



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“REDUCCIÓN DE EFLUENTES COLOREADOS DE LA EMPRESA “CURTIPIEL CASTRO”, PROVINCIA DE TUNGURAHUA UTILIZANDO MINERALES ARCILLOSOS”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera de Medio Ambiente.

Autora:

Obando Reinoso Jennifer Alejandra

Tutora:

Ing. MSc. Fonseca Largo Kalina Marcela

Latacunga - Ecuador

Julio, 2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Yo Obando Reinoso Jennifer Alejandra” declaro ser autora del presente proyecto de investigación: Reducción de efluentes coloreados de la empresa “CURTIPIEL CASTRO”, Provincia de Tungurahua utilizando minerales arcillosos, siendo la Ing. M.Sc. Fonseca Largo Kalina Marcela tutora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales”.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....
Obando Reinoso Jennifer Alejandra
Número de C.I.: 050280962-7

.....
Ing. M.Sc. Kalina Marcela Fonseca Largo
Número de C.I.: 172353445-7

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Obando Reinoso Jennifer Alejandra, identificada con C.C. N° 050280962-7, de estado civil Soltera y con domicilio en el Barrio Económico Augusto Dávalos, parroquia San Miguel, cantón Salcedo, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado de titulación de Proyecto de Investigación la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.- marzo 2012 – agosto 2017

Fecha de inicio de la carrera.- marzo 2012

Fecha de finalización.- agosto 2017

Aprobación HCA.- 20 de julio del 2017

Tutor.- Ing. MSc. Kalina Marcela Fonseca Largo.

Tema: “REDUCCIÓN DE EFLUENTES COLOREADOS DE LA EMPRESA “CURTIPIEL CASTRO”, PROVINCIA DE TUNGURAHUA UTILIZANDO MINERALES ARCILLOSOS”

CLÁUSULA SEGUNDA.- LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA.- Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA.- OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA.- El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA.- El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA.- CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.- Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.- **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA.- El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA.- En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA.- Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 20 días del mes de Julio del 2017.

.....

Obando Reinoso Jennifer Alejandra

LA CEDENTE

.....

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“Reducción de efluentes coloreados de la empresa “CURTIPIEL CASTRO”, Provincia de Tungurahua utilizando minerales arcillosos” de Obando Reinoso Jennifer Alejandra, de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Julio del 2017

La Tutora

.....

Ing. M.Sc. Kalina Marcela Fonseca Largo

Ci: 172353445-7

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Obando Reinoso Jennifer Alejandra con el título de Proyecto de Investigación: “Reducción de efluentes coloreados de la empresa “CURTIPIEL CASTRO”, Provincia de Tungurahua utilizando minerales arcillosos”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Julio del 2017

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)
Nombre: M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos
CC: 0501444582

Lector 2
Nombre: Ing. Cristian Javier Lozano Mgs
CC: 0603609314

Lector 3
Nombre: Oscar Rene Daza Guerra
CC: 0400689790

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi gratitud a la Universidad Técnica de Cotopaxi, la cual me brindó la oportunidad de adquirir los conocimientos suficientes para llegar a ser Ingeniera de Medio Ambiente. Agradezco también a mis amigos y maestros quienes con sus vastos conocimientos y calidad humana han sabido guiar adecuadamente para el desarrollo y culminación del presente trabajo investigativo. No podría olvidarme de quienes conforma la curtiduría “CURTIPIEL CASTRO”, gracias por permitir desarrollar esta investigación que espero lo pongan en práctica para el beneficio de los habitantes y el ecosistema del sector.

Jennifer Obando Reinoso

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por haberme dado la oportunidad de cumplir una de mi más preciada meta, a mis padres Efraín Obando y Maruja Reinoso, ellos son los motivadores para cumplir con este objetivo; porque con su lucha y apoyo constante supieron guiarme en todo momento, gracias por su ejemplo, cariño y comprensión, a mi hermano Christopher por ser la fuerza para seguir adelante, y a todos mis familiares que de una u otra manera estuvieron pendientes para que yo pueda alcanzar un peldaño más en mi vida estudiantil.

Jennifer

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO DEL PROYECTO: “REDUCCIÓN DE EFLUENTES COLOREADOS DE LA EMPRESA “CURTIPIEL CASTRO”, PROVINCIA DE TUNGURAHUA UTILIZANDO MINERALES ARCILLOSOS”.

Autora:

Jennifer Alejandra Obando Reinoso

RESUMEN

La industria del cuero es una de las actividades que más agua consume y genera gran cantidad de residuos de tipo gaseoso, líquido y sólido; además es una importante fuente de efluentes líquidos contaminados que alteran las propiedades del agua especialmente en color, pH, turbidez y sólidos suspendidos totales. El presente trabajo analizó los efluentes coloreados de la empresa “CURTIPIEL CASTRO” y los pigmentos utilizados para los procesos de teñido del cuero. En la industria investigada no existe un tratamiento de efluentes que ayude a minimizar la contaminación producida por el colorante negro de carbón. Por lo tanto, el objetivo principal de este trabajo fue reducir los efluentes coloreados de la empresa “CURTIPIEL CASTRO”, utilizando dos tipos de minerales arcillosos con dos tipos de sales cuaternarias obteniendo cuatro tratamientos de ensayo (M1, M2, M3, M4), que permitieron identificar el mejor tratamiento reductor de colorante que puede ser utilizado en la empresa para cumplir con la normativa ambiental vigente. Para determinar las concentraciones exactas en los ensayos M1 (sulfato de aluminio y bentonita), M2 (policloruro de aluminio y bentonita), M3 (policloruro de aluminio y arcilla negra), M4 (sulfato de aluminio y arcilla negra) se aplicó las concentraciones utilizadas en experimentos ya realizados, verificando las concentraciones mediante la prueba de jarras. Se encontró la combinación óptima para su filtración; los ensayos se realizaron en el laboratorio de Medio Ambiente de la Universidad Técnica de Cotopaxi, comprobando los análisis en un laboratorio certificado. Como resultado se obtuvo que las muestras M1 y M3 fueron los mejores tratamientos reductores de color, además disminuyeron la turbidez, sólidos suspendidos totales y regularon el pH; permitiendo que el efluente cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa ambiental ecuatoriana.

Palabras clave: efluentes, contaminante, colorante, teñido, minerales arcillosos, sales cuaternarias.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

THEME: "REDUCTION OF COLORED EFFLUENTS OF THE "CURTIPIEL CASTRO" COMPANY, TUNGURAHUA PROVINCE USING CLAY MINERALS".

Author:

Jennifer Alejandra Obando Reinoso

ABSTRACT

The leather industry is one of the activities that consumes more water and generates large amounts of gaseous, liquid and solid waste; it is also an important source of contaminated liquid effluents that change the properties of water especially in color, pH, turbidity and total suspended solids. The present work analyzed the colored effluents of the "CURTIPIEL CASTRO" company and the pigments used for the processes of dyeing the leather. In the investigated industry there is no effluent treatment that helps to minimize the pollution produced by the carbon black dye. Therefore, the main objective of this work was to reduce the colored effluents from the "CURTIPIEL CASTRO" company, using two types of clay minerals with two types of quaternary salts obtaining four test treatments (M1, M2, M3, M4), Which allowed to identify the best dye reduction treatment that can be used in the company to satisfy with the current environmental regulations. In order to determine the exact concentrations in the tests M1 (aluminum sulfate and bentonite), M2 (aluminum polychloride and bentonite), M3 (aluminum polychloride and black clay), M4 (aluminum sulfate and black clay) concentrations which were used in previous experiments were applied where the concentrations were verified through the jars test. The optimal combination was found for its filtration; the tests were carried out in the Environmental Laboratory of the Technical University of Cotopaxi, checking the analyzes in a certified laboratory. As a result it was obtained that the samples M1 and M3 were the best color reduction treatments, also they decreased the turbidity, total suspended solids and they regulated the pH; which allowed that the effluent achieves the maximum permissible limits established in Ecuadorian environmental regulations.

Keywords: effluents, contaminant, colorant, dye, clay minerals, quaternary salts.

INDICE DE CONTENIDO

1. INFORMACIÓN GENERAL.....	19
Título del Proyecto.....	19
Fecha de inicio.....	19
Fecha de finalización	19
Lugar de ejecución.....	19
Facultad que auspicia.....	19
Carrera que auspicia	19
Proyecto de investigación vinculado	19
Equipo de Trabajo.....	19
Área de Conocimiento	20
Línea de investigación	20
Sub líneas de investigación de la Carrera.....	20
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	21
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	21
Beneficiarios directos.....	21
Beneficiarios indirectos.....	21
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	21
5. OBJETIVOS.....	23
OBJETIVO GENERAL.....	23
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	23
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	24
7.1. CURTIEMBRE.....	24
7.1.1. PROCESOS DE TINCION DEL CUERO	25
7.1.2. COLORANTES.....	25
7.1.2.1. CLASIFICACIÓN DE LOS COLORANTES.....	25
7.1.2.1.1. COLORANTES DIRECTOS.....	25
COLORANTES ÁCIDOS	25
7.1.3. EFLUENTES DE CURTIEMBRES - AGUAS RESIDUALES.....	25
7.1.3.1. COLOR.....	26
7.1.3.2. pH DE EFLUENTES COLOREADOS DE TEÑIDO Y ENGRASE	26

7.1.3.3. TURBIEDAD EN EFLUENTES	26
7.1.3.4. SOLIDOS EN SUSPENSION	27
7.1.3.4.1. CLASIFICACION DE LA FILTRACION.....	27
7.2. CURTIEMBRE “CURTIPIEL CASTRO”:	27
7.2.1. PROCESO DE TINCION DE LA EMPRESA CURTIPIEL CASTRO	27
7.2.2. INSUMOS QUIMICOS UTILIZADOS EN LA ETAPA DE TINCIÓN	28
7.2.3. ELEMENTOS DEL COLORANTE	28
7.2.4. ESPECIFICACIONES DEL COLORANTE NEGRO DE CARBON.....	29
7.2.5. CONTAMINACION POR LOS PROCESOS DE TINCION EN “CURTIPIEL CASTRO”	29
7.3. TRATAMIENTO DE AGUAS CONTAMINADAS DE CURTIEMBRES	29
7.4. TRATAMIENTO CON EL USO DE LAS SALES CUATERNARIAS - COAGULACION Y FLOCULACION.....	30
7.4.1. COAGULACION	30
7.4.2. FLOCULACION.....	30
7.4.3. USO DE REACTIVOS	31
7.4.4. SALES CUATERNARIAS	31
7.4.5. TIPOS DE COAGULANTES MAS UTILIZADOS	31
7.4.6. DESCRIPCION DE LAS SALES CUATERNARIAS.....	32
7.4.6.1. SULFATO DE ALUMINIO (Alum).....	32
7.4.6.2. POLICLORURO DE ALUMINIO.....	32
7.5. TRATAMIENTOS CON EL USO DE LOS MINERALES DE ARCILLA	33
7.5.1. ARCILLA BENTONITA	33
7.5.2. ARCILLA NEGRA.....	33
7.5.3. TIPOS DE MINERALES ARCILLOSOS.....	34
7.5.4. UTILIZACION DE LA CAL.....	34
7.6. ABSORCION DEL EFLUENTE COLOREADO	34
7.6.1. DECANTACION.....	34
7.6.2. PAPEL FILTRO	34
7.6.3. FILTROS DE TELA.....	34
7.6.4. FILTRO DE MALLA.....	35
7.7. PARTE EXPERIMENTAL PARA EL ENSAYO	35

7.8. PARTE LEGAL.....	37
7.8.1. TABLA 12 TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE.....	37
LIMITE DE DESCARGAS A UN CUERPO DE AGUA DULCE	37
8. HIPOTESIS.....	38
8.1. HIPOTESIS ALTERNATIVA	38
8.2. HIPOTESIS NULA.....	38
9.METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	38
9.1.ZONA DE ESTUDIO	38
9.2.INVESTIGACION.....	40
9.2.1.TIPODEINVESTIGACION.....	40
9.2.1.1.Investigación descriptiva.....	40
9.2.1.2.Investigación de Campo.....	40
9.2.1.3.Investigación Experimental.....	40
9.2.1.4.Investigación Bibliográfica	40
9.3.METODOS	40
9.3.1.MétodoInductivo	40
9.3.2.Método Deductivo	40
9.3.3.Método de la Medición.....	41
9.4.TECNICAS DE INVESTIGACION	41
9.4.1.Observación	41
9.4.2.Entrevista	41
9.4.3.Fichaje	41
9.4.4.Tabulación	41
9.4.5.Análisis	41
9.5.EQUIPOS	41
9.6.INSTRUMENTOS	42
9.7.MATERIALES.....	42
9.8.REACTIVOS.....	42
9.9.MUESTREO DE AGUA	43
9.9.1.TOMA DE MUESTRAS.....	43
9.10.TECNICA DE DETERMINACION DE CONCENTRACIONES	43

9.10.1.PRUEBA DE JARRAS	43
9.10.2.PROCEDIMIENTO	44
9.11.DISEÑO EXPERIMENTAL	44
9.12.HERRAMIENTAS PARA ANALIZAR LOS RESULTADOS	49
10. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	49
10.1. ANALISIS DE LOS CUATRO ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO UTC	50
ENSAYO M1	50
ENSAYO M2	52
ENSAYO M3	54
ENSAYO M4	56
10.2. DETERMINACION DEL TRATAMIENTRO OPTIMO SEGÚN LOS ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE LA UTC	58
10.3. ANALISIS DE LOS CUATRO ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO CERTIFICADO	59
ENSAYO M1, M2, M3 Y M4	59
11. IMPACTOS	61
11.1. SOCIAL	61
11.2. AMBIENTAL	61
11.3. ECONOMICO	61
12. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO	62
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
13.1. CONCLUSIONES	64
13.2. RECOMENDACIONES	65
14. BIBLIOGRAFIA	66
15. ANEXOS	69
ANEXO 1: AVAL DE TRADUCCION	69
ANEXO 2: CURRICULUM TUTORA	70
ANEXO 3: CURRICULUM AUTORA	75
ANEXO 4: CUESTIONARIO PARA IDENTIFICAR EL TIPO DE PIGMENTO QUE UTILIZA LA EMPRESA	78
ANEXO 5: ENSAYO 1	79
ANEXO 6: ENSAYO 2	83
ANEXO 7: Ensayo 3 - Repetición 1	93

ANEXO 8: Ensayo 4 - Repetición 2.....	96
ANEXO 9: Ensayo 5 - Repetición 3.....	99
ANEXO 10: CALCULOS PARA EL ADEVA TURBIEDAD.....	102
ANEXO 11: CALCULOS PARA EL ADEVA pH	105
ANEXO 12: ANALISIS DE LABORATORIO DEL EFLUENTE COLOREADO PURO (AGUA CRUDA).....	108
ANEXO 13: ANALISIS DE LABORATORIO DEL TRATAMIENTO M1	109
ANEXO 14: ANALISIS DE LABORATORIO DEL TRATAMIENTO M2	110
ANEXO 15: ANALISIS DE LABORATORIO DEL TRATAMIENTO M3	111
ANEXO 16: ANALISIS DE LABORATORIO DEL TRATAMIENTO M4	112

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	21
Tabla 2.....	23
Tabla 3.....	26
Tabla 4.....	28
Tabla 5.....	28
Tabla 6.....	29
Tabla 7.....	31
Tabla 8.....	32
Tabla 9.....	33
Tabla 10.....	35
Tabla 11.....	35
Tabla 12.....	37
Tabla 13.....	38

Tabla 14.....	50
Tabla 15.....	58
Tabla 16.....	62
Tabla 17.....	79
Tabla 18.....	79
Tabla 19.....	81
Tabla 20.....	83
Tabla 21.....	83
Tabla 22.....	86
Tabla 23.....	88
Tabla 24.....	90
Tabla 25.....	93
Tabla 26.....	96
Tabla 27.....	99
Tabla 28.....	102
Tabla 29.....	103
Tabla 30.....	104
Tabla 31.....	105
Tabla 32.....	106
Tabla 33.....	107

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 1.....	39
---------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	37
---------------	----

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1.....	39
Gráfico 2.....	50
Gráfico 3.....	52
Gráfico 4.....	54
Gráfico 5.....	56
Gráfico 6.....	59

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.....	45
Cuadro 2.....	46
Cuadro 3.....	47

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Reducción de efluentes coloreados de la empresa “CURTIPIEL CASTRO”, Provincia de Tungurahua utilizando minerales arcillosos”.

Fecha de inicio: abril 2017

Fecha de finalización: agosto 2017

Lugar de ejecución:

Barrio: Chisalataj

Parroquia: Atahualpa

Cantón: Ambato

Provincia: Tungurahua

Zona: 3

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Ingeniería en Medio Ambiente

Proyecto de investigación vinculado:

Proyecto “Calidad del Agua”

Equipo de Trabajo:

Autora: Srta. Obando Reinoso Jennifer Alejandra.

Tutor: M.Sc. Kalina Fonseca

Lector 1: Master Patricio Clavijo Cevallos

Lector 2: Ingeniero Cristian Lozano

Lector 3: Ingeniero Oscar Daza

Área de Conocimiento:

Servicios

Línea de investigación:

Análisis, conservación y aprovechamiento en la biodiversidad local.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Impactos Ambientales

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO:

La Industria textil pese a dar soluciones económicas por las fuentes de empleo que genera es muy perjudicial por la contaminación que producen los efluentes en el proceso de tinción del cuero empleado en su industria, perjudicando a sus empleados, a los habitantes de la región y al medio ambiente en general. Esta investigación se realizó para ayudar a la reducción de los efluentes coloreados, beneficiando al ecosistema y por ende a la población en general ya que aguas abajo son utilizados en agricultura, ganadería, entre otras por lo cual afectaría a la salud de las personas.

Se determinó las concentraciones de las sales cuaternarias y los minerales arcillosos, para identificar el ensayo más óptimo según la concentración del contaminante reducido para que pueda ser aplicado en la empresa. Esta investigación pretende que los propietarios de estas industrias pongan en práctica este proyecto en beneficio del medio ambiente y de la población en general. El ensayo permitió disminuir la concentración del colorante Negro de Carbón (anilina), el mismo que es un contaminante en el agua, concienciando los efectos nocivos que producen en el ambiente y la población.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO:

Beneficiarios directos: Las personas que se dedican a la industria del curtido así como la población aledaña a la Curtipiel en un promedio de 4.961 habitantes.

Tabla 1

Población	Hombres	Mujeres	Total
Barrio Chisalata	2.417	2.544	4.961

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC),
Última encuesta realizada el 18 de noviembre del 2013.

Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

Beneficiarios indirectos: GAD Municipal de Ambato y el Ministerio de Medio Ambiente.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

Las industrias de curtiembres mundialmente se reconocen como una de las más contaminantes del agua, debido a los procesos químicos involucrados y, en consecuencia, son importantes productoras de efluentes líquidos, que contaminan el medio ambiente. El tratamiento de los vertidos, en la mayoría de los casos se limita a la homogenización y sedimentación, que normalmente son insuficientes para el cumplimiento de la normativa vigente.

La mayor parte de las aguas negras producidas en el Ecuador por la industria textil son coloreadas. Sin embargo, el tratamiento para quitar este color no fue considerado hasta la utilización de tintes sintéticos y la persistencia en el entorno fue reconocida, puesto que la contaminación de color en entornos acuáticos es un problema que se intensifica. La naturaleza de tintes modernos sintéticos ha conducido a la imposición de regulaciones estrictas ambientales. La necesidad de un proceso rentable para quitar el color de aguas negras producidas por la industria textil ha sido reconocida (Guthrie, Lloyd, & Pearce, 2016).

En la industria “CURTIPIEL CASTRO” no existe un tratamiento de efluentes que ayude a minimizar la contaminación producida por los colorantes utilizados en el proceso de teñido. Es por ello que se pretende aportar con un adecuado tratamiento a dichas aguas residuales, porque resulta imprescindible desde el punto de vista ambiental y sanitario.

Actualmente los efluentes de las curtiembres son tratados mediante métodos alternativos, Barboza (2011) aplicó el método de electrocoagulación con electrodos de sacrificio de aluminio para reducir la carga de contaminantes de las aguas residuales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “La Totorá” – Ayacucho.

La aplicación de un método simple y eficaz para la purificación de efluentes teñidos es a base de la arcilla, con criterio selectivo de floculación del tinte de un reservorio, con las cantidades correctas variando entre 10 y 50 gr (Mercade, Metuchen, & Venancio, 2012). La técnica eficiente para el retiro de compuestos sumamente tóxicos del agua es la coagulación con sales cuaternarias las mismas que han sido usadas para la reducción de agentes contaminantes del agua. (Mohamed, 2013).

La absorción por los minerales en aguas residuales industriales, ha sido estudiada. Estos absorbentes principalmente son los minerales de arcilla, son materiales fácilmente disponibles, baratos y ofrecen una alternativa rentable al tratamiento convencional de efluentes. Los resultados muestran que alguna especie mineral es conveniente para la purificación de tal agua residual a los límites prescritos según la legislación correspondiente que concierne a los desechos industriales (Álvarez, Ayuso, Blas, García, Jiménez. & Sánchez, 1999).

La presencia de tintes y pigmentos en el recurso agua es inaceptable, ya que provoca serios factores de peligro para la salud de los organismos vivos y el entorno. Por lo tanto, es esencial quitar tales tintes antes de la descarga de ellos en corrientes naturales de agua. Un método de tratamiento

técnicamente eficaz y rentable es necesario utilizar en el proceso de tratamiento de aguas producidas en las curtiembres (Low, Teng, 2007).

5. OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL:

Reducir los efluentes coloreados de la empresa “CURTIPIEL CASTRO”, utilizando dos tipos de minerales arcillosos con dos tipos de sales cuaternarias para disminuir la contaminación del efluente coloreado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar el pigmento que utiliza en la empresa y su estructura química.
- Evaluar los dos tipos de minerales arcillosos con los dos tipos de sales cuaternarias como reductores de la concentración del color.
- Identificar el mejor tratamiento para la disminución del color.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:

Tabla 2

OBJETIVO	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD
Objetivo 1: Determinar el pigmento que utiliza en la empresa y su estructura química.	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista • Toma de datos del tipo de pigmento • Toma de muestras del efluente coloreado • Análisis de laboratorio • Revisión bibliográfica 	Identificación del pigmento que la curtiduría utiliza para teñir los cueros en el proceso de teñido.	Realización de una visita de campo donde se aplicó la técnica de la entrevista utilizando un cuestionario previamente elaborado al propietario de la curtiduría, acerca del proceso de teñido para obtener datos de la estructura, especificación, el tipo de colorante y las concentraciones que utiliza la curtiduría, posteriormente se realizó el muestreo del efluente coloreado, para enviarlo a analizar en el laboratorio.

<p>Objetivo 2: Evaluar los dos tipos de minerales arcillosos con los dos tipos de sales cuaternarias como reductores de la concentración del color.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión bibliográfica. • Identificar el tipo de arcilla y sal cuaternaria apta para obtener la reducción del colorante presente en el efluente. • Realización de los ensayos 	<p>Obtención de la arcilla y la sal cuaternaria adecuada para la reducción del colorante presente en los efluentes del proceso de teñido.</p>	<p>Realización de los ensayos de las mezclas, entre las sales cuaternarias con los minerales arcillosos en el efluente coloreado, para identificar la mezcla más apta para la reducción del colorante presente en el efluente del proceso de teñido.</p>
<p>Objetivo 3: Identificar el mejor tratamiento para la disminución del color.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de los datos obtenidos de los ensayos realizados • Análisis de laboratorio • Comparación de los datos del análisis del laboratorio con los datos máximos permisibles en la normativa vigente. 	<p>Se determinó el ensayo que disminuyó la mayor concentración de color presente en el efluente de la curtiduría, se comparó los valores obtenidos con la normativa vigente.</p>	<p>Realización de la toma de las muestras de los ensayos elaborados para mandarlo a analizar en el laboratorio, los datos obtenidos del análisis del laboratorio se compararon con los datos de la tabla 12, anexo I, libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) y se identificó el ensayo óptimo.</p>

Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA:

7.1. CURTIEMBRE:

La industria del curtido de pieles es una actividad estrechamente ligada a dos importantes sectores productivos del país, la industria del calzado y el faenamiento de animales, especialmente bovinos. Para el primero constituye su principal proveedor de materia prima, en cambio para el segundo, es un importante cliente para su subproducto el cuero (Comision Nacional del Medio Ambiente , 1999).

La conservación de animales mediante el proceso de curtido simboliza una actividad artesanal tradicional, que genera importantes problemas de contaminación ambiental, principalmente

debido al uso de agentes químicos tóxicos y la cantidad de carga orgánica en las que se abandonan las distintas etapas del proceso (Tayupanta, 2016).

7.1.1. PROCESOS DE TINCION DEL CUERO:

Los procesos húmedos de post-curtición consisten en un reprocesamiento del colágeno ya estabilizado, tendiente a modificar sus propiedades para adecuarlas a artículos determinados. Este objetivo se logra agregando otros curtientes en combinación o no con cromo (Peña, 2007).

En este grupo de procesos se involucra el neutralizado, teñido y engrasado del cuero. Para el teñido se emplean tintes con base de anilina, este proceso se realiza para dar color al cuero. El baño en el que se realiza el teñido contiene agua, colorantes y ácido fórmico, el baño es desechado después de cada operación (Portilla, 2013).

7.1.2. COLORANTES:

Los colorantes son sustancias coloreadas, las cuales son capaces de teñir las fibras animales. Para que un colorante sea útil debe ser capaz de unirse fuertemente a la fibra y por lavado no debe perder su color. Además debe ser relativamente estable químicamente y soportar bien la acción de la luz (Getty, 2007).

7.1.2.1. CLASIFICACIÓN DE LOS COLORANTES:

7.1.2.1.1. COLORANTES DIRECTOS:

Se absorbe directamente por las fibras en soluciones acuosas. Hay colorantes ácidos y básicos de este tipo. Estos dos tipos de colorantes se emplean especialmente en el teñido fibras animales.

- **COLORANTES ÁCIDOS:** son sales de los ácidos sulfúricos o carboxílicos que se precipitan sobre la fibra. La familia de los colorantes ácidos se llama así, porque en la constitución química del colorante se encuentran moléculas de grupos ácidos. Son colorantes solubles en agua y se aplican generalmente en fibras de animales como cuero, lana, nylon y fibras acrílicas.

7.1.3. EFLUENTES DE CURTIEMBRES - AGUAS RESIDUALES:

Las aguas residuales cuando se descargan directamente (crudas) a un cuerpo de agua ocasionan efectos negativos en la vida acuática y en los usos posteriores de estas aguas. Un cuerpo de agua contaminado disminuye el valor de su uso como agua para bebida o para fines agrícolas e industriales (Rincón, 2012).

Una evaluación sobre el potencial de contaminación de cuerpos de agua causada por efluentes de curtiembre en función de sus características de pigmentos muestra lo siguiente:

7.1.3.1. COLOR:

El color en el agua resulta de la presencia en solución de diferentes sustancias como iones metálicos naturales, humus y materia orgánica disuelta. La expresión color se debe considerar que define el concepto de “color verdadero”, esto es el color del agua de la cual se ha eliminado la turbiedad y ha sido debidamente filtrada, mientras que el término “color aparente” engloba no sólo el color debido a sustancias disueltas sino también a las materias en suspensión y se determina en la muestra original sin filtrarla o centrifugarla. Esta contribución puede resultar importante en algunas aguas residuales industriales, casos en que ambos colores deben ser determinados. El color puede determinarse por espectrofotometría o por comparación visual, este último resulta más sencillo y consiste en la comparación de la muestra con soluciones coloreadas de concentraciones conocidas. El método estandarizado utiliza patrones de platino cobalto (Pt-Co) y la unidad de color (UC) es la producida por 1 mg/L de platino en la forma de ion cloroplatinato (Severiche, Castillo, & Acevedo, 2013).

7.1.3.2. pH DE EFLUENTES COLOREADOS DE TEÑIDO Y ENGRASE:

Tabla 3

Parámetro	mg/L
pH	3.5 – 6.0

Fuente: Miller, Gagnet, & Worden, (1999)

Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

7.1.3.3. TURBIEDAD EN EFLUENTES:

La turbidez es la dificultad del agua, para transmitir la luz debido a la presencia de sedimentos como materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos, que se presentan principalmente en aguas superficiales. Son difíciles de decantar y filtrar. Además interfiere con la mayoría de procesos a que se pueda destinar el agua. La turbidez nos da una noción de la apariencia del agua y sirve para tener una idea acerca de la eficiencia de su tratamiento. La turbidez se mide en Unidades Nefelométricas de Turbidez, (NTU). El instrumento usado para su medida es el nefelómetro o turbidímetro, que mide la intensidad de la luz dispersada a 90 grados cuando un rayo de luz pasa a través de una muestra de agua. Una medición de la turbidez puede ser usada para proporcionar una estimación de la concentración de TSS (Sólidos Totales en Suspensión), (Velandia, 2013).

7.1.3.4. SOLIDOS EN SUSPENSION:

Los sólidos en suspensión comprenden partículas de tamaño variable que se mantienen en suspensión en el agua. Es un indicador de la calidad del agua y también se le denomina "Materia en suspensión" (MES). Para su determinación, se filtra un volumen de agua y se pesan los sólidos en suspensión retenidos en el filtro. La cantidad se expresa por el peso del material sólido contenido en la unidad de volumen de agua mg/L (Marcó).

7.1.3.4.1. CLASIFICACION DE LA FILTRACION:

12-filtracion-mfa. (2012). Esta investigación explica la clasificación de la filtración:

- Material a separar
 - Filtración convencional (= clarificación):
 - ✓ $\geq 10 \mu\text{m}$ (clarificar soluciones)
- Fuerza impulsora
 - Hidrostática (gravedad): estudia los fluidos en estado de reposo, sin que existan fuerzas que alteren su movimiento o posición. Reciben el nombre de fluidos aquellos cuerpos que tienen la propiedad de adaptarse a la forma del recipiente que los contiene.
- Flujo
 - Constante
- Mecanismo retención
 - Adsorción: fenómeno por el cual un sólido o un líquido atrae y retiene en su superficie líquidos o cuerpos disueltos.

7.2. CURTIEMBRE “CURTIPIEL CASTRO”:

La familia Curtiembre Castro cuenta con empresas filiales mismas que comparten la filosofía de proactividad y optimismo. Quimicurtex, Imcalvi y Quimitech, empresas dedicadas a la comercialización y distribución de productos químicos para la industria, tienen presencia en el mercado desde hace 12 años y han logrado consolidarse como una de las principales fuentes de abastecimiento industrial de la región. Curtiembre Castro es una empresa 100% ecuatoriana que se ha mantenido durante 12 años haciendo lo que les apasiona trabajar con cuero. Mantienen un importante compromiso con lo que hacen, lo cual les ha llevado a construir una fuerte relación con sus clientes por su entrega y tradición.

7.2.1. PROCESO DE TINCION DE LA EMPRESA CURTIPIEL CASTRO:

El cuero curtido que ofrecemos es especial, diferente, el mejor; debido a que nuestros procesos garantizan rendimiento y calidad propios del producto. Una etapa importante en donde el cuero semielaborado ya se comercializa. El cuero semiterminado está diseñado para cada gusto o necesidad de los clientes, por eso lo ofrecen en diversos colores. Este producto es adecuado para la elaboración de varios artículos de acuerdo al requerimiento.

7.2.2. INSUMOS QUIMICOS UTILIZADOS EN LA ETAPA DE TINCIÓN:

Tabla 4

ETAPA	PRODUCTO QUIMICO
Teñido	Anilina (negro de carbón)
	Acido fórmico
	Grasa Ecreka 800
	Grasa EG – 60
	Mimosa
	Quebracho
	Q7
	Acrílico
	Dicarbonato de amonio

Fuente: Curtiembre “CURTIPIEL CASTRO” (2017).

Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

7.2.3. ELEMENTOS DEL COLORANTE:

Tabla 5

NOMBRE DEL COMPUESTO	PRODUCTO QUIMICO
Negro de carbón THD 150%	Animo
	Diaminofenil
	Fenilsulfamoil
	Fenil
	Hidroxinitrofenil
	Naftaleno
	Disulfonato de disodio

Fuente: Curtiembre “CURTIPIEL CASTRO” (2017).

Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

7.2.4. ESPECIFICACIONES DEL COLORANTE NEGRO DE CARBON:

Tabla 6

INDICADOR	ESPECIFICACIÓN
H = hazard / peligro	
H318	Provoca lesiones oculares graves
H 412	Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
P = precaution / precaución	
P200	Llevar guantes / prendas / gafas / mascara de protección
P273	Evitar su liberación al medio ambiente
P305 + P351 + P338	EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos Quitar los lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando
P310	Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGIA / medico
P501	Eliminar el contenido o el recipiente conforme a la reglamentación local / regional / nacional / internacional

Fuente: Curtiembre “CURTIPIEL CASTRO” (2017)

Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

7.2.5. CONTAMINACION POR LOS PROCESOS DE TINCION EN “CURTIPIEL CASTRO”:

El efluente procedente del proceso de tinción de la empresa estudiada esta alterado en su composición, estructura y calidad por la presencia del colorante ocupado en dicho proceso, es por ello que se encuentra fuera de los rangos máximos permisibles según la normativa ambiental vigente. Las alteraciones en el agua son un pH ácido, alta turbidez y excesivos solidos suspendidos conllevando a un alto número indicador de color aparente y real.

7.3. TRATAMIENTO DE AGUAS CONTAMINADAS DE CURTIEMBRES:

Para recuperar las condiciones de captación se implementan tratamientos primarios (sedimentación primaria, precipitación química – coagulación), secundarios (lodos activados, biodisco, lagunaje, filtro biológico) y terciarios (filtración) en plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), el objetivo de estas plantas de tratamiento son el de producir efluentes y lodos reutilizables en el medio ambiente y para diferenciarlas del tratamiento de agua potable es común llamarlo estaciones

de depuración de aguas residuales (EDAR) (Morocho, 2017).

7.4. TRATAMIENTO CON EL USO DE LAS SALES CUATERNARIAS - COAGULACION Y FLOCULACION:

7.4.1. COAGULACION:

El proceso de coagulación química es el método más eficiente para la remoción de impurezas del agua superficial. Estas impurezas son formadas por pequeñas partículas de diferentes tamaños (Rinne).

La coagulación es la desestabilización de coloides, requiere < 1 seg. Es importante que el reactivo se mezcle rápidamente con toda el agua, pero a escala real conseguir una buena mezcla puede llevar de 30 seg. a 3 min. Para alcanzar buena mezcla, se emplean técnicas en las que se aplica mucha energía y turbulencia (MEZCLA RÁPIDA). Los coloides desestabilizados no tienen tamaño óptimo para decantar en periodos cortos. Con la floculación se consigue agregarlos (Sólidos en Suspensión no coloidales también pueden ser floculados). La agregación se optimiza si las partículas chocan y si hay algo que cree enlaces entre ellas y mantenga el contacto. Lo primero se consigue mediante la mezcla y lo segundo con los floculantes. El proceso es lento, y requiere poca energía (MEZCLA LENTA). Se adoptan TRH (tiempo de resistencia hidráulica) de 10 a 30 min. (Potencia 18.).

7.4.2. FLOCULACION:

El tamaño de los coloides desestabilizados se puede aumentar con la adición de productos de elevado peso molecular e hidrosolubles que, por disociación electrolítica, dan formas iónicas múltiples capaces de actuar de puentes de unión entre las partículas coaguladas. Cada coagulante tiene un pH óptimo de trabajo. Por ejemplo las sales cuaternarias tienden a acidificar el agua empeorando las condiciones de coagulación, ya que actúa mejor a pH neutro. Para corregir el pH se añaden bases o sales alcalinas al agua como la cal o los minerales arcillosos, siendo estos también agentes gravimétricos, se los aplica para mejorar la velocidad de sedimentación. La adición de productos como bentonita o arcilla negra aumenta la densidad de las partículas y el peso global de la suspensión, al tiempo que proporciona una superficie importante para la adsorción de compuestos orgánicos, la dosis del mineral arcilloso puede oscilar entre 10 y 50 mg/L (Potencia 18).

7.4.3. USO DE REACTIVOS:

Tabla 7

PRODUCTO	ESTADO	RIQUEZA	SOLUCION TRABAJO	DOSIS	pH OPTIMO
Sulfato de aluminio	granular liquido	100% -	10%	< 35 – 45 mg/l	5.8 A 7.4
Policloruro de aluminio	liquido	100%	10%	< 35 – 45 mg/l	5.8 A 7.4
Cal Ca(OH) ₂	polvo $\rho=0.5$ kg/l	85 – 99%	lechada al 10%	corrección pH 0.39 mg/mg alúmina 40% dosis sulfato de hierro ³ 26% dosis sulfato de hierro ²	

Fuente: Potencia 18

Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

7.4.4. SALES CUATERNARIAS:

Las sales cuaternarias son Sustancias inorgánicas formadas, como su nombre lo indica por cuatro elementos diferentes. Por lo general son derivadas de sales oxigenadas, parcialmente hidrogenadas (Cuchet, 2012).

Las sales cuaternarias son utilizadas para coagular y flocular los efluentes fácilmente, durante la coagulación, se usan los coagulantes tales como el alumbre (sales de aluminio), sales de hierro y polímeros para mejorar la tasa de remoción y los constituyentes de los residuos. Mientras que a floculación consiste en la aglomeración de los coloides descargados, favorecida por un proceso de agitación mecánica, capaz de desestabilizar las partículas coloidales, con la adición de productos químicos floculantes. Estos productos estimulan la coagulación, aumentando la velocidad de formación, la cohesión y la densidad de los flósculos (Saenz, 2013).

7.4.5. TIPOS DE COAGULANTES MAS UTILIZADOS:

Tabla 8

COMPUESTO	FORMULA	pH OPTIMO DE UTILIZACION
Sulfato de aluminio	Al ₂ (SO ₄).18H ₂ O	4 - 8
Policloruro de aluminio	Al ₃ (C ₂ Cl ₂) ₃	4 - 9

Fuente: Rodríguez, A. Tratamientos Avanzados de Aguas Residuales Industriales

Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

7.4.6. DESCRIPCION DE LAS SALES CUATERNARIAS:

Los coagulantes principalmente utilizados son las sales de aluminio. Las ventajas y desventajas de diferentes coagulantes de aluminio según Rinne son las siguientes:

7.4.6.1. SULFATO DE ALUMINIO (Alum):

- ✓ Conocido, buena disponibilidad.
- ✓ Plantas normalmente diseñadas para el Alum
- ✓ El personal capacitado para el Alum y conoce su comportamiento
- ✓ Autoridades no cuestionan el uso del Alum
- ✓ Forma floculo blanco casi invisible

- Se requiere normalmente un control del pH
- El rango de trabajo de pH muy limitado
- La remoción de material orgánica en el proceso limitada
- Problemas con agua de alta turbiedad
- Muchas veces requiere un ayudante de floculación (polímero) para flocular
- Problemas con alto contenido de Aluminio residual

7.4.6.2. POLICLORURO DE ALUMINIO:

- ✓ Normalmente no requiere un ajuste del pH
- ✓ En comparación con el Alum:
 - Un rango de trabajo de pH más amplio
 - Aluminio residual más bajo
- ✓ Mejor comportamiento que el Alum:
 - En aguas frías
 - En la remoción de sustancias orgánicas
 - En la remoción de turbiedad y color
 - Produce menos lodo
- ✓ Manejo más fácil de producto líquido y sólido
- ✓ Menor consumo de polímero
- ✓ Menor dosis de Aluminio que con el Alum
- ✓ Velocidad de reacción muy alta
- ✓ Ahorro importante en feltes cuando se utiliza un producto seco
- ✓ El producto sólido se disuelve fácil, sin insolubles

- Precio más alto por kg que con el Alum (compensado con una menor dosis)
- Un pH demasiado alto para la coagulación puede bajar la remoción de sustancia orgánica

7.5. TRATAMIENTOS CON EL USO DE LOS MINERALES DE ARCILLA:

Los minerales de arcilla son filosilicatos de aluminio hidratados, a veces con cantidades variables de hierro, magnesio, metales alcalinos, tierras alcalinas y otros cationes. Las propiedades de las arcillas son consecuencia de sus características estructurales, al igual que el resto de los filosilicatos, presentan una estructura basada en el apilamiento de planos de iones oxígeno e hidroxilos. Los grupos tetraédricos $(\text{SiO})_4^-$ se unen compartiendo tres de sus cuatro oxígenos con otros vecinos formando capas, de extensión infinita y fórmula $(\text{Si}_2\text{O}_5)_2^-$, que constituyen la unidad fundamental de los filosilicatos. En ellas los tetraedros se distribuyen formando hexágonos. El silicio tetraédrico puede estar, en parte, sustituido por Al^{3+} o Fe^{3+} (Amintti, 2000).

7.5.1. ARCILLA BENTONITA:

La bentonita es una roca compuesta por más de un tipo de minerales, aunque son las esmectitas sus constituyentes esenciales y las que le confieren sus propiedades características. Su definición parte de 1888 donde fueron descubiertas y clasificadas como tales en Fort-Benton, Wyoming, U.S.A., a causa de una bentonita que poseía propiedades muy especiales, particularmente la de hincharse en el agua, dando una masa voluminosa y gelatinosa. Las bentonitas son también llamadas "arcillas activadas" debido a su afinidad en ciertas reacciones químicas causada por su excesiva carga negativa. Está compuesta esencialmente por montmorillonitas que es una arcilla esméctica con una estructura de capas, ya que el ion aluminio predomina en la estructura. La elevada superficie específica de la bentonita, le confiere una gran capacidad tanto de absorción como de adsorción. Tienen gran importancia en los procesos industriales de purificación de aguas que contengan diferentes tipos de contaminantes industriales y contaminantes orgánicos (QuimiNet, 2006).

7.5.2. ARCILLA NEGRA:

La arcilla negra se forma de tierra compuesta por sedimentos y partículas de polvo. La arcilla es un suelo o roca sedimentaria constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratados, procedentes de la descomposición de rocas que contienen feldespato, como el granito. Está compuesto por $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ o Silicato Hidratado de Aluminio (Ibarra, 2015).

7.5.3. TIPOS DE MINERALES ARCILLOSOS:

Tabla 9

TIPO DE ARENA	VELOCIDAD DE SEDIMENTACION	DIAMETRO ENTRE PARTICULAS	PROVINCIA PARA OBTENCION
Arcilla negra	0,1 – 0,3 m/h	0,15 – 0,35 mm	Cotopaxi – La Victoria - Pujilí
Bentonita	0,1 – 0,3 m/h	0 – 8 mm	Loja

Fuentes: Lozano Rivas (2012), Ibarra, C. (2015), QuimiNet. (2006), Ibarra, C. (2015).

Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

7.5.4. UTILIZACION DE LA CAL:

La cal es un producto químico principal y de más bajo costo empleado en el tratamiento de aguas, la forma comerciales disponibles es como cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). La creciente preocupación con la presencia del pH ácido en el agua ha traído un incremento en el uso de cal para neutralizar aguas ligeramente ácidas. Mediante la elevación del pH a > 7 mejorara la calidad del agua contaminada. La cal también se emplea para remover otras impurezas como colorantes, los cuales causan olores indeseables. Generalmente la suavización con cal eliminará 80 – 90% del color (Uso de la cal en tratamiento de agua potable, 2011).

7.6. ABSORCION DEL EFLUENTE COLOREADO:

La absorción es un proceso físico o químico en el cual átomos, moléculas o iones pasan de una primera fase a otra incorporándose al volumen de la segunda fase (Gonzales, 2007).

7.6.1. DECANTACION:

La decantación, es uno de los métodos de separación de mezclas que sirve para separar sólidos de líquidos. En el primer caso el sólido se sedimenta (por su mayor peso), luego se inclina el recipiente y dejando escurrir el líquido en otro recipiente queda sólo el sólido sedimentado (Química inorgánica, 2013).

7.6.2. PAPEL FILTRO:

El papel filtro es un papel utilizado como tamiz que se usa principalmente en el laboratorio para filtrar. Es de forma redonda y este se introduce en un embudo, con la finalidad de filtrar impurezas insolubles y permitir el paso a la solución a través de sus poros (Laboratorio químico, 2017).

7.6.3. FILTROS DE TELA:

Los filtros de tela son materiales porosos a través de los cuales se hace pasar una corriente acuosa cargada de partículas, que quedarán retenidas en el filtro (Miliarium, 2004).

Tabla 10

FILTRO	TAMAÑO	SATURACION	RENDIMIENTO
Algodón	0,1 micras	10 L de agua	99%

Fuente: Miliarium, (2004).

Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

Tabla 11

Propiedades de los principales materiales de tela				
Tela	Temperatura (°C)	Resistencia al ácido	Resistencia a las bases	Abrasión Flex
Algodón	82	Deficiente	Muy Buena	Muy Buena

Fuente: Miliarium, (2004).

Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

7.6.4. FILTRO DE MALLA:

El filtro de malla consta de una carcasa generalmente metálica, que aloja en su interior al elemento filtrante. El elemento filtrante está conformado por un soporte perforado metálico o plástico recubierto por una malla. En algunos casos el elemento filtrante es doble, empleándose como soporte dos cilindros concéntricos. La malla puede ser de nylon pero preferentemente se usa de acero inoxidable. Los filtros de malla se utilizan principalmente para filtrar aguas con contaminantes inorgánicos como arenas de distintas clases y moderadas cantidades de contaminantes orgánicos. El tamaño del orificio de malla debe ser de 1/10 del tamaño del mínimo paso del agua (El regante, 2012).

7.7. PARTE EXPERIMENTAL PARA EL ENSAYO:

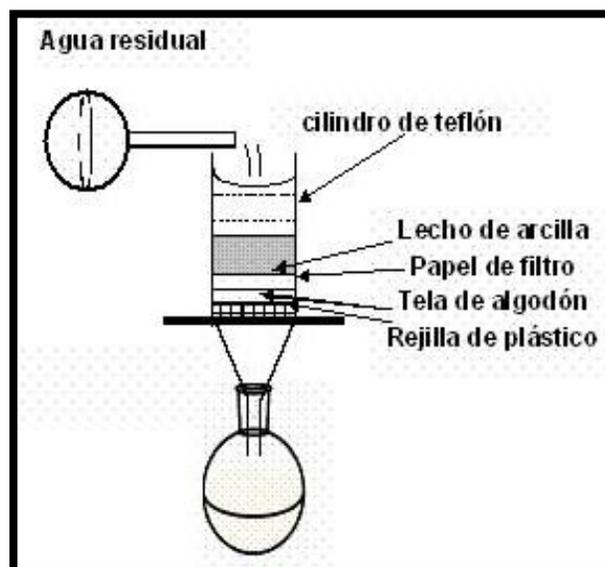
Para el ensayo se ocupará 2 L de volumen del efluente coloreado del proceso de tinción de la curtiduría “CURTIPIEL CASTRO” y se determinará el tiempo ocupado en cada tratamiento para la reducción del colorante presente en el efluente.

La parte experimental indica que dos tipos de minerales arcillosos naturales serán utilizadas en este trabajo. Las mismas están compuestas mayoritariamente por pequeñas cantidades de impurezas de cuarzo, las arcillas serán mezcladas con dos tipos de sales cuaternarias. La preparación se realizará contactando una solución de la sal orgánica con arcilla en suspensión al 2% p/v, hasta llegar al equilibrio. Posteriormente el sólido será lavado para remover excedentes. Para este estudio se preparará una solución de 50 mg L⁻¹. El rango de relación sólido/solución colorante analizado será 0,02-0,2 % p/v y los tiempos de contacto entre uno y veintidós días. La capacidad de retención del colorante será evaluada midiendo valores de absorbancia. La cantidad retenida en % será calculada

por diferencia de concentración entre la solución colorante antes y después del contacto con el sólido (Volzone y Garrido, 2008).

Para evaluar la eficacia de las arcillas especiales para la remoción de metales pesados de aguas residuales, se muestrearon y caracterizaron varios tipos de arcillas y las aguas de tres efluentes residuales industriales. Los componentes mayoritarios de las arcillas fueron: sepiolita: montmorillonita (76%); bentonita magnésica: vermiculita (74,4%); bentonita alumínica: esmectita (69,1%) y paligorskita (80%). Para realizar las experiencias de absorción, la muestra de agua será filtrada a través de un filtro de algodón que permite la retención de partículas de tamaño superior a 2,5 mm. Se tomarán submuestras de 1000 mL. de las aguas residuales filtradas y sin filtrar, y cada una de ellas se hará circular a través de 10 g de cada una de las arcillas, dispuestas en forma de lecho de 3 cm de espesor; manteniendo un tiempo de contacto entre el agua y la arcilla de 3 horas (Figura 1). El contenido de metales pesados disueltos en las aguas residuales se analizará antes y después de pasar a través de cada uno de los lechos de arcilla. La cantidad absorbida se estimó por diferencia entre la concentración inicial en el agua residual con la final, una vez que ha circulado a través del lecho filtrante. Las aguas residuales se hicieron circular a través de lechos de cada una de las arcillas; manteniendo un tiempo de contacto de tres horas. Se analizó el contenido de metales pesados disueltos en las aguas antes y después de pasar a través de cada lecho. La sepiolita y la bentonita magnésica son eficaces para reducir la concentración de metales pesados en aguas residuales industriales. Se concluye que la adsorción depende del pH, del contenido de metales y del contenido de sólidos en suspensión en las aguas. Todas las experiencias se realizarán por triplicado y los resultados serán la media de las tres réplicas. Los datos serán tratados estadísticamente, el programa estadístico utilizado Excel para Windows. Se realizará el análisis de varianza (ADEVA) calculando un error experimental de 8, dando como resultado un solo ensayo positivo y se utilizará un ensayo de arreglo factorial A x B o 2 x 2. Así mismo se evaluará la relación entre las distintas variables mediante análisis de correlación y comparación entre ensayos y repeticiones (La Serena, 2005).

Figura 1: Esquema del diseño experimental.



Fuente: La Serena. (2005)

7.8. PARTE LEGAL:

Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua.

7.8.1. TABLA 12 TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE.

LIMITE DE DESCARGAS A UN CUERPO DE AGUA DULCE:

Tabla 12

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Color real	Color real	Unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20
Potencial de hidrogeno	pH		5 – 9
Solidos suspendidos		mg/l	100
Turbiedad		NTU	No aplica

Fuente: Acuerdo Ministerial 131. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Libro VI, Anexo I.

Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

8. HIPOTESIS:

8.1. HIPOTESIS ALTERNATIVA:

La utilización de minerales arcillosos modificados químicamente con sales cuaternarias reducen $\pm 45\%$ los efluentes coloreados luego del proceso húmedo de post-curtición.

8.2. HIPOTESIS NULA:

La utilización de minerales arcillosos modificados químicamente con sales cuaternarias no reducen $\pm 45\%$ los efluentes coloreados luego del proceso húmedo de post-curtición.

9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL:

9.1. ZONA DE ESTUDIO:

La zona de estudio denominada “CURTIPIEL CASTRO” se encuentra ubicada en el barrio Chisalata en la parroquia Atahualpa ubicada al norte de la ciudad de Ambato, provincia Tungurahua.

Datos generales de la zona de estudio.

Tabla 13

DATOS GENERALES	
Barrio Chisalata	Lugar dedicado a la producción agropecuaria, como también a la curtición de cueros.
Parroquia	Atahualpa
Provincia	Tungurahua
Temperatura	13 °C (grados centígrados)
Clima	Templado húmedo - seco
Población	4.961 hab.
Latitud	-1.21667
Coordenadas	X=767623.3457 Y=133935.1067.
Ubicación	Gráfico 1: Ubicación de la curtiduría “CURTIPIEL CASTRO” (rectángulo rosado) cerca de la Avenida Indoamericana (panamericana).



FUENTE: Google earth-mapa satélite

Imagen 1: efluente coloreado desembocado en la acequia del Barrio Chisalata



Fuente: Curtiembre “CURTIPIEL CASTRO” (2017)

Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

9.2. INVESTIGACION:

El desarrollo de la investigación se realizó con el objetivo de determinar el mejor tratamiento reductor de la concentración del colorante presente en el efluente mediante métodos y técnicas.

9.2.1. TIPO DE INVESTIGACION:

9.2.1.1. Investigación descriptiva: Ayudó a interpretar correctamente las muestras de efluentes a obtener, incluyendo los siguientes tipos de estudios: encuestas, investigativos y análisis de laboratorio.

9.2.1.2. Investigación de Campo: Se obtuvo nuevos conocimientos en el tratamiento de efluentes coloreados para aplicarlos en la parte práctica al realizar los tratamientos de las sales cuaternarias y los minerales arcillosos, la investigación se realizó con los efluentes coloreados obtenidos del proceso de teñido en la curtiduría “CURTIPIEL CASTRO” ubicado en el Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua, Parroquia Atahualpa, Barrio Chisalata.

9.2.1.3. Investigación experimental: Se realizó diseños de investigación o ensayos que utilizaron la manipulación de reactivos y la prueba de jarras. Una o más variables fueron manipuladas para determinar el efecto sobre la disminución del color en el efluente.

9.2.1.4. Investigación Bibliográfica: Se realizó una investigación documental puesto que ésta proporcionó el conocimiento para el desarrollo del anteproyecto, al desarrollar hipótesis, ensayos y comparación de resultados.

9.3. METODOS:

Los métodos que se utilizaron durante la investigación fueron de suma importancia para desarrollar los objetivos planteados

9.3.1. Método Inductivo: Este método ayudó a clasificar los datos observados realizando conclusiones de carácter universal desde la acumulación de datos particulares tomados en el muestreo y obtenidos en la entrevista hasta el análisis de datos obtenidos del análisis de laboratorio, se realizó los siguientes pasos observación, registro, análisis y clasificación de los datos y la contrastación.

9.3.2. Método Deductivo: Ayudó a la toma de datos de los efluentes coloreados en el trabajo de campo, para llegar a una deducción a partir de un razonamiento de forma lógica y proponer conclusiones, se realizó los siguientes pasos observación, hipótesis y deducción.

9.3.3. Método de la Medición: La observación fija en una determinada propiedad y cualidad de cada tratamiento observado, atribuyó valores numéricos a dichas propiedades y relaciones para evaluarlas y representarlas adecuadamente, en los resultados de la investigación, ya que después de mezclar el efluente coloreado con la cal, las sales cuaternarias y los minerales arcillosos se realizó las mediciones con el ph-metro y el turbidimetro para obtener los datos de los ensayos realizados.

9.4. TECNICAS DE INVESTIGACION:

9.4.1. Observación: Consistió en observar atentamente el proceso de teñido, para tomar información y poder obtener el mayor número de datos necesarios para la investigación.

9.4.2. Entrevista: Se recopiló información clara y necesaria mediante preguntas abiertas realizadas previamente en un cuestionario al dueño de la empresa, obteniendo información del tipo de colorante que utilizan en la empresa y su estructura.

9.4.3. Fichaje: Ayudó a registrar los datos que se fueron obteniendo en los instrumentos llamados fichas, las cuales, debidamente elaboradas y ordenadas contienen la mayor parte de la información requerida para la investigación realizada.

9.4.4. Tabulación: Ayudó en el recuento de los datos que estaban contenidos en los ensayos. Se realizó la tabulación, codificación y diseño de gráficos. Los resultados se presentaron en tablas que explican las relaciones existentes entre las cantidades utilizadas de los reactivos en los diferentes ensayos.

9.4.5. Análisis: Ayudó a ordenar los datos obtenidos desde lo general a lo específico con el propósito de examinar que las operaciones se ajustaran a la Ley actual vigente establecida en el TULSMA.

9.5. EQUIPOS:

Los equipos a utilizar son:

- Kit de prueba de jarras
- Balanza analítica
- Ph-metro
- Tubidimetro
- Autoclave

9.6. INSTRUMENTOS:

Los instrumentos a utilizar son:

- GPS
- Cámara fotográfica

9.7. MATERIALES:

Los materiales a utilizar son:

- Libretas de campo
- Ficha de datos
- Ficha de muestreo
- Cuestionario
- Análisis de laboratorio
- Envases esterilizados
- Libros
- Internet
- Vasos de precipitados
- Probeta
- Matraz Erlenmeyer
- Agitador
- Pinza metálica
- Capsula de porcelana

9.8. REACTIVOS:

Los reactivos a utilizar son:

- Agua del proceso de teñido
- Agua destilada
- Cal
- Minerales arcillosos
 - ✓ Bentonita
 - ✓ Arcilla negra
- Sales cuaternarias
 - ✓ Policloruro de aluminio
 - ✓ Sulfato de aluminio

9.9. MUESTREO DE AGUA:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98 (2013). Indica el protocolo para la toma de muestras de agua / técnicas de muestreo:

9.9.1. TOMA DE MUESTRAS:

Pasos prácticos para la toma de la muestra para análisis físico-químico:

1. Rotular el envase correctamente.
2. El envase debe tener una capacidad de por lo menos 1 litro.
3. Enjuagar de 2 a 3 veces con la fuente de agua que se va a muestrear, desechando el agua de enjuague.
4. Recoger la muestra sin dejar cámara de aire. Se puede dejar un mínimo sin llenar que permita la variación de volumen debida a potenciales diferencias térmicas.
5. Cerrar el envase asegurando su cierre hermético.
6. Si no estaba rotulada la botella roturarla con tinta indeleble. Siempre tener papel y cinta adhesiva para emergencias o muestras no planificadas.
7. Guardar la muestra en lugar fresco o en una conservadora si fuera necesario y llevarla al Laboratorio en el menor tiempo posible (se recomienda como tiempo máximo de entrega a laboratorio de 4 días).

9.10. TECNICA DE DETERMINACION DE CONCENTRACIONES:

9.10.1. PRUEBA DE JARRAS:

La prueba de jarras es un procedimiento común de laboratorio para determinar las condiciones óptimas de funcionamiento para el tratamiento de aguas residuales. Este método permitió realizar variaciones en la dosis del coagulante, neutralizante y aumentador de peso, alternando velocidades de mezclado, a pequeña escala con el fin de predecir el funcionamiento de una operación a gran escala de tratamiento. Una prueba de jarras simula los procesos de coagulación y floculación que fomentan la eliminación de los coloides en suspensión y materia orgánica que puede conducir a problemas de turbidez, pH, color y olor.

El kit de prueba de jarra contiene cuatro remos que remueven el contenido de cuatro envases de 1 litro. Un envase actúa como un control, mientras que las condiciones de funcionamiento puede variar entre los restantes tres contenedores. Un medidor de RPM (revoluciones por minuto) en la parte superior del dispositivo permite el control uniforme de la velocidad de mezclado en todos los contenedores.

9.10.2. PROCEDIMIENTO:

Los procedimientos de prueba de jarras incluyeron los siguientes pasos:

9.10.2.1. Se colocó 1 litro en los recipientes de prueba con la muestra de agua. Un contenedor se utilizó como control mientras que los otros tres contenedores se ajustaron a los ensayos evaluadores.

9.10.2.2. Se añadió el coagulante a cada contenedor en una velocidad de 20 rpm por un lapso de 5 minutos, se aumentó el agitador a 100 rpm por 5 minutos si el coagulante es líquido y 200 rpm por 20 minutos si el coagulante es sólido. La etapa de mezcla rápida ayuda a dispersar el coagulante a través de cada contenedor, se redujo la velocidad de agitación a 40 rpm por 10 minutos. Esta velocidad más lenta de mezcla ayuda a promover la formación de flóculos para dar lugar a grandes flóculos. Esta velocidad es lo suficientemente lenta como para evitar que salga el flóculo debido a la turbulencia causada por la agitación.

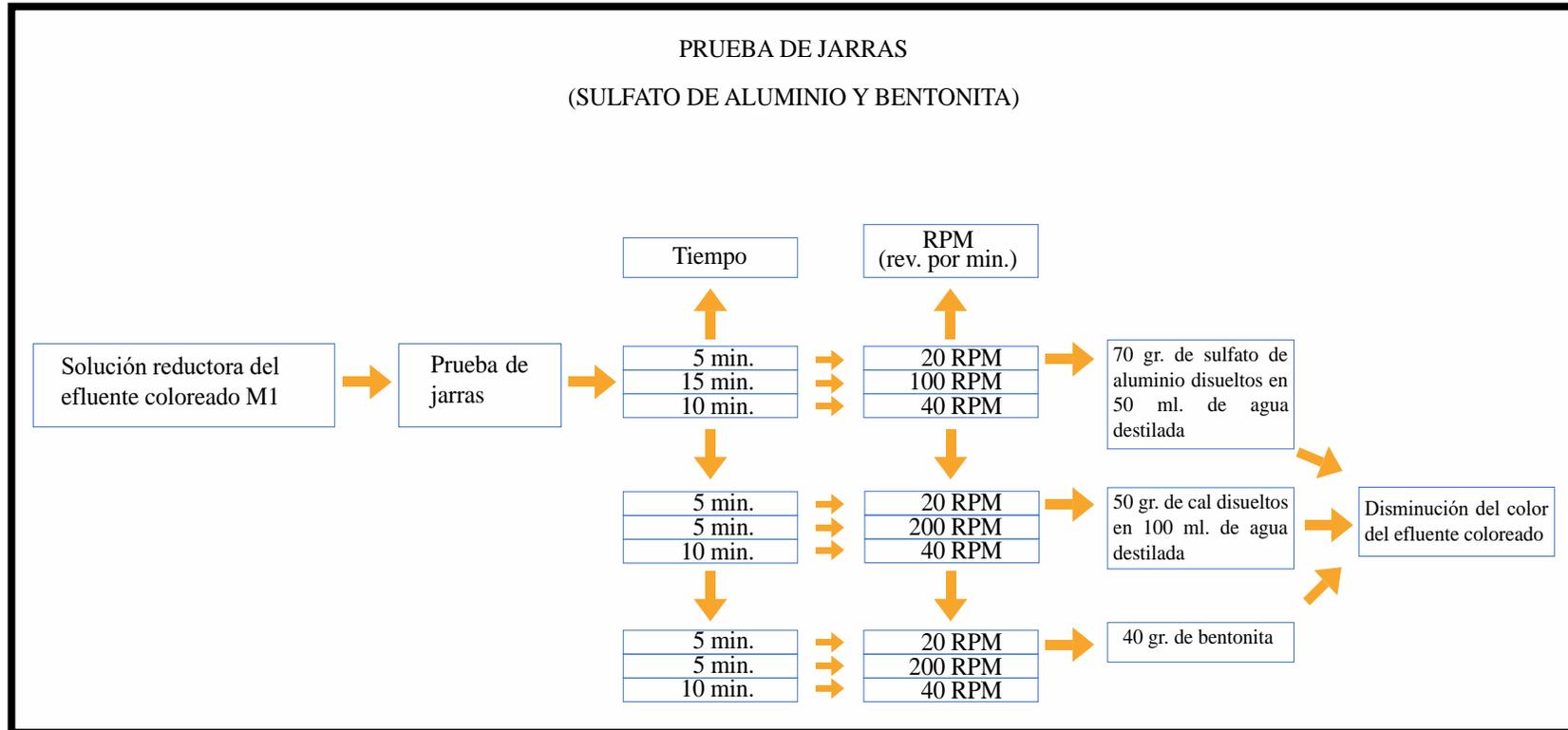
9.10.2.3. Se apagaron los mezcladores y permitió que los flóculos formados se sedimenten en un lapso de 1 hora. A continuación se midió la turbidez y el pH en cada contenedor. La turbidez final se puede evaluar más o menos a simple vista o con más precisión usando un turbidímetro y el pH se evaluó con un ph-metro.

9.11. DISEÑO EXPERIMENTAL:

Se ocupó el diseño factorial de arreglos factoriales A x B (2 x 2) dando como resultado cuatro tratamientos, que fueron verificados para determinar el mejor tratamiento reductor de efluentes coloreados. Se realizó tres repeticiones con un intervalo de tiempo de dos semanas entre los ensayos (cuadros 1, 2, 3, 4).

MATRICES DE DISEÑO EXPERIMENTAL

Cuadro 1. ENSAYO M1

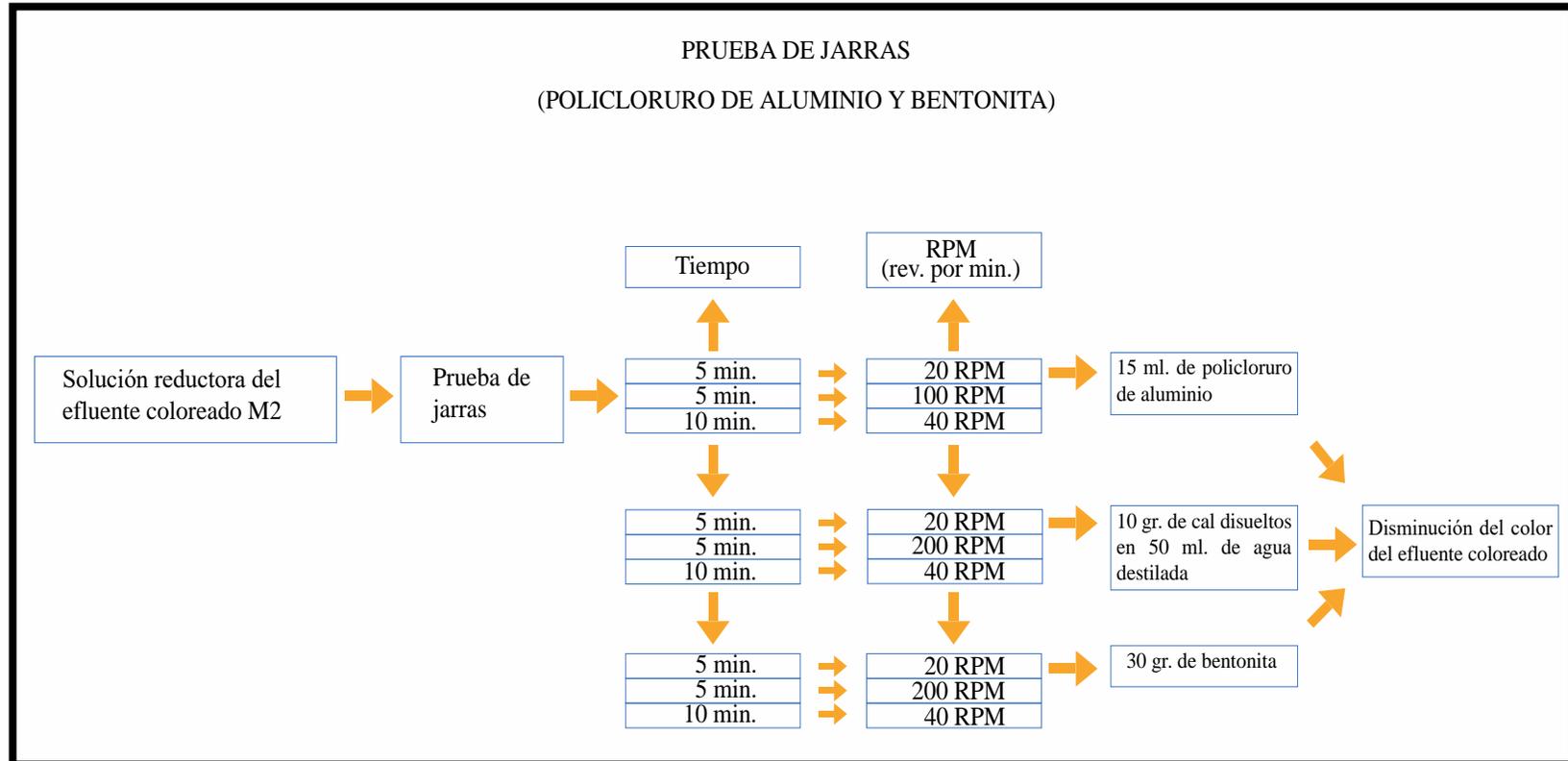


Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 70 gr de sulfato de aluminio disuelto en 50 mL de agua destilada, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 50 gr de cal disuelta en 100 mL de agua destilada, se subió a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 40 gr de bentonita, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

MATRICES DE DISEÑO EXPERIMENTAL

Cuadro 2. Ensayo M2

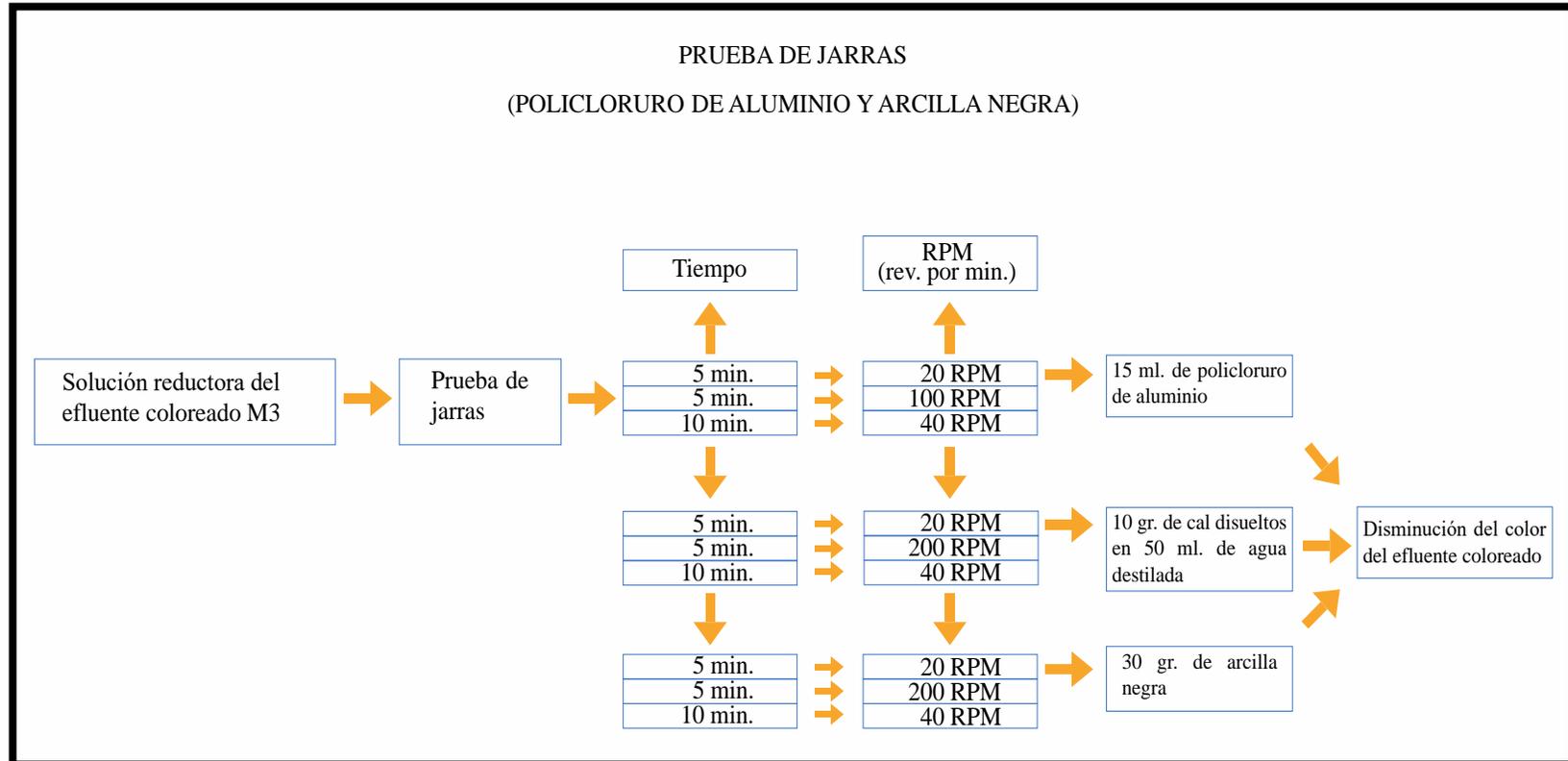


Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 15 mL de policloruro de aluminio, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 10 gr de cal disuelta en 50 mL de agua destilada, se subió a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 30 gr de bentonita, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la bentonita con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

MATRICES DE DISEÑO EXPERIMENTAL

Cuadro 3. Ensayo M3

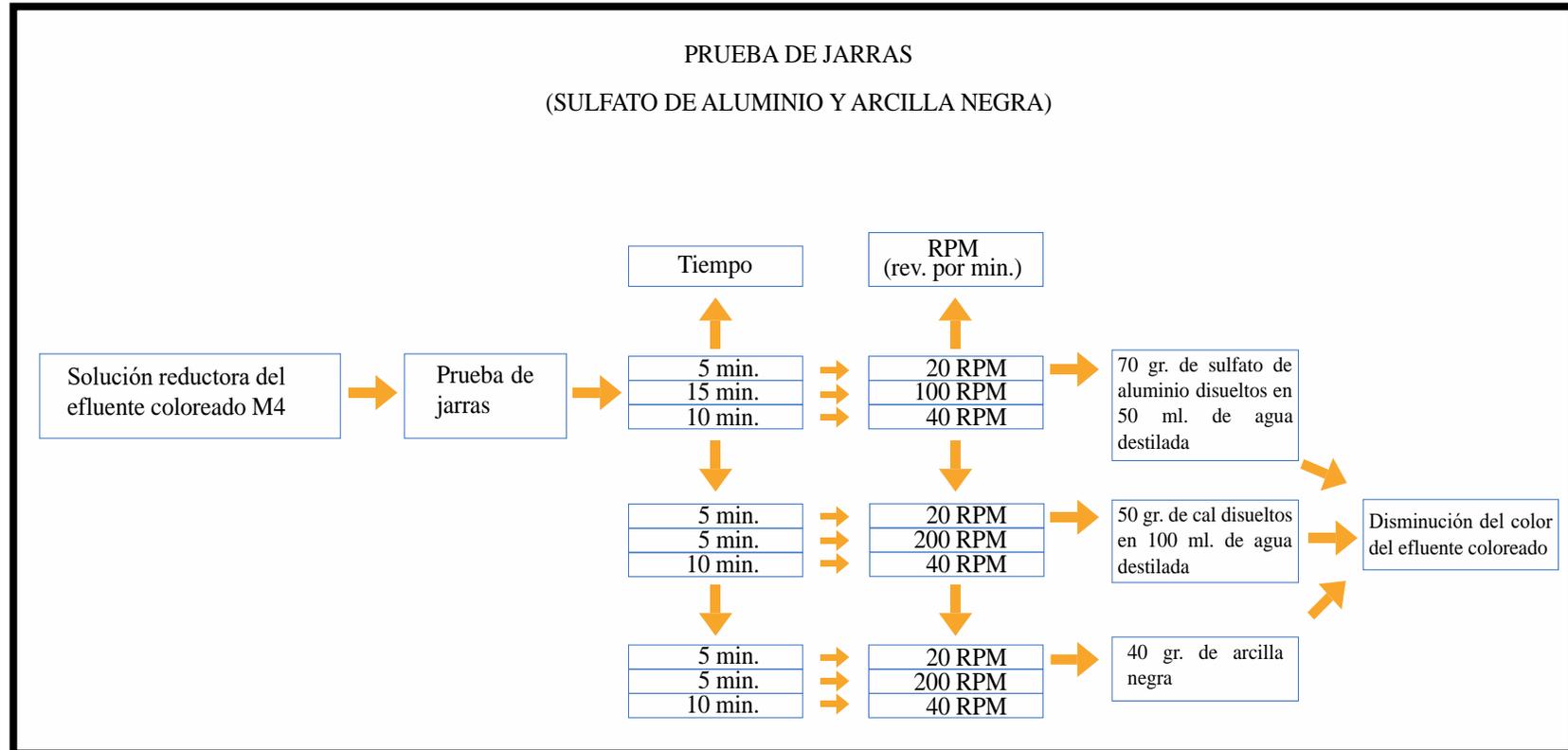


Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 15 mL de policloruro de aluminio, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 10 gr de cal disuelta en 50 mL de agua destilada, se subió a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 30 gr de arcilla negra, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la bentonita con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

MATRICES DE DISEÑO EXPERIMENTAL

Cuadro 4. Ensayo M4



Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 70 gr de sulfato de aluminio disuelto en 50 mL de agua destilada, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 50 gr de cal disuelta en 100 mL de agua destilada, se subió a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 40 gr de arcilla negra, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

9.12. HERRAMIENTAS PARA ANALIZAR LOS RESULTADOS:

En el análisis de resultados se realizó en Word con la elaboración de cuadros para comparar los datos obtenidos después de los ensayos realizados con la normativa del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Tulas, Libro VI, Anexo I, Tabla 11.

Tabla 14

No.	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1	Entrevista	Cuestionario
2	Observación	Libreta de campo
3	Fichaje	Ficha de datos
4	Muestreo	<ul style="list-style-type: none">• Conocimiento previo de protocolo de muestreo de agua• Envases esterilizados• Fichas de muestreo
5	Revisión bibliográfica	<ul style="list-style-type: none">• Libros• Internet
6	Técnica de campo	<ul style="list-style-type: none">• Libreta de campo• Cámara fotográfica• Ficha de datos
7	Técnica de laboratorio	Análisis de laboratorio

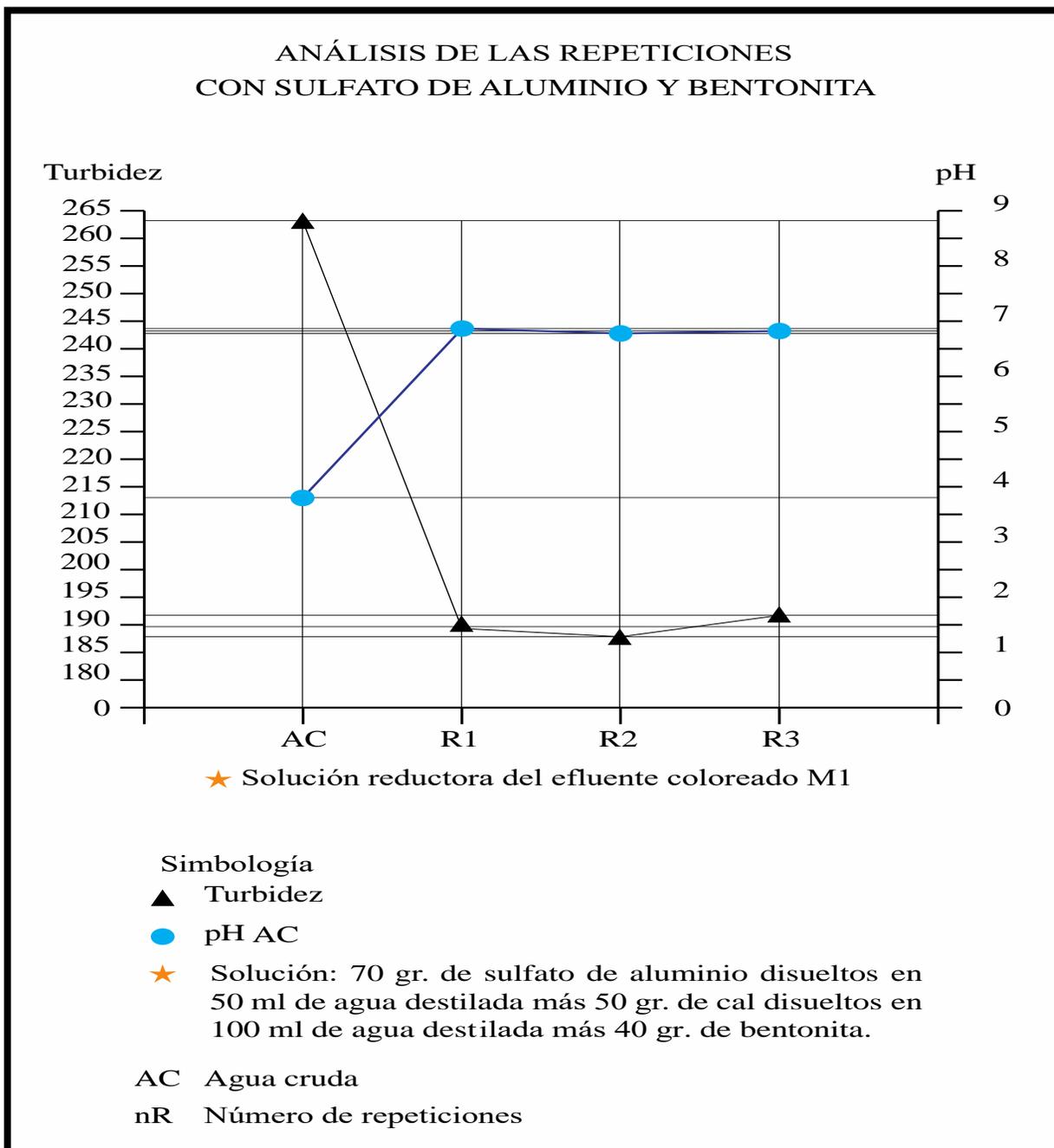
Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

10. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:

El objetivo del presente trabajo fue tratamientos reductores de color en base a minerales arcillosos y sales cuaternarias, después de las experimentaciones se obtuvo dos óptimos M1 (70 gr de sulfato de aluminio (sal cuaternaria) disueltos en 50 mL de agua destilada, 50 gr de cal (aditivo neutralizante de pH) disueltos en 100 mL de agua destilada y 40 gr de bentonita (mineral arcilloso)) y M3 (15 mL de policloruro de aluminio, 10 gr de cal (aditivo neutralizante de pH) disueltos en 50 mL de agua destilada y 30 gr de arcilla negra (mineral arcilloso)) que se detallan a continuación.

10.1. ANALISIS DE LOS CUATRO ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO UTC

ENSAYO M1 Gráfico 2



Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

ANALISIS DEL GRAFICO 2:

En 1 L de efluente coloreado proveniente del proceso de teñido de la empresa “CURTIPIEL CASTRO”, se aplicó 70 gr de sulfato de aluminio (sal cuaternaria) disueltos en 50 mL de agua destilada, 50 gr de cal (aditivo neutralizante de pH) disueltos en 100 mL de agua destilada y 40 gr de bentonita (mineral arcilloso).

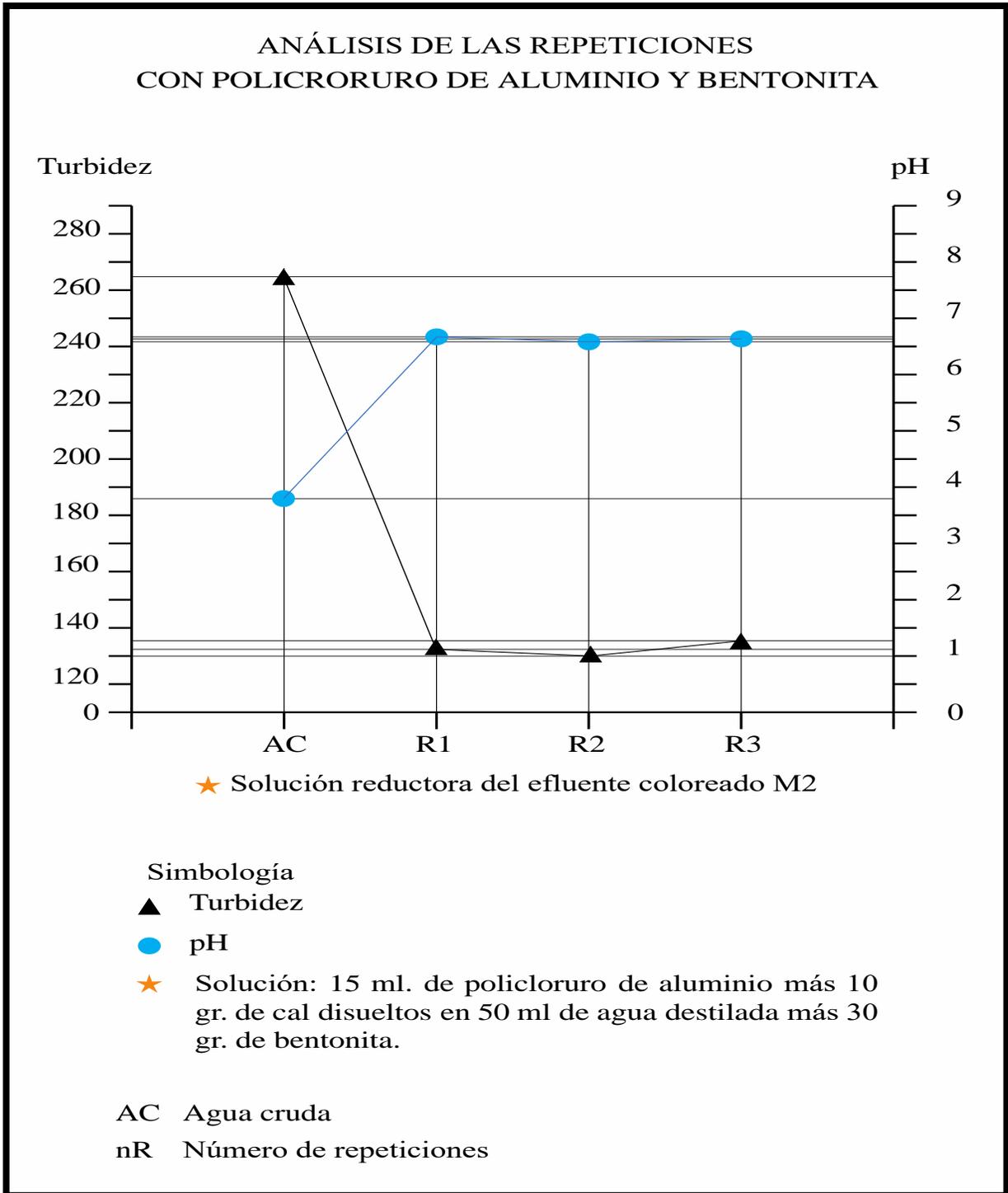
El efluente (agua cruda AC) ingreso para su tratamiento con una turbidez de 263 NTU y el pH de 3,86. Después del tratamiento se obtuvo los siguientes resultados:

R1: Para la turbidez se observa 190 NTU que representa una disminución del 27,76% y el pH aumento 6,85 que representa el 77,46%.

R2: Para la turbidez se observa 188 NTU que representa una disminución del 28,52% y el pH aumento 6,80 que representa el 76,17%.

R3: Para la turbidez se observa 192 NTU que representa una disminución del 27,00% y el pH aumentado 6,82 que representa el 76,68%.

ENSAYO M2
Gráfico 3



Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

ANALISIS DEL GRAFICO 3:

En 1 L de efluente coloreado proveniente del proceso de teñido de la empresa “CURTIPIEL CASTRO”, se aplicó 15 mL de policloruro de aluminio, 10 gr de cal (aditivo neutralizante de pH) disueltos en 50 mL de agua destilada y 30 gr de arcilla negra (mineral arcilloso).

El efluente (agua cruda AC) ingreso para su tratamiento con una turbidez de 263 NTU y el pH de 3,86. Después del tratamiento se obtuvo los siguientes resultados:

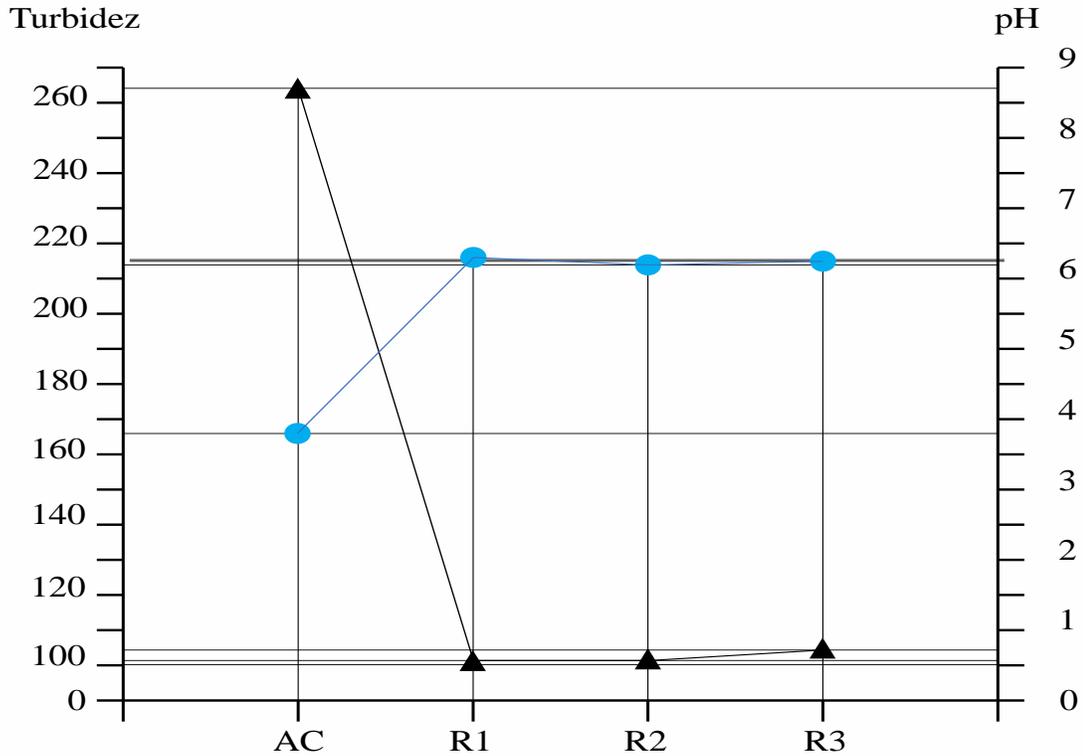
R1: Para la turbidez se observa 132 NTU que representa una disminución del 49,81% y el pH aumentado 6,62 que representa el 71,50%.

R2: Para la turbidez se observa 130 NTU que representa una disminución del 50,57% y el pH aumentado 6,58 que representa el 70,47%.

R3: Para la turbidez se observa 135 NTU que representa una disminución del 48,67% y el pH aumentado 6,60 que representa el 70,98%.

ENSAYO M3
Gráfico 4

**ANÁLISIS DE LAS REPETICIONES
CON POLICLORURO DE ALUMINIO Y ARCILLA NEGRA**



★ Solución reductora del efluente coloreado M3

Simbología

▲ Turbidez

● pH

★ Solución: 15 ml. de policloruro de aluminio más 10 gr. de cal disueltos en 50 ml de agua destilada más 30 gr. de arcilla negra.

AC Agua cruda

nR Número de repeticiones

Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

ANALISIS DEL GRAFICO 4:

En 1 L de efluente coloreado proveniente del proceso de teñido de la empresa “CURTIPIEL CASTRO”, se aplicó 15 mL de policloruro de aluminio, 10 gr de cal (aditivo neutralizante de pH) disueltos en 50 mL de agua destilada y 30 gr de arcilla negra (mineral arcilloso).

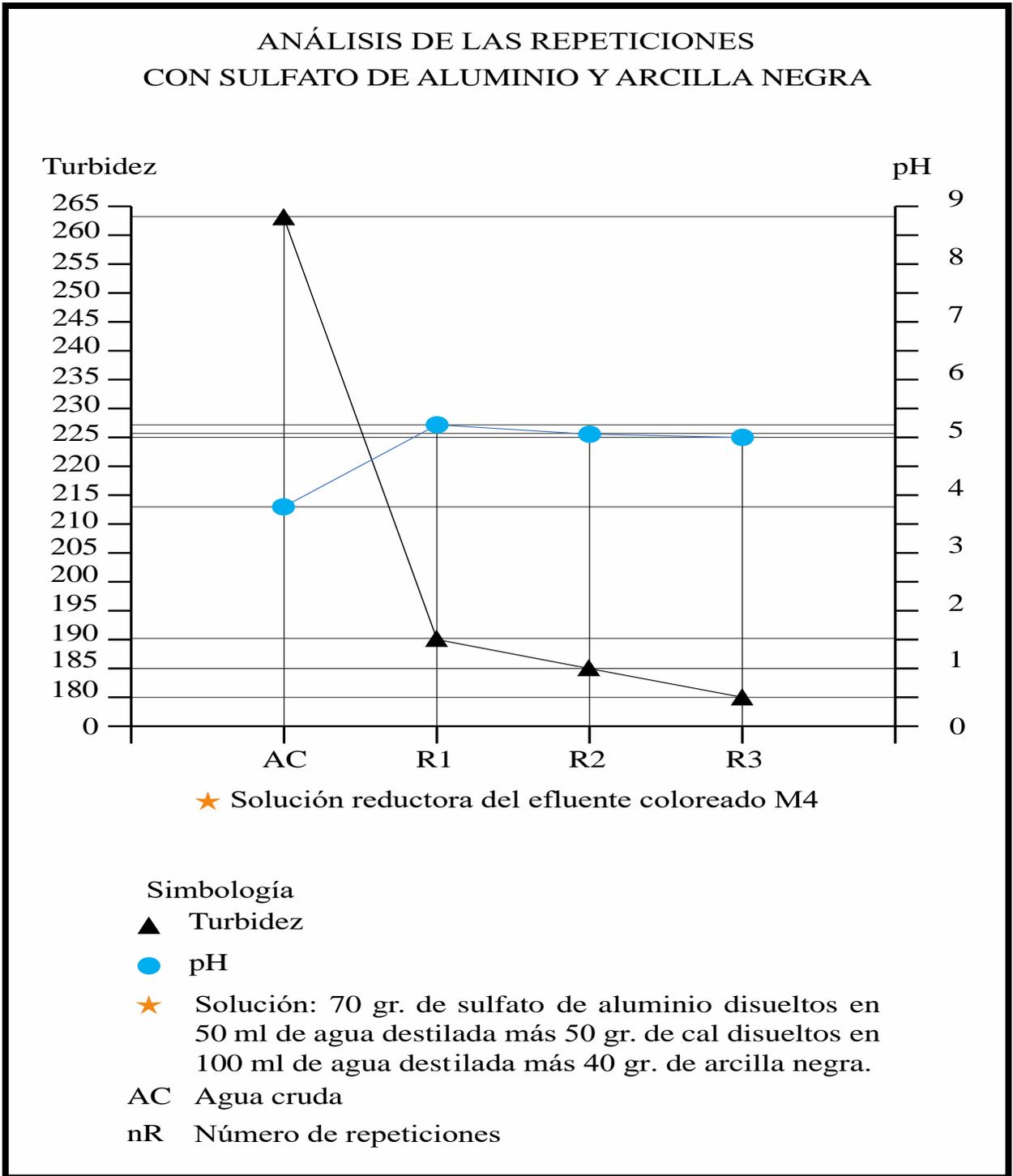
El efluente (agua cruda AC) ingreso para su tratamiento con una turbidez de 263 NTU y el pH de 3,86. Después del tratamiento se obtuvo los siguientes resultados:

R1: Para la turbidez se observa 101 NTU que representa una disminución del 61,60% y el pH aumentado 6,28 que representa el 62,69%.

R2: Para la turbidez se observa 101 NTU que representa una disminución del 61,60% y el pH aumentado 6,22 que representa el 61,14%.

R3: Para la turbidez se observa 105 NTU que representa una disminución del 60,08% y el pH aumentado 6,25 que representa el 61,92%.

ENSAYO M4
Gráfico 5



Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

ANALISIS DEL GRAFICO 5:

En 1 L de efluente coloreado proveniente del proceso de teñido de la empresa “CURTIPIEL CASTRO”, se aplicó 70 gr de sulfato de aluminio (sal cuaternaria) disueltos en 50 mL de agua destilada, 50 gr de cal (aditivo neutralizante de pH) disueltos en 100 mL de agua destilada y 40 gr de arcilla negra (mineral arcilloso).

El efluente (agua cruda AC) ingreso para su tratamiento con una turbidez de 263 NTU y el pH de 3,86. Después del tratamiento se obtuvo los siguientes resultados:

R1: para la turbidez se observa 190 NTU que representa una disminución del 27,76% y el pH aumentado 5,17 que representa el 33,93%.

R2: para la turbidez se observa 185 NTU que representa una disminución del 29,66% y el pH aumentado 5,07 que representa el 31,35%.

R3: para la turbidez se observa 180 NTU que representa una disminución del 31,56% y el pH aumentado 5,00 que representa el 29,53%.

10.2. DETERMINACION DEL TRATAMIENTRO OPTIMO SEGÚN LOS ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE LA UTC

Tabla 15

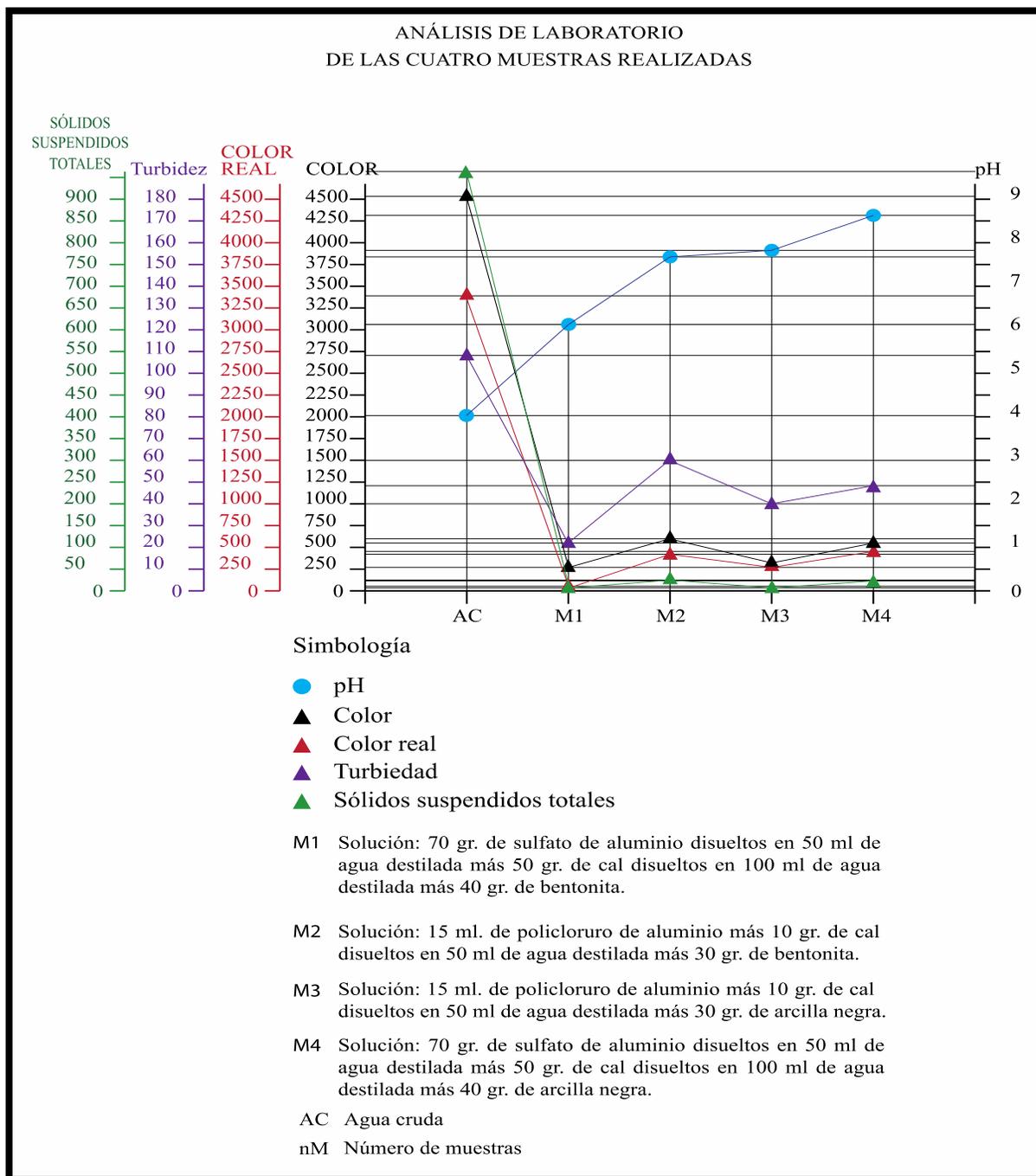
TRATAMIENTOS	PARAMETRO Y UNIDADES	OBSERVACIONES			SUMATORIA	PROMEDIO
		R1	R2	R3		
M1	TURBIDEZ	190	188	192	570	190
	NTU	27,76%	28,52%	27,00%	83,28%	27,76%
	pH	6,85	6,80	6,82	20,47	6,82
		77,46%	76,17%	76,68%	230,31%	76,77%
M2	TURBIDEZ	132	130	135	397	132,33
	NTU	49,81%	50,57%	48,67%	149,05%	49,68%
	pH	6,62	6,58	6,60	19,80	6,60
		71,70%	70,47%	70,98%	213,15%	71,05%
M3	TURBIDEZ	101	101	105	307	102,33
	NTU	61,60%	61,60%	60,08%	183,28%	61,09%
	pH	6,28	6,22	6,25	18,75	6,25
		62,69%	61,14%	61,92%	185,75%	61,92%
M4	TURBIDEZ	190	185	180	555	185
	NTU	27,76%	29,66%	31,56%	88,98%	29,66
	pH	5,17	5,07	5,00	15,24	5,08
		33,93%	31,35%	29,53%	94,81%	31,60%

Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

Haciendo el análisis total de las repeticiones se obtiene que la turbidez disminuyo 102,33 NTU que representa el 61,09% y el ph aumento 6,82 que representa el 61,92%, es por eso que el ensayo M3 es el mejor tratamiento para la reducción del color en efluentes.

10.3. ANALISIS DE LOS CUATRO ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO CERTIFICADO

ENSAYO M1, M2, M3 Y M4 Gráfico 6



Elaborado por: Jennifer Obando Reinoso

ANALISIS DEL GRAFICO 6: En 2 L de efluente coloreado proveniente del proceso de teñido de la empresa “CURTIPIEL CASTRO”, se aplicó los dos tipos de minerales arcillosos (bentonita y arcilla negra) con dos tipos de sales cuaternarias (policloruro de aluminio y sulfato de aluminio), dando como resultado cuatro tratamientos o ensayos los cuales fueron tamizados en tres capas filtrantes.

El efluente (agua cruda AC) ingreso para su tratamiento con los siguientes datos: 109 NTU de turbidez, 971 mg/L de sólidos suspendidos totales, 4537,50 Pt-Co de color aparente, 3394 Pt-Co de color real y 4,01 pH. Después de su tratamiento se obtuvieron los siguientes resultados:

M1: la turbidez fue 23,70 NTU que representa una disminución del 78,26%, sólidos suspendidos totales fue 18 mg/L disminuyendo el 98,15%, color fue 255 Pt-Co reduciendo el 94,38%, color real fue 56 Pt-Co apreciando una disminución del 98,35% y pH fue de 6,66 evidenciando un aumento del 66,08%.

M2: la turbidez fu 61,45 NTU se aprecia una disminución del 43,62%, sólidos suspendidos totales fue 37 mg/L disminuyendo el 96,19%, color fue 584 Pt-Co reduciendo el 87,13%, color real fue 443 Pt-Co mitigando el 86,95% y pH fue 7,70 evidenciando un aumento del 92,02%.

M3: la turbidez fue 40,15 NTU que disminuye el 63,17%, sólidos suspendidos totales fue 18 mg/L observando una disminución del 98,15%, color fue 395 Pt-Co disminuyendo el 91,29%, color real fue 375 Pt-Co apreciando una disminución del 88,95% y pH fue 7,77 que va en aumento del 93,77%.

M4: la turbidez fue 48,60 NTU se observa una disminución del 55,41%, solidos suspendidos totales fue 31 mg/L apreciando una disminución del 96,81%, color fue 555 Pt-Co disminuyendo el 87,77%, color real fue 469 Pt-Co reduciendo el 86,18% y pH fue 8,66 evidenciando un aumento del 115,96%.

En el laboratorio se constató que el mejor ensayo con respecto a color es M1 seguido de M3 por lo tanto se recomienda la utilización de cualquiera de los dos tratamientos para la reducción del color en el efluente.

11. IMPACTOS:

11.1. SOCIAL:

En la actualidad la población aledaña a la curtiduría “CURTIPIEL CASTRO”, está utilizando el agua contaminada en actividades agropecuarias, por lo tanto con la aplicación de los dos tratamientos reductores de colorante en el efluente mejorará las condiciones de vida de la sociedad.

11.2. AMBIENTAL:

La utilización de los dos tratamientos disminuirá el color del efluente mejorando la calidad del agua y suelo, permitiendo el desarrollo de la flora y la fauna del sector.

11.3. ECONOMICO:

En el aspecto económico la empresa “CURTIPIEL CASTRO” se beneficiará directamente evitando fuertes sanciones ambientales, además la empresa podría reutilizar el agua tratada en el proceso de teñido. El tratamiento presentado reducirá los costos de la elaboración de una planta de tratamiento pues para dicho experimento se requiere solo un tanque sedimentador y una criba mediana.

12. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO:

Tabla 16

RECURSOS	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO			
	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL				
Casco	1	u	15	15
Botas de caucho	1	u	20	20
Mascarilla	10	u	2,37	23,70
Guantes	10	u	2,30	23
Mandil	1	u	25,08	25,08
Camisa de la carrera	1	u	25	25
TRANSPORTE Y SALIDA DE CAMPO				
Salidas y transporte	17	u	5	85
MATERIALES Y SUMINISTROS				
Libretas de campo	1	u	0,50	0,50
Fichas de registro	13	u	0,20	2,60
Envase de plástico (1 L)	5	u	0,35	1,75
Mineral arcillo (bentonita)	5 fundas	gr	4,50	22,50
Mineral arcillo (arcilla negra)	2 palas	pala	1,50	3
Sales cuaternarias (Policloruro de aluminio)	1	L	5	5
Sales cuaternarias (Sulfato de aluminio)	2	kg	5	10
Cal	1	pala	4	4
Agua destilada	7	L	1	7
Buffer	1	u	1	1
Pesa	1	gr	18,59	18,59

Jarras de plástico	4	u	1,50	6
Botella filtrante				
Botellas de 6 l	8	u	1,25	7,50
Anillos de hierro	12	u	3	36
Tela de algodón	1	m	2	2
Tela nylon	1	m	1	1
Papel filtro	1	m	1	1
Malla de poliéster	1	m	1	1
Total de la elaboración de la botella filtrante:				48,50
MATERIAL BIBLIOGRÁFICO Y FOTOCOPIAS				
Impresiones	1000	u	0,20	200
Copias	400	u	0,05	20
Fotografías	30	u	0,25	7,50
GASTOS VARIOS				
Alimentación	17	u	2,50	42,50
OTROS RECURSOS				
Análisis en el laboratorio:				
pH	5	UpH	8	40
Turbiedad	5	NTU	10	50
Sólidos en suspensión	5	mg/L	12	60
Color Aparente	5	Pt-Co	15	75
Color Real	5	Pt-Co	15	75
IVA 14%			9,58	47,90
Total de los análisis de laboratorio:			69,58	347,90
Sub Total				965,12
10%				96,51
TOTAL				1061,63

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

13.1. CONCLUSIONES:

- La empresa “CURTIPIEL CASTRO”, utiliza el colorante negro de carbón (anilina), de tipo ácido provocando acidez en el agua y niveles altos de turbidez, solidos suspendidos totales y color.
- Los minerales arcillosos como bentonita y arcilla negra actuaron como reductores de la concentración del color en las muestras permitiendo el desarrollo de la investigación y la búsqueda de la solución al problema.
- Se ensayó con 2 L de efluente coloreado y se obtuvo cuatro tratamientos M1 (140 gr de sulfato de aluminio (sal cuaternaria) disueltos en 100 mL de agua destilada, 100 gr de cal (aditivo neutralizante de pH) disueltos en 200 mL de agua destilada y 80 gr de bentonita (mineral arcilloso)), M2 (30 mL de policloruro de aluminio, 20 gr de cal (aditivo neutralizante de pH) disueltos en 100 mL de agua destilada y 60 gr de arcilla negra (mineral arcilloso)), M3 (: 30 mL de policloruro de aluminio, 20 gr de cal (aditivo neutralizante de pH) disueltos en 100 mL de agua destilada y 60 gr de arcilla negra (mineral arcilloso)), y M4 (140 gr de sulfato de aluminio (sal cuaternaria) disueltos en 100 mL de agua destilada, 100 gr de cal (aditivo neutralizante de pH) disueltos en 200 mL de agua destilada y 80 gr de arcilla negra (mineral arcilloso)); obteniendo como conclusión que los mejores tratamientos reductores de color son M1 y M3.
- De lo investigado se pudo deducir que la hipótesis alternativa fue comprobada por la remoción de un 90% del colorante presente en el efluente estudiado.
- En el laboratorio se constató que el mejor ensayo con respecto a la reducción de color es M1 (140 gr de sulfato de aluminio (sal cuaternaria) disueltos en 100 mL de agua destilada, 100 gr de cal (aditivo neutralizante de pH) disueltos en 200 mL de agua destilada y 80 gr de bentonita (mineral arcilloso)) seguido de M3 (: 30 mL de policloruro de aluminio, 20 gr de cal (aditivo neutralizante de pH) disueltos en 100 mL de agua destilada y 60 gr de arcilla

negra (mineral arcilloso)); por lo tanto se recomienda la utilización de cualquiera de los dos tratamientos para la reducción del color en el efluente.

13.2. RECOMENDACIONES:

- La empresa “CURTIPIEL CASTRO” podrá utilizar cualquiera de los dos tratamientos y comprobar su eficacia realizando monitoreos continuos de los efluentes para verificar si disminuyo o no los valores del colorante.
- Las concentraciones determinadas mediante la prueba de jarras se pueden utilizar para realizar los ensayos con otros minerales arcillosos y sales cuaternarias para remover color de los efluentes.
- Aplicar otras alternativas mixtas para reducir la concentración de color en los efluentes, variando el tipo de minerales arcillosos y sales cuaternarias puesto que con la investigación se comprobó las concentraciones exactas para que los cuatro tratamientos sean óptimos.

15. BIBLIOGRAFIA:

1. 12-filtracion-mfa. (2012). Filtración. Recuperado de http://personal.us.es/mfarevalo/recursos/tec_far/filtracion.pdf
2. Alvarez. Ayuso, E. Blas, O. Garcia. Jimenez. Sanchez, A. (1999). Sorption of heavy metals from industrial waste water by low-cost mineral silicates. Recuperado de <http://www.ingentaconnect.com/content/minsoc/cm/1999/00000034/00000003/art00008>
3. Amintti, N. M. (2000). Ciencia del Suelo. Recuperado de http://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol_18n1/peinemann_69-72.pdf.
4. Barboza, G. (2011). Reducción de la Carga de Contaminantes de las Aguas Residuales de la Planta de Tratamiento de Totorá –Ayacucho Empleando la Técnica de Electrocoagulación. (Maestro en Ciencias con Mención en Química). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Recuperado de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/338/1/barboza_pg.pdf
5. Catalán, C. (2007). ¿Para qué o porque es el lecho filtrante?. Recuperado de <https://ar.answers.yahoo.com/question/index?qid=20071203172921AA4BHwT>
6. CEF. Contabilidad. Recuperado de <http://www.contabilidad.tk/node/162>
7. Comisión Nacional del Medio Ambiente - Región Metropolitana (1999). Curtiembres: Guía para el control de la contaminación industrial. Santiago de Chile. Recuperado de http://www.sinia.cl/1292/articles-39927_recurso_1.pdf
8. Crece Negocios. (2014). Finanzas de Empresas. Recuperado de <http://www.crecenegocios.com/el-van-y-el-tir/>
9. Cuchet, Ch. (2012). Méthode de Nomenclature Chimique. Recuperado de https://www.ecured.cu/Sal_cuaternaria.
10. Getty, C. (2007). Los Colorantes y su Clasificación. Recuperado de <https://www.quiminet.com/articulos/los-colorantes-y-su-clasificacion-18841.htm>.
11. Gonzales, M. (2007). Diferencias entre adsorción y absorción. Recuperado de http://www.mariogonzalez.es/blog/ciencia/070330-diferencia_entre_adsorcion_y_absorcion.html
12. Guthrie, J. T, Lloyd, J.R, Pearce, C.I. (2016). The Removal of Colour from Textile Wastewater using whole Bacterial cells: A review. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/223286002_The_Removal_of_Colour_From_Textile_Wastewater_Using_Whole_Bacterial_Cells_A_Review
13. Ibarra, C. (2015). Composición y Características del Barro. Recuperado de <https://prezi.com/bkd9lasm6lem/composicion-y-caracteristicas-del-barro/?webgl=0>
14. Industril y Engineering Chemistry Research. (2013). Removal of Chemical Oxygen Demand and Color from Simulated Textile Wastewater Using a Combination of Chemical / Physicochemical Processes. ACS Publications. Most Trusted, Most Cites, Most Read. % de reducción. Recuperado de <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ie400855b?src=recsys&journalCode=iecred>
15. Laboratorio químico. (2017). DoE Artículo Técnico - Diseño eficaz de experimentos. Papel filtro. Recuperado de <https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/materiales-e-instrumentos-de-un-laboratorio-quimico/papel-filtro.html>
16. La Serena. (2005). Medio Ambiente: Uso de Arcillas Especiales para Depuración de Aguas Residuales. Chile: Monseñor Subercaseaux 667. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642005000100002
17. Lozano, W. A. (2012). Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. 358039 – Diseño se Plantas de Tratamiento de Aguas Reciduales. Recuperado de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358039/Modulo_verson_julio_2013.pdf
18. Low, L, Teng, T.T. (2007). Removal of Dyes and Pigments from Industrial Effluents. Recuperado de

- https://www.researchgate.net/publication/278346705_Removal_of_Dyes_and_Pigments_from_Industrial_Effluents
19. Marcó, J. Química del Agua. El Análisis del Agua. Recuperado de <http://www.quimicadelagua.com/index.html>
 20. Mercade, Metuchen, Venancio V. (2012). United States Patent Mercade PURIFICATION OF CLAY BY SELECTIVE. Recuperado de <https://www.google.com.ec/patents/US3701417?dq=Clayey+minerals+for+purification+of+colored+effluent&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjzMP4xpPSAhWGWSYKHc0kAJ0Q6AEIGDAA>
 21. Miller, S., Gagnet, A.J. & Worden, R.C. (1999). Reporte Técnico para la Industria de Curtiembres en el Perú. Lima, Perú. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/e/fulltext/conam/conam.pdf>
 22. Miliarium Aureum, S. L. (2004). Filtros de tela. Recuperado de <http://www.miliarium.com/prontuario/MedioAmbiente/Atmosfera/FiltrosTela.htm>
 23. Mohamed N, R. (2013). Adsorption Technique for the Removal of Organic Pollutants from Water and Wastewater. Recuperado de <http://www.intechopen.com/books/organic-pollutants-monitoring-risk-and-treatment/adsorption-technique-for-the-removal-of-organic-pollutants-from-water-and-wastewater>
 24. Morocho, M. (2017). Tratamiento de aguas residuales de una curtiembre en el canton Cuenca mediante la aplicación dosificada de EMAs (microorganismos eficientes autoctonos). (Tesis de Maestría en Agroecología y Ambiente). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26955/1/Tesis.pdf.pdf>
 25. Mosquera. Jar pruebas. Recuperado de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:-MJ0lfE6AhMJ:ptasmosquera.orgfree.com/imagenes/documentos/PRUEBA%2520DE%2520JAR.RAS.docx+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=ec>
 26. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. (2011). Libro VI, Anexo I. Presidencia de la República del Ecuador. Recuperado de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf>
 27. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98 (2013). Agua. Calidad del Agua. Muestreo. Técnicas De Muestreo. Recuperado de <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte1/2176-1.pdf>
 28. Pena, A. (2006). Sistemas de Ecuaciones Lineales: Criterios Equivalentes. Recuperado de http://recursostic.educacion.es/descartes/web/materiales_didacticos/sistemas_de_ecuaciones_lineales_2bcnt/equivalencia_de_sistemas_de_ecuaciones_lineales.htm
 29. Peña, S. (2007). El proceso del Curtido. Recuperado de http://www.biologia.edu.ar/tesis/forcillo/proceso_de_curtido.htm
 30. Portilla, A.D. (2013). Análisis Técnico Ambiental Del Proceso de la Curtiduría Serrano de la Ciudad de Ambato y Diseño de la Planta de Tratamiento de las Aguas Residuales. Ingeniería Ambiental. Universidad Central del Ecuador, Quito. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1564/1/T-UCE-0012-261.pdf>
 31. Potencia 18. Recuperado de ftp://ceres.udc.es/ITS_Caminos/2_Ciclo/Ingenieria_Sanitaria_Ambiental/Presentaciones12-13/Ponencia%20T18_COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN.pdf
 32. Química Inorgánica. (2013). Química. Decantación. Recuperado de <http://www.fullquimica.com/2011/08/decantacion.html>
 33. QuimiNet. (2006). Uso y aplicación de las bentonitas. Recuperado de <https://www.quiminet.com/articulos/usos-y-aplicaciones-de-las-bentonitas-7708.htm>
 34. QuimiNet. (2011). Usos y aplicaciones de la piedra pómez en la industria. Usos de la piedra pómez en diferentes industrias. Recuperado de <https://www.quiminet.com/articulos/usos-y-aplicaciones-de-la-piedra-pomez-en-la-industria-61575.htm>

35. Rincón, M. (2012). Diseño de un plan comunicacional para la industria de las curtiembres, basado en marketing ecológico. (Tesis de Maestría). Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/25102/Documento_completo.pdf?sequence=3.
36. Rinne, T. Potabilización con diferentes coagulantes de aluminio y hierro. XXII Congreso de Centroamérica y Panamá de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Honduras. Recuperado de <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwiy086yoYXRAhVDQiYKHRIxDY8QFggkMAI&url=http%3A%2F%2Fwww.sistemamid.com%2Fdownload.php%3Fa%3D668&usg=AFQjCNHeA2Oolgcpmebr9VBbrw5gEqX5VA&bvm=bv.142059868,d.eWE>
37. Saenz, L. (2013). Diseño del Sistema de Tratamiento y Reutilización del Agua Residual en la planta de Lácteos OASIS. (Tesis de Ingeniería Química). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3217/1/96T00221.pdf>
38. Severiche, C., Castillo, M. & Acevedo, R. (2013). Manual de métodos analíticos para la determinación fisicoquímicos básicos en aguas. Recuperado de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/color-agua.html>
39. Soporte de Minitab. (2016). Copyright. ¿Qué es el método de Tukey para comparaciones múltiples? Recuperado de <http://support.minitab.com/es-mx/minitab/17/topic-library/modeling-statistics/anova/multiple-comparisons/what-is-tukey-s-method/>
40. Uso de la cal en tratamiento de agua potable. (2011). Recuperado de http://anfacal.org/media/Biblioteca_Digital/Usos_Ecologicos/Tratamiento_de_Aguas/USOS_DE_CAL_EN_AGUA_POTABLE.pdf
41. Volzone, C. (2013). Purificación de Sistemas Equivalentes a Efluentes Coloreados de Curtiembres utilizando Minerales Arcillosos. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/38229/Documento_completo.pdf?sequence=1
42. Zeolitas S.A, Guayaquil, Guayas – Ecuador. Recuperado de http://guayaquil.yalwa.com.ec/ID_104719141/ZEOLITAS-S-A.html

16. ANEXOS:

ANEXO 1

AVAL DE TRADUCCION



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señorita Egresada de la Carrera de Medio Ambiente de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: **OBANDO REINOSO JENNIFER ALEJANDRA**, cuyo título versa “**REDUCCION DE EFLUENTES COLOREADOS DE LA EMPRESA “CURTIPIEL CASTRO”, PROVINCIA DE TUNGURAHUA UTILIZANDO MINERALES ARCILLOSOS**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, julio del 2017

Atentamente,

Lic. M. Sc. Erika Cecilia Borja Salazar
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0502161094



CENTRO
DE IDIOMAS

www.utc.edu.ec

Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido /San Felipe. Tel: (03) 2252346 - 2252307 - 2252205

ANEXO 2

CURRICULUM TUTORA:

KALINA MARCELA FONSECA LARGO MSc

Ecología & aprovechamiento de recursos naturales

Quito, Pichincha

1. DATOS PERSONALES

Lugar y fecha de nacimiento: Quito, 21 de octubre de 1989.

Estado civil: soltera

Cédula de ciudadanía: 17235344-7

Teléfono: 0985281498/ 0996267102 – (02)2021755

Correo electrónico: kaly_1989secafon@hotmail.com



2. EDUCACIÓN

2014-2016: Máster en ecología y aprovechamiento de los recursos naturales, con mención en Geoecología, Universidad Estatal Rusa de Hidrometeorología, San Petersburgo, Rusia.

(Becada gobierno de Ecuador). Número de registro: 643288236

- Diploma Rojo, máxima distinción de la Maestría en Rusia. Título recibido con honores.

Universidad Estatal Rusa de Hidrometeorología (2016).

2013: Convalidación del título académico de tercer nivel obtenido en Ecuador al sistema educativo de la Federación Rusa: Licenciada en Ecología y utilización de recursos naturales.

2007-2011: Licenciada en Turismo ecológico, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador. Número de Registro: 1005-14-1263267.

2001-2006: Bachiller Físico Matemático-Químico Biólogo, Colegio María Angélica Idrobo.

- Escolta del Pabellón de Quito.

3. INTERESES DE INVESTIGACIÓN

- Pronóstico de los niveles extremos y mínimos de contaminación, basado en la distribución de probabilidad de Pearson Tipo III.
- Sistemas de biorremediación para aguas en contaminadas

4. EXPERIENCIA EN INVESTIGACIÓN

2016: Métodos de evaluación de calidad de agua (NSF WQI)

2016: Cálculo de los parámetros geomorfológicos del territorio de Reino Unido a través del programa QGIS.

2015: Evaluación de la contaminación del Río Ojta, San Petersburgo, a través del método (УКНЗВ-índices de calidad y de contaminación del agua).

2012: Inventario de los atractivos naturales y culturales del Parque Nacional Llanganates y elaboración de la guía turística.

5. EXPERIENCIA EN ENSEÑANZA

2012-2013: Docente en Ciencias Naturales, Biología y Química, Colegio Swiss School, Quito, Ecuador.

2011-2012: Docente en Química y jefe del laboratorio de Química, Colegio Iberoamericano, Quinche - Ecuador.

2009-2010: Docente en Ciencias Naturales, Química y jefe del laboratorio de Química, Colegio Miguel Ángel Buonarroti, Quito- Ecuador.

6. PUBLICACIONES

2016: Evaluación de la contaminación de las aguas superficiales como resultado de la explotación petrolera en la cuenca del río Pacayacu, Ecuador. Información de tecnologías y

sistemas. Colección de artículos científicos. Edición: 1(17). San Petersburgo, 2016.11-14 pp. ISSN 2306-5788.

Idioma original de la publicación: Оценка загрязнения поверхностных вод в результате добычи нефти в водосборе р. пакаяку- республика Эквадор.

Межвузовский сборник научных трудов: Выпуск 1(17) Санкт-Петербург, 2016 год. ISSN 2306-5788.

7. TESIS PRESENTADAS

Posgrado- 2016: Evaluación y pronóstico de la contaminación de las aguas superficiales como resultado de la explotación petrolera en la cuenca del río Pacayacu, Ecuador.

Pregrado- 2013: Guía de atractivos turísticos naturales y culturales como base informativa para el desarrollo socio-económico de la parroquia San José de Poaló - Prov. de Tungurahua. Ecuador.

8. CURSOS DE DESARROLLO PROFESIONAL Y CERTIFICACIONES

2016 - Expositora en la conferencia “21st Century Watershed Technology Conference and Workshop: Improving quality of water resources at local, basin, and regional scale.

Métodos de evaluación de la calidad de agua. ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers). Quito, Ecuador.

2016: Presentación de poster de investigación: Pronóstico de inundación. Improving quality of water resources at local, basin, and regional scale. ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers). Quito, Ecuador.

2014-2015: Fundamentos básicos de los sistemas de información geográfica (SIG), mediante los programas: ARCGIS y QGIS. Universidad Estatal Rusa de

Hidrometeorología.

2014: Aprendizaje del Software Estadístico R. Facultad de estadística aplicada. Universidad Estatal Rusa de Hidrometeorología.

2014: Aplicación del programa STATISTICA en estudios ambientales. Facultad de estadística aplicada. Universidad Estatal Rusa de Hidrometeorología.

2014: Aplicación del programa SURFER en estudios ambientales. Facultad de estadística aplicada. Universidad Estatal Rusa de Hidrometeorología.

2013: Curso preuniversitario en la Universidad Estatal Rusa de Hidrometeorología.

2013-2010: Cursos de formación pedagógica. Instituciones educativas.

2010: Turismo nueva alternativa. Universidad Central del Ecuador.

2009: Problemas de la conservación biótica en el Ecuador. Universidad Central del Ecuador.

2009: Aplicación de telemetría en investigaciones de campo. Universidad Central del Ecuador.

2008: Seminario Amazonía, recurso sostenible y sustentable. Universidad Central del Ecuador.

2007: Seminario de Turismo de Aventura. Gobierno de la provincia de Pichincha.

9. IDIOMAS

Ruso: Nivel B2 (intermedio)

Inglés: Nivel B1 (intermedio)

10. MANEJO DE PROGRAMAS INFORMÁTICOS

- Sistemas Operativos: Windows y Linux
- Ofimática: Procesadores de texto, hojas de cálculo, internet y mail
- Lenguajes de Programación: R
- Programas estadísticos: STATISTICA
- Programas geoestadísticos: ARCGIS, QGIS y SURFER

11. REFERENCIAS

- Lic. Sandra Achig: 022825192. Rectora Unidad Educativa Suiza
- Dr. Jesús Inca: 0998845755. Director de la Carrera de Turismo Ecológico. UCE
- Director de tesis de posgrado: PhD. Vladislav A. Shelutko, Universidad Estatal de San Petersburgo, contacto: shelutko@rshu.ru.
- Director de la investigación: PhD. Edgar Espitia, Universidad Estatal Rusa de Hidrometeorología, contacto: fbespitia@gmail.com, tel: +79045523896.
- Directora de tesis de pregrado: Dra. Francia Donoso, contacto: cfdonoso@hotmail.com

**ANEXO 3
CURRICULUM AUTORA**

CURRICULUM VITAE

1.- DATOS PERSONALES

NOMBRES Y APELLIDOS: JENNIFER ALEJANDRA OBANDO REINOSO

FECHA DE NACIMIENTO: 13 DICIEMBRE 2017

CEDULA DE CIUDADANÍA: 050280962-7

ESTADO CIVIL: soltera

NUMEROS TELÉFONICOS: DOM: 2726991 CEL: 0984732077

E-MAIL: jefifi_obandor@hotmail.com



2.- ESTUDIOS REALIZADOS

NIVEL PRIMARIO: ESC. “SAN JOSÉ – LA SALLE”

NIVEL SECUNDARIO: COLEGIO PARTICULAR “SANTO DOMINGO DE GUZMÁN” –
BACHILLER EN CIENCIAS GENERALES ESPECIALIDAD FISICO MATEMATICO

NIVEL SUPERIOR TERCER NIVEL: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

SUFICIENCIA EN LOS IDIOMAS DE INGLÉS – AGOSTO 2016

CERTIFICACIÓN EN EL IDIOMA FRANCÉS – NOVIEMBRE 2015

APROVACION DE LA DICIPLINA DE BASKET EN EL CENTRO DE EDUCACIÓN FÍSICA
DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – FEBRERO 2013

3.- TITULOS

TERCER NIVEL: INGENIERIA DE MEDIO AMBIENTE

4.- EXPERIENCIA LABORAL

PRACTICAS PREPROFESIONALES EN EL LABORATORIO DE CALIDAD DE AIRE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES CARRERA INGENIERIA DE MEDIO AMBIENTE. 2017

VINCULACION CON LA SOCIEDAD – REFORESTACION Y CONSERVACION DEL RECURSO HIDRICO EN CANCHAGUA - SAQUISILI 2016

5.-CURSOS DE CAPACITACION

CONGRESO INTERNACIONAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES “UN NUEVO RETO PARA LA CONSERVACIÓN AMBIENTAL” UTC FEBRERO/2017

“EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL” UTC JUNIO/2015

VIII ASAMBLEA GENERAL DE REDCCA, RED ECUATORIANA DE CARRERAS EN CIENCIAS AMBIENTALES UTC JULIO/ 2014

6.- RECONOCIMIENTOS

- BECA AL MERITO ACADEMICO PERIODO 2014 - 2015
- INTEGRANTE DE LA ESTUDIANTINA MUNICIPAL DEL CANTON SALCEDO – INSTRUMENTO FLAUTA TRAVERSA 2000 - 2006

- ABANDERADA DEL EMBLEMA LASALLANO DE LA UNIDAD EDUCATIVA “SAN JOSÉ – LA SALLE” 2003 - 2004
- DIPLOMA DE HONOR TRIUNFO EN EL CONCURSO DE LIBRO LEIDO ESC. “SAN JOSÉ – LA SALLE” JULIO 02 DEL 2004
- PRACTICA DE TENNIS DE CAMPO 1997 EN ADELANTE
- SEGUNDO LUGAR CONCURSO INFANTIL PROVINCIAL DE DIBUJO Y PINTURA 1999
- DIPLOMA DE HONOR DE SEGUNDO A SEXTO AÑO DE EDUCACION BASICA
- TRIUNFADORA DECLAMACION POESIA INFANTIL 1997

Certifico que todos los datos presentados son de mi absoluta responsabilidad, de ser necesario puedo presentar originales para su respectiva comprobación.

ANEXO 4

CUESTIONARIO PARA IDENTIFICAR EL TIPO DE PIGMENTO QUE UTILIZA LA EMPRESA

 **VICERRECTORADO**
UNIDAD DE DESARROLLO ACADÉMICO

Encuestante: Alejandra Obando
Encuestado: Propietario Sr. Marcelo Castro

CUESTIONARIO PARA IDENTIFICAR EL TIPO DE PIGMENTO QUE UTILIZA LA CURTIDURIA

1. ¿CUAL ES EL PROCESO DE TINCION?
Proceso donde se tñe el cuero previamente curtido para que se engrase.

2. ¿QUE COLORANTES UTILIZAN EN EL PROCESO DE TINCION?
Anilina (Negro de Carbon)

3. ¿SE TRATA EL EFLUENTE COLORADOS ANTES DE SER DESCARGADOS A LA ACEQUIA?
No

4. ¿SE REALIZA UN MONITOREO CONTINUO DE LOS EFLUENTES COLOREADOS PARA VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO CON LA NORMATIVA AMBIENTAL VIGENTE?
No

www.utc.edu.ec Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido /San Felipe. Tel: (03) 2252346 - 2252307 - 2252205

ANEXO 5

ENSAYO 1:

VARIABLES:

Tabla 17

ENSAYO 1			
Constante	Efluente Coloreado	1 litro por jarra	L1
Numero de Variable	Nombre de la Variable	Definición de las Variables	Sigla De La Variable
Variable 1	Sal Cuaternaria	Policloruro de Aluminio	P1 P2 P3
		Sulfato de aluminio	S1 S2 S3
Aditivo	Neutralizante	Cal	C1 C2 C3

Las repeticiones se las realizara con una frecuencia de 1 mes entre ellas, los tratamientos tendran sal orgánica con arcilla en suspensión al 2% por cada 10 g de cada una de las arcillas, dispuestas en forma de lecho de 3 cm de espesor manteniendo un tiempo de contacto entre el agua y la arcilla de 3 horas, se muestreara el efluente filtrado con una frecuencia de mes y medio entre ellas para enviarlo al analisis del laboratorio.

Cuadro 1:

PRACTICA CON EL POLICLORURO DE ALUMINIO / CAL

Tabla 18

ORDEN	TIEMPO	REVOLUCIONES	CANTIDAD DE SAL CUATERNARIA	CANTIDAD DE CAL CON AGUA DESTILADA	FOTO	TURBIDEDAD	PH
1	5 min	20	15 ml	se disolvió 10 gr en 100 ml de agua destilada		2.44 NTU	3.95 UpH
2	5 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20	se disolvió 10 gr en 100 ml de agua destilada				
2	5 min	100					
3	10 min	40					

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 15 ml de policloruro de aluminio, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 10 gr de cal disuelta en 100 ml de agua destilada, se subió a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Una vez mezclado la sal cuaternaria (policloruro de aluminio) y el neutralizante (cal) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

1	5 min	20	30 ml			46.45 NTU	3.78 UpH
2	5 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20		se disolvió 20 gr en 100 ml de agua destilada			
2	5 min	100					
3	10 min	40					

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 30 ml de policloruro de aluminio, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 20 gr de cal disuelta en 100 ml de agua destilada, se subió a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Una vez mezclado la sal cuaternaria (policloruro de aluminio) y el neutralizante (cal) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

1	5 min	20	45 ml			66.21 NTU	3.58 UpH
2	5 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20		se disolvió 30 gr en 100 ml de agua destilada			
2	5 min	100					
3	10 min	40					

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 45 ml de policloruro de aluminio, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 30 gr de cal disuelta en 100 ml de agua destilada, se subió a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Una vez mezclado la sal cuaternaria (policloruro de aluminio) y el neutralizante (cal) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

PRACTICA CON EL SULFATO DE ALUMINIO / CAL

Tabla 19

ORDEN	TIEMPO	REVOLUCIONES	CANTIDAD DE SAL CUATERNARIA CON AGUA DESTILADA	CANTIDAD DE CAL CON AGUA DESTILADA	FOTO	TURBIEDAD	PH
1	5 min	20	se disolvió 35 gr en 50 ml de agua destilada			75.17 NTU	5.10 UpH
2	15 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20		se disolvió 25 gr en 100 ml de agua destilada		50.34 NTU	5.57 UpH
2	5 min	100					
3	10 min	40					

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 35 gr de sulfato de aluminio disuelto en 50 ml de agua destilada, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 25 gr de cal disuelta en 100 ml de agua destilada, se subió a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Una vez mezclado la sal cuaternaria (sulfato de aluminio) y el neutralizante (cal) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 70 gr de sulfato de aluminio disuelto en 50 ml de agua destilada, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 50 gr de cal disuelta en 100 ml de agua destilada, se subió a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Una vez mezclado la sal cuaternaria (sulfato de aluminio) y el neutralizante (cal) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

1	5 min	20	se disolvió 105 gr en 50 ml de agua destilada		18.56 NTU	5.76 UpH
2	15 min	100				
3	10 min	40				
1	5 min	20	se disolvió 75 gr en 100 ml de agua destilada			
2	5 min	100				
3	10 min	40				

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 105 gr de sulfato de aluminio disuelto en 50 ml de agua destilada, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 75 gr de cal disuelta en 100 ml de agua destilada, se subió a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Una vez mezclado la sal cuaternaria (sulfato de aluminio) y el neutralizante (cal) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

ANEXO 6

ENSAYO 2:

VARIABLES:

Tabla 20

ENSAYO 1			
Constante	Efluente Coloreado	1 litro por jarra	L1
Numero de Variable	Nombre de la Variable	Definición de las Variables	Sigla De La Variable
Variable 1	Sal Cuaternaria	Policloruro de Aluminio	P1
		Sulfato de aluminio	S2
Variable 2	Mineral arcilloso	Bentonita	B1 B2 B3 B4 B5
		Arcilla negra	N1 N2 N3 N4 N5

Cuadro 1:

PRACTICA CON EL POLICLORURO DE ALUMINIO / BENTONITA

Tabla 21

ORDE N	TIEMP O	REVOLU CIONES	CANTID AD DE SAL CUATER NARIA	CANTIDAD DE BENTONITA	FOTO	TURBI EDAD	PH
1	5 min	20	15 ml			209 NTU	4.07 UpH
2	5 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20	10 gr				
2	5 min	200					
3	10 min	40					
Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 15 ml de policloruro de aluminio, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se							

mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 10 gr de bentonita, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la bentonita con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Una vez mezclado la sal cuaternaria (policloruro de aluminio) y el mineral arcilloso (bentonita) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

1	5 min	20	15 ml	20 gr		148 NTU	4.08 UpH
2	5 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20					
2	5 min	200					
3	10 min	40					

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 15 ml de policloruro de aluminio, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 20 gr de bentonita, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la bentonita con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Una vez mezclado la sal cuaternaria (policloruro de aluminio) y el mineral arcilloso (bentonita) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

1	5 min	20	15 ml	30 gr		131 NTU	4.07 UpH
2	5 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20					
2	5 min	200					
3	10 min	40					

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 15 ml de policloruro de aluminio, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 30 gr de bentonita, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la bentonita con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Una vez mezclado la sal cuaternaria (policloruro de aluminio) y el mineral arcilloso (bentonita) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

1	5 min	20	15 ml			154 NTU	4.05 UpH
2	5 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20	40 gr				
2	5 min	200					
3	10 min	40					

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 15 ml de policloruro de aluminio, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 40 gr de bentonita, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la bentonita con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Una vez mezclado la sal cuaternaria (policloruro de aluminio) y el mineral arcilloso (bentonita) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

1	5 min	20	15 ml			152 NTU	3.99 UpH
2	5 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20	50 gr				
2	5 min	200					
3	10 min	40					

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 15 ml de policloruro de aluminio, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 50 gr de bentonita, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la bentonita con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Una vez mezclado la sal cuaternaria (policloruro de aluminio) y el mineral arcilloso (bentonita) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

PRACTICA CON EL POLICLORURO DE ALUMINIO / ARCILLA NEGRA

Tabla 22

ORDEN	TIEMPO	REVOLUCIONES	CANTIDAD DE SAL CUATERNARIA	CANTIDAD DE ARCILLA NEGRA	FOTO	TURBIDEZ	PH
1	5 min	20	15 ml			148 NTU	4.08 UpH
2	5 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20		10 gr			
2	5 min	200					
3	10 min	40					
<p>Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 15 ml de policloruro de aluminio, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p> <p>Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 10 gr de arcilla negra, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la bentonita con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p> <p>Una vez mezclado la sal cuaternaria (policloruro de aluminio) y el mineral arcilloso (arcilla negra) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.</p>							
1	5 min	20	15 ml			154 NTU	4.11 UpH
2	5 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20		20 gr			
2	5 min	200					
3	10 min	40					
<p>Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 15 ml de policloruro de aluminio, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p> <p>Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 20 gr de arcilla negra, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la bentonita con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p> <p>Una vez mezclado la sal cuaternaria (policloruro de aluminio) y el mineral arcilloso (arcilla negra) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.</p>							

1	5 min	20	15 ml			120 NTU	4.10 UpH
2	5 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20	30 gr				
2	5 min	200					
3	10 min	40					

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 15 ml de policloruro de aluminio, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 30 gr de arcilla negra, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la bentonita con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Una vez mezclado la sal cuaternaria (policloruro de aluminio) y el mineral arcilloso (arcilla negra) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

1	5 min	20	15 ml			209 NTU	4.10 UpH
2	5 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20	40 gr				
2	5 min	200					
3	10 min	40					

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 15 ml de policloruro de aluminio, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 40 gr de arcilla negra, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la bentonita con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Una vez mezclado la sal cuaternaria (policloruro de aluminio) y el mineral arcilloso (arcilla negra) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

1	5 min	20	15 ml			187 NTU	4.07 UpH
2	5 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20	50 gr				
2	5 min	200					
3	10 min	40					

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 15 ml de policloruro de aluminio, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 50 gr de arcilla negra, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la bentonita con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Una vez mezclado la sal cuaternaria (policloruro de aluminio) y el mineral arcilloso (arcilla negra) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

PRACTICA CON EL SULFATO DE ALUMINIO / BENTONITA

Tabla 23

ORDEN	TIEMPO	REVOLUCIONES	CANTIDAD DE SAL CUATERNARIA CON AGUA DESTILADA	CANTIDAD DE BENTONITA	FOTO	TURBIDAD	PH
1	5 min	20	se disolvió			180 NTU	3.32 UpH
2	15 min	100	70 gr en 50 ml de agua destilada				
3	10 min	40					
1	5 min	20		10 gr			
2	5 min	200					
3	10 min	40					
<p>Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 70 gr de sulfato de aluminio disuelto en 50 ml de agua destilada, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p> <p>Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 10 gr de bentonita, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p> <p>Una vez mezclado la sal cuaternaria (sulfato de aluminio) y el mineral arcilloso (bentonita) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.</p>							
1	5 min	20	se disolvió			112 NTU	3.30 UpH
2	15 min	100	70 gr en 50 ml de agua destilada				
3	10 min	40					
1	5 min	20		20 gr			
2	5 min	200					
3	10 min	40					
<p>Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 70 gr de sulfato de aluminio disuelto en 50 ml de agua destilada, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p>							

<p>Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 20 gr de bentonita, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p> <p>Una vez mezclado la sal cuaternaria (sulfato de aluminio) y el mineral arcilloso (bentonita) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.</p>							
1	5 min	20	se disolvió 70 gr en 50 ml de agua destilada			86 NTU	3.34 UpH
2	15 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20		30 gr			
2	5 min	200					
3	10 min	40					
<p>Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 70 gr de sulfato de aluminio disuelto en 50 ml de agua destilada, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p> <p>Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 30 gr de bentonita, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p> <p>Una vez mezclado la sal cuaternaria (sulfato de aluminio) y el mineral arcilloso (bentonita) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.</p>							
1	5 min	20	se disolvió 70 gr en 50 ml de agua destilada			52 NTU	3.33 UpH
2	15 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20		40 gr			
2	5 min	200					
3	10 min	40					
<p>Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 70 gr de sulfato de aluminio disuelto en 50 ml de agua destilada, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p> <p>Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 40 gr de bentonita, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p> <p>Una vez mezclado la sal cuaternaria (sulfato de aluminio) y el mineral arcilloso (bentonita) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.</p>							
1	5 min	20	se disolvió 70 gr en 50 ml de agua destilada			120 NTU	3.30 UpH
2	15 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20		50 gr			
2	5 min	200					
3	10 min	40					

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 70 gr de sulfato de aluminio disuelto en 50 ml de agua destilada, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 50 gr de bentonita, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Una vez mezclada la sal cuaternaria (sulfato de aluminio) y el mineral arcilloso (bentonita) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

PRACTICA CON EL SULFATO DE ALUMINIO / ARCILLA NEGRA

Tabla 24

ORDEN	TIEMPO	REVOLUCIONES	CANTIDAD DE SAL CUATERNARIA CON AGUA DESTILADA	CANTIDAD DE ARCILLA NEGRA	FOTO	TURBIDEZ	PH
1	5 min	20	se disolvió 70 gr en 50 ml de agua destilada	10 gr		132 NTU	3.39 UpH
2	15 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20	se disolvió 70 gr en 50 ml de agua destilada	20 gr		97 NTU	3.38 UpH
2	5 min	200					
3	10 min	40					

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 70 gr de sulfato de aluminio disuelto en 50 ml de agua destilada, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 10 gr de arcilla negra, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Una vez mezclada la sal cuaternaria (sulfato de aluminio) y el mineral arcilloso (arcilla negra) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 70 gr de sulfato de aluminio disuelto en 50 ml de agua destilada, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 20 gr de arcilla negra, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Una vez mezclado la sal cuaternaria (sulfato de aluminio) y el mineral arcilloso (arcilla negra) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

1	5 min	20	se disolvió 70 gr en 50 ml de agua destilada	30 gr		73 NTU	3.45 UpH
2	15 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20					
2	5 min	200					
3	10 min	40					

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 70 gr de sulfato de aluminio disuelto en 50 ml de agua destilada, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 30 gr de arcilla negra, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Una vez mezclado la sal cuaternaria (sulfato de aluminio) y el mineral arcilloso (arcilla negra) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

1	5 min	20	se disolvió 70 gr en 50 ml de agua destilada	40 gr		72 NTU	3.47 UpH
2	15 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20					
2	5 min	200					
3	10 min	40					

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 70 gr de sulfato de aluminio disuelto en 50 ml de agua destilada, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 40 gr de arcilla negra, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Una vez mezclado la sal cuaternaria (sulfato de aluminio) y el mineral arcilloso (arcilla negra) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

1	5 min	20	se disolvió 70 gr en 50 ml de agua destilada	50 gr		106 NTU	3.49 UpH
2	15 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20					
2	5 min	200					
3	10 min	40					
<p>Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 70 gr de sulfato de aluminio disuelto en 50 ml de agua destilada, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p> <p>Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 50 gr de arcilla negra, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p> <p>Una vez mezclado la sal cuaternaria (sulfato de aluminio) y el mineral arcilloso (arcilla negra) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.</p>							

ANEXO 7

Ensayo 3 - Repetición 1:

Tabla 25

ORD EN	TIEM PO	REVOLU CIONES	CANTIDAD DE SAL CUATERNARIA CON AGUA DESTILADA	CANTIDAD DE CAL	CANTIDAD DE ARCILLA	FOTO	TURBI EDAD	PH	
1	5 min	20	se disolvió 70 gr de sulfato de aluminio en 50 ml de agua destilada				190 NTU	6.85 UpH	
2	15 min	100							
3	10 min	40							
1	5 min	20		se disolvió 50 gr de cal en 100 ml de agua destilada	40 gr bentonita				
2	5 min	200							
3	10 min	40							
1	5 min	20							
2	5 min	200							
3	10 min	40							

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 70 gr de sulfato de aluminio disuelto en 50 ml de agua destilada, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 50 gr de cal disuelta en 100 ml de agua destilada, se subió a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 40 gr de bentonita, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Una vez mezclado la sal cuaternaria (sulfato de aluminio), el neutralizante (cal) y el mineral arcilloso (bentonita) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

1	5 min	20	15 ml de policloruro de aluminio				132 NTU	6.62 UpH		
2	5 min	100								
3	10 min	40								
1	5 min	20		se disolvió 10 gr de cal en 50 ml de agua destilada						
2	5 min	200								
3	10 min	40								
1	5 min	20			30 gr de bentonita					
2	5 min	200								
3	10 min	40								
<p>Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 15 ml de policloruro de aluminio, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p> <p>Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 10 gr de cal disuelta en 50 ml de agua destilada, se subió a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p> <p>Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 30 gr de bentonita, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la bentonita con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p> <p>Una vez mezclado la sal cuaternaria (policloruro de aluminio), el neutralizante (cal) y el mineral arcilloso (bentonita) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.</p>										
1	5 min	20	15 ml de policloruro de aluminio				101 NTU	6.28 UpH		
2	5 min	100								
3	10 min	40								
1	5 min	20		se disolvió 10 gr de cal en 50 ml de agua destilada						
2	5 min	200								
3	10 min	40								
1	5 min	20			30 gr de arcilla negra					
2	5 min	200								
3	10 min	40								

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 15 ml de policloruro de aluminio, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 10 gr de cal disuelta en 50 ml de agua destilada, se subió a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 30 gr de arcilla negra, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la bentonita con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Una vez mezclado la sal cuaternaria (policloruro de aluminio), el neutralizante (cal) y el mineral arcilloso (arcilla negra) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

1	5 min	20	se disolvió 70 gr de sulfato de aluminio en 50 ml de agua destilada			190 NTU	5.17 UpH
2	15 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20	se disolvió 50 gr de cal en 100 ml de agua destilada				
2	5 min	200					
3	10 min	40					
1	5 min	20		40 gr de arcilla negra			
2	5 min	200					
3	10 min	40					

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 70 gr de sulfato de aluminio disuelto en 50 ml de agua destilada, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 50 gr de cal disuelta en 100 ml de agua destilada, se subió a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 40 gr de arcilla negra, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Una vez mezclado la sal cuaternaria (sulfato de aluminio), el neutralizante (cal) y el mineral arcilloso (arcilla negra) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

ANEXO 8

Ensayo 4 - Repetición 2:

Tabla 26

ORD EN	TIEM PO	REVOLU CIONES	CANTIDAD DE SAL CUATERNARIA CON AGUA DESTILADA	CANTIDAD DE CAL	CANTIDAD DE ARCILLA	FOTO	TURBI EDAD	PH
1	5 min	20	se disolvió 70 gr de sulfato de aluminio en 50 ml de agua destilada				188 NTU	6.80 UpH
2	15 min	100						
3	10 min	40						
1	5 min	20		se disolvió 50 gr de cal en 100 ml de agua destilada				
2	5 min	200						
3	10 min	40						
1	5 min	20			40 gr bentonita			
2	5 min	200						
3	10 min	40						

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 70 gr de sulfato de aluminio disuelto en 50 ml de agua destilada, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 50 gr de cal disuelta en 100 ml de agua destilada, se subió a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 40 gr de bentonita, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Una vez mezclado la sal cuaternaria (sulfato de aluminio), el neutralizante (cal) y el mineral arcilloso (bentonita) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

1	5 min	20	15 ml de policloruro de aluminio				130 NTU	6.58 UpH		
2	5 min	100								
3	10 min	40								
1	5 min	20		se disolvió 10 gr de cal en 50 ml de agua destilada						
2	5 min	200								
3	10 min	40								
1	5 min	20			30 gr de bentonita					
2	5 min	200								
3	10 min	40								
<p>Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 15 ml de policloruro de aluminio, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p> <p>Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 10 gr de cal disuelta en 50 ml de agua destilada, se subió a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p> <p>Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 30 gr de bentonita, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la bentonita con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p> <p>Una vez mezclado la sal cuaternaria (policloruro de aluminio), el neutralizante (cal) y el mineral arcilloso (bentonita) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.</p>										
1	5 min	20	15 ml de policloruro de aluminio				101 NTU	6.22 UpH		
2	5 min	100								
3	10 min	40								
1	5 min	20		se disolvió 10 gr de cal en 50 ml de agua destilada						
2	5 min	200								
3	10 min	40								
1	5 min	20			30 gr de arcilla negra					
2	5 min	200								
3	10 min	40								

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 15 ml de policloruro de aluminio, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 10 gr de cal disuelta en 50 ml de agua destilada, se subió a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 30 gr de arcilla negra, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la bentonita con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Una vez mezclado la sal cuaternaria (policloruro de aluminio), el neutralizante (cal) y el mineral arcilloso (arcilla negra) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

1	5 min	20	se disolvió 70 gr de sulfato de aluminio en 50 ml de agua destilada			172 NTU	5.07 UpH
2	15 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20	se disolvió 50 gr de cal en 100 ml de agua destilada				
2	5 min	200					
3	10 min	40					
1	5 min	20		40 gr de arcilla negra			
2	5 min	200					
3	10 min	40					

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 70 gr de sulfato de aluminio disuelto en 50 ml de agua destilada, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 50 gr de cal disuelta en 100 ml de agua destilada, se subió a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 40 gr de arcilla negra, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Una vez mezclado la sal cuaternaria (sulfato de aluminio), el neutralizante (cal) y el mineral arcilloso (arcilla negra) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

ANEXO 9

Ensayo 5 - Repetición 3:

Tabla 27

ORD EN	TIEM PO	REVOLU CIONES	CANTIDAD DE SAL CUATERNARIA CON AGUA DESTILADA	CANTIDAD DE CAL	CANTIDAD DE ARCILLA	FOTO	TURBI EDAD	PH
1	5 min	20	se disolvió 70 gr de sulfato de aluminio en 50 ml de agua destilada				192 NTU	6.82 UpH
2	15 min	100						
3	10 min	40						
1	5 min	20		se disolvió 50 gr de cal en 100 ml de agua destilada				
2	5 min	200						
3	10 min	40						
1	5 min	20			40 gr bentonita			
2	5 min	200						
3	10 min	40						

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 70 gr de sulfato de aluminio disuelto en 50 ml de agua destilada, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 50 gr de cal disuelta en 100 ml de agua destilada, se subió a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 40 gr de bentonita, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Una vez mezclado la sal cuaternaria (sulfato de aluminio), el neutralizante (cal) y el mineral arcilloso (bentonita) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

1	5 min	20	15 ml de policloruro de aluminio				135 NTU	6.60 UpH		
2	5 min	100								
3	10 min	40								
1	5 min	20		se disolvió 10 gr de cal en 50 ml de agua destilada						
2	5 min	200								
3	10 min	40								
1	5 min	20			30 gr de bentonita					
2	5 min	200								
3	10 min	40								
<p>Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 15 ml de policloruro de aluminio, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p> <p>Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 10 gr de cal disuelta en 50 ml de agua destilada, se subió a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p> <p>Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 30 gr de bentonita, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la bentonita con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.</p> <p>Una vez mezclado la sal cuaternaria (policloruro de aluminio), el neutralizante (cal) y el mineral arcilloso (bentonita) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.</p>										
1	5 min	20	15 ml de policloruro de aluminio				105 NTU	6.25 UpH		
2	5 min	100								
3	10 min	40								
1	5 min	20		se disolvió 10 gr de cal en 50 ml de agua destilada						
2	5 min	200								
3	10 min	40								
1	5 min	20			30 gr de arcilla negra					
2	5 min	200								
3	10 min	40								

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 15 ml de policloruro de aluminio, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 10 gr de cal disuelta en 50 ml de agua destilada, se subió a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 30 gr de arcilla negra, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la bentonita con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos. Una vez mezclado la sal cuaternaria (policloruro de aluminio), el neutralizante (cal) y el mineral arcilloso (arcilla negra) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

1	5 min	20	se disolvió 70 gr de sulfato de aluminio en 50 ml de agua destilada			163 NTU	5.00 UpH
2	15 min	100					
3	10 min	40					
1	5 min	20	se disolvió 50 gr de cal en 100 ml de agua destilada				
2	5 min	200					
3	10 min	40					
1	5 min	20		40 gr de arcilla negra			
2	5 min	200					
3	10 min	40					

Se colocó 1 litro de efluente coloreado en la jarra para colocarlo en el equipo de la prueba de jarras, se dejó 5 minutos a 20 revoluciones el efluente puro mientras se administró 70 gr de sulfato de aluminio disuelto en 50 ml de agua destilada, se aumentó a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien el efluente coloreado con la sal, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 50 gr de cal disuelta en 100 ml de agua destilada, se subió a 100 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Se disminuyó a 20 revoluciones por 5 minutos y se añadió 40 gr de arcilla negra, se subió a 200 revoluciones por 5 minutos para que se mezcle bien la cal con el efluente coloreado, se disminuyó a 40 revoluciones por 10 minutos.

Una vez mezclado la sal cuaternaria (sulfato de aluminio), el neutralizante (cal) y el mineral arcilloso (arcilla negra) se dejó reposar por 1 hora para tomar los datos de turbidez y pH.

ANEXO 10

CALCULOS PARA EL ADEVA TURBIEDAD:

Cuadro 2:

Diseño DBCA:

Tabla 28

TRATAMIENTOS	OBSERVACIONES			PROMEDIOS	SUMATORIA DE LOS INT (INT÷3)
	REPETICION 1	REPETICION 2	REPETICION 3		
L1 / S2+C2 / B4	Turbiedad: 190 NTU	Turbiedad: 188 NTU	Turbiedad: 192 NTU	Turbiedad: 190 NTU	Turbiedad: 570 NTU
L1 / P1+C1 / B3	Turbiedad: 132 NTU	Turbiedad: 130 NTU	Turbiedad: 135 NTU	Turbiedad: 132.33 NTU	Turbiedad: 397 NTU
L1 / P1+C1 / N3	Turbiedad: 101 NTU	Turbiedad: 101 NTU	Turbiedad: 105 NTU	Turbiedad: 102.33 NTU	Turbiedad: 307 NTU
L1 / S2+C2 / N4	Turbiedad: 190 NTU	Turbiedad: 185 NTU	Turbiedad: 180 NTU	Turbiedad: 185 NTU	Turbiedad: 555 NTU
PROMEDIOS (P÷12):					Turbiedad: 1829 NTU 152,42 NTU

Cálculos de Turbiedad (NTU):

$$FC = \frac{(1829^2)}{12}$$

$$FC = 278.770,08$$

$$SC_{total} = [(190^2) + (188^2) + (192^2) + (132^2) + (130^2) + (135^2) + (101^2) + (101^2) + (105^2) + (190^2) + (185^2) + (180^2) +] - FC$$

$$SC_{total} = 295.009 - 278.770,08$$

$$SC_{total} = 16.238,92$$

$$SC_{trat} = \frac{[(570^2) + (397^2) + (307^2) + (555^2)]}{3} - FC$$

$$SC_{trat} = 16.157,59$$

Tabla 29

	B ÷ 3	N ÷ 3	∑ ARCILLAS
S2	570 NTU	555 NTU	1125 NTU
P1	397 NTU	307 NTU	704 NTU
∑ SALES	967 NTU	862 NTU	1829 NTU

$$SC_S = \frac{[(967^2) + (862^2)]}{6} - FC$$

$$SC_S = 918,75$$

$$SC_A = \frac{[(1125^2) + (704^2)]}{6} - FC$$

$$SC_S = 14.770,09$$

$$SC_{S \times A} = SC_{trat} - SC_S - SC_A$$

$$SC_{S \times A} = 16.157,59 - 918,75 - 14.770,09$$

$$SC_{S \times A} = 468,75$$

$$SC_{E.EXP} = SC_{total} - SC_{trat}$$

$$SC_{E.EXP} = 16.238,92 - 16.157,59$$

$$SC_{E.EXP} = 81,33$$

Esquema del **ADEVA** para el número de ensayos de la evaluación de dos sales cuaternarias (sulfato de aluminio y policloruro de aluminio) y dos minerales arcillosos (bentonita y arcilla negra):

Tabla 30

FUENTE DE VARIACION F de V	GRADOS DE LIBERTAD GL		SUMA DE CUADRADOS SC	CUADRADOS MEDIOS CM	F
TOTAL	n - 1	12 - 1 = 11	16.238,92		
TRATAMIENTOS	t - 1	4 - 1 = 3	16.157,59	5.385,86	529,58
A (+ CAL)	a - 1	2 - 1 = 1	918,75	918,75	90,34
B	b - 1	2 - 1 = 1	14.770,09	14.770,09	1.452,32
A (+ CAL) x B	(a - 1)(b - 1)	(2-1)(2-1) = 1	468,75	468,75	46,09
ERROR EXPERIMENTAL E. Exp	Total - número tratamientos	8	81,33	10,17	

$$CV\% = \frac{\sqrt{10,17}}{152,42} \times 100$$

$$CV\% = 2,09$$

$$\bar{X} = 152,42$$

ANEXO 11

CALCULOS PARA EL ADEVA pH:

Cuadro 3:

Diseño DBCA:

Tabla 31

TRATAMIENTOS	OBSERVACIONES			PROMEDIOS	SUMATORIA DE LOS INT (INT÷3)
	REPETICION 1	REPETICION 2	REPETICION 3		
L1 / S2+C2 / B4	pH: 6,85	pH: 6,80	pH: 6,82	pH: 6,82	pH: 20,47
L1 / P1+C1 / B3	pH: 6,62	pH: 6,58	pH: 6,60	pH: 6,60	pH: 19,80
L1 / P1+C1 / N3	pH: 6,28	pH: 6,22	pH: 6,25	pH: 6,25	pH: 18,75
L1 / S2+C2 / N4	pH: 5,17	pH: 5,07	pH: 5,00	pH: 5,08	pH: 15,24
PROMEDIOS (P÷12):					pH: 74,26 pH: 6,19

Cálculos de pH:

$$FC = \frac{(74,26^2)}{12}$$

$$FC = 459,55$$

$$SC_{total} = [(6,85^2) + (6,80^2) + (6,82^2) + (6,62^2) + (6,58^2) + (6,60^2) + (6,28^2) + (6,22^2) + (6,25^2) + (5,17^2) + (5,07^2) + (5,00^2) +] - FC$$

$$SC_{total} = 464,98 - 459,55$$

$$SC_{total} = 5,43$$

$$SC_{trat} = \frac{[(20,47^2) + (19,80^2) + (15,24^2) + (18,75^2)]}{3} - FC$$

$$SC_{\text{trat}} = 5,41$$

Tabla 32

	B ÷ 3	N ÷ 3	∑ ARCILLAS
S2	20,47	15,24	35,71
P1	19,80	18,75	38,55
∑ SALES	40,27	33,99	74,26

$$SC_S = \frac{[(40,27^2) + (33,99^2)]}{6} - FC$$

$$SC_S = 3,28$$

$$SC_A = \frac{[(35,71^2) + (38,55^2)]}{6} - FC$$

$$SC_S = 0,67$$

$$SC_{S \times A} = SC_{\text{trat}} - SC_S - SC_A$$

$$SC_{S \times A} = 5,41 - 3,28 - 0,67$$

$$SC_{S \times A} = 1,46$$

$$SC_{E.EXP} = SC_{\text{total}} - SC_{\text{trat}}$$

$$SC_{E.EXP} = 5,43 - 5,41$$

$$SC_{E.EXP} = 0,02$$

Esquema del **ADEVA** para el número de ensayos de la evaluación de dos sales cuaternarias (sulfato de aluminio y policloruro de aluminio) y dos minerales arcillosos (bentonita y arcilla negra):

Tabla 33

FUENTE DE VARIACION F de V	GRADOS DE LIBERTAD GL		SUMA DE CUADRADOS SC	CUADRADOS MEDIOS CM	F
TOTAL	n - 1	12 - 1 = 11	5,43		
TRATAMIENTOS	t - 1	4 - 1 = 3	5,41	1,80	720
A (+ CAL)	a - 1	2 - 1 = 1	3,28	3,28	1.312
B	b - 1	2 - 1 = 1	0,67	0,67	268
A (+ CAL) x B	(a - 1)(b - 1)	(2-1)(2-1) = 1	1,46	1,46	584
ERROR EXPERIMENTAL E. Exp	Total - número tratamientos	8	0,02	0,0025	

$$CV\% = \frac{\sqrt{0,0025}}{6,19} \times 100$$

$$CV\% = 0,81$$

$$\bar{X} = 6,19$$

ANEXO 13

ANALISIS DE LABORATORIO DEL TRATAMIENTO M1




“Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables”
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

 <p>Acreditación N° OAE LE C 11-010 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">DATOS DEL CLIENTE</th> </tr> <tr> <td>CLIENTE:</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>REPRESENTANTE:</td> <td>Alejandra Obando</td> </tr> <tr> <td>DIRECCION:</td> <td>Salcedo</td> </tr> <tr> <td>TELEFONO:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CELULAR:</td> <td>0984795624</td> </tr> <tr> <td>e - mail:</td> <td>jeffifi_obandor@hotmail.com</td> </tr> </table>	DATOS DEL CLIENTE		CLIENTE:	-----	REPRESENTANTE:	Alejandra Obando	DIRECCION:	Salcedo	TELEFONO:		CELULAR:	0984795624	e - mail:	jeffifi_obandor@hotmail.com
DATOS DEL CLIENTE															
CLIENTE:	-----														
REPRESENTANTE:	Alejandra Obando														
DIRECCION:	Salcedo														
TELEFONO:															
CELULAR:	0984795624														
e - mail:	jeffifi_obandor@hotmail.com														

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 48	TEM. AMBIENTE(°C): 19
-------------------------	-----------------	-----------------------

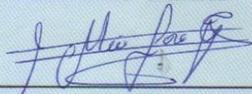
TIPO DE MUESTRA:	Agua residual Proceso Teñido de cuero (Código - M1)
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual
FECHA DE ANALISIS:	Desde el 11 al 13 de julio de 2017
FECHA EMISION DE INFORME:	13 de julio de 2017

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

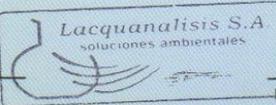
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
pH	UpH	6,66	PRO TEC 011/APHA 4500 H+B	± 0,95 %
Turbidez	NTU	23,70	PRO TEC 060/ APHA 2130 B	± 17,35 %
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	18	PRO TEC 029 / APHA 2540 D	± 8,38 %
Color**	Unid. Pt-Co	255	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----
Color Real**	Unid. Pt-Co	56	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----

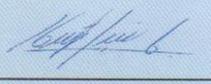
Parámetro acreditado
 * Parámetro acreditado fuera del alcance
 ** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A
 **** Parámetro Subcontratado No Acreditado N/A

PERSONAL RESPONSABLE:



Ing. María Jose Tapia
ANALISTA





Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
 Teléfono Móvil: 09-5363620 . info@lacquanalisis.com
 Ambato, Ecuador - Sud América

ANEXO 14

ANALISIS DE LABORATORIO DEL TRATAMIENTO M2



Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales



Cumplimos y colaboramos con la legislación vigente



Respetamos la confidencialidad y el respeto



Pensamos en el futuro de nuestros hijos



Contribuimos a la protección del medio ambiente



Desarrollamos trabajo en equipo



Análisis de agua confiables

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	-----
REPRESENTANTE:	Alejandra Obando
DIRECCION:	Salcedo
TELEFONO:	
CELULAR:	0984795624
e - mail:	jefifi_obandor@hotmail.com

Versión: 9
Pág. 1 de 1
Código: REG TEC 018
Fecha formato: 20/03/2017
NUMERO DE INFORME:
LACQUA 1 7 1 9 3 6

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 48	TEM. AMBIENTE(°C): 19
TIPO DE MUESTRA:	Agua residual Proceso Teñido de cuero (Código - M2)	
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente	FECHA TOMA DE MUESTRA: 11 de julio de 2017
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	
FECHA DE ANALISIS:	Desde el 11 al 13 de julio de 2017	
FECHA EMISION DE INFORME:	13 de julio de 2017	

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
pH	UpH	7,70	PRO TEC 011/APHA 4500 H+B	± 0,95 %
Turbidez	NTU	61,45	PRO TEC 060/ APHA 2130 B	± 17,35 %
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	37	PRO TEC 029 / APHA 2540 D	± 8,38 %
Color**	Unid. Pt-Co	584	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----
Color Real**	Unid. Pt-Co	443	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----

Parámetro acreditado

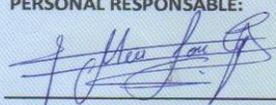
* Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado

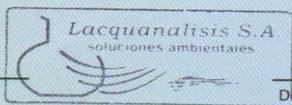
*** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A

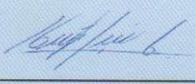
**** Parámetro Subcontratado No Acreditado N/A

PERSONAL RESPONSABLE:



Ing. María Jose Tapia
ANALISTA





Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

NOTA:
El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
Teléfono Móvil: 09-5363620 info@lacquanalisis.com
Ambato, Ecuador - Sud América

ANEXO 15

ANALISIS DE LABORATORIO DEL TRATAMIENTO M3



Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
CLIENTE:	-----	Pág. 1 de 1
REPRESENTANTE:	Alejandra Obando	Código: REG TEC 018
DIRECCION:	Salcedo	Fecha formato: 20/03/2017
TELEFONO:		NUMERO DE INFORME:
CELULAR:	0984795624	LACQUA 1 7- 1 9 3 8
e - mail:	jefifi_obandor@hotmail.com	



Servicio de Acreditación Ecuatoriano
Acreditación N° OAE LE C 11-010
LABORATORIO DE ENSAYOS

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	TEM. AMBIENTE(°C):
TIPO DE MUESTRA:	48	19
RESPONSABLE MUESTREO:	Agua residual Proceso Teñido de cuero (Código - M4)	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Cliente	FECHA TOMA DE MUESTRA: 11 de julio de 2017
FECHA DE ANALISIS:	Puntual	
FECHA EMISION DE INFORME:	Desde el 11 al 13 de julio de 2017	
	13 de julio de 2017	

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
pH	UpH	8,66	PRO TEC 011/APHA 4500 H+B	± 0,95 %
Turbidez	NTU	48,60	PRO TEC 060/ APHA 2130 B	± 17,35 %
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	31	PRO TEC 029 / APHA 2540 D	± 8,38 %
Color**	Unid. Pt-Co	555	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----
Color Real**	Unid. Pt-Co	469	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----

Parámetro acreditado

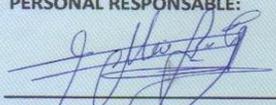
* Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado

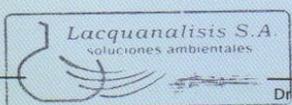
*** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A

**** Parámetro Subcontratado No Acreditado N/A

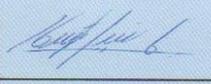
PERSONAL RESPONSABLE:



Ing. María José Tapia
ANALISTA



Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales



Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

NOTA:

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
Teléfono Móvil: 09-5363620 . info@lacquanalisis.com
Ambato, Ecuador - Sud América

ANEXO 16

ANALISIS DE LABORATORIO DEL TRATAMIENTO M4



Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales



Cumplimos y colaboramos con la legislación Vigente



Resguardamos la confidencialidad y Respeto



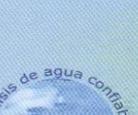
Pensamos en el futuro de nuestros hijos



Contribuimos a la protección del medio ambiente



Desarrollamos trabajo en equipo



Análisis de agua confiables

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"
www.lacquanalisis.com

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	-----
REPRESENTANTE:	Alejandra Obando
DIRECCION:	Salcedo
TELEFONO:	
CELULAR:	0984795624
e - mail:	jefifi_obandor@hotmail.com

Versión: 9
Pág. 1 de 1
Código: REG TEC 018
Fecha formato: 20/03/2017
NUMERO DE INFORME:
LACQUA 1 7- 1 9 3 7

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 48	TEM. AMBIENTE(°C): 19
TIPO DE MUESTRA:	Agua residual Proceso Teñido de cuero (Código - M3)	
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente	FECHA TOMA DE MUESTRA: 11 de julio de 2017
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	
FECHA DE ANALISIS:	Desde el 11 al 13 de julio de 2017	
FECHA EMISION DE INFORME:	13 de julio de 2017	

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
pH	UpH	7,77	PRO TEC 011/APHA 4500 H+B	± 0,95 %
Turbidez	NTU	40,15	PRO TEC 060/ APHA 2130 B	± 17,35 %
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	18	PRO TEC 029 / APHA 2540 D	± 8,38 %
Color**	Unid. Pt-Co	395	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----
Color Real**	Unid. Pt-Co	375	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----

Parámetro acreditado

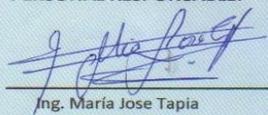
* Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado

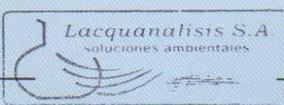
*** Parámetro Subcontratado Acreditado: N/A

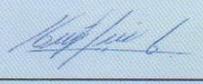
**** Parámetro Subcontratado No Acreditado N/A

PERSONAL RESPONSABLE:



Ing. María Jose Tapia
ANALISTA





Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

NOTA:

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
Teléfono Móvil: 09-5363620 . info@lacquanalisis.com
Ambato, Ecuador - Sud América