:40)	27-05-2019 (14:40)			
Ubicación Geográfica (WGS-84)	N: - E: -	N: - E: -	N: - E: -	N: - E: -			
Tipo de Matriz y/o Producto	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL						
Tipo de Ensayo	Unidad	L.C.M.	L.D.M	Resultados			
² Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	6	2	983	-	957	-
² Sulfuros	mg/L	0,010	0,002	-	316.4	-	268.3

Código de Laboratorio	1903167A-19	1903167A-20					
Identificación de la Muestra	DjVj	DjVj					
Descripción del Punto de Muestreo	LABORATORIO	LABORATORIO					
Fecha y hora de muestreo	27-05-2019 (14:46)	27-05-2019 (14:48)					
Ubicación Geográfica (WGS-84)	N: - E: -	N: - E: -					
Tipo de Matriz y/o Producto	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL						
Tipo de Ensayo	Unidad	L.C.M.	L.D.M	Resultados			
² Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	6	2	551	-		
² Sulfuros	mg/L	0,010	0,002	-	142.8		

Notas:

- ✓ Condición y estado de la Muestra (s) Ensayada (s): Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas al laboratorio.
- ✓ La (s) muestra(s) llegaron en frasco de polietileno.
- ✓ La (s) muestra (s) se mantendrá guardada en condiciones controladas por un periodo de 10 días calendario luego que haya sido entregado el Informe de Ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- ✓ L.C.M: Límite de cuantificación del método; L.D.M: Límite de detección del método.
- ✓ El informe de control de calidad será proporcionado a solicitud del cliente.
- ✓ (*) Método de ensayo no acreditado por el INACAL-DA.
- ✓ A solicitud del cliente, el informe de ensayo se emite sin logo de acreditación.
- ✓ ¹ Ensayos realizados en la Sede de Ate-Lima ubicada en Calle Berna N° 100, Urb. Los Portales de Javier Prado 1ra Etapa, Ate-Lima.
- ✓ ² Ensayos realizados en la Sede de Villa el Salvador-Lima Ubicada en Asoc. Cruz de Mohupe, Mz. B, Lote 4, Villa el Salvador-Lima.

F-E-02
Revisión: 05
Fecha: 24-05-2019

INFORME DE ENSAYO N° 1903167A

Código de Laboratorio	1903167A-21	1903167A-22	1903167A-23	1903167A-24			
Identificación de la Muestra	DjV2-2	DjV2-2	DjV2-2	DjV2-2			
Descripción del Punto de Muestreo	LABORATORIO	LABORATORIO	LABORATORIO	LABORATORIO			
Fecha y hora de muestreo	27-03-2019 (14:54)	27-03-2019 (14:58)	27-03-2019 (14:58)	27-03-2019 (14:58)			
Ubicación Geográfica (WGS-84)	N: - E: -	N: - E: -	N: - E: -	N: - E: -			
Tipo de Matriz y/o Producto	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL						
Tipo de Ensayo	Unidad	L.C.M.	L.D.M.	Resultados			
² Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	6	2	974	-	873	-
² Sulfuros	mg/L	0,010	0,002	-	425.4	-	328.4

Código de Laboratorio	1903167A-25	1903167A-25					
Identificación de la Muestra	DjV2-2	DjV2-2					
Descripción del Punto de Muestreo	LABORATORIO	LABORATORIO					
Fecha y hora de muestreo	27-03-2019 (15:01)	27-03-2019 (15:03)					
Ubicación Geográfica (WGS-84)	N: - E: -	N: - E: -					
Tipo de Matriz y/o Producto	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL						
Tipo de Ensayo	Unidad	L.C.M.	L.D.M.	Resultados			
² Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	6	2	380	-		
² Sulfuros	mg/L	0,010	0,002	-	201.9		

Notas:

- ✓ Condición y estado de la Muestra (s) Ensayada (s): Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas al laboratorio.
- ✓ La (s) muestra(s) llegaron en frasco de polietileno.
- ✓ La (s) muestra (s) se mantendrán guardadas en condiciones controladas por un periodo de 10 días calendario luego que haya sido entregado el Informe de Ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- ✓ L.C.M: Límite de cuantificación del método; L.D.M: Límite de detección del método.
- ✓ El informe de control de calidad será proporcionado a solicitud del cliente.
- ✓ (*) Método de ensayo no acreditado por el INACAL-DA.
- ✓ ¹ Ensayos realizados en la Sede de Ate-Lima ubicada en Calle Berna N° 100, Urb. Los Portales de Javier Prado 1ra Etapa, Ate-Lima.
- ✓ ² Ensayos realizados en la Sede de Villa el Salvador-Lima Ubicada en Asoc. Cruz de Motupe, Mr. B, Lote 4, Villa el Salvador-Lima.

F-E-02
Revisión: 02
Fecha: 24-03-2019

INFORME DE ENSAYO N° 1903167A

Tipo Ensayo	Norma de Referencia		Año de versión o Edición
	Código	Título	
Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2540 D 23rd. Ed.	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C	2017
Sulfuros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-52 D, 23rd Ed.	Sulfide. Methylene Blue Method.	2017

Fin de documento