

PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL  
PROVENIENTE DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE RESINAS ALQUÍDICAS  
EN LA EMPRESA PINTURAS SUPER LTDA

JOAN NICOLAS FETECUA QUECANO  
NATALIA BARRAGÁN BERMÚDEZ

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
BOGOTÁ, D.C.  
2017

PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL  
PROVENIENTE DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE RESINAS ALQUÍDICAS  
EN LA EMPRESA PINTURAS SUPER LTDA

JOAN NICOLAS FETECUA QUECANO  
NATALIA BARRAGÁN BERMÚDEZ

Proyecto integral de grado para optar el título de:  
INGENIERO QUÍMICO

Director  
Fernando Moreno  
Ingeniero químico

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
BOGOTÁ, D.C.  
2017

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bogotá, D.C. Agosto, 2017

## **DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD**

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

**Dr. JAIME POSADA DÍAZ**

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos.

**Dr. LUIS JAIME POSADA GARCÍA-PEÑA**

Vicerrectora Académica y de Posgrados

**Dra. ANA JOSEFA HERRERA VARGAS**

Secretario General

**Dr. JUAN CARLOS POSADA GARCÍA-PEÑA**

Decano Facultad de Ingeniería

**Ing. JULIO CÉSAR FUENTES ARISMENDI**

Director Programa ingeniería

**Ing. LEONARDO DE JESÚS HERRERA GUTIÉRREZ**

Las directivas de la Fundación Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirme compartir este logro tan importante y anhelado, junto a mi familia quienes siempre creyeron en mí, en este sueño de ser profesional

A mis padres Oscar Fetecua y Marcela Quecano por apoyarme en todos los momentos difíciles en donde su ejemplo de superación, humildad y sacrificio me dieron fuerzas para culminar esta etapa de mi vida.

A mis compañeros por compartir sus conocimientos y brindarme su apoyo cuando lo necesitaba en especial mi novia Nathaly Murcia Berdugo, por estar en los momentos difíciles, por ayudarme y apoyarme incondicionalmente, brindándome su comprensión, cariño y amor, enseñarme a luchar por las cosas que quiero y a creer en mis capacidades..

Joan Nicolas Fetecua Quecano

## **DEDICATORIA**

A mis padres Lucero Bermúdez y Eder Barragán ya que con su amor y apoyo incondicional les debo muchos de mis logros, entre los que se incluye este. Les dedico mi esfuerzo en reconocimiento a todo el sacrificio puesto para que yo Culminara mi carrera, son mi principio y guía fundamental en todo lo que soy, en Toda mi educación tanto académica como de la vida.

A Dios, por ser mi guía en cada paso que doy, por cuidarme y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo mi periodo de estudio.

Natalia Barragán Bermúdez

## CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	19
GLOSARIO	20
INTRODUCCIÓN	24
OBJETIVOS	25
1. MARCO TEÓRICO	26
1.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA	26
1.2 AGUAS RESIDUALES	27
1.3 TIPOS DE TRATAMIENTO	27
1.3.1 Tratamiento primario	27
1.3.2 Tratamiento secundario	28
1.3.3 Tratamiento terciario	28
1.4 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	29
1.4.1 Temperatura	29
1.4.2 Potencial de Hidrogeniones (pH)	29
1.4.3 Sólidos Sedimentables	29
1.4.4 Sólidos Suspendidos Totales	29
1.4.5 Caudal	29
1.5 PARÁMETROS ORGÁNICOS	30
1.5.1 Demanda química de oxígeno (DQO)	30
1.5.2 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	30
1.5.3 Grasas y aceites	30
1.6 RESINAS	30
1.6.1 Resinas Alquídicas	31
1.6.2 Clasificación	31
1.6.3 Aceites o ácidos grasos utilizados	32
1.7 NORMATIVIDAD	33
2. DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS LÍQUIDOS	37
2.1 PROCESO DE FABRICACIÓN DE RESINAS	37
2.1.1 Química de formación	37
2.1.2 Alcohólisis	38
2.1.3 Producción de resina en la empresa PINTURAS SUPER LTDA.	39
2.2 DESTILACIÓN EN LA FABRICACIÓN DE RESINAS ALQUÍDICAS.	40
2.3 CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL	42
2.3.1 Descripción del muestreo	42
2.3.2 Determinación de alícuotas	43
2.3.3 Banco de aguas residuales	44
2.5 PARÁMETROS EVALUADOS POR EL LABORATORIO Y COMPARACIÓN CON LA RESOLUCIÓN 0631	48 48

2.6 ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN LA FABRICACIÓN DE RESINAS	50
3. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	52
3.1 CONDICIONES INICIALES.	52
3.2 ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO	54
3.2.1 Alternativa 1.	56
3.2.2 Alternativa 2.	56
3.2.3 Evaluación del porcentaje de remoción.	57
3.3 MATRIZ DE SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA.	61
4. DESARROLLO EXPERIMENTAL PARA LA SELECCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS	67
4.1 EVALUACIÓN DEL PROCESO DE OXIDACIÓN (REACTIVO FENTON)	67
4.1.1 Reactivos 77	
4.1.2 Dosificación de reactivo Fenton	68
4.1.3 Equipos utilizados	71
4.1.3.1 Equipo prueba de jarras	71
4.1.3.2 Balanza y pHmetro	72
4.1.3.3 Turbidímetro	73
4.1.3.4 Sensor de ORP	73
4.1.4 Procedimiento realizado en Fento	83
4.2 COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN.	76
4.2.1 Coagulación-floculación del agua residual oxidada	77
4.2.2 Coagulación-floculación del agua residual sin oxida	79
4.3 FILTRACIÓN	81
4.4 CONDICIONES DE OPERACIÓN SELECCIONADAS.	82
5. DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS	84
5.1 TRAMPA DE GRASA	85
5.2 TANQUE DE HOMOGENIZACIÓN.	85
5.3 TANQUE DE SEDIMENTACIÓN	89
5.4 FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO	92
6. COSTOS	96
6.1 INVERSIÓN	96
6.2 INSTALACIÓN.	96
6.3 OPERACIÓN Y ADMINISTRATIVOS.	97
6.4 COSTO TOTAL PARA EL MONTAJE DE LA PLANTA.	99
7. APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL AGUA RESIDUAL	100
7.1 CALOR CEDIDO POR EL FLUIDO CALIENTE	101
7.2. AGUA DE ENFRIAMIENTO	101
8. CONCLUSIONES	103
9. RECOMENDACIONES	104

BIBLIOGRAFÍA

105

ANEXOS

108

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Ubicación de Pinturas Super Ltda.	26
Figura 2. Policondensación del Politereftalato.	38
Figura 3. Alcohólisis	38
Figura 4. Destilación de residuos líquidos en la fabricación de resinas.	41
Figura 5. Banco de aguas residuales empresa PINTURAS SUPER LTDA.	44
Figura 6. Diagrama de proceso alternativa 1	56
Figura 7. Diagrama de proceso alternativa 2	56
Figura 8. Test de jarras	72
Figura 9. Balanza	72
Figura 10. pHmetro	72
Figura 11. Turbidímetro.	73
Figura 12. Sensor de ORP	73
Figura 13. Dosificación reactivo Fenton relación 1:1 y 1:5 molar.	75
Figura 14. Oxidación reactivo Fenton 1:3 molar	75
Figura 15. Alcalinización del agua residual oxidada.	77
Figura 16. Floculación-coagulación del agua residual oxidada	78
Figura 17. Agua residual sin oxidar	80
Figura 18. Filtro de carbón activado.	81
Figura 19. Diagrama de proceso propuesto para el tratamiento de aguas residuales.	84
Figura 20. Tanque homogeneizador.	88
Figura 21. Tanque de sedimentación	92
Figura 22. Filtro de carbón activado.	94

## LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Caudal vs tiempo	47
Gráfica 2. Temperatura vs tiempo	48
Gráfica 3. Curva de neutralización	71
Gráfica 4. Curva de neutralización 2	79

## LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Características organolépticas del agua residual	45
Cuadro 2. Formato de muestreo	46
Cuadro 3. Condiciones de proceso y resultados bajo condiciones óptimas en diferentes alternativas de tratamiento para aguas residuales del proceso de fabricación de resinas.	50
Cuadro 4. Método de remoción.	54
Cuadro 5. Criterios involucrados en la evaluación de las alternativas.	61
Cuadro 6. Factores involucrados en la evaluación de la alternativa 1.	62
Cuadro 7. Relación de factores evaluados con los criterios de evaluación.	63
Cuadro 8. Relación de factores con los criterios de manera cuantitativa y cualitativa.	63
Cuadro 9. Reactivos para el proceso de oxidación.	68

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Resolución 1207 parámetros para el uso de agua residual tratada	33
Tabla 2. Parámetros Resolución 0631	35
Tabla 3. Agua residual industrial generada en la fabricación de resinas.	41
Tabla 4. Tabla comparativa de la Resolución 0631 con los resultados obtenidos en el laboratorio CHEMILAB.	49
Tabla 5. Factores que influyen la contaminación.	52
Tabla 6. Condiciones a tener en cuenta para los cálculos de porcentaje de remoción.	57
Tabla 7. Porcentajes teóricos de remoción	57
Tabla 8. Porcentajes de remoción alternativa 1	60
Tabla 9. Porcentajes de remoción alternativa 2	60
Tabla 10. Factores involucrados en la evaluación de la alternativa 2.	62
Tabla 11. Porcentajes de los criterios de selección.	64
Tabla 12. Escala de valoración	65
Tabla 13. Matriz cuantitativa, relación alternativa y criterio de selección.	66
Tabla 14. Matriz de selección en la evaluación de alternativas	66
Tabla 16. Dosis de peróxido de hidrogeno al 30%	70
Tabla 17. Dosis experimentales en el proceso Fenton.	70
Tabla 18. Dosificación de neutralizante antes de la oxidación.	71
Tabla 19. Valores obtenidos en el proceso de oxidación	75
Tabla 20. Concentraciones de coagulante y floculante	78
Tabla 21. Resultados obtenidos, agua residual oxidada	78
Tabla 22. Dosificación de neutralizante para el agua cruda sin oxidar.	79
Tabla 23. Dosificación de coagulante y floculante en agua residual cruda.	80
Tabla 24. Resultados finales de pH y turbidez del agua residual sin oxidar	80
Tabla 25. Resultados de DQO realizados en el centro de gestión empresarial SENA	81
Tabla 26. DQO removido por filtración.	82
Tabla 27. Condiciones de operación.	82
Tabla 28. Porcentaje de remoción.	82
Tabla 29. Resultados del agua residual Post tratamiento.	83
Tabla 30. Características del filtro.	93
Tabla 31. Dimensiones de equipos seleccionados.	94
Tabla 35. Costo de equipos	96
Tabla 36. Costos de tubería para la conexión de equipos.	96
Tabla 37. Costos de piso para la adecuación de la planta	97
Tabla 38. Costos de instalación de la planta.	97
Tabla 39. Tiempo laboral en Pinturas Super Ltda.	98
Tabla 40. Costos de operación.	98

## LISTA DE ECUACIONES

	pág.
Ecuación 1. Ecuación de caudal	43
Ecuación 2. Ecuación del volumen de la alícuota	44
Ecuación 3. Porcentaje de remoción	57
Ecuación 4. Porcentaje remoción DQO y DQO para trampas de grasa	58
Ecuación 5. Porcentaje remoción de grasas y aceites para trampas de grasa.	58
Ecuación 6. Porcentaje remoción DQO y DQO de oxidación para la alternativa 1	58
Ecuación 7. Porcentaje remoción DQO y DQO de coagulación y floculación.	59
Ecuación 8. Porcentaje remoción de solidos suspendidos para la alternativa 1.	60
Ecuación 9. Resultado calificativo de la matriz de selección.	65
Ecuación 10. Dilución de peróxido de hidrogeno	68
Ecuación 11. Dosificación Fenton	69
Ecuación 12. Concentración de peróxido de hidrogeno	69
Ecuación 13. Dosis de sulfato ferroso.	70
Ecuación 14. Volumen de diseño de trampa de grasa.	85
Ecuación 15. Volumen de tanque homogeneizador.	86
Ecuación 16. Volumen de cilindro.	86
Ecuación 17. Diámetro de tanque homogeneizador.	86
Ecuación 18. Diámetro	86
Ecuación 19. Altura del tanque homogeneizador.	86
Ecuación 20. Potencia requerida.	87
Ecuación 21. Longitud del agitador.	87
Ecuación 22. Longitud de paleta.	88
Ecuación 23. Dosificación de NaOH para neutralizar agua residual.	89
Ecuación 24. Volumen del tanque clarificador.	89
Ecuación 25. Diámetro de tanque clarificador.	89
Ecuación 26. Altura de tanque clarificador.	90
Ecuación 27. Radio del cilindro.	90
Ecuación 28. Grados a radianes.	90
Ecuación 29. Altura de sección cónica.	90
Ecuación 30. Volumen de la sección cónica.	90
Ecuación 31. Diferencia de volumen.	91
Ecuación 32. Altura de cilindro sedimentador.	91
Ecuación 33. Altura total del sedimentador.	91
Ecuación 34. Tamaño efectivo	93
Ecuación 35. Área de filtración.	93
Ecuación 36. Volumen de filtro.	93
Ecuación 37. Diámetro del filtro.	94
Ecuación 38. Calor cedido por el fluido caliente	101
Ecuación 39. Ecuación de calor para el fluido frío	101

## LISTA DE DIAGRAMAS

	pág.
Diagrama 1. Diagrama general de la producción de resinas alquídicas en la empresa PINTURAS SUPER LTDA.	40
Diagrama 2. Diagrama de experimentación Fenton	74
Diagrama 3. Diagrama experimentación coagulación	76
Diagrama 4. Diagrama experimentación floculación.	77
Diagrama 5. Diagrama de enfriamiento	100

## LISTA DE ANEXOS

	pág
Anexo A. Diagramas De Producción Resinas Alquílicas	109
Anexo B. Fichas De Seguridad De Materia Prima	110
Anexo C. Resultados De Laboratorio	111
Anexo D. Costos	112

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Cp</b>	Capacidad calorífica del aceite (kJ / kg °C)
<b>D</b>	Diámetro
<b>DBO<sub>5</sub></b>	Demanda bioquímica de oxígeno
<b>DQO</b>	Demanda química de oxígeno
<b>H</b>	Altura
<b>HTP</b>	Hidrocarburos totales
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>Kj</b>	Kilo julio
<b>kW</b>	Kilo watt
<b>L</b>	Litro
<b>m</b>	Masa (kg)
<b>mg</b>	Miligramos
<b>mL</b>	Mililitro
<b>NaOH</b>	Hidróxido de sodio
<b>NTU</b>	Número de unidades de turbiedad
<b>O<sub>2</sub></b>	Oxígeno diatómico
<b>ORP</b>	Potencial de óxido reducción
<b>P</b>	Potencia
<b>Ppm</b>	Partes por millón
<b>Q'</b>	Calor (kJ)
<b>Q</b>	Caudal (L/s)
<b>Qi</b>	Caudal de la muestra individual
<b>Qp</b>	Caudal promedio de las muestras
<b>r</b>	Radio
<b>S</b>	Longitud de paleta
<b>SSED</b>	Sólidos sedimentables.
<b>SST</b>	Sólidos suspendidos totales.
<b>t</b>	Tiempo (s)
<b>T<sub>1</sub></b>	Temperatura de entrada del aceite (°C)
<b>t<sub>1</sub></b>	Temperatura inicial del agua (°C)
<b>T<sub>2</sub></b>	Temperatura de salida del aceite (°C)
<b>t<sub>2</sub></b>	Temperatura final del agua (°C)
<b>V</b>	Volumen (L ó m <sup>3</sup> )
<b>Vi</b>	Volumen de alícuota (L)
<b>W</b>	Watt

## RESUMEN

**TITULO** PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE RESINAS ALQUÍDICAS EN LA EMPRESA PINTURAS SUPER LTDA.

El desarrollo del presente trabajo de grado tiene como fin el aprovechamiento energético de un efluente de agua residual proveniente de la producción de resinas alquídicas implementando un sistema de tratamiento de agua y así cumplir con la normatividad vigente para el proyecto “Resolución 1207 del 25 de Julio de 2014” la cual establece los parámetros que se deben cumplir para las diferentes disposiciones de aguas tratadas.

Para el desarrollo del presente proyecto se realizó un diagnóstico de las aguas residuales industriales generadas en la empresa en el proceso de producción de resinas alquídicas, por medio de un laboratorio externo en donde se midieron los parámetros exigidos por la norma definiéndose los factores críticos que requerían tratamiento. Para la selección de la mejor alternativa de tratamiento, se plantearon varias opciones en donde se tuvieron en cuenta factores como costo y porcentajes de remoción teóricos de cada una de las operaciones unitarias que componían los sistemas de tratamiento, evaluándose por medio de una matriz de selección. Se procede al desarrollo experimental utilizando un equipo de test de jarras en donde se evalúan las operaciones unitarias de la alternativa seleccionada para obtener las condiciones operacionales del proceso. Por último, se hace el dimensionamiento de los equipos utilizados para el tratamiento del efluente, se valoran los costos involucrados en la planta de tratamiento y se define el agua tratada como fuente de aprovechamiento actuando como refrigerante en el intercambiador de calor del sistema de producción de resinas alquídicas.

**Palabras clave:** aguas residuales industriales, tratamiento de aguas, resinas alquídicas, coagulación, floculación, oxidación, test de jarras, trampa de grasa, ORP.

## GLOSARIO

**ACEITE DE PALMISTE:** obtenido del fruto de la palma africana la almendra por medio de solventes o extracción mecánica y su refinado se hace por medio de procesos físicos; altamente utilizado en la industria química para la fabricación de pinturas, barnices y resinas<sup>1</sup>.

**ACEITE DE SOYA:** producto que se obtiene al procesar el aceite desgomado de Soya pasando por las etapas de refinado, blanqueado y desodorizado, es un producto que se somete a altas temperaturas por lo tanto está libre de microorganismos. Es uno de los más utilizados en la industria de las resinas ya que no presenta amarillamiento en el producto final además de su bajo costo<sup>2</sup>.

**ACEITE DE TALL:** también conocido como TOFA altamente utilizado para recubrimientos alquídicos de secado al aire; muy similar al de Soya aunque su amarillamiento es menor y proporciona mucho más brillo en los productos<sup>3</sup>.

**AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL:** son aguas resultantes de procesos realizados en fábricas y establecimientos industriales; son aguas contaminadas dependiendo de las diferentes actividades industriales<sup>4</sup>.

**ALCALINIZACIÓN:** proceso mediante el cual se agregan sustancias para disminuir la acidez del agua.

**ALCOHÓLISIS:** las resinas alquídicas se caracterizan por ser modificadas por aceites vegetales en donde antes de realizarse la poliesterificación ocurre una reacción en donde se intercambia un grupo éster por compuestos que contengan grupos hidroxilo.

**CARBÓN ACTIVADO:** utilizado para la adsorción, se produce por medio de calentamiento de sustancias carbonosas o bases de celulosa en ausencia de aire, se caracteriza por tener una estructura porosa y se usa para remover la materia orgánica y gases disueltos en el agua<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> CONQUIMICA SA. Aceite De Palmiste RBD. [Electronic(1)]. 09/01/2014. [Consultado el Marzo/27/2017]. Disponible en: [http://www.conquimica.com/wp-content/uploads/2015/06/ft\\_aceite\\_de\\_palmiste.pdf](http://www.conquimica.com/wp-content/uploads/2015/06/ft_aceite_de_palmiste.pdf)

<sup>2</sup> Aceite Imperial. Hoja Técnica Del Aceite De Soya. [Electronic(1)]. [Consultado Marzo/27/2017]. Disponible en: <http://www.apecsacv.com/pdf/acieteHojaTecnica.pdf>

<sup>3</sup> CORQUIVEN C.A. Hoja De Seguridad Tall Oil. [Electronic(1)]. [Consultado el marzo/27/2017]. Disponible en: <http://www.corquiven.com.ve/PDF/MSDS-ACIDO-GRASO-TALL-OIL.pdf>

<sup>4</sup>ESPIGARES M, Aguas residuales. Composición. [Consultado Agosto/09/2017] Disponible en: [http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas\\_Residuales\\_composicion.pdf](http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf)

<sup>5</sup> QUIMINET. Glosario de términos relacionados con el agua. [Consultado en Agosto/09/2017]. Disponible en: <https://www.quiminet.com/articulos/glosario-de-terminos-relacionados-con-el-agua-biomonitorizacion-carga-del-lecho-2573126.htm>

**COAGULACIÓN:** aglutinación de partículas suspendidas y coloidales presentes en el agua contaminada mediante la adición de coagulantes<sup>6</sup>.

**COAGULANTES:** reactivos los cuales aglutinan las partículas finas de una sustancia, formando partículas más grandes y pesadas.

**DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5):** es una medida de la concentración de oxígeno usada por los microorganismos para degradar y estabilizar la materia orgánica biodegradable en condiciones aeróbicas en 5 días y a 20°C. Es una indicación indirecta del carbono orgánico biodegradable presente en una masa líquida dada. En aguas residuales domésticas, el valor de la DBO5 representa, en promedio, 65 a 70% del total de la materia orgánica oxidable.

**DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO):** es un parámetro analítico de contaminación que mide el contenido de materia orgánica en una muestra de agua mediante oxidación química. Representa el contenido de materia orgánica total de la muestra, oxidable por dicromato de potasio en solución ácida. El resultado se obtiene más rápidamente que el de la DBO5 y no está sujeto a tantas variaciones pues, con pocas excepciones, todos los compuestos orgánicos pueden ser oxidados hasta CO<sub>2</sub> y agua por la acción de agentes oxidantes fuertes bajo condiciones ácidas.

**EFLUENTE:** desecho que fluye al exterior.

**FILTRACIÓN:** proceso en el cual se separa un sólido suspendido en un líquido gracias a un medio poroso con un tamaño de poro determinado.

**FLOCULACIÓN:** proceso químico que consiste en la adición de floculantes los cuales aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando la decantación y su filtrado posteriormente<sup>7</sup>.

**FLOCULANTES:** sustancias químicas las cuales aglutinan sólidos en suspensión provocando precipitación.

**FLOTACIÓN:** separación sólido-líquido o líquido-líquido, se aplica para partículas que tienen una densidad menor que la densidad del líquido<sup>8</sup>.

---

<sup>6</sup> LAS CEIBAS. Prueba de jarras, gestión de acueducto. [Consultado Agosto/09/2017]. Disponible en: [http://www.lasceibas.gov.co/sites/default/files/documentacion/ac-pr-03\\_prueba\\_de\\_jarras\\_0.pdf](http://www.lasceibas.gov.co/sites/default/files/documentacion/ac-pr-03_prueba_de_jarras_0.pdf)

<sup>7</sup> CUESTA C., Floculación. [Consultado en Agosto/09/2017]. Disponible en: [http://fjartnmusic.com/Personal/UIA\\_files/Floculacio%CC%81n%20PPT.pdf](http://fjartnmusic.com/Personal/UIA_files/Floculacio%CC%81n%20PPT.pdf)

<sup>8</sup> QUIMINET. Glosario de términos relacionados con el agua. [Consultado en Agosto/09/2017]. Disponible en: <https://www.quiminet.com/articulos/glosario-de-terminos-relacionados-con-el-agua-biomonitorizacion-carga-del-lecho-2573126.htm>

**GRASAS Y ACEITES:** se entiende por grasas y aceites el conjunto de sustancias pobremente solubles que se separan de la porción acuosa y flotan formando natas, películas y capas iridiscentes sobre el agua, ofensivas estéticamente. En aguas residuales los aceites, las grasas y las ceras son los principales lípidos de importancia. El parámetro grasas y aceites incluye los ésteres de ácidos grasos de cadena larga, compuestos con cadenas largas de hidrocarburos, comúnmente con un grupo ácido carboxílico en un extremo; materiales solubles en solventes orgánicos, pero insolubles en agua debido a la estructura larga hidrofóbica del hidrocarburo.

**MONO ÁCIDO:** son los originados de los aceites naturales.

**NEUTRALIZACIÓN:** adición de sustancias para que el pH del agua no sea ni ácido y básico.

**ORP:** potencial de óxido-reducción, mide la energía química de oxidación-reducción mediante un electrodo convirtiéndola en energía eléctrica, se mide en mV.

**OXIDACIÓN:** reacción química donde se seden electrones incrementando la valencia positiva.

**POLIÁCIDOS:** posee dos átomos de hidrógeno capaces de sustitución los más habituales son ftálico, iso ftálico, maleico, tereftálico, fumárico y adípico.

**POTENCIAL DE HIDROGENIONES (PH):** el termino pH es una forma de expresar la concentración del ion hidrogeno o, más exactamente, la actividad del ion hidrogeno (H<sup>+</sup>). En general se usa para expresar la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución, sin que esto quiera decir que mida la acidez total o la alcalinidad total<sup>9</sup>.

**REACCIÓN DE FENTON:** proceso de oxidación avanzada, se producen radicales altamente reactivos del hidroxilo, se realiza en un medio ácido con peróxido de hidrógeno (reactivo fenton).

**RECEPTOR:** curso de agua (río, arroyo, lago, etc.) donde se descarga un efluente de agua.<sup>10</sup>

**RESINAS ALQUÍDICAS:** las resinas alquídicas también conocidas como “álcidas” o “alquidas”, son las resinas sintéticas más utilizadas a nivel mundial para la producción de todo tipo de recubrimientos, básicamente es una resina de poliéster

---

<sup>9</sup> ROLDAN Gabriel. Fundamentos de limnología neotropical. Editorial Universidad de Antioquia. Segunda edición. Medellín, 2008.

<sup>10</sup>AGUAMARKET. Diccionario. [Consultado Agosto/09/2017]. Disponible en: <http://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?id=3231>

modificado con aceites refinados o ácidos grasos altamente insaturados los cuales son la materia prima más importante del proceso.

**SEDIMENTACIÓN:** asentamiento de partículas sólidas en un líquido gracias a la gravedad<sup>11</sup>.

**SÓLIDOS SEDIMENTABLES:** los sólidos sedimentables, son el grupo de sólidos cuyos tamaños de partículas corresponden a diez o más micras y se pueden sedimentar. Son los sólidos más pesados que al tratarlos con elementos químicos, por el propio peso tratamiento sedimentan en el fondo del lugar de tratamiento de las aguas.

**SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES:** los sólidos suspendidos totales es un parámetro asociado con pequeñas cantidades de materia orgánica y material suspendido. El principal interés de este parámetro, asociado con la turbidez del agua natural, se relaciona con la destinación del recurso para el consumo público y con las condiciones de vida de la fauna acuática. Una alta concentración de sólidos producirá disturbios en el crecimiento de los huevos de los peces, modifica su movimiento natural, su migración y reduce la abundancia de alimentos.

**TEST DE JARRAS:** prueba de laboratorio químico de ensayo y error, su objetivo es determinar la dosis apropiada de coagulante y floculante que se debe suministrar al agua contaminada para optimizar el proceso de sedimentación<sup>12</sup>.

**TURBIDEZ:** propiedad óptica del agua, se basa en la medida de la luz reflejada por las partículas en suspensión, analizando así la calidad del agua.

---

<sup>11</sup>Glosario agua. [Consultado Agosto/09/2017]. Disponible en: [https://agua.org.mx/wp-content/uploads/filespdf/doc\\_pdf\\_8439.pdf](https://agua.org.mx/wp-content/uploads/filespdf/doc_pdf_8439.pdf)

<sup>12</sup> LAS CEIBAS. Prueba de jarras, gestión de acueducto. [Consultado Agosto/09/2017]. Disponible en: [http://www.lasceibas.gov.co/sites/default/files/documentacion/ac-pr-03\\_prueba\\_de\\_jarras\\_0.pdf](http://www.lasceibas.gov.co/sites/default/files/documentacion/ac-pr-03_prueba_de_jarras_0.pdf)

## INTRODUCCIÓN

Pinturas Super Ltda, es una empresa especializada en la producción y comercialización de pinturas, cuenta con más de 20 años de experiencia y trayectoria, lo que ha generado que la empresa se especialice no solo en el sector de pinturas, sino en productos para la línea automotriz, madera, solventes y materias primas, siendo los más destacados el thinner y la resina.

Se encuentra ubicada en el municipio de Mosquera, sobre la carretera de occidente en el km. 13, donde cuenta con el área de producción, administrativa y un laboratorio encargado de valorar y verificar la calidad de los productos, antes de que se lleven a el proceso de empaçado para su distribución.

La industria elaboradora de pinturas es uno de los sectores industriales que, debido a su alta carga orgánica, porcentaje de metales pesados provenientes de los pigmentos y materias primas utilizadas genera un alto grado de contaminación. El problema de Pinturas Super Ltda se centra en el proceso de producción de resinas pues de este proceso se genera efluentes que no cumplen con la normatividad exigida por la CAR, por falta de tratamientos físicos y químicos de estos efluentes.

El proceso de producción de resinas genera un promedio de 440 kg de agua residual<sup>13</sup>, por lote de producción, actualmente no se cuenta con un tratamiento adecuado, ocasionando un gasto adicional en la contratación de una empresa externa por un valor de \$350 por kg de agua. Esta empresa se encarga de manera independiente de hacer el traslado del agua residual y de realizar el tratamiento que consideran más conveniente para su vertimiento.

No realizar el tratamiento de este efluente dentro de las instalaciones de Pinturas Super Ltda, genera un gasto promedio de \$18'000.000 por año, perdiéndose de esta manera la oportunidad de propinarle un buen aprovechamiento a esta agua residual ya sea para alimentar un sistema energético o el aprovechamiento en un proceso productivo como lo es la producción de vinilos.

Este trabajo de grado tiene como fin desarrollar una propuesta de tratamiento de aguas residuales industriales provenientes de la producción de resinas alquídicas en la empresa Pinturas Super Ltda brindándole así una alternativa viable para la mejora de esta importante área de producción y con el fin de cumplir con los parámetros exigidos por la CAR.

---

<sup>13</sup> PINTURAS SUPER LTDA, Datos de producción.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una propuesta de un sistema de tratamiento de aguas residuales provenientes del proceso de elaboración de resinas alquídicas para su aprovechamiento en la empresa PINTURAS SUPER LTDA.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diagnosticar el estado actual de las aguas residuales industriales.
- Seleccionar un sistema de tratamiento de aguas residuales industriales.
- Evaluar las condiciones de proceso para el sistema de tratamiento de aguas residuales industriales
- Determinar los costos involucrados en la propuesta del sistema de tratamiento de aguas.

# 1. MARCO TEÓRICO

## 1.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Pinturas Super es una compañía dedicada a la fabricación de pinturas que cumplen con todas las normas de calidad cubriendo sectores como: el arquitectónico, automotriz, madera e industrial. Todos los productos cumplen con normas específicas y se desarrollan en base a materias primas que garantizan un mínimo impacto ambiental. Adicionalmente, la compañía es reconocida en la industria nacional por la alta calidad en la producción de esmaltes, lacas, masillas, fondos, selladores y masillas para el tratamiento de la madera.

La compañía cumple con todos los requerimientos de la ley para el desarrollo de sus actividades. Su estructura organizativa la encabeza la gerencia general, seguida de la dirección técnica o de producción, para pasar después al área operativa. Actualmente Pinturas Super Ltda, se encuentra ubicada en la carretera de Occidente km 13 en el municipio de Mosquera, como se puede observar en la Figura 1.

**Figura 1.** Ubicación de Pinturas Super Ltda.



**Fuente:** Google maps, Consultado el 3 de Marzo de 2017, Disponible en <https://www.google.com.co/maps/place/Pinturas+Super/@4.6979359>

La empresa cuenta con varias actividades dentro del proceso de producción. Uno de los procesos importantes en la empresa es la producción de resina, este producto elaborado generalmente a base de compuestos orgánicos tales como el aceite de palma, soya y entre otros forma parte de la carta de productos que ofrece Pintura Super Ltda.

## 1.2 AGUAS RESIDUALES

En diferentes procesos dentro de la industria es inevitable la generación de aguas residuales, por lo que si son depositados sin ningún tipo de control a cursos fluviales o al mismo suelo provoca un alto grado de contaminación. Ya que existe una gran diversidad de factores contaminantes en el agua residual, se presenta la necesidad de caracterizarla para casos específicos ya que cada agua residual proveniente de diferentes industrias es única en sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Las aguas residuales de manera general se clasifican en:

- Agua Residual Domestica (ARD): Residuos líquidos provenientes de viviendas, zonas residenciales y establecimientos comerciales. Pueden ser aguas negras, estas transportan heces y orina; también aguas grises, estas transportan grasas provenientes de las duchas, lavamanos, lavaplatos, es decir todo lo relacionado con la limpieza.<sup>14</sup>
- Agua Residual Municipal o Urbana (ARU): Residuos provenientes de actividades domésticas e industriales.<sup>15</sup>
- Agua residual industrial: Residuos líquidos provenientes de procesos productivos industriales.<sup>16</sup>

## 1.3 TIPOS DE TRATAMIENTO

El tratamiento de las aguas residuales integra procesos biológicos, químicos y físicos, los cuales tienen como objetivo remover o disminuir la carga de contaminantes; para hacer un correcto tratamiento se debe de hacer una caracterización previa del estado del agua, esto incluye evaluar parámetros como: pH, temperatura, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), sólidos en suspensión y sólidos sedimentables, aceites y grasas, concentración de metales, entre otros. Los tratamientos de aguas cuentan con varias etapas para que sea efectiva su implementación, los cuales se explican a continuación.

**1.3.1 Tratamiento primario.** Este implica el acondicionamiento de las aguas residuales o la reducción de sólidos en suspensión para mejorar la eficiencia en la descarga por los receptores o al pasar por un tratamiento secundario. Algunos de los más reconocidos son los siguientes: sedimentación, flotación, coagulación-

---

<sup>14</sup> NIÑO RODRIGUEZ,Elkin Dario y MARTÍNEZ MEDINA,Nestor Camilo. Estudios De Las Aguas Grises Domésticas En Tres Niveles Socioeconomicos De La Ciudad De Bogotá. Bogotá.: Pontificia Universidad Javeriana., 2013. p. 51.

<sup>15</sup> NIÑO RODRIGUEZ,Elkin Dario y MARTÍNEZ MEDINA,Nestor Camilo. Estudios De Las Aguas Grises Domésticas En Tres Niveles Socioeconomicos De La Ciudad De Bogotá. Bogotá.: Pontificia Universidad Javeriana., 2013. p. 52.

<sup>16</sup> NIÑO RODRIGUEZ,Elkin Dario y MARTÍNEZ MEDINA,Nestor Camilo. Estudios De Las Aguas Grises Domésticas En Tres Niveles Socioeconomicos De La Ciudad De Bogotá. Bogotá.: Pontificia Universidad Javeriana., 2013. p. 53

floculación y filtración<sup>17</sup>. En estos tratamientos es común que la eliminación de las materias dependa de la diferencia de peso específico de las partículas sólidas y el líquido en donde se encuentran.

**1.3.2 Tratamiento secundario.** Se compone de una serie de importantes procesos de naturaleza biológica que tienen en común la utilización de microorganismos para llevar a cabo la eliminación de materia orgánica biodegradable. Para que sea efectivo este proceso es necesario utilizar una técnica biológica aeróbica pues requiere de oxígeno y un substrato en el cual pueda vivir.

Este proceso comprende que los protozoarios y las bacterias consuman los contaminantes orgánicos solubles biodegradables como lo es los azúcares, grasas, moléculas de carbón orgánico, entre otros<sup>18</sup>.

**1.3.3 Tratamiento terciario.** Se encarga de eliminar la carga orgánica residual y aquellas sustancias que no fueron eliminadas en su totalidad en tratamientos secundarios como nutrientes, fósforo y nitrógeno. Este es un proceso biológico o físico químico, pero generalmente se emplea más el físico químico que consta de una coagulación- floculación y una decantación.

Algunos de los contaminantes industriales presentan una composición muy variable dependiendo del uso industrial al que hayan sido destinadas las aguas. Sin embargo, las aguas residuales industriales no deben sobrepasar las concentraciones máximas admitidas. De manera que dependiendo de la naturaleza del agua residual cada tratamiento tendrá un porcentaje de importancia más relevante que el otro.

En la industria de pinturas los contaminantes presentes son variados, pero se dividen en los materiales o sustancias involucradas en la elaboración de pinturas como: pigmentos, aglutinantes, solventes y aditivos menores.

Sin embargo, uno de los productos más utilizados en la industria por su función dentro de la producción de pinturas, vinilos y entre otros es la resina, la cual cumple la función de sustancia aglutinante. Las resinas naturales son de origen vegetal y actualmente se le da un mayor uso por el desarrollo de cantidades de resinas sintéticas, es decir resinas modificadas químicamente. Por lo general se mezclan con algún tipo de aceite para hacerlas resistentes al agua y agentes químicos.

Entre las resinas sintéticas más utilizadas se encuentran las resinas alquídicas las cuales se producen y son consumidas en mayor proporción para recubrimientos protectores y en menor proporción en adhesivos, plastificantes, tintas de impresión y fabricación de pinturas. El campo de aplicación de las resinas alquídicas es amplio ya que ofrecen estabilidad y economía en cualquier tipo de industria.

---

<sup>18</sup> PEREZ ALARCÓN, Fausto Emir y CAMACHO ALCALA, Kathya Lizeth. Tecnologías Para El Tratamiento De Aguas Servidas. Veracruz, México.: Universidad Veracruzana, 2011. p. 18.

## 1.4 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

**1.4.1 Temperatura.** La determinación exacta de la temperatura es importante para diferentes procesos de tratamiento y análisis de laboratorio, puesto que, por ejemplo, el grado de saturación de oxígeno disuelto, la actividad biológica y el valor de la saturación con carbonato de calcio se relacionan con la temperatura<sup>19</sup>.

**1.4.2 Potencial de Hidrogeniones (pH).** El termino pH es una forma de expresar la concentración del ion hidrogeno o, más exactamente, la actividad del ion hidrogeno (H+). En general se usa para expresar la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución, sin que esto quiera decir que mida la acidez total o la alcalinidad total<sup>20</sup>.

**1.4.3 Sólidos Sedimentables.** Los sólidos sedimentables, son el grupo de sólidos cuyos tamaños de partículas corresponden a diez o más micras y se pueden sedimentar. Son los sólidos más pesados que al tratarlos con elementos químicos, por el propio peso tratamiento sedimentan en el fondo del lugar de tratamiento de las aguas.

**1.4.4 Sólidos Suspendidos Totales.** Los sólidos suspendidos totales es un parámetro asociado con pequeñas cantidades de materia orgánica y material suspendido. El principal interés de este parámetro, asociado con la turbidez del agua natural, se relaciona con la destinación del recurso para el consumo público y con las condiciones de vida de la fauna acuática. Una alta concentración de sólidos producirá disturbios en el crecimiento de los huevos de los peces, modifica su movimiento natural, su migración y reduce la abundancia de alimentos.

**1.4.5 Caudal.** La medición de caudal se puede desarrollar por métodos diferentes y su elección depende del tipo de fuente que se pretenda aforar, de las características del sitio y de las condiciones al momento de su realización, uno de estos métodos es el volumétrico; realizando la medición manual del caudal utilizando un cronómetro y un recipiente aforado, en este caso un balde. El procedimiento a seguir es tomar un volumen de muestra cualquiera (V) y medir el tiempo transcurrido (t) desde que se introduce a la descarga hasta que se retira de ella; la relación de estos dos valores permite conocer el caudal (Q) en ese instante de tiempo<sup>21</sup>.

---

<sup>19</sup> RODIER Jean. Análisis del agua. Ediciones Omega. Novena edición. Barcelona, 2009.

<sup>20</sup> ROLDAN Gabriel. Fundamentos de limnología neotropical. Editorial Universidad de Antioquia. Segunda edición. Medellín, 2008.

<sup>21</sup> ROMERO Jairo. Calidad del agua. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Tercera edición. Bogotá 2009.

## 1.5 PARÁMETROS ORGÁNICOS

**1.5.1 Demanda química de oxígeno (DQO).** Es un parámetro analítico de contaminación que mide el contenido de materia orgánica en una muestra de agua mediante oxidación química. Representa el contenido de materia orgánica total de la muestra, oxidable por dicromato de potasio en solución acida. El resultado se obtiene más rápidamente que el de la DBO5 y no está sujeto a tantas variaciones pues, con pocas excepciones, todos los compuestos orgánicos pueden ser oxidados hasta CO<sub>2</sub> y agua por la acción de agentes oxidantes fuertes bajo condiciones acidas.

**1.5.2 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5).** Es una medida de la concentración de oxígeno usada por los microorganismos para degradar y estabilizar la materia orgánica biodegradable en condiciones aeróbicas en 5 días y a 20°C. Es una indicación indirecta del carbono orgánico biodegradable presente en una masa líquida dada. En aguas residuales domésticas, el valor de la DBO5 representa, en promedio, 65 a 70% del total de la materia orgánica oxidable.

**1.5.3 Grasas y aceites.** Se entiende por grasas y aceites el conjunto de sustancias pobremente solubles que se separan de la porción acuosa y flotan formando natas, películas y capas iridiscentes sobre el agua, ofensivas estéticamente. En aguas residuales los aceites, las grasas y las ceras son los principales lípidos de importancia. El parámetro grasas y aceites incluye los ésteres de ácidos grasos de cadena larga, compuestos con cadenas largas de hidrocarburos, comúnmente con un grupo ácido carboxílico en un extremo; materiales solubles en solventes orgánicos, pero insolubles en agua debido a la estructura larga hidrofóbica del hidrocarburo.

## 1.6 RESINAS

La resina es una macromolécula o sustancia que experimenta un proceso de polimerización que está compuesta por unidades más pequeñas denominadas monómeros; existen dos tipos de resinas las naturales que se obtienen del proceso metabólico de plantas coníferas<sup>22</sup> y las sintéticas que se desarrollan por medio de uso de reactivos que proporcionan propiedades mecánicas, eléctricas, ópticas, etc. según su aplicación.

Las resinas sintéticas han sido utilizadas en gran proporción en la industria de pinturas domésticas, industriales y arquitectónicas, también para producir barnices y esmaltes, desde su utilización han reemplazado en la mayoría de ocasiones materiales de origen orgánico usados anteriormente; los productos obtenidos son

---

<sup>22</sup> PINILLOS,FM; PICARDO,A. y ALLUÉ-ANDRADE,M. La resina: Herramienta de conservación de nuestros pinares. En: JUNTA DE CASTILLA y LEÓN, VALLADOLID, ESPAÑA, 2009.

mucho más complejos con funcionalidades sobresalientes según su composición en donde pueden distinguirse las alquídicas, acrílicas, vinílicas, etc<sup>23</sup>.

**1.6.1 Resinas Alquídicas.** Las resinas alquídicas también conocidas como “álcidas” o “alquidas”, son las resinas sintéticas más utilizadas a nivel mundial para la producción de todo tipo de recubrimientos, básicamente es una resina de poliéster modificado con aceites refinados o ácidos grasos altamente insaturados los cuales son la materia prima más importante del proceso.

Es decir, la resina de poliéster se obtiene a través de un proceso de polimerización por condensación, entre un poliácido y un alcohol con varios grupos que estando en presencia de aceites y ácidos grasos dan origen a la resina alquídica<sup>24</sup>, las materias primas más usadas en este tipo de procesos son:

- **Poliolios:** son sustancias que en su cadena carbonada tienen un grupo hidroxilo (OH) en cada uno de sus carbonos, los más comunes son glicerina, mono pentaeritrita, pentaeritrita técnica, dipentaeritrita, glicoles y éteres de glicoles, trimetilol propano.
- **Poliácidos:** posee dos átomos de hidrógeno capaces de sustitución los más habituales son ftálico, iso ftálico, maleico, tereftálico, fumárico y adípico.
- **Mono ácido:** son los originados de los aceites naturales.

**1.6.2 Clasificación.** La clasificación más usual que encuentra de las resinas alquídicas se da según la cantidad y el tipo de aceite utilizado en su producción. La cantidad de aceite es el porcentaje que es agregado en la formulación de la resina el cual le proporciona varias propiedades, entre las que se encuentra la solubilidad. Cuando hablamos de porcentaje nos referimos a la longitud del aceite, donde se clasifican de la siguiente forma:

- **Cortas**, cuando contienen menos del 45% de aceite.
- **Medias**, cuando contienen entre un 45 y un 60% de aceite.
- **Largas**, cuando contienen más de un 60% de aceite.

Así, una resina alquídica larga en aceite tiene buena solubilidad en solventes, incluidos los alifáticos pero en alcoholes es muy pobre, por otro lado las resinas cortas no son solubles en solventes alifáticos pero si es un alcohol es bastante

---

<sup>23</sup> CALDERÓN, María Luisa Saborido. Los barnices, capa de protección. Significado y composición: resinas sintéticas, aceites, disolventes y ceras. En: REVISTA DE CLASES HISTORIA. no. 6, p. 8, 2009.

<sup>24</sup> SEYMOUR, Raimond B. y CARRAHER, Charles E. Introducción a La Química De Los Polímeros. Reverté, 1995.

soluble, también existe la resina media que como su nombre lo indica está ubicada en una zona intermedia entre ambas.

Además de estas longitudes existen unas sub clasificaciones donde se encuentran resinas muy cortas, cortas largas, medias cortas, medias largas y muy largas; en las que los porcentajes varían dependiendo del fabricante o autor de la receta, aunque muchos se limitan a trabajar con las tres clasificaciones básicas como se hará a lo largo del trabajo.

El tipo de aceite utilizado también le dará unas propiedades específicas a la resina, si se necesita una resina que seque al aire debe utilizarse una modificación a través de un aceite o ácido graso secante o semisecante de lo contrario si se usa un aceite o ácido graso saturado la resina alquídica no secará<sup>25</sup>.

**1.6.3 Aceites o ácidos grasos utilizados.** Los modificantes grasos le proporcionan a la resina alquídica la capacidad de controlar el crecimiento del polímero y propiedades como color, densidad, brillo y tiempos de secado que varían según el aceite utilizado.

- **Aceite de Soya:** producto que se obtiene al procesar el aceite desgomado de Soya pasando por las etapas de refinado, blanqueado y deodorizado, es un producto que se somete a altas temperaturas por lo tanto está libre de microorganismos. Es uno de los más utilizados en la industria de las resinas ya que no presenta amarillamiento en el producto final además de su bajo costo<sup>26</sup>.
- **Aceite de Tall:** también conocido como TOFA altamente utilizado para recubrimientos alquídicos de secado al aire; muy similar al de Soya aunque su amarillamiento es menor y proporciona mucho más brillo en los productos<sup>27</sup>.
- **Aceite de Palmiste:** es obtenido del fruto de la palma africana la almendra por medio de solventes o extracción mecánica y su refinado se hace por medio de procesos físicos; altamente utilizado en la industria química para la fabricación de pinturas, barnices y resinas<sup>28</sup>.

---

<sup>25</sup> QUIROZ ALCÍVAR, José Luis. En: DISEÑO DE UN SISTEMA PARA DISMINUIR EL CONSUMO DE AGUA NATURAL, UTILIZADO EN LAVADO DE LOS REACTORES EN LA PLANTA DE RESINAS ALQUÍDICAS EN LA EMPRESA PINTURAS CÓNDOR SA.

<sup>26</sup> Aceite Imperial. Hoja Técnica Del Aceite De Soya. [Electronic(1)]. [Consultado Marzo/27/2017]. Disponible en: <http://www.apecsacv.com/pdf/acieteHojaTecnica.pdf>

<sup>27</sup> CORQUIVEN C.A. Hoja De Seguridad Tall Oil. [Electronic(1)]. [Consultado el marzo/27/2017]. Disponible en: <http://www.corquiven.com.ve/PDF/MSDS-ACIDO-GRASO-TALL-OIL.pdf>

<sup>28</sup> CONQUIMICA SA. Aceite De Palmiste RBD. [Electronic(1)]. 09/01/2014. [Consultado el Marzo/27/2017]. Disponible en: [http://www.conquimica.com/wp-content/uploads/2015/06/ft\\_aceite\\_de\\_palmiste.pdf](http://www.conquimica.com/wp-content/uploads/2015/06/ft_aceite_de_palmiste.pdf)

Otros aceites utilizados pero en menor proporción en la producción de resinas son los siguientes:

- **Aceite de Linaza:** este aceite proporciona a las resinas alquídicas un muy buen secado al aire pero el producto final resulta algo amarillento.
- **Aceite de Cártamo:** en la producción de resina es el de mejores resultados con alto nivel de secado y no presenta amarillamiento, pero su alto costo hace que no se incluya frecuentemente en la fabricación de resinas alquídicas.
- **Aceite de Pescado:** en la resina obtenida presenta amarillamiento al igual que el aceite de Soya es de bajo costo y su uso es más frecuente en la producción de anticorrosivos.
- **Aceite de Ricino:** es un aceite con tiempos de secado prolongados, lo que limita su uso en la industria de las resinas<sup>29</sup>.

## 1.7 NORMATIVIDAD

El aprovechamiento del agua residual tratada es importante para la empresa PINTURAS SUPER LTDA, ya que además del buen manejo de los residuos líquidos del proceso se reducirían costos en la etapa de enfriamiento del aceite térmico utilizado en el calentamiento del reactor, la Resolución 1207 del 25 de julio de 2014 regirá el proyecto en donde se establecen las disposiciones relacionadas con el uso de agua residual tratada.

**Tabla 1.** Resolución 1207 parámetros para el uso de agua residual tratada

Variable	Unidad de medida	Valor límite máximo permitido Intercambiadores de calor
	<b>Fisicoquímicos</b>	
pH	Unidades de pH	6,0 – 9,0
	<b>Microbiológicos</b>	
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	1,0*E(+3)
Helminthos parasitos humanos	Huevos y larvas/L	0,1
Protozoos parasitos humanos	Quistes/L	0,0
Salmonela sp.	NMP/100ml	1,0

<sup>29</sup> QUIROZ ALCÍVAR, Op. Cit, p.14

**Tabla 1.** Continuación

<b>Variable</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Valor límite máximo permitido</b>
<b>Químicos</b>		
Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno (BTEX)	mg/L	0,001
Esterres Ftalatos	mg/L	0,005
Fenoles	mg/L	0,002
Hidrocarburo Aromatico Policíclicos	mg/L	0,01
<b>Biocidas</b>		
2,4 D ácido	mg/L	0,0001
Diurón	mg/L	0,0001
Glifosato	mg/L	0,0001
Mancozeb	mg/L	0,0001
Propineb	mg/L	0,0001
<b>Iones</b>		
Cianuro Libre	mg CN-/L	0,05
Cloruros	mg Cl-/L	300,0
Fluoruros	mg F-/L	1,0
Sulfatos	mg SO42-/L	500,0
<b>Metales</b>		
Aluminio	mg Al/L	5,0
Berilio	mg Be/L	0,1
Cadmio	mg Cd/L	0,01
Cinc	mg Zn/L	3,0
Cobalto	mg Co/L	0,05
Cobre	mg Cu/L	1,0
Cromo	mg Cr/L	0,1
Plomo	mg Pb/L	5,0
Hierro	mg Fe/L	5,0
Litio	mg Li/L	2,5
Manganeso	mg Mn/L	0,2
Mercurio	mg Hg/L	0,001
Molibdeno	mg Mo/L	0,07
Níquel	mg Ni/L	0,2
Vanadio	mg V/L	0,1
<b>Metaloides</b>		
Arsénico	mg As/L	0,1
<b>No Metales</b>		
Selenio	mg Se/L	0,01

La Resolución 0631 del 17 de marzo de 2015, indica los parámetros permisibles para vertimientos no domésticos, proporciona los valores límites exigidos para la fabricación de sustancias y productos químicos en donde se incluyen las resinas alquídicas; posterior al aprovechamiento del efluente este será dispuesto en el alcantarillado motivo por el cual se debe cumplir con los valores máximos exigidos que se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Parámetros Resolución 0631

<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Fabricación de sustancias y productos químicos</b>
<b>Generales</b>		
Ph	Unidades de pH	5,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O <sub>2</sub>	1200,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L O <sub>2</sub>	900,00
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	300,00
Sólidos Sedimentables (SSED)	mg/L	7,50
Grasas y Aceites	mg/L	37,50
Fenoles	mg/L	0,20
Formaldehído	mg/L	Análisis y Reporte
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	Análisis y Reporte
<b>Hidrocarburos</b>		
Hidrocarburos totales (HTP)	mg/L	10,00
<b>Compuestos de Fósforo</b>		
Fósforo Total (P)	mg/L	Análisis y Reporte
<b>Compuestos de Nitrógeno</b>		
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	
Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg/L	
Nitrógeno Total (N)	mg/L	Análisis y Reporte
<b>Iones</b>		
Cianuro total (CN <sup>-</sup> )	mg/L	0,50
Cloruros (CL <sup>-</sup> )	mg/L	
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	400,00
Sulfuros (S <sup>2-</sup> )	mg/L	1,00
<b>Metales y Metaloides</b>		
Arsenico (As)	mg/L	0,10
Cadmio (Cd)	mg/L	0,05
Cinc (Zn)	mg/L	3,00
Cobalto (Co)	mg/L	Análisis y Reporte
Cobre (Cu)	mg/L	1,00

**Tabla 2.** Continuación

<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Fabricación de sustancias y productos químicos</b>
Cromo (Cr)	mg/L	0,50
Hierro ( Fe)	mg/L	
Mercurio (Hg)	mg/L	0,01
Niquel (Ni)	mg/L	0,50
Plomo(Pb)	mg/L	0,20
Selenio (Se)	mg/L	0,20
<b>Otros Parámetros para Análisis y Reporte</b>		
Acidez Total	mg/L CaCO3	Análisis y Reporte
Alcalinidad Total	mg/L CaCO3	Análisis y Reporte
Dureza Cálrica	mg/L CaCO3	Análisis y Reporte
Dureza Total	mg/L CaCO3	Análisis y Reporte
Color Real	m <sup>-1</sup>	Análisis y Reporte

**Fuente:** MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. RESOLUCIÓN no. 0631. [Electronic(1)]. Marzo/17/2015. [Consultado Marzo/27/2017]. Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res\\_631\\_marz\\_2015.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res_631_marz_2015.pdf)

## 2. DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS LÍQUIDOS

En este capítulo se lleva a cabo el estudio de las condiciones actuales de las aguas residuales provenientes de la producción de resinas alquídicas por la empresa PINTURAS SUPER LTDA.

El residuo generado es producto de la reacción de las diferentes materias primas que generan un condensado durante el proceso de producción de resinas descrito a continuación.

### 2.1 PROCESO DE FABRICACIÓN DE RESINAS

Para elaborar una propuesta adecuada de aprovechamiento del agua residual generado por la producción de resinas alquídicas en la empresa PINTURAS SUPER LTDA. se debe conocer las características del proceso de donde se desprenden este tipo de residuos.

En el primer capítulo se nombró el proceso básico por el cual se obtienen las resinas alquídicas en la empresa, en donde son utilizados los modificantes grasos, polioles y poliácidos que por medio de su síntesis proporcionan características particulares en el producto final.

**2.1.1 Química de formación.** La principal reacción que se lleva a cabo en la producción de resinas es la poliesterificación, en donde un alcohol o polialcohol reacciona con un anhídrido de ácido a determinada temperatura.

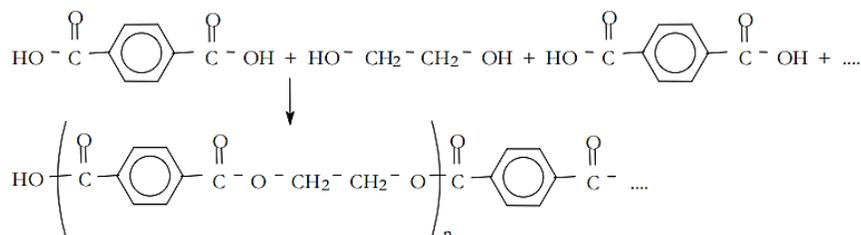
Este proceso también es conocido en varias ocasiones como polimerización por condensación en donde se destaca la eliminación de una molécula ligera como agua, HCl o amoníaco; teniendo como resultado un policondensados sintéticos agrupados en:

- Poliamidas
- Poliésteres
- Resinas fenólicas
- Siliconas

Para llevarse a cabo esta polimerización los monómeros de inicio deben tener por lo menos dos grupos funcionales para así obtener un polímero lineal o en el caso de tener monómeros polifuncionales se obtendría un polímero reticulado tridimensional. Como se mencionó anteriormente la resina alquídica es un poliéster modificado en donde los monómeros iniciales serán un polialcohol y un poliácido que darán lugar a la eliminación de una molécula de agua entre el OH del grupo carboxilo y el H del grupo alcohol.

Un ejemplo claro sobre este tipo de reacción es la formación de politereftalato que se produce por condensación entre el ácido tereftálico y el etilenglicol<sup>30</sup>.

**Figura 2.** Policondensación del Politereftalato.



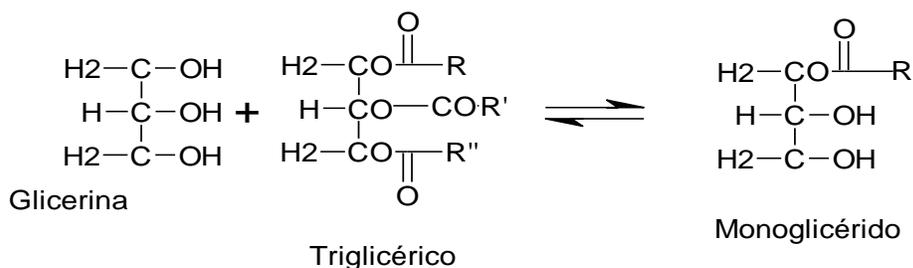
**Fuente:** Síntesis de polímeros. <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/AP.T2.1-MPyC.Tema2.TecnicasPolimerizacion.pdf>

Si como monómero de partida se usa en lugar dialcohol un polialcohol el producto final no sería un polímero lineal sino un polímero con estructura tridimensional con propiedades muy distintas en donde se destacan las resinas alquídicas.

**2.1.2 Alcohólisis.** Las resinas alquídicas se caracterizan por ser modificadas por aceites vegetales en donde antes de realizarse la poliesterificación ocurre una reacción en donde se intercambia un grupo éster por compuestos que contengan grupos hidroxilo.

La reacción entre los polialcoholes y el aceite permite la obtención de monoglicéridos que hacen más fácil la producción ya que aumenta la compatibilidad con los reactantes, teniendo como finalidad transformar la mayor parte de la carga a monoéster.

**Figura 3.** Alcohólisis



**Fuente:** Roger W. Griffin. Química orgánica moderna, Reverté, Pag 390

<sup>30</sup>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. Reacciones De Polimerización. [Electronic(1)]. [Consultado el Abril/032017]. Disponible en: [http://ocw.upm.es/ingenieria-quimica/quimica-de-combustibles-y-polimeros/Contenidos/Material\\_de\\_clase/qcyp-b5.pdf](http://ocw.upm.es/ingenieria-quimica/quimica-de-combustibles-y-polimeros/Contenidos/Material_de_clase/qcyp-b5.pdf)

Este proceso favorece la esterificación ya que los polioles pueden seleccionarse más libremente por el formulador teniendo tiempos de producción más cortos, en donde por último se pasa a un proceso de solubilización para tener como producto final la resina alquídica<sup>31</sup>.

**2.1.3 Producción de resina en la empresa PINTURAS SUPER LTDA.** La empresa maneja una programación de ventas, donde se realiza la planificación de la cantidad de materia prima necesaria para la producción de resinas. Los operarios tienen la responsabilidad de la revisión y alistamiento de la materia prima necesaria para dar inicio a su preparación.

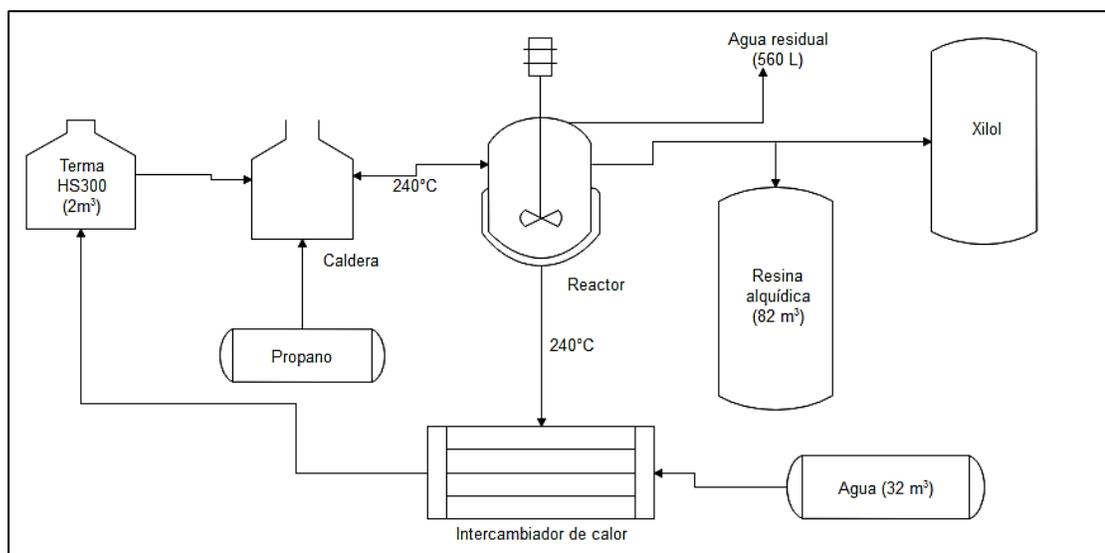
El reactor se calienta con aceite térmico que circula a través de un serpentín, este es suministrado desde una caldera que funciona con gas natural y energía eléctrica. El mezclador del reactor funciona a través de un sistema hidráulico, el cual es cargado con la materia prima previamente pesada y dosificada según lo indica la receta de la empresa PINTURAS SUPER LTDA. seguido de un control del proceso según este estipulado para cada tipo de resina producida controlando variables como; temperatura, destilado, viscosidad y acidez. Como se pudo observar en la química de formación algunos componentes de las materias primas reaccionan produciendo fracciones de agua, que son extraídas mediante destilación. En los destiladores o intercambiadores se utiliza agua como medio refrigerante y el destilado líquido es almacenado en tambores que arrastra consigo residuos químicos tóxicos. Después de extraída toda el agua, se realizan análisis de laboratorio para cada lote producido para saber si la resina para los estándares de calidad y así pasarlas al tanque de dilución, donde se diluyen con solventes como xilol o varsol dependiendo las características del producto. Las resinas fabricadas son almacenadas en tambores debidamente marcadas y listas para la producción de masillas, lacas, barnices, esmaltes y otros productos, o la venta misma de la resina. En la figura 4 se muestra el diagrama de flujo de proceso para la fabricación de resinas alquídicas<sup>32</sup>.

---

<sup>31</sup>LATORRE TORRES,Diego Fernando y QUIROGA CUBIDES,Lina Paola. Diseño Básico De Una Planta Piloto Para La Producción De Resina Alquídica En Chemicals Ltda. Bogotá D.C.: Universidad de América., 2008.

<sup>32</sup> PAREDES,López y LEIDY,Gina. En: PROPUESTA DE GESTIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS INDUSTRIALES DE UNA EMPRESA DE PINTURA y REVESTIMIENTOS, 2016.

**Diagrama 1.** Diagrama general de la producción de resinas alquídicas en la empresa PINTURAS SUPER LTDA.



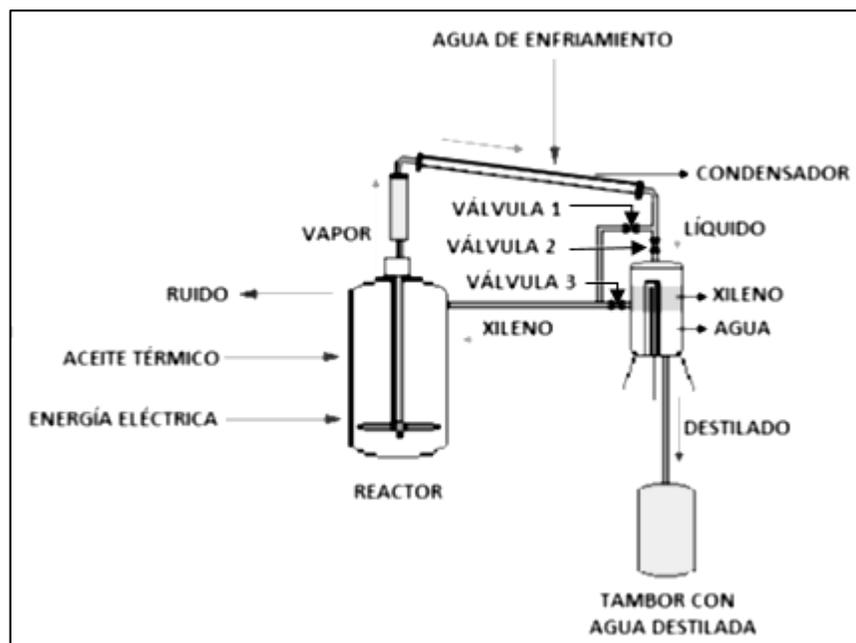
## 2.2 DESTILACIÓN EN LA FABRICACIÓN DE RESINAS ALQUÍDICAS

El reactor que es cargado con la materia prima es llevado a temperaturas mayores a 200°C en donde las sustancias más volátiles se convierten en vapores, que salen directamente hacia un condensador en donde pasan al estado líquido. Dado que se quiere que la mayor parte de materia prima reaccione se necesita de un reflujo para que en esta etapa funcione un ciclo así que se abre la válvula 1 y se cierran las válvulas 2 y 3, luego de esta etapa se debe deshidratar la resina en donde se debe cerrar la válvula 1 y abrir las válvulas 2 y 3 para permitir la destilación del agua producida en la reacción.

El tanque de destilado contiene un solvente aromático inmiscible en agua, el cual por diferencia de densidades siempre permanecerá en la parte de arriba del agua destilada. El momento en el que el residuo líquido es evacuado del tanque es cuando este mismo está llegando a la tubería que conduce al reactor ya que por esta solo debe pasar el solvente que para este caso es xileno que es el encargado de atrapar la humedad y conducirla al destilador; en la figura 4 podemos apreciar todo el proceso de destilación<sup>33</sup>.

<sup>33</sup> Ibid., p. 31.

**Figura 4.** Destilación de residuos líquidos en la fabricación de resinas.



**Fuente:** PAREDES, López En: Propuesta de gestión de residuos líquidos industriales de una empresa de pintura y revestimientos.

**2.2.1 Agua residual industrial generada.** La tabla 3, reúne datos del agua residual generada en cada uno de los procesos de fabricación de resinas, información proporcionada por el área de producción, en donde por jornada laboral se produce un tipo de resina y según las ventas realizadas durante el segundo semestre del año 2016 algunas tuvieron más participación mensual que otras.

**Tabla 3.** Agua residual industrial generada en la fabricación de resinas.

Resina	Código interno para cada resina	Lote mensual	Volumen destilado (L)
Resina corta en palmiste al 55%	RA005	2	450
Resina media en soya plus al 50%	RA026P	4	350
Resina corta en tofa para catalizadas	RA043	1	560

**Tabla 3.** (Continuación)

Resina	Código interno para cada resina	Lote mensual	Volumen destilado (L)
Resina corta en soya	RA044	2	400
Resina media en tofa al 50% plus	RA046P	1	500
Resina media en soya al 40%	RA047	3	300
Resina media en tofa al 40%	RA047A	1	420
Resina en soya al 60% en xilol	RA063	1 cada cuatro meses	330
Resina maleica solida 100%	RA100	1 cada dos meses	150
Resina maleica diluida al 55%	RA101	1 cada dos meses	460
Total destilado mensual			5868

**Fuente:** PINTURAS SUPER LTDA., Datos de producción.

## 2.3 CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL

Para definir qué tipo de tratamientos serán utilizados para remover los agentes contaminantes del agua residual es indispensable tener el diagnóstico actual del efluente, la empresa PINTURAS SUPER LTDA. tiene en su línea de producción cuatro tipos de resina dependiendo del ácido graso utilizado en su producción (Tofa, aceite de Palmiste, aceite de Soya, anhídrido Maleico) según sean los requerimientos de sus clientes, para hacer el diseño conceptual de la planta de tratamiento se realizó la caracterización de cuatro muestras, correspondientes a cada tipo de resina a las que se les practicó un análisis físico-químico con la ayuda del laboratorio CHEMILAB conforme se entregaban las muestras, para así comparar los resultados con los valores expuestos en la resolución 631 del 17 de marzo de 2015 expedida por el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, “Por el cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones”.

**2.3.1 Descripción del muestreo.** La toma de muestras se inició el 19 de enero de 2017 y finalizó el 10 de Febrero de 2017 tiempo en el cual se realizaron las visitas a la empresa para obtener una muestra representativa del efluente de cada una de las resinas según el plan de producción mensual propuesto por PINTURAS SUPER LTDA.

Para la obtención de la muestra el procedimiento que se elige es un muestreo compuesto debido a que la descarga es discontinua y un solo ejemplar no nos arrojaría una composición definitiva del agua residual así que de este modo se obtendría datos promedio de composición. En este tipo de muestreo se realizan varias muestras puntuales para así obtener una compuesta que finalmente es la que será llevada al laboratorio; para este caso se toman nueve (9) muestras individuales cada veinte (20) minutos las cuales debían ser refrigeradas para no presentar alteraciones al momento de realizar la mezcla final, para la composición de esta se llevó a cabo la recolección de volúmenes proporcionales al caudal de vertimiento. La muestra compuesta se envasó en recipientes de vidrio rotulados y preservados según especificaciones del laboratorio, se hizo el seguimiento de las características del vertimiento determinando parámetros in situ del caudal y la temperatura.<sup>34</sup>

**2.3.2 Determinación de alícuotas.** La alícuota hace mención a cada fracción de muestra individual expresada en volumen que forma parte de la muestra compuesta, el cálculo de cada una se realizó así:

- Cada veinte (20) minutos se estimó el caudal recolectándose 950 ml de cada muestra.
- Al terminar la toma de muestras puntuales, se realiza la sumatoria de los caudales y así obtener un promedio.
- Teniendo en cuenta las especificaciones exigidas por el laboratorio, el volumen de muestra mínimo es de 4000 mL.

El caudal es calculado por medio de la ecuación 1.

**Ecuación 1.** Ecuación de caudal

$$Q = \frac{V}{t}$$

Dónde:

Q= Caudal en litros por segundo (L/s)

V= Volumen en litros (L)

t= Tiempo en segundos (s)

Al finalizar la determinación de los caudales de cada muestra, se calcula el volumen de cada alícuota aplicando la ecuación 2.

---

<sup>34</sup>IDEAM. Instructivo Para La Toma De Muestras De Aguas Residuales.Colombia. 10/09/2007. [Consultado Enero/15/2017]. Disponible en: [http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38158/Toma\\_Muestras\\_AguasResiduales.pdf/f5baddf0-7d86-4598-bebd-0e123479d428](http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38158/Toma_Muestras_AguasResiduales.pdf/f5baddf0-7d86-4598-bebd-0e123479d428)

**Ecuación 2.** Ecuación del volumen de la alícuota

$$V_i = \frac{V \cdot Q_i}{n \cdot Q_p}$$

**Fuente:** IDEAM. Instructivo Para La Toma De Muestras De Aguas Residuales. Colombia. 10/09/2007. [Consultado Enero/15/2017]. Disponible en: [http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38158/Toma\\_Muestras\\_AguasResiduales.pdf/f5baddf0-7d86-4598-bebd-0e123479d428](http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38158/Toma_Muestras_AguasResiduales.pdf/f5baddf0-7d86-4598-bebd-0e123479d428)

Dónde:

$V_i$ = Volumen de la alícuota (L)

$V$ = Volumen a componer (L)

$Q_i$ = Caudal de la muestra individual (L/s)

$Q_p$ = Caudal promedio de las muestras (L/s)

**2.3.3 Banco de aguas residuales.** El 19 de Enero del año 2017 se inició el muestreo de aguas residuales en la empresa PINTURAS SUPER LTDA. obteniendo en el banco de aguas (figura 5) las muestras de los cuatro (4) tipos de resinas producidas, donde los procesos productivos no presentaron irregularidades.

**Figura 5.** Banco de aguas residuales empresa PINTURAS SUPER LTDA.



Tomar las muestras de agua residual de cada tipo de resina alquídica producida tomó un tiempo de veinte (20) días ya que su recolección dependía del cronograma de producción de la empresa PINTURAS SUPER LTDA, se puede observar la condición del agua en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Características organolépticas del agua residual

Tipo de resina	Registro fotográfico	Características
Resina Corta en Tofa para Catalizadas		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incoloro</li> <li>• Olor a sulfuro</li> <li>• Pocas partículas en suspensión.</li> </ul>
Resina Corta en Palmiste al 55%		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incoloro</li> <li>• Olor a sulfuro</li> <li>• Partículas de color rojo sedimentadas.</li> </ul>
Resina Maleica diluida al 55 %		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incoloro</li> <li>• Olor a sulfuro</li> <li>• Pocas partículas en suspensión.</li> </ul>
Resina Corta en Soya para catalizadas		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incoloro</li> <li>• Olor a sulfuro</li> <li>• Partículas sedimentadas.</li> </ul>

A continuación, en el cuadro 2 ,se describen las condiciones en las que se realizaron las muestras en el banco de aguas residuales del proceso.

**Cuadro 2.** Formato de muestreo

**PINTURAS SUPER LTDA.  
Banco de aguas residuales**

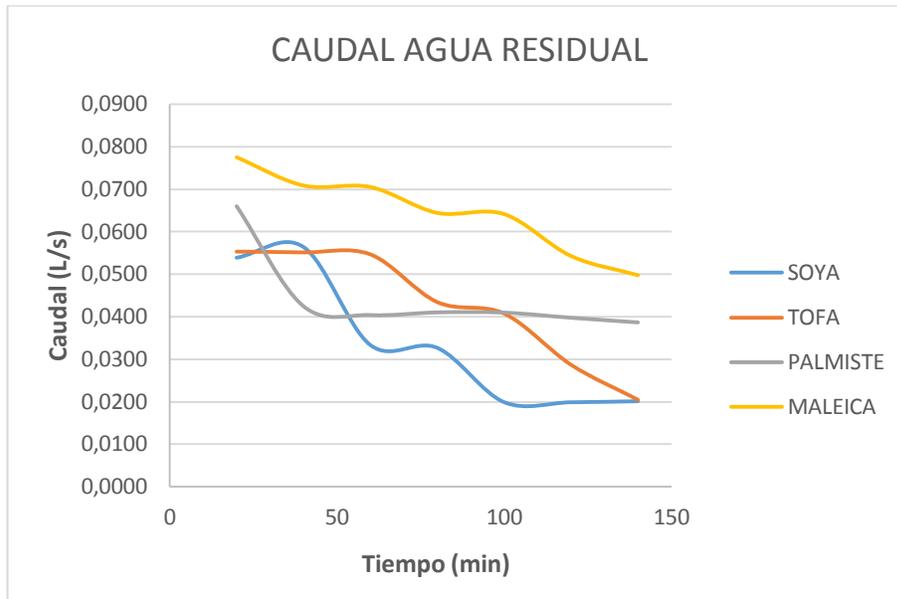
Código de la muestra	-----
Estación de monitoreo	<b>Banco de aguas residuales</b>
Hora de monitoreo	<b>9:00 am a 12:00 m</b>
Caudal promedio	-----
Condición climatológica	<b>Parcialmente nublado</b>
Origen de descarga	<b>Fabricación de resinas Alquídicas</b>
Tipo de descarga	<b>Discontinua</b>
Tiempo de descarga	<b>4 horas</b>
Frecuencia de la descarga	<b>Diaría</b>
Tipo de muestra	<b>Compuesta</b>

**Fuente:** PINTURAS SUPER LTDA., Datos de producción.

## 2.4 REGISTRO DE CAUDALES Y TEMPERATURAS

Los parámetros medidos in situ fueron caudal y temperatura, en donde para el primero utilizamos el método volumétrico haciendo uso de balde, probeta y cronómetro; en donde cada veinte (20) minutos se tomaba la medición hasta que el proceso de destilación finalizara. La grafica 1 muestra el comportamiento del caudal a medida que el proceso de fabricación de resina avanza.

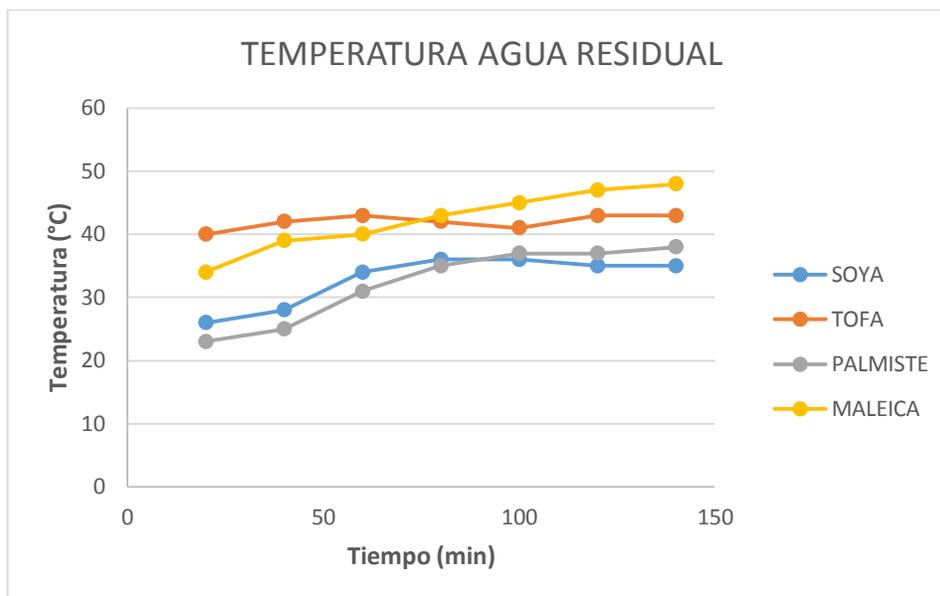
**Gráfica 1. Caudal vs tiempo**



Se puede evidenciar, que los caudales de agua residual manejados en el proceso de fabricación de resinas no sobrepasan los 0,078 L/s y que disminuyen paulatinamente debido a que la materia prima está reaccionando generándose menos condensado a medida que avanza la reacción, evidenciándose así que el Xileno encargado de recoger la humedad en el reactor esta funcionando con normalidad y que la válvula de desagüe está dando paso al agua residual para ser almacenada.

Para obtener el comportamiento de la temperatura del agua residual a lo largo del proceso se utilizó un termómetro registrando cada veinte (20) minutos la medición de esta, en la gráfica 2 se ilustra dicho comportamiento.

**Gráfica 2. Temperatura vs tiempo**



Se puede observar que al pasar el tiempo de producción la temperatura del residuo aumenta debido a que en la producción de resina se realiza un calentamiento del reactor entre 240 – 250°C como se muestra en el anexo A donde se encuentra paso a paso la producción de cada tipo de resina alquídica producida en la empresa PINTURAS SUPER LTDA.

## **2.5 PARÁMETROS EVALUADOS POR EL LABORATORIO Y COMPARACIÓN CON LA RESOLUCIÓN 0631**

A continuación, se mostrará en la tabla 4 la comparación de los resultados obtenidos de las muestras de agua residual analizadas por el laboratorio CHEMILAB tomadas del banco de agua residual, frente a los valores máximos permisibles de la Resolución 0631 del 17 de marzo de 2015 establecida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, para vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado públicos, para así fijar los valores de las diferentes muestras y saber el tipo de tratamientos que se ejecutarán en las diferentes alternativas.

**Tabla 4.** Tabla comparativa de la Resolución 0631 con los resultados obtenidos en el laboratorio CHEMILAB.

<b>Parámetro</b>	<b>Valor Actual Resina Tofa</b>	<b>Valor Actual Resina Palmiste</b>	<b>Valor Actual Resina Maleica</b>	<b>Valor Actual Resina Soya</b>	<b>Resolución 0631</b>
pH	2,78	2,03	2,44	2,75	5,00 a 9,00
DQO (mg/L O2)	25834	39168	418642	37698	1200,00
DBO <sub>5</sub> (mg/L O2)	6168	11325	66900	24350	900,00
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	<10,00	10,5	10,5	<10,00	300,00
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	1449	1487	354	919	N/A
Grasas y Aceites (mg/L)	133	20,1	151	24,1	37,50
Fenoles (mg/L)	0,139	<0,1	<0,1	<0,1	0,2
Hidrocarburos Totales (mg/L)	31,8	15,5	71,0	19,1	10,00

Se puede observar que al comparar los parámetros analizados por la empresa CHEMILAB y la Resolución 0631 de Marzo de 2015 se evidencia que el agua residual proveniente de la producción de resinas alquídicas debe ser tratada adecuadamente para disminuir DQO y DBO<sub>5</sub> que son parámetros críticos del proceso que están incumpliendo la norma junto con la carga de hidrocarburos totales, pH, grasas y aceites; para así realizar una disposición final que se ajuste con la resolución establecida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Los cuatro tipos de resinas alquídicas tienen materias primas (Anexo A) que pueden estar presentes en el destilado líquido residual, así que teniendo en cuenta que la temperatura máxima de calentamiento en el reactor es de 250°C algunas materias primas no alcanzan su punto de ebullición o sublimación siendo descartadas, cabe aclarar que se tuvieron en cuenta todas aquellas que son agregadas antes de iniciar la fase de destilación. Por lo tanto, el agua residual proveniente de la fabricación de resinas alquídicas tiene estos valores de DQO y DBO<sub>5</sub> fuera de parámetro posiblemente por residuos químicos que incluyen anhídridos (maleico y ftálico), polioles (pentaeritritol), glicoles (monoetilenglicol, propilenglicol), aceites, hidrocarburos aromático (xileno) y ácidos (acético, fosfórico); no se examinaron metales pesados ya que dentro de las materias primas no hay incluido ningún compuesto de este tipo así que no serían causantes de los resultados del diagnóstico.

## 2.6 ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN LA FABRICACIÓN DE RESINAS

El agua residual proveniente de la fabricación de resinas alquídicas tiene por lo general concentraciones considerables de demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ), demanda química de oxígeno (DQO) y compuestos tóxicos; un tratamiento biológico no resulta ser efectivo debido a que la presencia de sustancias tóxicas reduce la tasa de respiración de los microorganismos y el balance de nutrientes con factores fisicoquímicos no se cumple principalmente porque en este tipo de efluentes la disponibilidad de nitrógeno y fósforo es deficiente; compuestos que necesitan un microorganismo para sobrevivir.

Un tratamiento químico para este tipo de efluentes es uno de los más utilizados por sus porcentajes de remoción en donde un pretratamiento puede resultar beneficioso ya que los compuestos orgánicos se convierten en fragmentos ácidos adecuados para un biotratamiento; sin embargo este tipo de tratamiento tiene un costo más elevado que depende del tipo de reactivo que se utilice, en el cuadro 3 se muestran los porcentajes de remoción teóricos evaluados por diferentes métodos.

**Cuadro 3.** Condiciones de proceso y resultados bajo condiciones óptimas en diferentes alternativas de tratamiento para aguas residuales del proceso de fabricación de resinas.

Metodo de tratamiento	Condiciones de proceso	Resultados en condiciones óptimas
Fenton, Foto-Fenton (Luz natural y artificial)	Reactor de vidrio, $FeSO_4$ , $H_2O_2$ , pH 2,55 – 3,52. Tiempo de reacción 7 horas, lámpara de Mercurio (60W) y luz solar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de reacción 6 horas</li> <li>• Reducción de DQO: Fenton 75,2%, Foto-Fenton luz solar 99,5% y artificial 81,8%</li> </ul>
Tratamiento electroquímico	Reactor electroquímico, 3 pares de electrodos de carbono, software y preparación de electrolito	Reducción de DQO 65,68% después de 8 horas
Electro-coagulación	Electrodos de Al o Fe, Tiempo operación 50 minutos, diferencia de potencial de 2,10 a 16,36 V.	Remoción de DQO 93%, costos de operación, 600.000 COP/m <sup>3</sup>

**Cuadro 3.** (Continuación)

<b>Método de tratamiento</b>	<b>Condiciones de proceso</b>	<b>Resultados en condiciones óptimas</b>
Proceso de coagulación y floculación	Coagulante cloruro férrico, floculante sulfato ferroso, tiempo de operación 15 minutos	Remoción del 96%, tiene mayor acción en aguas residuales de pintura <sup>35</sup> .

Considerando los datos reflejados en la tabla se evaluarán por medio de una matriz de selección en el siguiente capítulo los métodos de Fenton y el proceso de coagulación y floculación, los cuales tienen porcentajes de remoción mayores al 90%, de fácil implementación y menor manejo operativo que frente a los otros tipos de tratamiento, los cuales requieren de una mayor inversión en cuanto a equipos y mantenimiento del proceso.

---

<sup>35</sup> PAREDES, Leidy En: Propuesta de gestión de residuos líquidos industriales de una empresa de pintura y revestimientos

### 3. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Este capítulo identifica los principales métodos de remoción que se pueden usar para minimizar los contaminantes presentes en el efluente y las condiciones bajo las cuales funcionaria. Las alternativas se evaluaron con base en los factores que alteran la composición del efluente como lo son las materias primas y las condiciones del proceso para la producción de la resina, adicionalmente se evaluaron estas alternativas por medio de una matriz.

#### 3.1 CONDICIONES INICIALES

Con base en los resultados de la caracterización del agua residual proveniente de la producción de resinas (capitulo 2), se debe considerar los factores que influyen en la contaminación del efluente como lo son las materias primas descritas en la tabla 5.

**Tabla 5.** Factores que influyen la contaminación.

Materia prima	Resina corta en palmiste al 55%	Resina corta en tofa para catalizadas	Resina corta en soya para catalizadas	Resina maleica diluida al 55%
Aceite de palmiste	X			
Aceite de soya			X	
Tofa		X		
Glicerina	X	X	X	X
Anhidrido ftalico	X	X	X	
Anhidrido maleico	X	X		X
Acido benzoico	X	X		
Ácido fosforico	X		X	
Colofonia				X
Agua	X	X	X	
Xilol	X	X	X	X
Alisol	X	X	X	X

**Fuente:** pinturas Super Ltda

Teniendo en cuenta que el proceso de producción de las resina alquidicas involucran una polimerización por condensación, de tipo discontinuo, de un ácido

dibásico y un alcohol con varios grupos<sup>36</sup> los residuos de importancia generados a tratar de importancia son fracciones volátiles, sin reaccionar de algunas materias primas como: los ácidos grasos, la colofonia, un producto ácido termoplástico obtenido por medio de destilación la cual es un componente importante en la producción de la resina maleica, de la que se obtuvo un diagnóstico con alto grado de contaminación presente en el agua residual y la glicerina presente en la producción de los cuatro tipos de resinas alquídicas resulta también un componente de interés por su alta solubilidad en el efluente.

Este tipo de materias primas orgánicas e inorgánicas aportan sólidos suspendidos y gravimétricos en el agua, también generan una alta presencia de grasas y aceites y generan un consumo de oxígeno disuelto en el agua y en consecuencia contaminan la misma afectando parámetros como DQO y DBO<sup>37</sup>, los cuales en el diagnóstico realizado por medio del laboratorio CHEMILAB son un factor crítico a tratar en la alternativa de mejoramiento a aplicar.

Adicionalmente en el capítulo 2 se determinó la composición del agua por medio de las materias primas utilizadas para el proceso esto con el fin de evaluar el tipo de tratamiento apropiado. Adicionalmente como se ve en el capítulo 2 según el muestreo realizado en Pinturas Super Ltda y en el laboratorio CHEMILAB los parámetros a tener en cuenta son:

- **Temperatura:** es un parámetro importante ya que por lo general es mayor debido a la energía liberada en las reacciones bioquímicas, que se presentan en la degradación de la materia orgánica. Por medio del muestreo realizado en Pinturas Super Ltda se determinó que la temperatura del efluente es de 42°C.
- **Caudal:** este parámetro permite determinar la cantidad de agua que circula a través de una sección por un tiempo definido, en este caso el caudal se tomó teniendo en cuenta el tiempo de vertimiento del agua y el volumen ocupado en el muestreo. El caudal promedio proveniente del proceso de producción de resinas es de 0,035Litros/segundo.
- **pH:** este parámetro por medio de un intervalo permite determinar por cual medio se puede tratar el agua residual ya que el pH óptimo para el crecimiento de los organismos se encuentra entre 6.5 y 7.5. Se encontró entonces que el pH promedio en el muestreo fue de 2,5 es decir ácido como se muestra en el anexo C en el análisis realizado por CHEMILAB.

---

<sup>36</sup> NEMEROW, Nelson L. y DASGUPTA, Avijit. Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos. p. 595

<sup>37</sup> MARIÑO CUENCA, Justine Lizeth y MARTINEZ NIÑO, Lina Constanza. Propuesta Para La Gestión De Vertimientos Industriales De Laboratorios Coaspharma S.A.S. . Bogotá.: Fundación Universidad de América, 2017. p. 40.

### 3.2 ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO

Después de tener los valores reales del diagnóstico actual de las aguas residuales provenientes de la producción de resinas en la empresa PINTURAS SUPER LTDA se determinó que parámetros no cumplen con la actual Resolución 0631 del 17 de marzo de 2015 establecida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

El objetivo se basa en buscar un sistema de tratamiento de aguas residuales para la empresa teniendo en cuenta solo los parámetros que no cumplen la norma, de acuerdo al diagnóstico actual del efluente. El cuadro 4, muestra los diferentes métodos de remoción sus ventajas y desventajas con relación al tipo de parámetro que se desea controlar:

**Cuadro 4.** Método de remoción.

Parámetro	Método de remoción	Ventajas	Desventajas
DQO y DBO <sub>5</sub>	Oxidación	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Remoción efectiva.</li> <li>- Oxida rápida y completamente</li> <li>- No imparte olor y sabor a las aguas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ajuste de pH para aguas alcalinas.</li> <li>-Costo de reactivos.</li> </ul>
	Coagulación y floculación	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Método sencillo</li> <li>-Pueden emplearse reactivos de bajo costo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Si no se mantiene una agitación adecuada puede romperse el floculo formado.</li> <li>-Operaciones adicionales (filtración).</li> </ul>
SST	Filtración	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta eficiencia con el medio adecuado.</li> <li>- Eliminación de sólidos suspendidos entre 5-50mg/L.</li> <li>- Filtros de medio granular tratan sólidos suspendidos de 1000 mg/L hasta en un 90%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenimiento del medio filtrante.</li> <li>- La velocidad de filtración condiciona el rendimiento.</li> <li>- Costos de generación de presión para proporcionar altas velocidades de filtración.</li> </ul>
	Sedimentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceso físico sencillo que aprovecha la gravedad.</li> <li>- Para tiempos de retención adecuados sedan altos porcentajes de remoción.</li> <li>- Costos mínimos de operación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiempos de retención prolongados.</li> <li>- Sensible a variaciones de flujo.</li> <li>- Necesidad de sistemas adecuados de distribución de flujo.</li> </ul>

**Cuadro 4.** (Continuación)

Parámetro	Método de remoción	Ventajas	Desventajas
Grasas y aceites	Trampas de grasa o separadores de gravedad	-Operación sencilla. - Bajos costos.	- Desnatado de las grasas
	Flotación	Altas eficiencias	-Costos de operación -Desnatado.
Hidrocarburos totales	Adsorción con carbón activado	-Capacidad de remoción eficiente	- Necesidad de regeneración del carbón
pH	Neutralización	- Permite que las operaciones posteriores tengan un alto rendimiento. - Evita la corrosión o ataque de los materiales en los equipos del proceso.	- Riesgo en el manejo de reactivos (ácidos y bases). - Control de las dosificaciones para evitar variaciones indeseadas

**Fuente:** varios (Bibliografía)

Teniendo en cuenta los métodos de remoción para los parámetros con el fin de disminuir la carga contaminante, se proponen las siguientes operaciones unitarias para el planteamiento de dos alternativas del sistema de tratamiento de agua residual:

- **Homogenización:** se debe de tener en cuenta que la empresa PINTURAS SUPER LTDA maneja una variedad de resinas, es decir no todas tienen la misma composición y su producción varía según la demanda estipulada por el cliente, por lo cual es necesario como primer paso depositar el agua en un tanque de homogenización, para de esta manera poder llevar a cabo el resto del tratamiento.
- **Trampas de grasa:** como segundo paso en las dos alternativas se sugiere la ubicación de trampas de grasa para de esta manera retener sólidos por sedimentación y grasas por medio de flotación. Estas tendrán gran importancia ya que se colocarán como un pretratamiento después del tanque de homogenización donde el agua está altamente contaminada por sólidos, grasas y diferentes compuestos que se esperan sean en gran parte removidos.
- **Coagulación:** por medio de la adición de un coagulante químico producir desestabilización química de las partículas coloidales neutralizando las fuerzas que las mantienen separadas. Esta operación es de importancia pues se encuentra en las dos alternativas de tratamiento para la eliminación de sustancias de diversa naturaleza, es eficaz y de bajo costo.
- **Floculación:** seguido del proceso de coagulación consiste que por medio de agitación de la masa coagulada y un agente químico aumentar el tamaño y peso del floculo formado para que su remoción sea con mayor facilidad. Esta

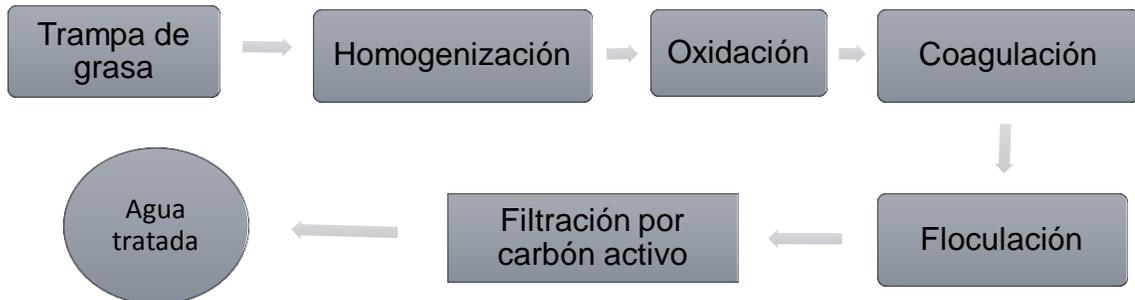
operación se encuentra presente en las dos alternativas de tratamiento ya que con la implementación de esta se espera disminuir el DQO<sub>5</sub>, DBO y turbiedad del agua.

- **Oxidación:** este proceso tiene como fin la eliminación de sustancias orgánicas no biodegradables como los hidrocarburos. Por medio de esta operación se diferencia las dos alternativas de tratamiento pues en una está presente mientras que en la otra no se encuentra implementada.
- **Filtración por carbón activo:** por medio de este proceso el cual se encuentra presente en las dos alternativas de tratamiento tiene como finalidad retener las últimas impurezas presentes en el agua, por esta razón y por lo económico se colocó como última operación en el tratamiento<sup>38</sup>.

A continuación, se muestra el planteamiento de las dos alternativas para el sistema de tratamiento de agua residual en Pinturas Super Ltda, la diferencia entre alternativas es la presencia de una operación unitaria adicional, la oxidación.

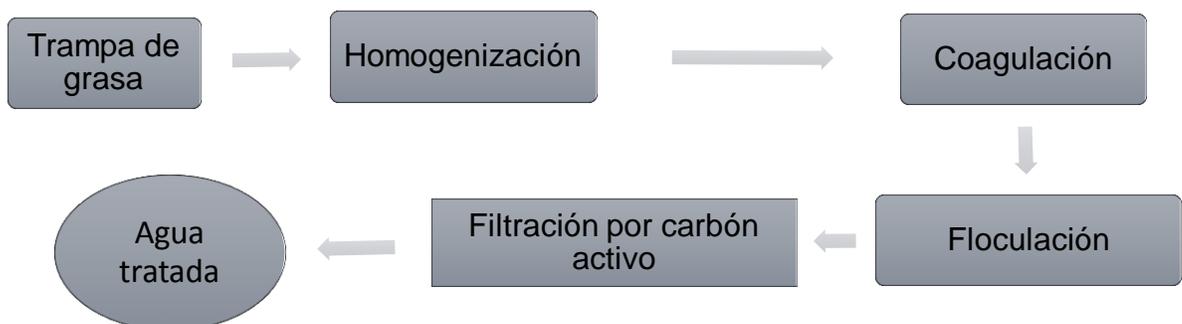
### 3.2.1 Alternativa 1

**Figura 6.** Diagrama de proceso alternativa 1



### 3.2.2 Alternativa 2

**Figura 7.** Diagrama de proceso alternativa 2



<sup>38</sup> CÁRDENAS, Yolanda. Tratamiento De Agua, Coagulación y Floculación. Lima.: SEDAPAL, 2000.

**3.2.3 Evaluación del porcentaje de remoción.** Con el objetivo de evaluar la eficiencia de las operaciones unitarias de tratamiento, se plantea una base de cálculo, la ecuación básica de balance de materia y se aplica para conocer los porcentajes de remoción de contaminantes teóricos para cada una de las operaciones unitarias propuestas y se tiene en cuenta una base de cálculo, un DQO, DBO, grasas y aceites y solidos suspendidos del diagnóstico realizado en el laboratorio CHEMILAB presentados en la tabla 6, los cálculos se realizan con los parámetros más críticos, en este caso los más altos provenientes de la resina maleica.

**Tabla 6.** Condiciones a tener en cuenta para los cálculos de porcentaje de remoción.

<b>Condición</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Base de calculo	1200	L/h
DQO	418642	mg/L
DBO	66900	mg/L
Grasas y aceites	151	mg/L
Solidos suspendidos	10,50	mg/L

Entradas= Salidas

**Ecuación 3.** Porcentaje de remoción

$$\% \text{ remoción} * \text{condición actual} = \text{Parametro removido}$$

**Tabla 7.** Porcentajes teóricos de remoción

<b>Operación unitaria</b>	<b>Parámetro</b>			
	<b>Grasas y aceites</b>	<b>DBO<sub>5</sub></b>	<b>DQO</b>	<b>Solidos suspendidos totales</b>
<b>Trampas de grasa</b>	36%	3%	3%	
<b>Oxidación</b>		80%	80%	
<b>Coagulación y floculación</b>		88,37%	88,37%	
<b>Filtro por carbón activado</b>				95%

- **Trampas de grasa.** 36% para el parámetro de grasas y aceites, 3% para el parámetro de DBO<sub>5</sub>, 3% para el parámetro<sup>39</sup> de DQO

DQO:

**Ecuación 4.** Porcentaje remoción DQO y DQO para trampas de grasa

$$418642 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * 1200\text{L} = 12559,26 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * 1200\text{L} + \left( 418642 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 12559,26 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) * 1200\text{L}$$

$$= 989669688 \text{ mg}$$

DBO:

$$66900 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * 1200 \text{ L} = 2559,26 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * 1200 \text{ L} + \left( 418642 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 12559,26 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) * 1200\text{L}$$

$$= 80280000 \text{ mg}$$

Grasas y aceites:

**Ecuación 5.** Porcentaje remoción de grasas y aceites para trampas de grasa.

$$151 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * 1200\text{L} = 54,36 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * 1200\text{L} + \left( 151 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 54,36 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) * 1200$$

$$= 181200 \text{ mg}$$

Oxidación. 80% para el parámetro DBO<sub>5</sub> y DQO<sup>40</sup>.

DQO:

**Ecuación 6.** Porcentaje remoción DQO y DQO de oxidación para la alternativa 1.

$$418642 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 12559,26 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = 406082,74 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$406082,74 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * 1200\text{L}$$

$$= 334913,60 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * 1200\text{L} + \left( 406082,74 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - \frac{\text{mg}}{\text{L}} 334913,60 \right) * 1200\text{L}$$

$$= 487299288 \text{ mg}$$

<sup>39</sup> METCALF & EDDY. Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. México. D.F. McGraw-Hill, 1995. p. 624-625.

<sup>40</sup> PAREDES, L., Propuesta de gestión de residuos líquidos industriales de una empresa de pintura y revestimientos, 2016.

DBO:

$$66900 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 2007 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = 64893 \frac{\text{mg}}{\text{h}}$$
$$64893 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * 1200\text{L} = 53520 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * 1200\text{L} + \left(64893 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 53520 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) * 1200\text{L}$$
$$= 77871600 \text{ mg}$$

Coagulación y floculación: 88,37% para el parámetro DBO y DQO<sup>41</sup>.

DQO:

**Ecuación 7.** Porcentaje remoción DBO y DQO de coagulación y floculación.

$$06082,74 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 334913,60 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = 71169,14 \frac{\text{mg}}{\text{h}}$$
$$71169,14 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * 1200\text{L}$$
$$= 62892,16 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * 1200\text{L} + \left(71169,1 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 62892,16 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) * 1200\text{L}$$
$$= 85402968 \text{ mg}$$

DBO:

$$64893 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 53520 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = 11373 \frac{\text{mg}}{\text{h}}$$
$$11373 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * 1200\text{L} = 10050,32 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * 1200\text{L} + \left(11373 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 10050,32 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) * 1200\text{L}$$
$$= 13647600 \text{ mg}$$

Filtro por carbón activado: 95% para el parámetro de solidos suspendidos totales<sup>42</sup>.

SST:

---

<sup>41</sup> Ibid., p. 621

<sup>42</sup> METCALF & EDDY. Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. México. D.F. McGraw-Hill, 1995. p. 624-625.

**Ecuación 8.** Porcentaje remoción de solidos suspendidos para la alternativa 1.

$$10,50 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * 1200\text{L} = 9,98 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * 1200\text{L} + \left(10,50 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 9,98 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) * 1200\text{L}$$

$$= 12600 \text{ mg}$$

**Tabla 8.** Porcentajes de remoción alternativa 1

Operación unitaria	Parámetro			Solidos suspendidos totales (mg)
	Grasas y aceites(mg)	DQO (mg)	DBO (mg)	
Trampas de grasa	96,04	40608,08	64893	
Oxidación		7116,88	11373	
Coagulación y floculación		827,79	1322,68	
Filtro por carbón activado				9,975

**Tabla 9.** Porcentajes de remoción alternativa 2

Operación unitaria	Parámetro			Solidos suspendidos totales (mg)
	Grasas y aceites(mg)	DQO (mg)	DBO (mg)	
Trampas de grasa	96,04	40608,08	64893	
Coagulación y floculación		4872,97	7547,056	
Filtro por carbón activado				9,975

Con los porcentajes de remoción de las dos alternativas se puede evaluar que alternativa genera mayor remoción de parámetros críticos como lo son el DBO y el DQO, por eso se encontró que teniendo presente la operación de oxidación la remoción de estos parámetros es más alta.

### 3.3 MATRIZ DE SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Para la selección de la alternativa a implementar para el sistema de tratamiento de agua adecuado en la cuadro 5 se evalúan los factores importantes para la correcta selección de la alternativa.

**Cuadro 5.** Criterios involucrados en la evaluación de las alternativas.

<b>Factores</b>	<b>Medición</b>
Necesidades químicas y sustancias de servicio	Cuantos reactivos son necesarios para el funcionamiento del sistema
Necesidades energéticas	¿Cuantos equipos consumen energía?
Procesos auxiliares	¿Qué procesos auxiliares son necesarios?
Equipos principales	Cantidad de equipos presentes en el proceso.
Disponibilidad de espacio	Cantidad de espacio disponible para implementar el proceso.
Eficiencia	Se mide en la calidad del efluente tratado y los porcentajes de remoción que se pueden alcanzar.
Personal calificado	Cuantos empleados y que nivel de preparación es preciso contar para operar el proceso.
Costos de adquisición	Cuál es el monto aproximado para el montaje.

**Fuente:** Metcalf & Eddy

#### 3.3.1 Alternativa 1

El proceso consiste en un pretratamiento para eliminar las grasas y aceites en una trampa de grasas, el agua proveniente de la trampa es descargada en un tanque de homogenización en el cual tiene como objetivo controlar la concentración, pH y caudal; el agua es llevada a un tanque de oxidación donde se eliminan la mayoría de los sólidos suspendidos y disueltos, seguido de esto se pasa a un tanque donde se lleva a cabo la floculación y coagulación donde la materia coloidal

finalmente dividida y suspendida en el agua se aglomera, está suspensión se pasa finalmente a un filtro de carbón activado donde se retiran las últimas impurezas. En el cuadro 6 se encuentran los factores que intervienen en esta alternativa.

**Cuadro 6.** Factores involucrados en la evaluación de la alternativa 1.

<b>Factor</b>	<b>Medición</b>
Necesidades químicas y sustancias de servicio	Neutralizante Oxidante Floculante Coagulante
Necesidades energéticas	2 agitadores Corriente necesaria para funcionamiento de 3 bombas.
Equipos principales	1 trampa de grasa 1 tanque de oxidación 1 Filtro carbón activado 1 Tanque de homogenización y neutralización
Procesos auxiliares	Cambio filtro de carbón activado.
Disponibilidad de espacio	Espacio para 4 equipos principales
Eficiencia	La remoción de los contaminantes es alta debido al conjunto de operaciones.
Costo aproximado de adquisición	\$28'000.000
Personal calificado	Es necesario debido al control en el tanque de oxidación.

### 3.3.2 Alternativa 2

El proceso también involucra un pretratamiento para eliminar las grasas y aceites en una trampa de grasas, seguido de su descargada en un tanque de homogenización en el cual tiene como objetivo controlar la concentración, pH y caudal; a continuación, se pasa a un tanque donde se lleva a cabo la floculación y coagulación y finalmente a un filtro de carbón activado. En la tabla 10, se encuentran los factores que intervienen en esta alternativa.

**Tabla 10.** Factores involucrados en la evaluación de la alternativa 2

<b>Factor</b>	<b>Medición</b>
Necesidades químicas y sustancias de servicio	Neutralizante Floculante Coagulante

**Tabla 10.** (Continuación)

Necesidades energéticas	<b>2 agitadores</b> <b>Corriente necesaria para funcionamiento de 2 bombas.</b>
Equipos principales	1 trampa de grasa 1 Filtro carbón activado 1 Tanque de homogenización y neutralización
Procesos auxiliares	Cambio filtro de carbón activado.
Disponibilidad de espacio	Espacio para 3 equipos principales
Eficiencia del proceso	La remoción de los contaminantes es alta debido al conjunto de operaciones.
Costo aproximado de adquisición	\$13'000.000
Personal calificado	No es necesario ya que el proceso no necesita un control constante.

**3.3.3 Evaluación de las alternativas:** Para la evaluación de las alternativas se hace por medio de una matriz de selección la cual tiene en cuenta los siguientes criterios que involucran los factores expuestos en el cuadro 7 y 8.

**Cuadro 7.** Relación de factores evaluados con los criterios de evaluación.

<b>Criterio</b>	<b>Factor</b>
Costos	Necesidades químicas y sustancias de servicio
	Equipos principales
	Costo aproximado de adquisición
Eficiencia	Eficiencia del proceso
Sostenibilidad	Necesidades energéticas
Factibilidad	Procesos auxiliares
	Disponibilidad de espacio
Manejo Operativo	Personal calificado

**Cuadro 8.** Relación de factores con los criterios de manera cuantitativa y cualitativa.

<b>Criterio</b>	<b>Alternativas de estudio</b>	
	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>
Costos	\$28'000.000	\$13'000.000
Eficiencia	% Remoción DQO y DBO Mayor	% Remoción DQO y DBO Menor
Sostenibilidad	No presenta un riesgo para el medio ambiente.	No presenta un riesgo para el medio ambiente.

**Cuadro 8.** (Continuación)

<b>Criterio</b>	<b>Alternativas de estudio</b>	
	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>
Manejo operativo	Se debe de tener un control con un operario pues el proceso de oxidación debe ser contestemente chequeado.	No necesita un constante control, con solo supervisión se asegura su funcionamiento.

Para cada criterio se asigna respectivamente un valor según la importancia, esto se hace dependiendo las necesidades de la empresa Pinturas Super Ltda para su implementación del tratamiento. Conforme a esto el criterio de mayor rango de importancia es el costo de implementación, pues como lo argumentamos en el capítulo 1, la empresa busca disminuir la inversión mensual que se hace para que el agua residual proveniente de la producción de resina.

Seguido se tiene en cuenta los otros criterios, la eficiencia ya que la alternativa a implementar debe de asegurar que el agua va a recibir el adecuado tratamiento. La sostenibilidad es un criterio importante pues se busca que el tratamiento a implementar no genere un impacto ambiental perjudicial, se tiene en cuenta ya que la empresa Pinturas Super Ltda manejando varios productos en la industria de pinturas quiere disminuir todo riesgo con el incumplimiento alguna normatividad regulada por la CAR. La factibilidad la cual involucra el espacio disponible y los recursos económicos para implementar un sistema de tratamiento de agua.

El manejo operativo es un criterio que depende del mantenimiento que se le proporcionara a el sistema de tratamiento de agua, también del personal implicado para el funcionamiento de esta.

Teniendo en cuenta esto, en la tabla 11 se otorga a los criterios antes nombrados un porcentaje siendo el de 40% el más importante.

**Tabla 11.** Porcentajes de los criterios de selección.

<b>Criterios de selección</b>	<b>% de importancia</b>
Costo	40
Eficiencia	25
Sostenibilidad	20
Factibilidad	10
Manejo operativo	5

Para cada alternativa se tiene un rango determinando si es altamente adecuada, adecuada o no adecuada. Estos valores representan la importancia de los criterios respecto a los otros en cuanto a su mayor o menor contribución para la implementación de la alternativa, si una alternativa es adecuada es porque para la implementación del sistema de tratamiento de agua cumple con todos los criterios descritos anteriormente, si resulta siendo una alternativa adecuada se debe a que cumple con todos los criterios excepto uno o dos y si resulta una alternativa no adecuada se debe a que no cumple con ninguno de los criterios y no es viable y tenida en cuenta para una implementación.

A continuación, en la tabla 12 se otorga un valor para cada parámetro, siendo 5 el más alto:

**Tabla 12.** Escala de valoración

<b>Alternativa</b>	<b>Calificación</b>
Altamente adecuada	5
Adecuada	3
No adecuado	1

Para determinar la mejor alternativa la matriz de selección se realiza de manera cualitativa y cuantitativa, ya que relaciona la experimentación desarrollada para cada una de las alternativas y los criterios de selección. Utilizando el método de Kepner & Tregoe<sup>43</sup> se determina el resultado calificativo de la matriz de selección, como se observa en la ecuación 9:

**Ecuación 9.** Resultado calificativo de la matriz de selección.

$$\sum = (c * c_a)$$

Dónde:

$c$  :% de cada criterio de selección.

$c_a$ : calificación asignada por cada alternativa.

Teniendo en cuenta los factores que alteran los criterios de selección, en la tabla 13 se otorga un rango relacionando cada alternativa y el criterio de selección:

<sup>43</sup> SANCHEZ GUERRERO, Gabriel de las Nieves. Técnicas Participativas Para La Planeación. México: Fundación ICA, 2003.p 199.

**Tabla 13.** Matriz cuantitativa, relación alternativa y criterio de selección

Criterio	Alternativas de estudio	
	Alternativa 1	Alternativa 2
Costos	3	5
Eficiencia	5	5
Sostenibilidad	5	5
Factibilidad	3	5
Manejo operativo	3	3

Teniendo en cuenta la ecuación 9 y la tabla 13, se procede a realizar la matriz de selección para evaluar y determinar de esta manera la alternativa adecuada para el sistema de tratamiento en la empresa Pinturas Super Ltda.

**Tabla 14.** Matriz de selección en la evaluación de alternativas

Criterio	C%	Alternativas de estudio	
		Alternativa 1 (c <sub>1</sub> )	Alternativa 2 (c <sub>2</sub> )
Costos	40	3	5
Eficiencia	25	5	5
Sostenibilidad	20	5	5
Factibilidad	10	3	5
Manejo operativo	5	3	3
<b>Total</b>		3,9	4,9

En la tabla 14, se observa que la alternativa más adecuada para el implementar como sistema de tratamiento es la alternativa 2, el criterio con más relevancia para este resultado es el costo, pues como se detalló en la tabla 5 es necesario la intervención de un agente oxidante y un tanque donde se tiene que llevar a cabo la oxidación. Por eso la alternativa 2 al omitir el proceso de oxidación tiene igualmente una eficiencia alta y menos costo al disminuir las necesidades químicas y energéticas.

## 4. DESARROLLO EXPERIMENTAL PARA LA SELECCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS

Para determinar cuál de las alternativas propuestas en el capítulo anterior es la que tiene mayor remoción de contaminantes se deben realizar diferentes experimentaciones en donde el objetivo principal es obtener las dosificaciones que se manejarán en cada operación unitaria para obtener el tratamiento de aguas residuales deseado.

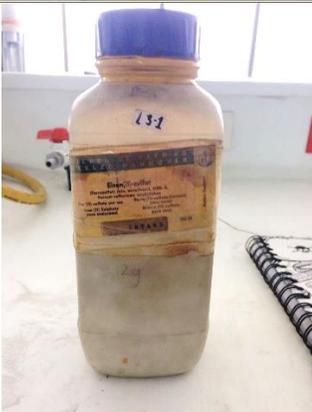
La experimentación se realizó en los laboratorios del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) centro de gestión industrial en donde se hizo uso de un equipo de jarras para la evaluación de las alternativas, a continuación se describirá detalladamente cada uno de los procesos realizados.

### 4.1 EVALUACIÓN DEL PROCESO DE OXIDACIÓN (REACTIVO FENTON)

Debido a la alta carga orgánica que tiene el agua residual evidenciada a través de su respectiva caracterización, se realizó una oxidación por medio del reactivo Fenton en donde se busca degradar compuestos aromáticos, alifáticos y formaldehído.

**4.1.1 Reactivos utilizados.** Para la preparación del reactivo Fenton es utilizado Peróxido de hidrogeno al 50% y sulfato ferroso (cuadro 9), estas sustancias químicas utilizadas son de grado analítico así que su análisis cualitativo se reporta en su certificado de calidad para ser utilizados en el proceso oxidación y reducir la toxicidad del agua. Cabe aclarar que todos los reactivos utilizados se entregaron con certificación de grado analítico por el SENA.

**Cuadro 9.** Reactivos para el proceso de oxidación.

Referencia	Descripción	Imagen
Peróxido de Hidrogeno (50%)	También conocido como agua oxigenada, compuesto químico altamente polar, oxidante fuerte, corrosivo e incoloro, masa molar 34,014 g/mol, densidad 1,11 g/cm <sup>3</sup> , punto de fusión 272,6 K, punto de ebullición 423, 35K, viscosidad 1,245 cP a 20°C. Se utilizó al 50% <sup>44</sup> .	
Sulfato Ferroso	Sal en forma de cristales verdes-azules o blancos, estable en condiciones de uso y almacenamiento normales, masa molar 151,908 g/mol, densidad 2,84 g/cm <sup>3</sup> , soluble en agua, punto de descomposición: 573 K <sup>45</sup> .	

**4.1.2 Dosificación de reactivo Fenton.** La dosificación de Fenton se realiza por medio de una relación molar entre el Hierro (II) y Peróxido de Hidrógeno al (50%), en donde el primero es el reactivo limitante, debido a que el peróxido de hidrogeno está en una concentración del 50% se diluyo utilizando la ecuación 14. Los rangos seleccionados para la dosis que se debe agregar al agua residual con alta carga orgánica de Peróxido de Hidrógeno fueron calculados por medio de la ecuación 10.

**Ecuación 10.** Dilución de peróxido de hidrogeno

$$V_{liq.conc} * C_{liq.conc} = V_{liq.dilui} * C_{liq.diluid}$$

$$V_1 * 50 = 2000 \text{ mL} * 30$$

<sup>44</sup> Ficha de seguridad, Peróxido de hidrógeno al 50%. Disponible en [https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/9/SDB\\_9681\\_ES\\_ES.pdf](https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/9/SDB_9681_ES_ES.pdf)

<sup>45</sup> Ficha de seguridad, Sulfato Ferroso. Disponible en: [http://www.asiquim.com/nwebq/download/HDS/Sulfato\\_ferroso.pdf](http://www.asiquim.com/nwebq/download/HDS/Sulfato_ferroso.pdf)

$$V_1 = \frac{2000 \text{ mL} * 30}{50} = 1200 \text{ mL}$$

Debido a que el reactivo está en una concentración más alta a la que se debe utilizar, se diluyó al 30% tomando 1200 mL de peróxido de hidrogeno al 50% aforando la solución a 2000 mL con agua destilada.

### Ecuación 11. Dosificación Fenton

$$H_2O_2 \left( \frac{\text{mL}}{\text{L}} \right) = \frac{DQO \left( \frac{\text{mg}O_2}{\text{L}} \right)}{141,2 \left( \frac{\text{mg}O_2}{\text{mL}H_2O_2} \right)}$$

$$H_2O_2 \left( \frac{\text{mL}}{\text{L}} \right) = \frac{39.168 \left( \frac{\text{mg}O_2}{\text{L}} \right)}{141,2 \left( \frac{\text{mg}O_2}{\text{mL}H_2O_2} \right)}$$

$$H_2O_2 \left( \frac{\text{mL}}{\text{L}} \right) = 277,39 \left( \frac{\text{mL}H_2O_2}{\text{L}} \right)$$

Donde el DQO que se toma es el mayor obtenido de la caracterización realizada en el laboratorio CHEMILAB, teniendo como resultado 277,39 mL.L<sup>-1</sup> de Peróxido de Hidrógeno, experimentalmente se usaron tres dosificaciones de peróxido de hidrogeno cercanas a la dosificación Fenton teórica hallada a través de la ecuación 12.

### Ecuación 12. Concentración de peróxido de hidrogeno

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg}_{\text{solute}}}{L_{\text{soln}}}$$

$$\text{ppm} = \frac{277,39 \text{ mL}H_2O_2}{\text{L}} * \frac{1,1 \text{ g } H_2O_2}{1 \text{ mL}H_2O_2} * \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}}$$

$$\text{ppm} = 305129$$

El test de jarras utilizado en la experimentación cuenta con recipientes con un volumen de 800 mL, así que la concentración y el volumen utilizado para cada prueba se muestra en la tabla 16.

**Tabla 15.** Dosis de peróxido de hidrogeno al 30%

Dosis de Peróxido de Hidrogeno	Concentración (ppm)	Volumen (mL H2O2)
1	300000	218.18
2	200000	145.45
3	100000	72.73

Para obtener la dosis de sulfato ferroso se llevaron a cabo pruebas a diferente rango molar, en donde teóricamente los rangos con mejores resultados fueron de 1:1, 1:3 y 1:5; en donde se siguió la secuencia de cálculo que se muestra en la ecuación 13<sup>46</sup>.

**Ecuación 13.** Dosis de sulfato ferroso.

$$\frac{1 \text{ mol FeSO}_4}{1 \text{ mol H}_2\text{O}_2} \times \frac{278,2 \text{ g FeSO}_4}{1 \text{ mol FeSO}_4} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}_2}{34 \text{ g H}_2\text{O}_2} \times \frac{1,1 \text{ g H}_2\text{O}_2}{1 \text{ mL H}_2\text{O}_2} \times \frac{166,43 \text{ mL H}_2\text{O}_2}{4} =$$

$$\text{FeSO}_4 = 374,49 \text{ g FeSO}_4$$

En la tabla 17, se puede observar las dosis experimentales que se utilizarán para cada una de las jarras.

**Tabla 16.** Dosis experimentales en el proceso Fenton.

Relación molar	Concentración de peróxido (ppm)	Dosis de sulfato ferroso (g)
1:1	300000	374,49
1:1	200000	374,49
1:1	100000	374,49
1:3	300000	124,83
1:3	200000	124,83
1:3	100000	124,83
1:5	300000	74,90
1:5	200000	74,90
1:5	100000	74,90

También se debe elevar el pH del agua residual ya que inicialmente se encuentra a un pH de 2,7, y el proceso de oxidación debe llevarse a cabo a uno de 3,5 para que su reacción tenga mejores resultados, así que todas las muestras que serán

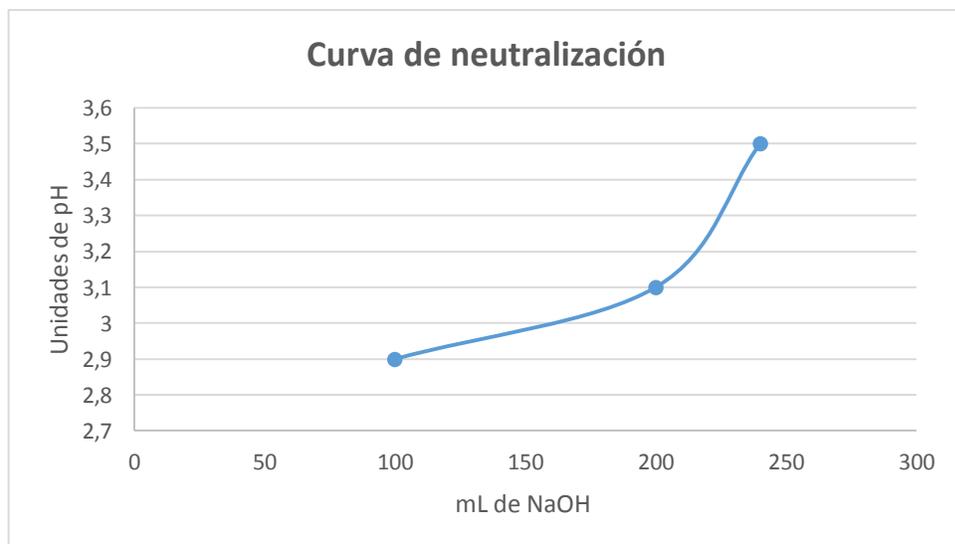
<sup>46</sup> TERÁN, G. Reacción de fenton para el tratamiento de efluentes industriales, 2015.

tratadas se llevaran a dicho pH por medio de una solución de NaOH 1M (tabla 18), la curva de neutralización se puede observar en la gráfica 3.

**Tabla 17.** Dosificación de neutralizante antes de la oxidación.

NaOH (mL)	pH	Muestra de agua (mL)
100	2,9	800
200	3,1	800
240	3,5	800

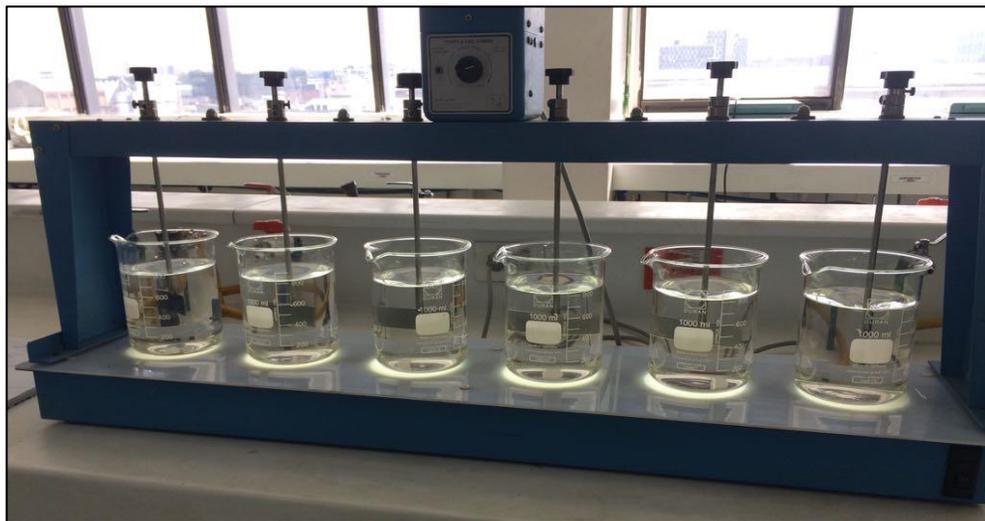
**Gráfica 3.** Curva de neutralización



**4.1.3 Equipos utilizados.** Los equipos utilizados durante la experimentación se entregaron calibrados y certificados por el personal del SENA.

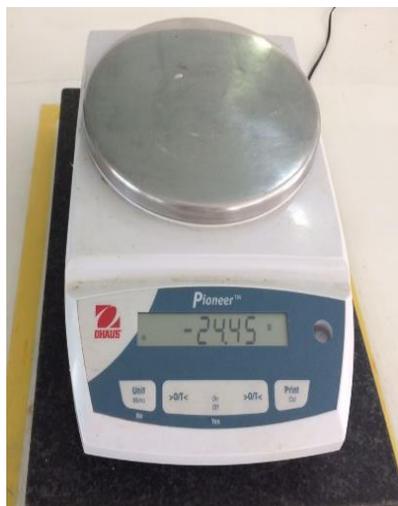
**4.1.3.1 Equipo prueba de jarras.** En un equipo utilizado para la clarificación de aguas residuales se realizó el test de jarras; el equipo está compuesto por seis (6) puestos con agitador mecánico, se utilizaron vasos de precipitado de 1000 mL de capacidad con 800 mL de muestra. En la figura 8 se observa el equipo.

**Figura 8.** Test de jarras



**4.1.3.2 Balanza y pHmetro.** Los reactivos sólidos fueron pesados por una balanza digital marca PIONNER (figura 10); Para medir el pH antes, durante y después de la experimentación se utilizó un pHmetro digital marca HANNA (figura 9).

**Figura 9.** Balanza



**Figura 10.** pHmetro



**4.1.3.3 Turbidímetro.** Para la medir la turbidez del agua sin tratar y tratada se utilizó un turbidímetro digital marca HACH (figura 11).

**Figura 11.** Turbidímetro.



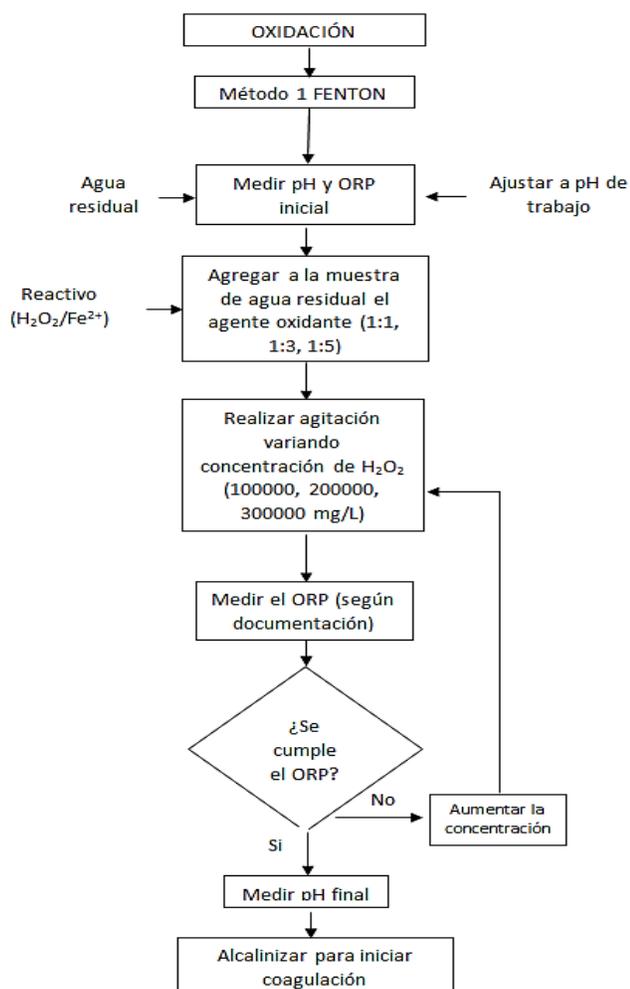
**4.1.3.4 Sensor de ORP.** Se utilizó un sensor de ORP para medir el potencial de óxido-reducción (figura 12).

**Figura 12.** Sensor de ORP



**4.1.4 Procedimiento realizado en Fenton.** La experimentación realizada en los laboratorios del SENA inició con la preparación de equipos y reactivos, donde se hicieron las calibraciones necesarias junto con la dilución de reactivos que se encontraban a concentraciones más altas. En el diagrama 3 se muestra el procedimiento realizado en el laboratorio.

Diagrama 2. Diagrama de experimentación Fenton

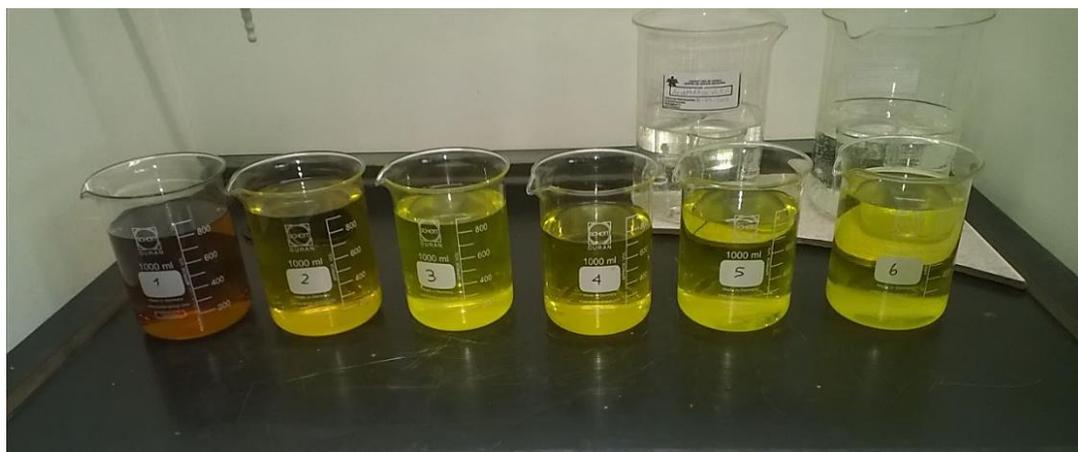


Se evidenció, que las relaciones molares 1:1 y 1:5 (figura 13); no funcionaron ya que la primera no lograba oxidar en su totalidad los contaminantes sin alcanzar el ORP deseado y el segundo tomo más de 24 horas para terminar de reaccionar observando que contaminao mucho más las muestras aumentando su turbidez. Escogiendo así como la mejor dosis de tratamiento la relación 1:3 molar (figura 14) para ejecutar el proceso oxidativo obteniendo como resultado los valores presentados en la tabla 13.

**Figura 13.** Dosificación reactivo Fenton relación 1:1 y 1:5 molar.



**Figura 14.** Oxidación reactivo Fenton 1:3 molar



**Tabla 18.** Valores obtenidos en el proceso de oxidación

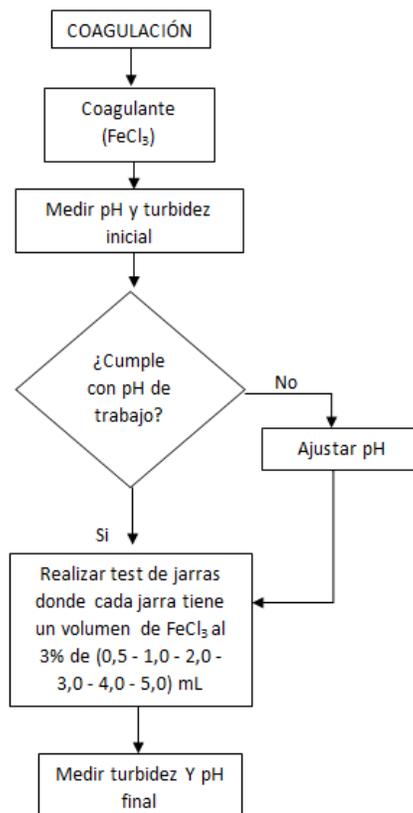
Experimento	pH	Turbidez (NTU)	ORP (mV)
1	2,28	1,80	224,34
2	2,91	1,12	159,6
3	3,00	1,35	198,4
4	2,22	2,00	374,5
5	2,63	1,06	164,7
6	2,71	1,52	205,1

Se observó que para la dosificación del reactivo Fenton la dosis con mejores resultados de turbidez fue la jarra 2 y su duplicado la jarra 5 en donde se utiliza 145,44 mL de Peróxido de Hidrógeno y 124,83 gramos de Sulfato Ferroso correspondiente a la relación molar 1:3.

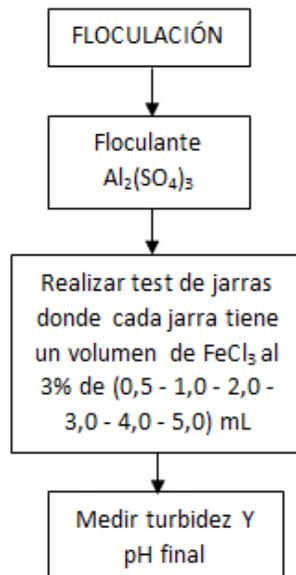
#### 4.2 COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN

Para el proceso de coagulación-floculación se tuvieron en cuenta dos tipos de muestra; en la primera se analizara el agua que ya fue sometida a un proceso de oxidación por medio del reactivo Fenton y en la segunda la muestra de agua residual cruda sin someterse a ninguna reacción, para así ser analizadas al final del proceso y poder realizar la comparación en cuanto al parámetro crítico que es el DQO. En los diagramas 3 y 4 se muestra el procedimiento realizado en el laboratorio.

**Diagrama 3.** Diagrama experimentación coagulación



**Diagrama 4.** Diagrama experimentación floculación.



**4.2.1 Coagulación-floculación del agua residual oxidada.** Para realizar este proceso se debe ajustar el pH para que pueda funcionar de manera efectiva, así que se procedió a subir el pH de las muestras hasta 10,5 usando la solución NaOH 1M no fue efectiva ya que se necesitaba más volumen que el de la muestra para neutralizarlo así que se suministraron 2,5 gramos de NaOH al 99% para alcanzar el pH esperado.

Teniendo como resultado un precipitado que permite evidenciar que la materia orgánica presente en la muestra si se está degradando, como se evidencia en la figura 15.

**Figura 15.** Alcalinización del agua residual oxidada.



Se observa, que en la jarra número 2 y 5 el agua es más clara corroborando que es la dosis con mejor respuesta al reactivo. Al tener el agua con un pH adecuado para realizar el proceso coagulación-floculación (figura 16), se realiza la adición de cloruro férrico al 3% y sulfato de aluminio al 5% el cual actuará como floculante en

este proceso, dosificándose a diferentes concentraciones, como se muestran en la tabla 20.

**Tabla 19.** Concentraciones de coagulante y floculante

Jarras	Cloruro Férrico (ppm)	Sulfato de Aluminio (ppm)
1	2416,67	2225
2	4833,33	4450
3	9666,67	8900
4	14500,00	13350
5	19333,33	17800
6	24166,67	22250

Los resultados obtenidos después de mantener el equipo de jarras a 100 rpm durante 5 minutos y un tiempo de floculación de 15 minutos a 40 rpm, se obtuvieron los resultados de la tabla 21.

**Figura 16.** Floculación-coagulación del agua residual oxidada



**Tabla 20.** Resultados obtenidos, agua residual oxidada

Experimento	pH	Turbidez (NTU)
1	11,93	2,26
2	12,54	3,94
3	10,05	2,87
4	8,64	3,52
5	12,32	3,95
6	12,64	2,75

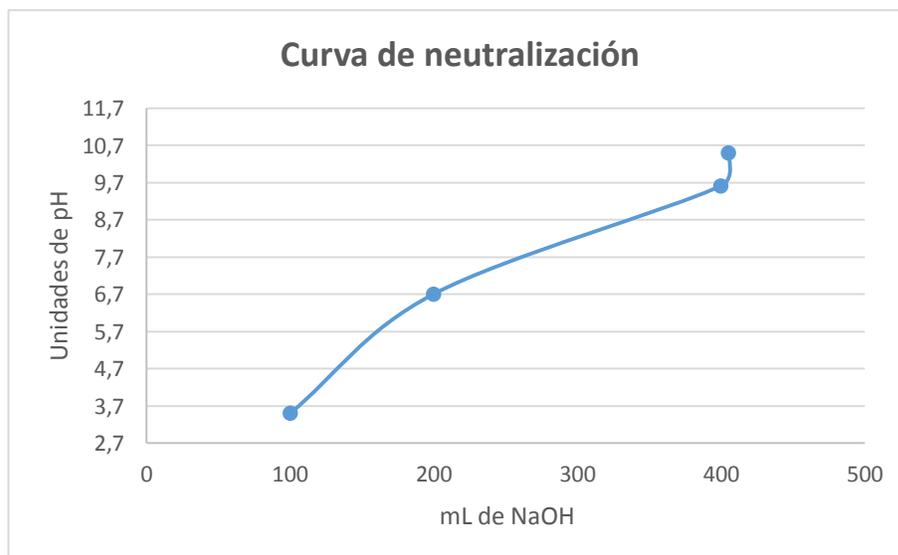
**4.2.2 Coagulación-floculación del agua residual sin oxidar.** El agua residual cruda sin ningún tipo de tratamiento es sometida al proceso de coagulación-floculación como se mencionó anteriormente para determinar si el proceso de oxidación es necesario en la implementación de la planta de tratamiento de aguas residuales.

De igual manera, fue necesario dosificar NaOH 1M (tabla 22) para la neutralización del agua y así iniciar el proceso al pH recomendado, la curva de neutralización se presenta en la gráfica 4.

**Tabla 21.** Dosificación de neutralizante para el agua cruda sin oxidar.

NaOH (mL)	pH	Muestra de agua (mL)
100	3,5	400
200	6,71	400
400	9,62	400
405	10,51	400

**Gráfica 4.** Curva de neutralización 2



En la figura 17, se pueden observar los lodos generados por el proceso de coagulación-floculación, en donde se utilizaron las mismas dosificaciones de reactivo como lo muestra la tabla 23.

**Tabla 22.** Dosificación de coagulante y floculante en agua residual cruda.

Jarras	Cloruro Férrico (mL)	Sulfato de Aluminio (mL)
1	0,5	0,5
2	1,0	1,0
3	2,0	2,0
4	3,0	3,0
5	4,0	4,0
6	5,0	5,0

Después de 30 minutos de reacción se observa la generación de lodos, así que se detiene el equipo y se procede a medir los valores de pH y turbidez que se muestran en la tabla 24.

**Figura 17.** Agua residual sin oxidar



**Tabla 23.** Resultados finales de pH y turbidez del agua residual sin oxidar

Experimento	pH final	Turbidez final (NTU)
1	7,35	0,26
2	10,08	9,77
3	6,43	1,53
4	6,34	2,55
5	6,64	1,91
6	6,72	2,50

Después de observar los resultados, la jarra que muestra mejores condiciones es la número 1, así que esta muestra es seleccionada para conservarse y analizar el parámetro crítico del proyecto, obteniendo los resultados de la tabla 25.

**Tabla 24.** Resultados de DQO realizados en el centro de gestión empresarial SENA

<b>Muestra</b>	<b>DQO (mg/L)</b>
Agua residual (oxidación, coagulación-floculación)	5875
Agua residual (coagulación- floculación)	3480

### 4.3 FILTRACIÓN

Después de haber realizado los procesos con mayor carga de reactivos y no alcanzar la remoción de contaminantes buscada se procede a realizar una filtración con carbón activado (figura 18) para remover los contaminantes que nos permitan cumplir la normatividad vigente.

**Figura 18.** Filtro de carbón activado.



Se procedió a verter las dos muestras por este filtro de carbón activado en donde desapareció el olor fuerte y penetrante en su totalidad ya no se percibía ningún tipo de contaminación en el agua, finalizadas las operaciones unitarias seleccionadas para evaluar a nivel laboratorio en este proyecto; se analiza uno de los parámetros críticos en este estudio (DQO), en donde se obtuvieron los resultados de la tabla 26.

**Tabla 25.** DQO removido por filtración.

<b>Tratamiento</b>	<b>DQO Inicial (mg/L)</b>	<b>DQO agua filtrada (mg/L)</b>
Agua residual (oxidación, coagulación-floculación)	5875	3925
Agua residual (coagulación-floculación)	3480	1020

#### 4.4 CONDICIONES DE OPERACIÓN SELECCIONADAS

Después de evaluar las alternativas para realizar el tratamiento de aguas residuales, las variables seleccionadas para una muestra de 800 mL de agua residual generada en la empresa PINTURAS SUPER LTDA y para el posterior tratamiento de sus aguas residuales se muestran en las tablas 27 y 28.

**Tabla 26.** Condiciones de operación.

<b>Variables</b>	<b>Jarra 1</b>
Coagulante (Cloruro Férrico)	0,5 mL
Floculante (Sulfato de Aluminio)	0,5 mL
Turbidez (NTU)	0,26
pH	7,35

**Tabla 27.** Porcentaje de remoción.

<b>Variable</b>	<b>Turbidez (NTU)</b>	<b>% Remoción</b>
Muestra sin tratar	1,68	84,52
Muestra clarificada	0,26	

Es importante aclarar que la muestra seleccionada y que obtuvo los mejores resultados en la medición de parámetros críticos fue el agua cruda a la cual no se le realizó oxidación, siendo esta el agua residual que es llevada al laboratorio CHEMILAB para realizar los análisis post tratamiento y comprobar la efectividad del tratamiento realizado.

El tratamiento efectuado en el laboratorio resultó eficiente debido a la correcta aplicación de coagulantes y floculantes, y tratamientos de filtración, obteniendo un

porcentaje de remoción de 97,2%, los resultados obtenidos en los factores críticos según la resolución 0631 se muestran en la tabla 29.

**Tabla 28.**Resultados del agua residual Post tratamiento.

<b>Parámetro.</b>	<b>Resultado.</b>	<b>Resolución 0631/1207.</b>
DBO <sub>5</sub>	743 mg/L O <sub>2</sub>	900 mg/L O <sub>2</sub>
DQO	1087 mg/L O <sub>2</sub>	1200 mg/L O <sub>2</sub>
Grasas y aceites.	11 mg/L	37,5 mg/L
Hidrocarburos totales	8,2 mg/L	10 mg/L
BTEX	<0,01 mg/L	0,001 mg/L
Fenoles	<0,01 mg/L	0,002 mg/L
Esteres ftalatos	<0,01 mg/L	0,005   mg/L

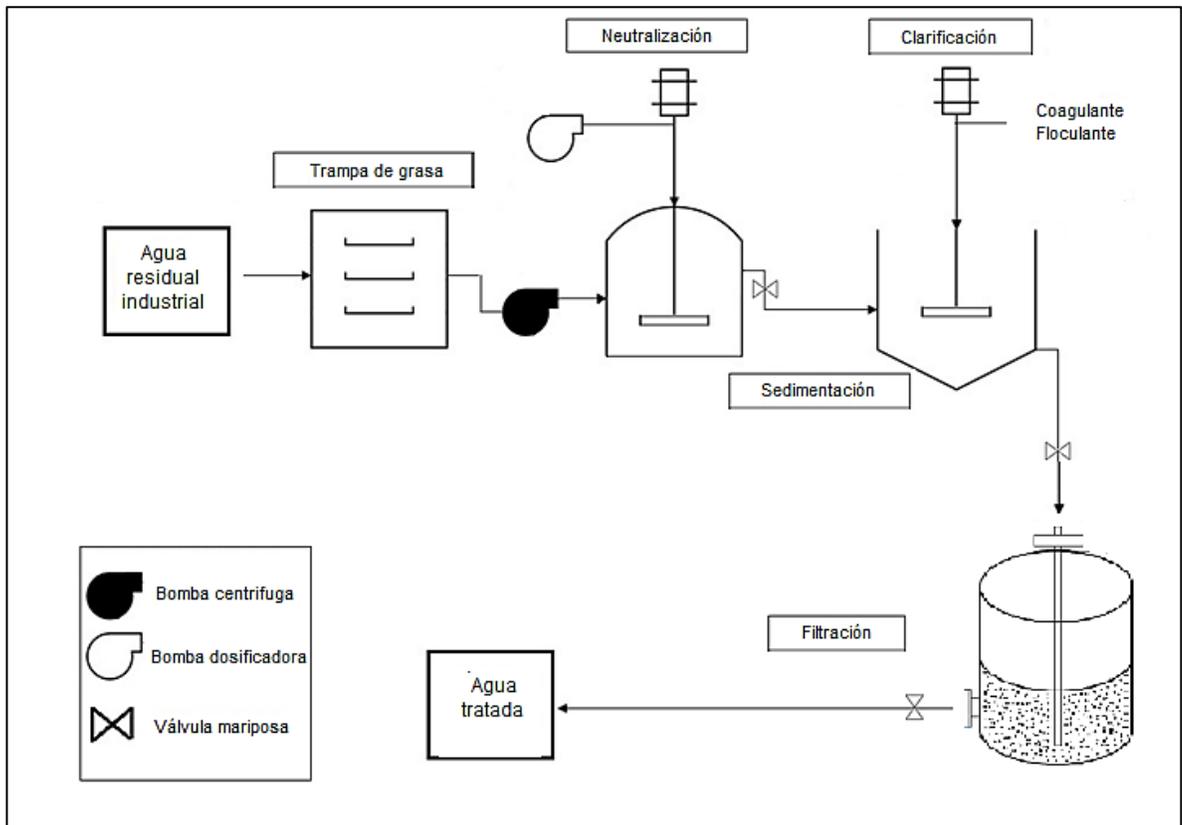
Después de realizar los tratamientos el agua cumple con los parámetros para poder verterse en el tanque de almacenamiento de la empresa el cual se utiliza para enfriar el aceite térmico usado para el calentamiento del reactor cumpliendo con los parámetros químicos y fisicoquímicos de la Resolución 1207 de 25 de Julio de 2014 por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas junto con la Resolución 0631. Los resultados obtenidos por el laboratorio CHEMILAB se encuentran en el Anexo C.

## 5. DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS

Posterior a la experimentación se definieron algunas características fundamentales en las operaciones unitarias seleccionadas, para obtener el tratamiento de aguas residuales con mejores resultados en el desarrollo experimental; que cumplan con las dos normas que rigen el proyecto detalladas en el capítulo uno y los objetivos propuestos al inicio de este proyecto.

De acuerdo con lo obtenido en el capítulo anterior la alternativa seleccionada contara con una trampa de grasa, sistema de homogenización, coagulación-floculación y filtro de carbón activado; que funcionaran secuencialmente para realizar el tratamiento de agua residual en la empresa PINTURAS SUPER LTDA como se muestra en la figura 19, el sistema se diseñó para realizar el tratamiento cada dos lotes de producción en donde aproximadamente pasaran 1200 (mil doscientos) litros de agua residual por la trampa de grasa y se almacenaran en el tanque de homogenización para así iniciar el proceso de tratamiento.

**Figura 19.** Diagrama de proceso propuesto para el tratamiento de aguas residuales.



## 5.1 TRAMPA DE GRASA

Es un tanque de dimensiones generalmente pequeñas en donde se tiene como objetivos retirar el material graso del agua a tratar, en donde este quedara en la superficie y el agua aclarada tendrá una descarga por la parte inferior. La capacidad de esta trampa de grasa es del 75% del valor real ya que se asume que el 25% restante estará retenido en las tuberías de ingreso y salida hacia el próximo tanque, según procedimientos experimentales tomados de la literatura<sup>47</sup>.

**Ecuación 14.** Volumen de diseño de trampa de grasa.

$$V_{\text{diseño}} = 0,75 * V_{\text{real}}$$

$$V_{\text{diseño}} = 0,75 * 1200\text{L}$$

$$V_{\text{diseño}} = 900 \text{ L}$$

$$V_{\text{diseño}} = 0,90 \text{ m}^3$$

En donde el volumen real es tomado del reporte hecho por la empresa que será máximo de 560 litros de agua residual por lote en donde se produce resina corta en Tofa; el agua residual que sale de la trampa de grasa se almacenara en el tanque de homogenización hasta producir un próximo lote. Para este tipo de equipos es necesario tener un especial cuidado con respecto a la limpieza y mantenimiento ya que de eso depende su eficiencia de remoción previniendo el escape de grasa y generación de malos olores.

## 5.2 TANQUE DE HOMOGENIZACIÓN

En este sistema de tratamiento de aguas residuales el tanque de homogenización tiene como finalidad disminuir los efectos de la mezcla de las diferentes concentraciones de las aguas residuales producidas y tener un agua con las mismas características para su posterior neutralización. Para obtener el diámetro de dicho tanque es necesario aclarar que se tomará el volumen de la base de cálculo que es  $1,2 \text{ m}^3$ , esto corresponde a la producción máxima de dos lotes. El volumen del tanque es calculado por medio de la ecuación 15, calculándose con un factor de seguridad del 15%<sup>48</sup>.

---

<sup>47</sup> ROMERO ROJAS Jairo Alberto, Tratamiento de Aguas Residuales, Teoría y Principios de Diseño, Escuela Colombiana de Ingeniería, 2008, p. 1090.

<sup>48</sup> Ibid., p. 1090

**Ecuación 15.** Volumen de tanque homogeneizador.

$$V_{\text{tanque}} = 1,2\text{m}^3 + (1,2\text{m}^3 * 0,15) = 1,38\text{m}^3$$

Debido a que el tanque estará en contacto con un fluido de característica corrosiva debe construirse en material anticorrosivo, como el acero inoxidable o acero al carbón 304; también debe tener una relación diámetro-altura de 1,5.

**Ecuación 16.** Volumen de cilindro.

$$V_{\text{cilindro}} = \frac{\pi}{4} * D^2 * h$$

Teniendo esta relación se puede expresar la ecuación 16 en función del diámetro y así realizar el despeje como se muestra a continuación.

**Ecuación 17.** Diámetro de tanque homogeneizador.

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 * V_{\text{cilindro}}}{1,5 * \pi}}$$

Se reemplazaron los valores obtenidos para el volumen y la relación h/D=1,5 en la ecuación 17, obteniendo el siguiente resultado.

**Ecuación 18.** Diámetro

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 * 1,38\text{m}^3}{1,5 * \pi}} = 1,05\text{m}$$

**Ecuación 19.** Altura del tanque homogeneizador.

$$h = D * 1,5$$

$$h = 1,05\text{m} * 1,5 = 1,58\text{m}$$

Teniendo las dimensiones del tanque se puede proceder a obtener los valores de diseño para el agitador, las consideraciones de diseño fueron tomadas de la literatura trabajada en este capítulo (ROMERO ROJAS Jairo Alberto, Tratamiento de Aguas Residuales, Teoría y Principios de Diseño, Escuela Colombiana de Ingeniería, 2008.) ,suponiendo que:

$$\frac{1,05}{d} = 3 \text{ y } \frac{h}{d} = 1$$

La relación anterior, se toma de la literatura, donde los valores observados allí fueron definidos experimentalmente<sup>49</sup>.

Entonces  $d=0,35$  y  $h=0,35$ , para una buena homogenización la velocidad de rotación escogida es de 100 rpm es decir 1,7 rps así que la potencia requerida en este equipo se calcula por medio de la ecuación 20.

**Ecuación 20.** Potencia requerida.

$$P = K\rho N^3 d^5$$

En donde  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$  y K llamada constante de agitación equivale a 6,30. Reemplazando estos datos en la ecuación 24 obtenemos que la potencia es de:

$$P = 6,30 * 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * (1,7\text{rps})^3 * 0,39^5 = 279\text{W}$$

Con una eficiencia del 75%, se considera este dato teniendo en cuenta los diseños industriales comerciales, ya que la eficiencia debe ser relativamente grande para reducir el mínimo tiempo de agitación<sup>50</sup>.

$$P = \frac{279\text{W}}{(0,75 * 1000)} = 0,372 \text{ KW A HP}$$

De las relaciones usadas anteriormente se puede establecer la longitud del agitador.

**Ecuación 21.** Longitud del agitador.

$$\begin{aligned} \frac{D}{d} &= 3 \\ d &= \frac{1,05}{3} \\ d &= 0,35 \\ \frac{h}{d} &= 1 \\ h &= 1 * 0,35\text{m} \\ h &= 0,35\text{m} \end{aligned}$$

Calculamos también la longitud de la paleta del impulsor por medio de la ecuación 22.

---

<sup>49</sup> ROMERO. Op.Cit., p. 1093.

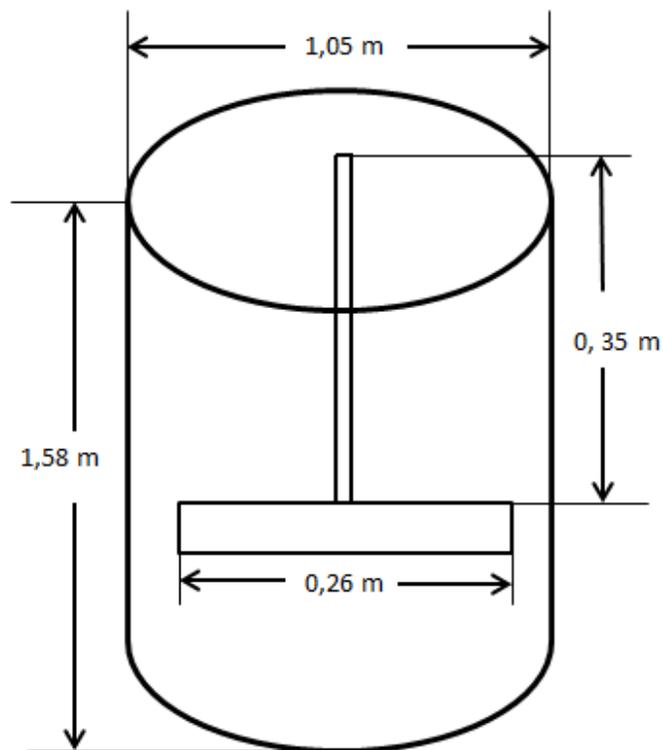
<sup>50</sup> Ibid., p. 1092

**Ecuación 22.** Longitud de paleta.

$$S = \frac{D}{4}$$
$$S = \frac{1,05}{4} = 0,26\text{m}$$

Teniendo todas las dimensiones calculadas es posible realizar el bosquejo del tanque homogeneizador representado en la figura 20.

**Figura 20.** Tanque homogeneizador.



En la empresa PINTURAS SUPER LTDA. funcionarán los equipos cada dos días en donde se tendrá una cantidad representativa de agua para ser tratada. Dependiendo del volumen a tratar así mismo deberá ser adicionado hidróxido de sodio a una concentración de 1 molar, en este caso la industria por obvias razones deberá realizar el tratamiento a un volumen de agua residual mucho más grande en donde la cantidad de Hidróxido de Sodio será mucho más alta, en la ecuación

23 se muestra el cálculo para determinar la cantidad de reactivo que de ser utilizado.

**Ecuación 23.** Dosificación de NaOH para neutralizar agua residual.

$$0,0004\text{m}^3\text{agua residual} \rightarrow 0,00041\text{m}^3 \text{NaOH}$$

$$0,90\text{m}^3\text{agua residual} \rightarrow X$$

$$X = \text{Cantidad de NaOH}$$

$$X = 0,9225\text{m}^3$$

### 5.3 TANQUE DE SEDIMENTACIÓN

En el tanque sedimentador o clarificador, es una de las unidades u operación unitaria en el proceso de mayor importancia es aquí donde se reducirán los contaminantes del agua residual, por medio de la coagulación, floculación y sedimentación los valores de DBO<sub>5</sub>, DQO, grasas y aceites disminuirán.

El clarificador facilitara la remoción de los lodos generados después de la aplicación de los químicos correspondientes; de igual manera se tendrán las mismas consideraciones del tanque homogeneizador para su dimensionamiento. El volumen del tanque se calcula por medio de la ecuación 24 con un factor de seguridad del 15%.

**Ecuación 24.** Volumen del tanque clarificador.

$$V_{\text{tanque}} = 1,20\text{m}^3 + (1,20\text{m}^3 * 0,15) = 1,38 \text{m}^3$$

Por medio de la ecuación de volumen de cilindro, se puede expresar en función del diámetro usando la relación h/D=1,5 como se observa en la ecuación 25.

**Ecuación 25.** Diámetro de tanque clarificador.

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 * V_{\text{cilindro}}}{1,5 * \pi}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 * 1,38\text{m}^3}{1,5 * \pi}} = 1,05\text{m}$$

Y tomando la misma relación de 1,5 con respecto a la altura obtenemos la altura por medio de la ecuación 26.

**Ecuación 26.** Altura de tanque clarificador.

$$h = D * 1,5$$

$$h = 1,05\text{m} * 1,5 = 1,58\text{m}$$

El proceso de sedimentación requiere de una sección cónica en donde se acumularan los lodos del tratamiento que posteriormente son retirados. Debe tenerse en cuenta que la inclinación con respecto a la horizontal del tanque de esta sección debe ser de 30 grados que para efectos de los cálculos deben trabajarse en radianes.

**Ecuación 27.** Radio del cilindro.

$$r_{\text{cilindro}} = \frac{D}{2}$$

$$r_{\text{cilindro}} = \frac{1,05\text{m}}{2}$$

$$r_{\text{cilindro}} = 0,53\text{m}$$

**Ecuación 28.** Grados a radianes.

$$\alpha = 30^\circ = 30^\circ \left( \frac{2\pi}{360^\circ} \right)$$

$$\alpha = 0,5235$$

**Ecuación 29.** Altura de sección cónica.

$$\text{Tan } \alpha = \frac{h_{\text{sec.conica}}}{r_{\text{cilindro}}}$$

$$h_{\text{sec.conica}} = \text{Tan } \alpha * r_{\text{cilindro}}$$

$$h_{\text{sec.conica}} = \text{Tan } 0,5235 * 0,53\text{m}$$

$$h_{\text{sec.conica}} = 0,28\text{m}$$

Teniendo la altura de la sección cónica se procede a calcular el volumen de esta sección usando la ecuación 30.

**Ecuación 30.** Volumen de la sección cónica.

$$V_{\text{sec.cónica}} = \frac{\pi * r^2 * h_{\text{sec.cónica}}}{3}$$

$$V_{\text{sec.cónica}} = \frac{\pi * (0,53\text{m})^2 * 0,28\text{m}}{3}$$

$$V_{\text{sec.cónica}} = 0,08\text{m}^3$$

Para obtener la altura total del tanque sedimentador debe establecerse una relación entre el cilindro y el cono como se muestra en las ecuaciones 31, 32 y 33.

**Ecuación 31.** Diferencia de volumen.

$$V_{\text{cilindro}} = V_{\text{tanque}} - V_{\text{cono}}$$
$$V_{\text{cilindro}} = 1,38\text{m}^3 - 0,08\text{m}^3 = 1,3\text{m}^3$$

**Ecuación 32.** Altura de cilindro sedimentador.

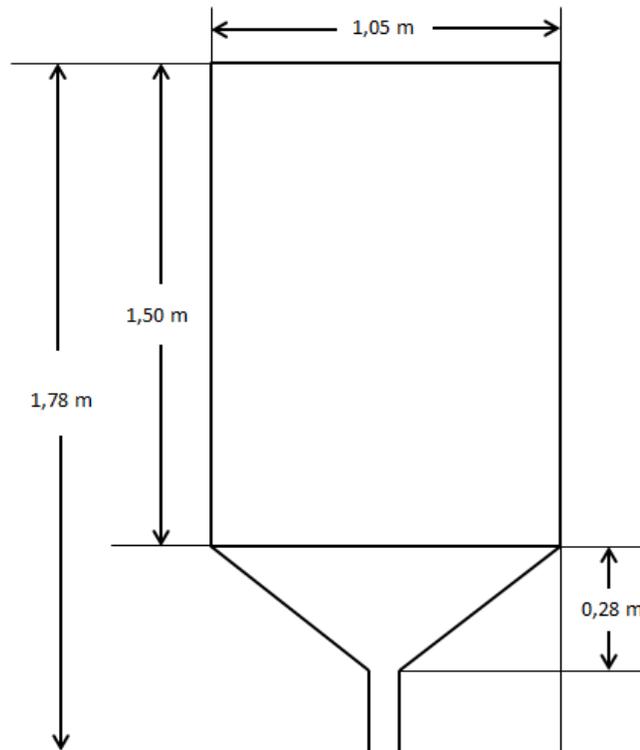
$$h_{\text{cilindro}} = \frac{4 * V_{\text{cilindro}}}{\pi * D^2}$$
$$h_{\text{cilindro}} = \frac{4 * 1,3\text{m}^3}{\pi * (1,05\text{m})^2}$$
$$h_{\text{cilindro}} = 1,50\text{m}$$

**Ecuación 33.** Altura total del sedimentador.

$$h_{\text{total}} = h_{\text{cilindro}} + h_{\text{sec.cónica}}$$
$$h_{\text{total}} = 1,50\text{m} + 0,28\text{m} = 1,78\text{m}$$

Teniendo todas las dimensiones podemos realizar el esquema que se muestra en la figura 21.

**Figura 21.** Tanque de sedimentación



#### **5.4 FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO**

El tratamiento de aguas residuales por medio de un filtro de carbón, es utilizado para la remoción de contaminantes en pequeña concentración como enlaces no biodegradables y aguas residuales procedentes de procesos industriales, su efectividad en la remoción de gran variedad de compuestos orgánicos ha hecho que sea una de las operaciones de mayor uso en la actualidad.

Para realizar el dimensionamiento de este filtro hay que tener claro que los granos del medio filtrante deben tener un mayor tamaño que los del agua potable para que pueda ser almacenado el volumen del floc removido y la velocidad de filtrado sea la apropiada.

El filtro no tendrá gran carga de sólidos suspendidos ya que son muy pocos y fueron removidos en el proceso de coagulación-floculación, así que para el diseño del filtro se considerara la profundidad del lecho, la tasa de filtración y la pérdida de carga disponible para filtración, en la tabla 30 se muestran las características del filtro usado.

**Tabla 29.** Características del filtro.

Material	Característica	Valor	
		Intervalo	Típico
Antracita	Profundidad (cm)	30-75	60
	Tamaño efectivo (mm)	0,8-2,0	1,3
	Coefficiente de uniformidad	1,3-1,8	1,6
	Tasa de filtración (m/día)	120-600	300

Teniendo las características generales del filtro se puede proceder a realizar el diseño conceptual del filtro, tomando un promedio de los valores ya observados en la tabla anterior. Se escogió una profundidad y coeficiente de uniformidad típico mientras que el tamaño efectivo se halló como lo muestra la ecuación 34.

**Ecuación 34.** Tamaño efectivo

$$\text{Tamaño efectivo} = \frac{0,8 + 2,0}{2} = 1,44\text{mm}$$

En el filtro se tendrá un espacio vacío de 40 cm y la tasa de filtración será tomado con el menor valor ya que el agua en este punto no posee gran carga de contaminantes 120 m/día, para calcular el área de filtración se tomó de nuevo el mayor volumen diario de agua tratada que es de 1200 m<sup>3</sup> como se evidencia en la ecuación 35.

**Ecuación 35.** Área de filtración.

$$\text{Area de filtración} = \frac{\text{Volumen de agua diario}}{\text{Tasa de filtración}}$$

$$\text{Area de filtración} = \frac{1,2 \text{ m}^3/\text{d}}{120 \text{ m}/\text{d}} = 0,01\text{m}^2$$

Posterior al área calculamos el volumen usando la ecuación 36.

**Ecuación 36.** Volumen de filtro.

$$\text{Volumen del filtro} = \text{Area} \times \text{Altura}$$

$$\text{Volumen del filtro} = 0,01\text{m}^2 \times 1,0 \text{ m} = 0,01\text{m}^3$$

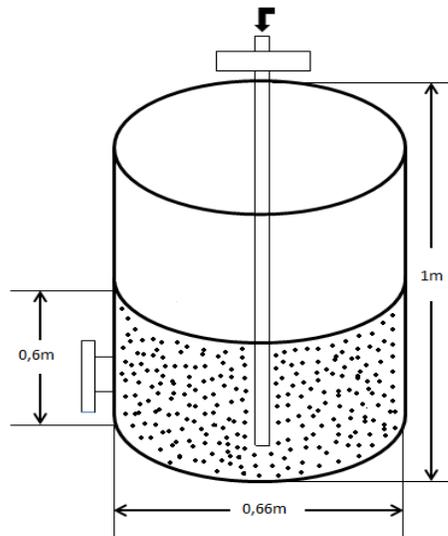
Utilizando la relación h/D=1,5 podemos obtener el diámetro del filtro como lo representa la ecuación 37.

**Ecuación 37. Diámetro del filtro.**

$$D = \frac{1,0 \text{ m}}{1,5} = 0,66\text{m}$$

Para la aplicación de este filtro de carbono es necesario usar filtros que permitan la penetración de solidos suspendidos en donde el tamaño del grano vaya de grueso a fino, teniendo las dimensiones del filtro es posible realizar un esquema (figura 22) que muestre una idea clara del filtro que se usara para el tratamiento del agua residual.

**Figura 22.** Filtro de carbón activado.



**Tabla 30.** Dimensiones de equipos seleccionados.

<b>Equipo</b>	<b>Volumen (L)</b>	<b>Diámetro (m)</b>	<b>Altura (m)</b>
Trampa de grasa	900	N.A.	N.A.
Tanque de homogenización	1380	1,05	1,58
Tanque de sedimentación	1380	1,05	1,50
Filtro de carbón activado	10	0,66	1,00

En la tabla 31 se pueden observar las dimensiones del diseño conceptual que se le entregara a la empresa PINTURAS SUPER LTDA. del proceso de tratamiento del agua residual proveniente de la producción de resinas.

## 6. COSTOS

En este capítulo se expone los costos involucrados en la implementación de la alternativa para el sistema de tratamiento de aguas residuales en la empresa Pinturas Súper Ltda. A continuación, se describe de manera detallada el capital CAPEX el cual se dispone para la inversión con la adquisición de cada uno de los equipos que intervienen y la instalación de la planta para el funcionamiento del sistema de tratamiento de agua residual en la empresa Pinturas Super Ltda..

### 6.1 INVERSIÓN

Para calcular los costos de inversión es necesario conocer el valor de cada uno de los equipos necesarios para la ejecución de la alternativa los cuales se muestran en la tabla 35.

**Tabla 31.** Costo de equipos

<b>Equipo</b>	<b>Costo actual</b>
Tanque homogenizador	\$ 5'129.300
Sedimentador	\$ 5'621.500
Trampa de grasa	\$550.000
Tanques de almacenamiento	\$701.000
Filtro carbón activado	\$ 770. 400
Bomba Centrifuga	\$ 1'422.000
Bomba Dosificadora	\$ 2'022.200
Total	\$16'216.400

### 6.2 INSTALACIÓN

Los costos de mano de obra involucran los costos de instalación de los equipos, sin embargo, la tarifa de estos ya se encuentran comprendidas en los costos de inversión, adicionalmente se tiene en cuenta la tubería que va a conectar los equipos involucrados esta es en poliuretano.

**Tabla 32.** Costos de tubería para la conexión de equipos.

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
Tubo 32 MM poliuretano azul	8	\$8.587	\$54.957
Unión 32 MM poliuretano fusión	4	\$1.793	\$5.738
Codo 32 MM poliuretano fusión	4	\$3.065	\$9.808
Válvula de mariposa 32	2	\$36.000	\$57.600

MM poliuretano fusión			
Total Bruto	Descuento	Subtotal	Total con IVA
\$160.128	20%	\$128.103	\$152.443

**Tabla 33.** Costos de piso para la adecuación de la planta

Descripción	Cantidad	Precio m	Valor Total
Piso en gravilla, altura de 12 cm	100 m2	\$9.500	\$950.000
Total Bruto	Descuento	Subtotal	Total con IVA
\$950.000	10%	\$855.000	\$879.340

**Tabla 34.** Costos de instalación de la planta.

Costo involucrado	Valor total
Piso en gravilla, altura de 12 cm	\$879.340
Tubo 32 MM poliuretano azul	\$152.443
<b>TOTAL</b>	<b>\$1'031.783</b>

Se debe tener en cuenta los costos asociados con la operación, gastos para el consumo de reactivos y para el análisis periódico que se le debe brindar al vertimiento, estos son gastos para el buen funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residual en la empresa Pinturas Super Ltda. Se presenta a continuación el capital OPEX descrito:

### 6.3 OPERACIÓN Y ADMINISTRATIVOS

En los costos de operación se involucra el consumo de reactivos teniendo en cuenta que, también los costos administrativos estos involucran el consumo energético de parte de las bombas conociendo que la planta está ubicada en el municipio de Mosquera y que el costo de la tarifa de energía eléctrica de es de \$504,48 Kw/h<sup>51</sup> y los costos de análisis y muestreo del vertimiento ya que la empresa dejaría de pagar a una entidad externa por el tratamiento, lo cual exige que periódicamente realicen un diagnóstico del agua residual proveniente de la

<sup>51</sup> CODENSA. Tarifas De Energía Eléctrica (\$/kwh) Reguladas Por La Comisión De Regulación De Energía y Gas (Creg) Julio De 2017. [Print(0)]. 1 de Julio/2017. Disponible en: file:///C:/Users/HP/Downloads/Tarifario-julio-2017.pdf

producción de resina para comprobar que están cumpliendo con la normatividad exigida en la Resolución 0631.

**Tabla 35.** Tiempo laboral en Pinturas Super Ltda.

<b>Tiempo Laboral</b>	<b>Cantidad</b>
Días año	276
Días hábiles por mes	26
Horas efectivas de trabajo	8
Horas efectivas de trabajo en el año	2208

**Fuente:** Pinturas Super Ltda.

De acuerdo al diagnóstico realizado en Pinturas Súper Ltda, el agua residual proveniente de la producción de resinas es en un promedio de 5000 L mensuales, es decir 250 L/día. Para evaluar la cantidad de coagulante y floculante que se va a utilizar es necesario calcular el costo anual que se va a consumir de estos.

**Tabla 36.** Costos de operación.

<b>Costos de operación</b>					
<b>Consumo de reactivos</b>					
<b>Reactivos</b>	<b>Costo Unitario (L)</b>	<b>Cantidad mensual</b>	<b>Costo mensual</b>		
Hidróxido de Sodio	\$4.668	360 L	\$1'680.480		
Sulfato de aluminio	\$4.050	0,75 L	\$3'038		
Cloruro Férrico	\$12.800	0,75 L	\$9'600.000		
Costo total mensual			\$1'693.118		
Costo total anual			\$16'931.175		
<b>COSTOS ENERGETICOS</b>					
Equipo	Kw/h	Consumo anual Kw/h	Unidades	Costo (\$/kW/h)	Costo anual
Bomba dosificadora	0,12	294,96	3	504,48	\$446.404
Bomba centrífuga	3,44	7595,52	1	504,48	\$3'831.787
Total					\$4'278.192
<b>ANALISIS DEL VERTIMIENTO</b>					
Tipo de análisis	Frecuencia	Costo Unitario		Costo Anual	
Muestreo	Cuatrimstral	\$390.000		\$1'170.000	
Tipo de análisis	Frecuencia	Costo Unitario		Costo Anual	
Caracterización	Anual	\$785.000		\$785.000	
Total					\$1'955.000
Total costo anual administrativo					\$6'233.192
Total costos de operación					

#### 6.4 COSTO TOTAL PARA EL MONTAJE DE LA PLANTA.

**Tabla 37.** Costos totales

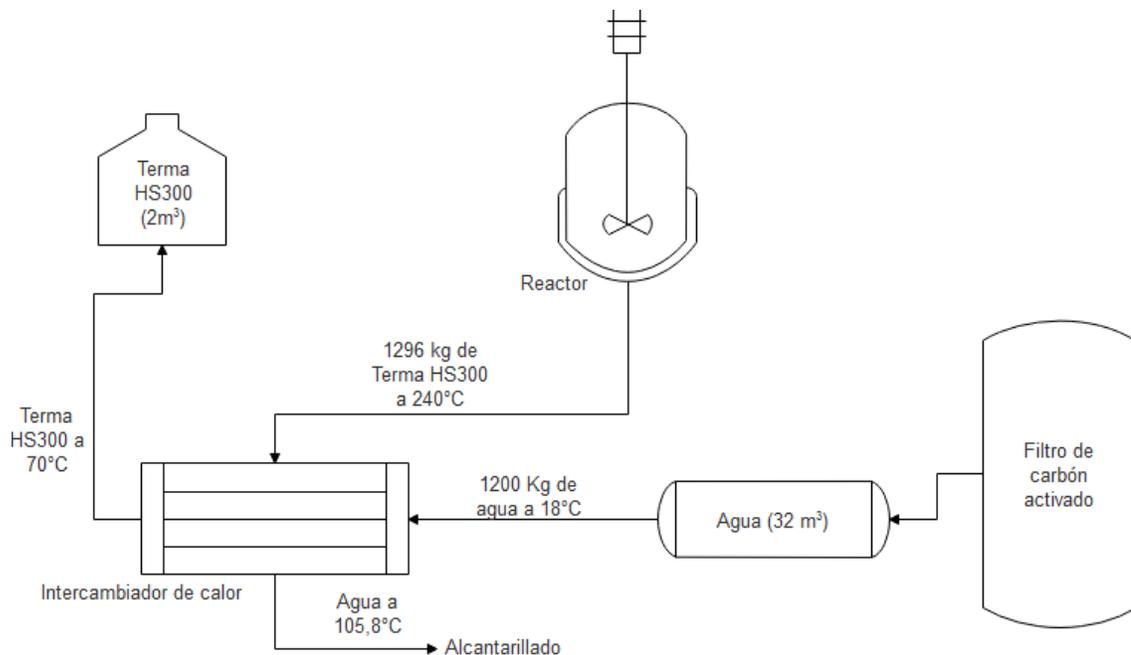
Costos de equipos.	\$16'216.400
Costos de instalación.	\$1'031.783
Costos de operación.	\$16'931.175
Costos energéticos.	\$4'278.192
Costos para el análisis del vertimiento.	\$1'955.000
<hr/>	
TOTAL	\$40'412.550

## 7. APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL AGUA RESIDUAL

Después de realizar la proyección económica del proyecto se evidenció que es totalmente viable implementar el sistema de tratamiento en la producción de resinas alquídicas en la empresa PINTURAS SUPER LTDA, para así aprovechar el agua tratada en el sistema de enfriamiento en donde se utiliza un intercambiador de calor para bajar la temperatura del aceite térmico utilizado en el calentamiento del reactor y tener una temperatura adecuada para su almacenamiento.

El aceite Terma HS300 pasa por una caldera en donde es calentado y transportado hacia la caldera en donde pasara por la chaqueta térmica y así elevar la temperatura del reactor a 240°C, cuando este proceso de calentamiento finalice este fluido debe ser almacenado de nuevo, a una temperatura de 70°C aproximadamente ya que almacenar este tipo de fluidos a temperaturas elevadas puede representar un peligro para los operadores del sistema. El fluido utilizado para el enfriamiento del aceite es agua almacenada en un tanque de 32 m<sup>3</sup>, el cual es llenado con agua potable, es aquí donde el agua tratada reemplazara este servicio ya que según los resultados obtenidos en el capítulo 4, es un agua que cumple con los parámetros exigidos en la Resolución 1207 del 25 de Julio de 2014 estando en conformidad con la ley, en el diagrama 5 ,se muestra el proceso de enfriamiento del aceite térmico.

**Diagrama 5.** Diagrama de enfriamiento



## 7.1 CALOR CEDIDO POR EL FLUIDO CALIENTE

El aceite térmico es el que permite que la materia prima que está en el reactor alcance la temperatura deseada y pueda reaccionar de manera correcta, para así obtener el producto deseado, pero para almacenar este fluido se debe someter a un proceso de enfriamiento en donde es necesario conocer el calor que debe ser cedido, calculada por medio de la ecuación 42.

**Ecuación 38.** Calor cedido por el fluido caliente

$$Q' = mC_p(T_1 - T_2)$$

En donde:

Q': Calor (kJ)

m: masa del aceite (kg)

C<sub>p</sub>: Capacidad calorífica del aceite (kJ / kg °C)

T<sub>1</sub>: Temperatura de entrada del aceite (°C)

T<sub>2</sub>: Temperatura de salida del aceite (°C)

$$Q' = 1296 \text{ kg} * 2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} (240^\circ\text{C} - 70^\circ\text{C})$$

$$Q' = 440640 \text{ kJ}$$

Lo que significa que para obtener una temperatura de final de 70°C el calor cedido debe ser de 440640 KJ y así poder almacenar este fluido sin ningún tipo de peligro o daño en la etapa de producción.

## 7.2 AGUA DE ENFRIAMIENTO

El agua de enfriamiento esta almacenada en un tanque que tiene capacidad para 32 m<sup>3</sup>, en donde se mantiene a una temperatura ambiente de 18°C, se bombean 3000 kg de agua tratada hacia el intercambiador de calor en donde se transfiere energía en forma de calor que proviene del aceite térmico utilizado en el reactor como se muestra en la ecuación 39.

**Ecuación 39.** Ecuación de calor para el fluido frío

$$Q' = mC_p(t_2 - t_1)$$

En dónde:

Q': Calor (kJ)

m: masa del agua (kg)

C<sub>p</sub>: Capacidad calorífica del agua (kJ/kg °C)

$t_1$ : Temperatura inicial del agua ( $^{\circ}\text{C}$ )

$t_2$ : Temperatura final del agua ( $^{\circ}\text{C}$ )

Despejando la temperatura final del agua, se obtiene la ecuación 40.

**Ecuación 40.** Ecuación para calcular la temperatura de salida del agua.

$$t_2 = t_1 + \frac{Q'}{mC_p}$$

$$t_2 = 18^{\circ}\text{C} + \frac{440640 \text{ KJ}}{1200 \text{ kg} * 4,18 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}}$$

$$t_2 = 105,8^{\circ}\text{C}$$

Sabiendo el calor que debía ser cedido se pudo obtener la temperatura de salida del refrigerante en este caso agua, siendo esta de  $105,85^{\circ}\text{C}$  así que debido al aumento de temperatura no se almacenara de nuevo en el tanque de almacenamiento ya que alteraría la temperatura del agua de reserva que se tiene en este. El agua que se utilice tendrá una salida hacia el alcantarillado si ningún tipo de problema debido a que en este proyecto se contemplaron los parámetros exigidos por la Resolución 0631 del 17 de Marzo de 2015.

Se mantendrá una reserva de agua en el tanque de refrigerante ya que la planta de tratamiento puede tener alguna falla y no podrá suministrar agua tratada al intercambiador de calor, así que esta reserva permitirá almacenar el aceite mientras se realiza el debido mantenimiento al sistema de tratamiento de agua residual.

## 8. CONCLUSIONES

- Se concluye que los vertimientos provenientes del proceso de producción de resinas alquídicas tienen una alta carga de contaminantes y requiere de un tratamiento químico para reducir parámetros críticos como lo son la DQO y DBO<sub>5</sub> en un 97% para dar cumplimiento a la normatividad que rige el proyecto, la Resolución 1207 del 25 de Julio de 2014 y la Resolución 0631 del 17 de Marzo de 2015. Si esta normatividad tiene algún tipo de modificación se requerirá de una revisión de los nuevos parámetros que se deben cumplir como lo son sólidos suspendidos totales, grasas y aceites, DBO<sub>5</sub>, DQO y pH.
- Se selecciona la alternativa 2, es decir las operaciones de neutralización, coagulación, floculación para una posterior sedimentación y una filtración final como la alternativa de tratamiento adecuada por medio de una matriz de selección, esta tiene un costo de 13'000.000.
- Se determina posterior al test de jarras que el coagulante adecuado para el tratamiento es Cloruro Férrico al 3% en una concentración de 2416,67 ppm y 2225 ppm del floculante Sulfato de Aluminio al 5% y 405 mL de NaOH 1M para el proceso de neutralización, para remover el 97,24% de contaminantes presentes en una muestra de 600 mL de agua residual, que posteriormente será utilizada en un aprovechamiento energético en donde recibirá 440640 kJ provenientes del enfriamiento del aceite térmico utilizado en el calentamiento del reactor.
- Se desarrolla un análisis de costos, involucrando costos de inversión, costos de insumos anuales, costos de análisis y muestreo y finalmente costos de mano de obra, anualmente. El cual da una inversión inicial de \$40'412.550, en los años siguientes no se tendrán en cuenta costos de inversión de equipos ni instalación de estos mismos, esto genera un costo menor de \$23'164.367.

## 9. RECOMENDACIONES

- Evaluar la neutralización con Hidróxido de Sodio a una mayor concentración ya que puede disminuirse considerablemente el volumen de los tanques utilizados en el proceso de tratamiento de aguas residuales.
- Análisis de los lodos generados para controlar sus características y generar una correcta disposición.
- Adquirir un equipo de test de jarras con el fin de realizar ensayos los cuales permitirán un ajuste de la dosificación de reactivos, en posibles variaciones del agua residual industrial.
- Desarrollar un proceso para la utilización de los lodos generados en el proceso de sedimentación con el fin de ser utilizado en procesos como compostaje u otras actividades.

## BIBLIOGRAFÍA

Aceite Imperial. Hoja Técnica Del Aceite De Soya. [Electronic (1)]. [Consultado el Marzo/272017]. Disponible en: <http://www.apecsacv.com/pdf/acieteHojaTecnica.pdf>

AGUAMARKET. Diccionario. [Consultado Agosto/09/2017]. Disponible en: <http://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=3231>

AGUILAR,MI. Tratamiento Físico-Químico De Aguas Residuales: Coagulación-Floculación. EDITUM, 2002.

CALDERÓN, María Luisa Saborido. Los barnices, capa de protección. Significado y composición: resinas sintéticas, aceites, disolventes y ceras. En: REVISTA DE CLASESHISTORIA. no. 6, p. 8

CÁRDENAS, Yolanda. Tratamiento De Agua, Coagulación y Floculación. Lima.: SEDAPAL, 2000

CONQUIMICA SA. Aceite De Palmiste RBD. [Electronic (1)]. 09/01/2014. [Consultado el Marzo/272017]. Disponible en: [http://www.conquimica.com/wp-content/uploads/2015/06/ft\\_aceite\\_de\\_palmiste.pdf](http://www.conquimica.com/wp-content/uploads/2015/06/ft_aceite_de_palmiste.pdf)

CORQUIVEN C.A. Hoja De Seguridad Tall Oil. [Electronic (1)]. [Consultado el marzo/272017]. Disponible en: <http://www.corquiven.com.ve/PDF/MSDS-ACIDO-GRASO-TALL-OIL.pdf>

CUESTA C., Floculación. [Consultado en Agosto/09/2017]. Disponible en: [http://fjartnmusic.com/Personal/UIA\\_files/Floculacio%CC%81n%20PPT.pdf](http://fjartnmusic.com/Personal/UIA_files/Floculacio%CC%81n%20PPT.pdf)

ESPIGARES M, Aguas residuales. Composición. [Consultado Agosto/09/2017] Disponible en: [http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas\\_Residuales\\_composicion.pdf](http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf)

IDEAM. Instructivo Para La Toma De Muestras De Aguas Residuales. [Print (0)]. Colombia. 10/09/2007. [Consultado el Marzo/272017]. Disponible en: [http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38158/Toma\\_Muestras\\_AguasResiduales.pdf/f5baddf0-7d86-4598-bebd-0e123479d428](http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38158/Toma_Muestras_AguasResiduales.pdf/f5baddf0-7d86-4598-bebd-0e123479d428)

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Documentación. Presentación de tesis trabajos de grado y otros trabajos de investigación. NTC 1486. Sexta actualización, Bogotá: en instituto, 2008, p.1

\_\_\_\_\_. Referencias bibliográficas, contenido, forma y estructura. NTC 5313. Bogotá: el instituto, 2008, p.12.

\_\_\_\_\_. Referencias documentales para fuentes de informaciones electrónicas. NTC 4490. Bogotá: el instituto, 1998, p.12.

LAS CEIBAS. Prueba de jarras, gestión de acueducto. [Consultado Agosto/09/2017]. Disponible en: [http://www.lasceibas.gov.co/sites/default/files/documentacion/ac-pr-03\\_prueba\\_de\\_jarras\\_0.pdf](http://www.lasceibas.gov.co/sites/default/files/documentacion/ac-pr-03_prueba_de_jarras_0.pdf)

LATORRE TORRES, Diego Fernando y QUIROGA CUBIDES, Lina Paola. Diseño Básico De Una Planta Piloto Para La Producción De Resina Alquídic En Chemicals Ltda. Bogotá D.C.: Universidad de América., 2008.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. RESOLUCIÓN no. 0631. [Electronic (1)]. Marzo/17/2015. [Consultado el Marzo/27/2017]. Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res\\_631\\_marz\\_2015.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res_631_marz_2015.pdf)

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. RESOLUCIÓN no. 1207 del 2014. Agosto/08/2014. [Consultado el Agosto/09/2017]. Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res\\_1207\\_2014.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res_1207_2014.pdf)

PAREDES, López En: PROPUESTA DE GESTIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS INDUSTRIALES DE UNA EMPRESA DE PINTURA y REVESTIMIENTOS.

PEREZ ALARCÓN, Fausto Emir y CAMACHO ALCALA, Kathya Lizeth. Tecnologías Para El Tratamiento De Aguas Servidas. Veracruz, México.: Universidad Veracruzana, 2011. p. 18.

PINILLOS, FM; PICARDO,A. y ALLUÉ-ANDRADE,M. La resina: Herramienta de conservación de nuestros pinares. En: JUNTA DE CASTILLA y LEÓN, VALLADOLID, ESPAÑA.

QUIMINET. Glosario de términos relacionados con el agua. [Consultado en Agosto/09/2017]. Disponible en: <https://www.quiminet.com/articulos/glosario-de-terminos-relacionados-con-el-agua-biomonitorizacion-carga-del-lecho-2573126.htm>

QUIROZ ALCÍVAR, José Luis. En: diseño de un sistema para disminuir el consumo de agua natural, utilizado en lavado de los reactores en la planta de resinas alquídicas en la empresa pinturas cóndor SA.

RAMALHO, Rubens Sette. Tratamiento De Aguas Residuales. Reverté, 1990.

ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño. En: ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍAS.

SANCHEZ GUERRERO, G. Nueves. Técnicas Participativas Para La Planeación. México: Fundación ICA, 2003.p 199.

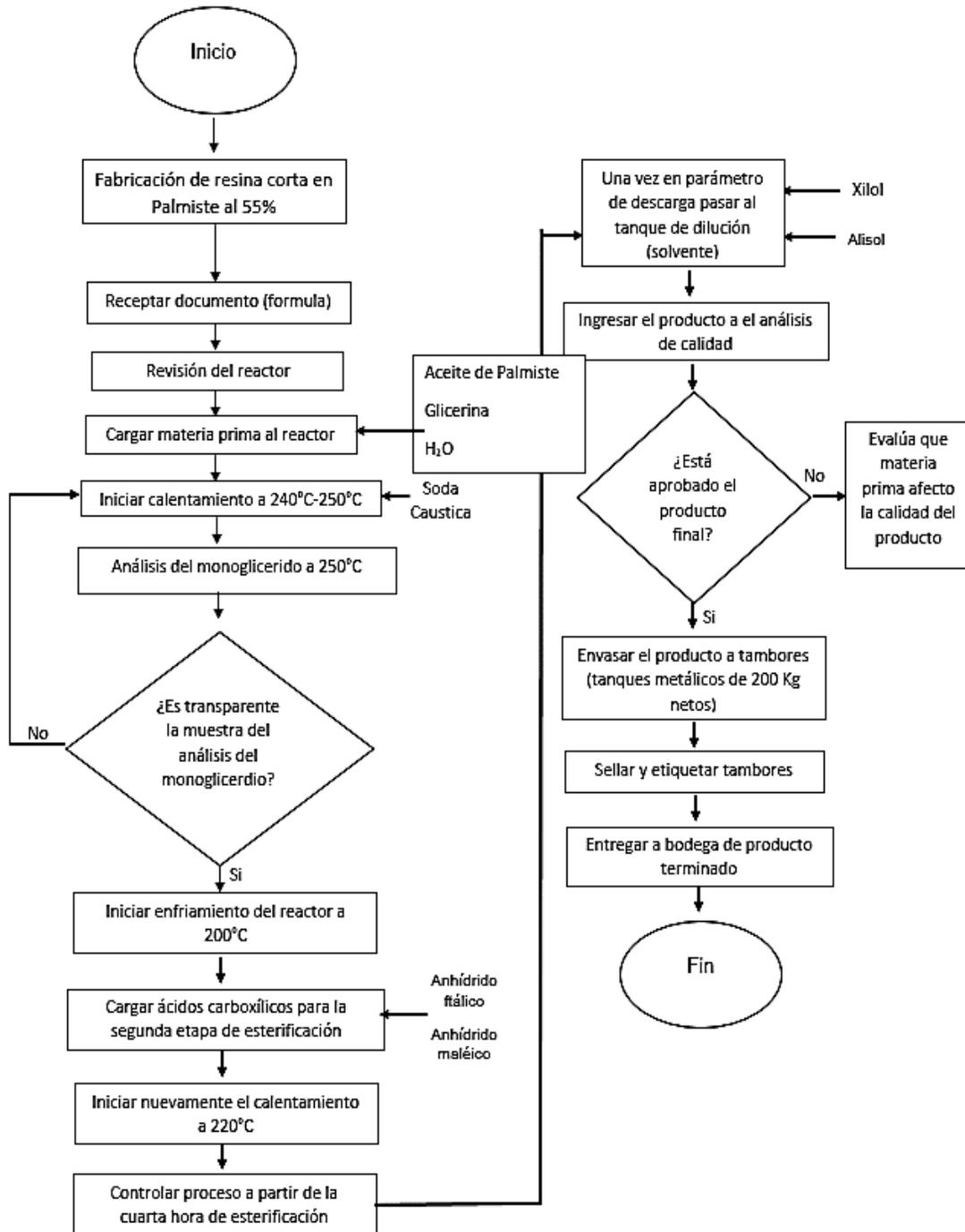
SEYMOUR, Raimond B. y CARRAHER, Charles E. Introducción a La Química De Los Polímeros. Reverté, 1995.

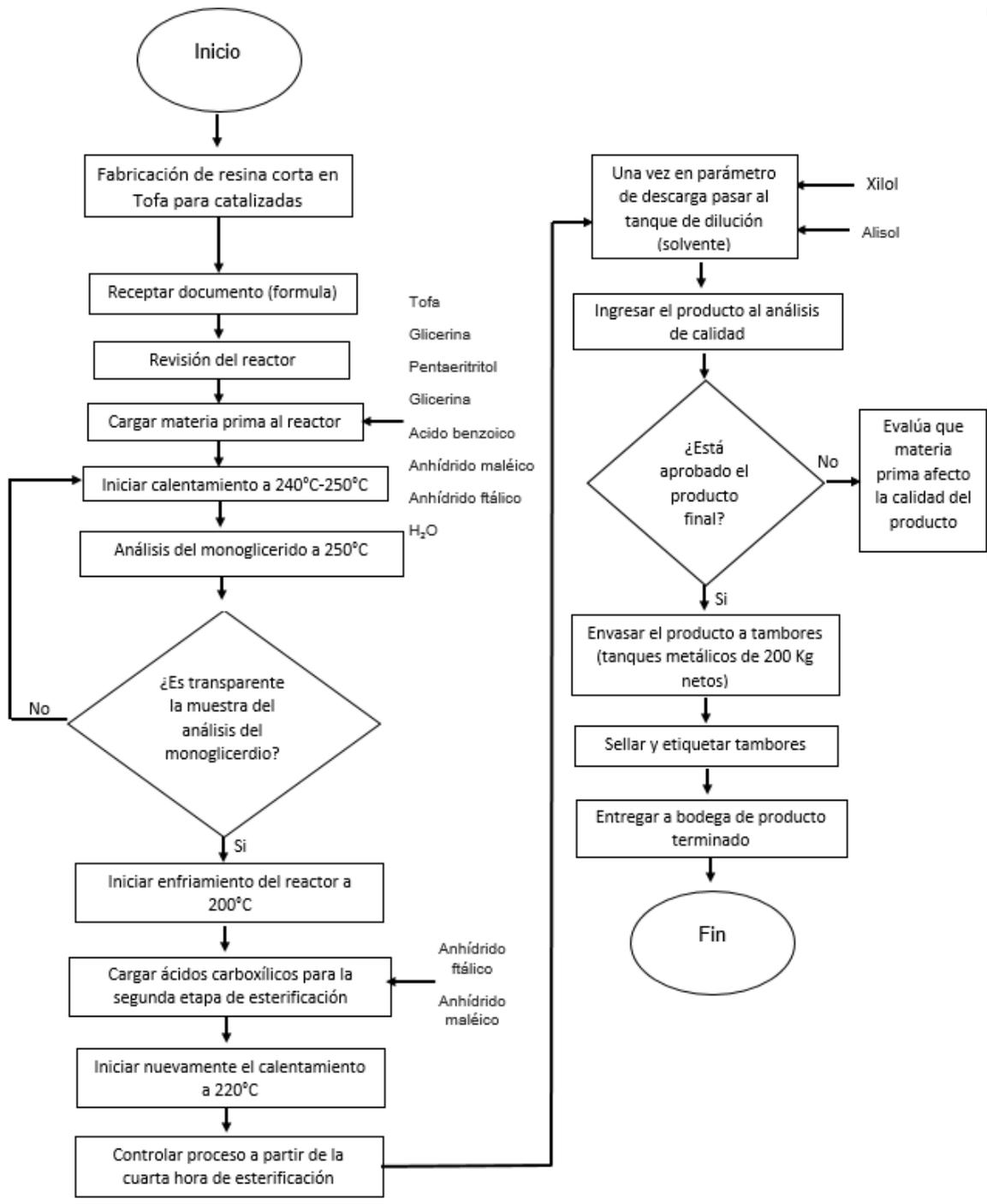
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. Reacciones De Polimerización. [Electronic (1)]. [Consultado el Abril/032017]. Disponible en: [http://ocw.upm.es/ingenieria-quimica/quimica-de-combustibles-y-polimeros/Contenidos/Material\\_de\\_clase/qcyp-b5.pdf](http://ocw.upm.es/ingenieria-quimica/quimica-de-combustibles-y-polimeros/Contenidos/Material_de_clase/qcyp-b5.pdf)

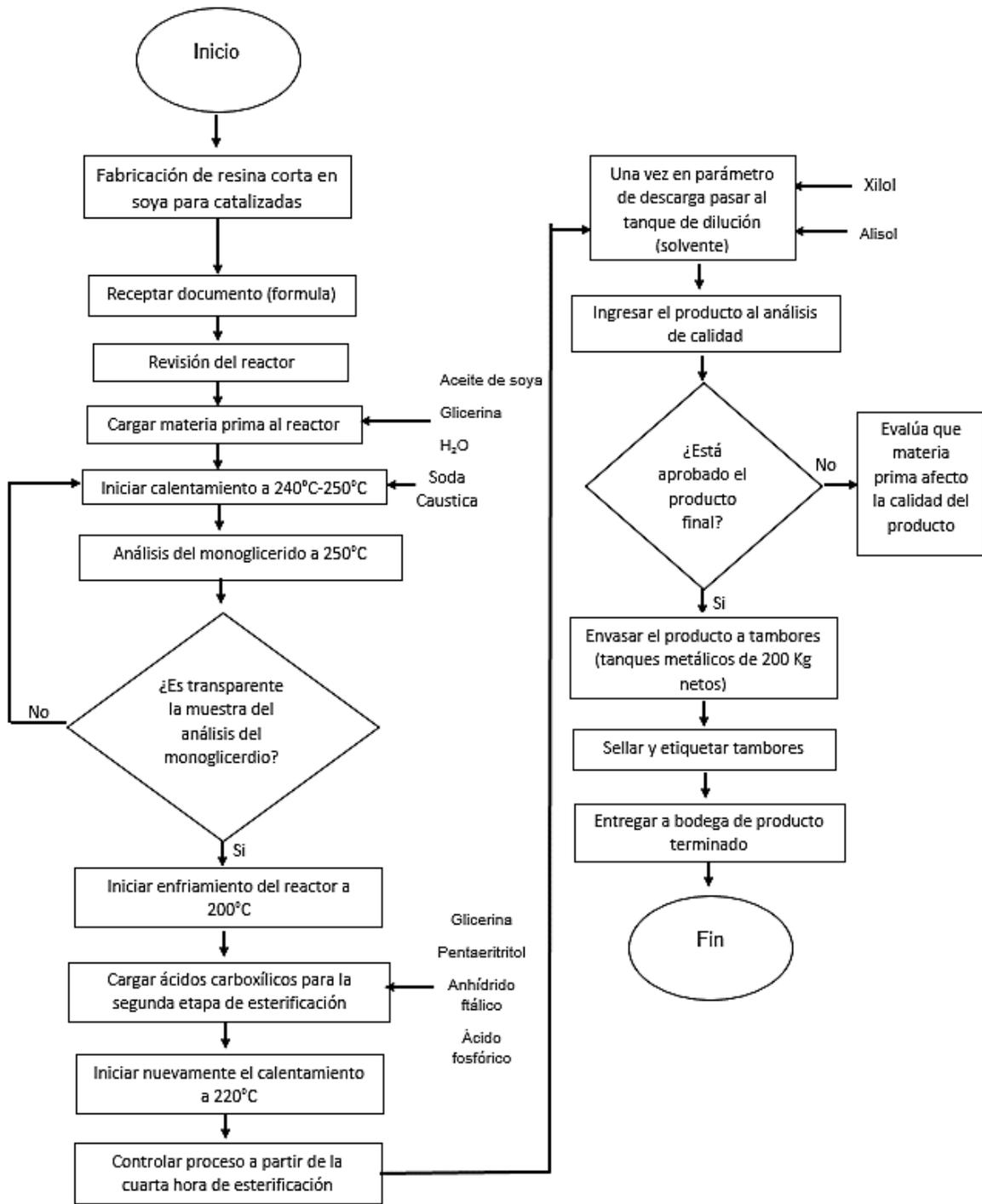
# **ANEXOS**

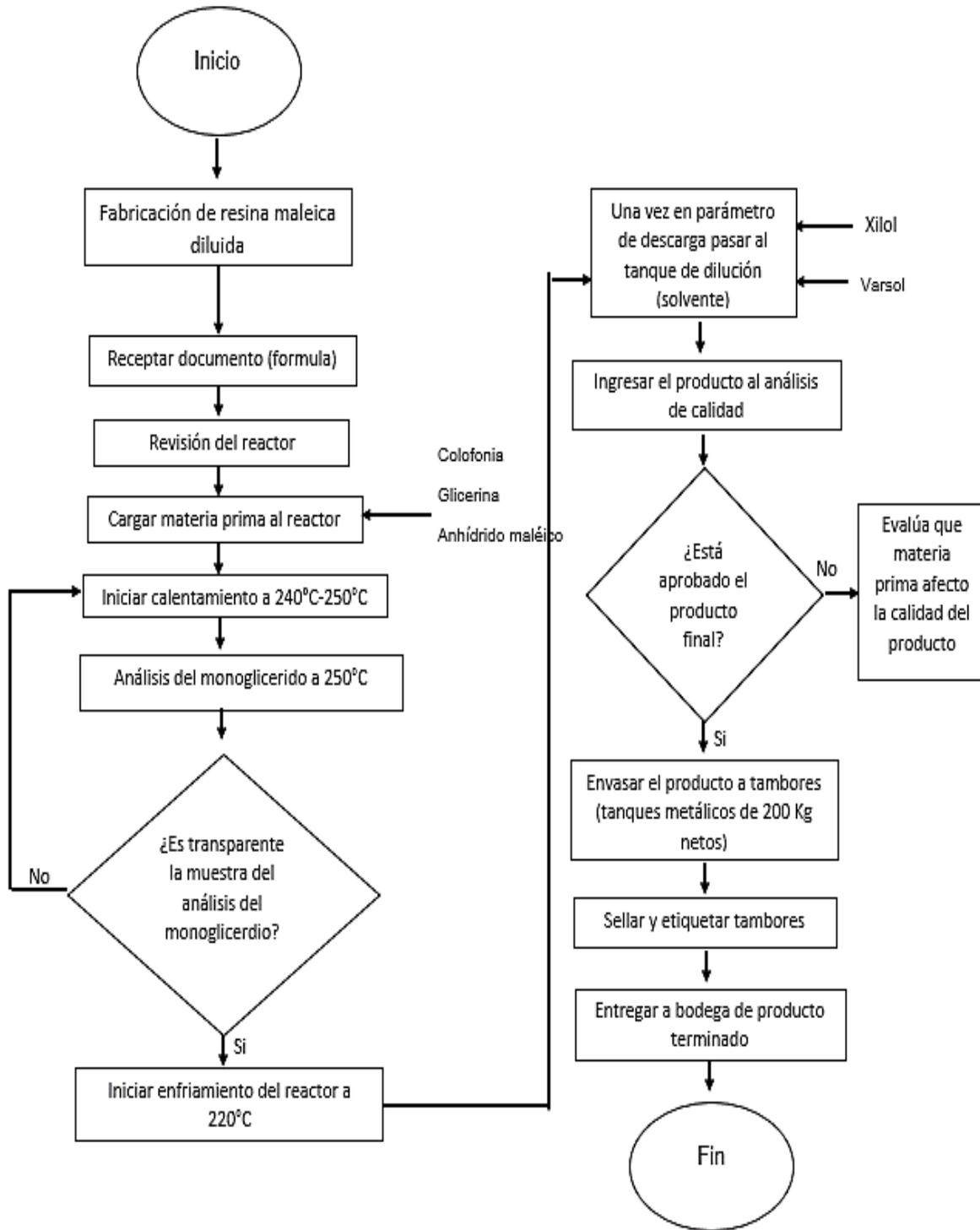
# ANEXO A

## Diagramas de producción resinas Alquídicas









## ANEXO B

### Fichas de seguridad materia prima



FICHA DE SEGURIDAD  
AROMATICO PESADO

#### SECCIÓN 1 IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL/ COMPAÑIA

**IDENTIDAD DEL MATERIAL:** AROMATICO PESADO  
**NOMBRE QUÍMICO:** No descrito  
**FAMILIA QUIMICA:**  
**DIRECCIÓN DE LA COMPAÑIA:** INPROQUIM CRA 50 NO 97ª SUR 392

#### SECCIÓN 2 COMPOSICIÓN

Producto	N° CAS
Xileno	1330-20-7
Cumeno	98-82-8
Butilbenceno	104-51-8

#### SECCIÓN 3 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

##### VISIÓN GENERAL SOBRE LAS EMERGENCIAS:

**Apariencia:** Líquido claro sin color. ¡Peligro! Líquido y vapor inflamables. Puede ser fatal si se ingiere. Causa irritación de ojos, piel y tracto respiratorio. Puede causar daño a los pulmones, depresión del sistema nervioso central, daño en hígado y riñones. Puede ser dañino si es absorbido por la piel. Puede formar peróxidos explosivos.

##### EFFECTOS ADVERSOS POTENCIALES PARA LA SALUD:

**Inhalación:** Los vapores o neblina irritan las membranas mucosas y tracto respiratorio superior. Afecta el sistema nervioso central; los síntomas pueden ser mareos, somnolencia, leve incoordinación e inconsciencia. La exposición prolongada puede causar vértigo y debilidad general. La irritación puede conducir a la neumonitis química y al edema pulmonar. Puede causar daños al hígado y al riñón. Causa irritación a la membrana mucosa. La exposición puede causar anomalías en la sangre. El olor no es una advertencia adecuada para la sobreexposición.

**Ingestión:** La ingestión puede causar síntomas como dolor de garganta, tos, dolor abdominal y vómitos. Pueden producirse efectos sobre el sistema nervioso central caracterizado por entusiasmo, seguido por dolor de cabeza, vértigo, somnolencia y náuseas; vea inhalación. La ingestión puede causar que las gotitas penetren en los pulmones (aspiración) con el riesgo de neumonía. La aspiración puede ser fatal. Las etapas avanzadas pueden causar colapso, inconsciencia, coma y posible muerte debido a un paro respiratorio. Puede causar efectos similares a los de inhalación aguda.

**Piel:** Puede causar irritación con enrojecimiento de la piel. Puede ocurrir absorción cutánea; la absorción a través de la piel ocurre lentamente. El contacto causa desengrase de la piel con dermatitis, irritación, sequedad y cuarteamiento. Abrasivo, en particular si la exposición es prolongada y el área expuesta de piel es ocluida.

**Ojos:** El vapor o la neblina irritan los ojos. Los chapoteos en ojos humanos generalmente causa herida superficial. Se han reportado vacuolas corneales.

**Efectos crónicos:** La exposición prolongada o repetida puede causar el desengrase con dermatitis, daño reversible de ojos, disnea, perturbación, vértigo, aprehensión, pérdida de memoria, dolor de cabeza, temblores,

Medellín: Carrera 50 No. 97A Sur – 392 La Estrella, Antioquia, Zona Industrial Sierra Morena, PBX 378 60 60  
FAX 302 03 03

Apartado 56388 Medellín – Colombia - e-mail: [info@inproquim.com](mailto:info@inproquim.com) - [www.inproquim.com](http://www.inproquim.com)  
Bogotá D.C. AC. 17 (Avenida Centenario) No. 82-67 Fontibón, PBX: 426 55 50



Comercialización  
de productos  
químicos y de  
material de empaque  
para productos  
químicos.  
NTC - ISO 9001:2000  
CÓDIGO N°: 871-1

debilidad, anorexia, náuseas, zumbido en los oídos, irritabilidad, sed, cambios suaves de la función del hígado, daño de riñón, anemia e hiperplasia, pero sin destrucción de la médula ósea.

### SECCIÓN 4 PRIMEROS AUXILIOS

**Inhalación:** Trasladar al aire fresco inmediatamente. Si no respira administrar respiración artificial. Si respira con dificultad suministrar oxígeno. No dar respiración boca a boca.

Mantener la víctima abrigada y en reposo. Buscar atención médica inmediatamente.

**Ingestión:** Lavar la boca con agua. Si está consciente, suministrar abundante agua. No inducir el vómito, si éste se presenta inclinar la víctima hacia adelante. Buscar atención médica inmediatamente. Si está inconsciente no dar a beber nada.

**Piel:** Lavar la zona afectada con abundante agua, mínimo durante 15 minutos mientras retira la ropa y calzado contaminados. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica.

**Ojos:** Lavar con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levantar y separar los párpados para asegurar la remoción del químico. Si la irritación persiste repetir el lavado.

Buscar atención médica.

**Nota para los médicos:** Después de proporcionar los primeros auxilios, es indispensable la comunicación directa con un médico especialista en toxicología, que brinde información para el manejo médico de la persona afectada, con base en su estado, los síntomas existentes y las características de la sustancia química con la cual se tuvo contacto. Escribe texto o la dirección de un sitio web, o bien, traduce un documento.

### SECCIÓN 5 MEDIDAS PARA COMBATIR INCENDIOS

**Punto de inflamación (°C):** 42.2

**Peligros de incendio y/o explosión:** Altamente inflamable y explosivo. Volátil. Emite vapores más pesados que el aire que pueden viajar hacia una fuente de ignición y regresar en llamas. Los vapores pueden formar mezclas inflamables y explosivas con el aire. Este líquido flota sobre el agua y puede viajar a una fuente de ignición y extender el fuego.

Puede acumular electricidad estática. Los recipientes expuestos al fuego pueden explotar.

**Medios de extinción:** Polvo químico seco, espuma, dióxido de carbono y agua en forma de neblina. El agua puede ser inefectiva. Este material es insoluble en agua y es más ligero.

**Productos de la combustión:** Produce gases irritantes, tóxicos y corrosivos. Dióxido de carbono, monóxido de carbono, hidrocarburos y aldehídos.

**Precauciones para evitar incendio y/o explosión:** Alejar de llamas, fuentes de ignición y calor. Mantener retirado de las zonas donde exista riesgo de fuego y en recipientes bien tapados. Proveer de buena ventilación a nivel del piso. No fumar en los sitios de trabajo.

Conectar a tierra los recipientes para evitar descargas electrostáticas. Los equipos eléctricos, de iluminación y ventilación deben ser a prueba de explosiones.

**Instrucciones para combatir el fuego:** Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Enfriar los contenedores expuestos al fuego usando agua en forma de rocío desde una distancia segura.

### SECCIÓN 6 MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

Evacuar o aislar el área de peligro. Eliminar toda fuente de ignición. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Ventilar el área. Usar agua en forma de rocío para disminuir los vapores. No permitir que caiga en fuentes de agua y alcantarillas. Contener y recuperar el líquido cuando sea posible.

Absorber con material inerte (vermiculita, arena o tierra). Recoger con herramientas no metálicas que no produzcan chispas y depositar en contenedores limpios y secos con cierre hermético para su posterior disposición. Lavar y ventilar el área del derrame una vez recogido el producto.

### SECCIÓN 7

### MANEJO Y ALMACENAJE

**Manejo:** Usar siempre protección personal así sea corta la exposición o la actividad que realice con el producto. Mantener estrictas normas de higiene, no fumar, ni comer en el sitio de trabajo. Usar las menores cantidades posibles. Conocer en dónde está el equipo para la atención de emergencias. Leer las instrucciones de la etiqueta antes de usar el producto. Rotular los recipientes adecuadamente. Use con adecuada ventilación. Los recipientes deben ser enlazados y puestos a tierra cuando se realizan transferencias para evitar las chispas estáticas. Use herramientas y equipo que no produzcan chispas, incluyendo ventilación a prueba de explosión. Los envases de este material pueden ser peligrosos cuando están vacíos ya que retienen residuos del producto (vapores, líquido).

No presurice, corte, solde, perfore, triture o esponga estos recipientes al calor, chispas, llamas, electricidad estática u otras fuentes de ignición.

**Almacenamiento:** Lugares ventilados, frescos y secos. Lejos de fuentes de calor e ignición.

Separado de materiales incompatibles. Rotular los recipientes adecuadamente y mantenerlos herméticamente cerrados. Área de inflamables. Proteger de la luz.

### SECCIÓN 8

### CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

**Controles de Ingeniería:** Buena ventilación local y general, para asegurar que la concentración no exceda los límites de exposición ocupacional o se mantenga lo más baja posible. Considerar la posibilidad de encerrar el proceso. Garantizar el control de las condiciones del proceso. Suministrar aire de reemplazo continuamente para suplir el aire removido. Disponer de duchas y estaciones lavaojos.

#### EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:

**Protección de los ojos y rostro:** Usar protector de cara completo o llevar anteojos protectores apropiados o el de seguridad de sustancia química con protección en la órbita externa de los ojos como es descrito en las regulaciones de protección de cara en 29 CFR 1910.133 o en el estándar europeo E.N. 166. Mantener duchas y lavaojos en el área de trabajo.

**Protección de piel:** Usar vestimenta protectora impermeable, incluyendo botas, guantes, overol o bata, delantal para evitar contacto con la piel.

**Protección respiratoria:** Si se sobrepasa el límite de exposición, se debe usar un respirador para vapores orgánicos que cubra media cara, si se sobrepasa hasta diez veces el límite de exposición o la concentración máxima de uso especificada por la agencia reguladora apropiada o el proveedor del respirador, lo que sea menos. Se debe usar un respirador para vapores orgánicos que cubra toda la cara, si se sobrepasa hasta 50 veces el límite de exposición o la concentración máxima de uso especificada por la agencia reguladora apropiada o el proveedor del respirador, lo que sea menos.

**Protección en caso de emergencia:** Equipo de respiración autónoma (SCBA) y ropa de protección total.

### SECCIÓN 9

### PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

**Apariencia:** sin color:

**Olor :** olor agudo, penetrante y aromático.

**Estado físico:** Líquido claro.

**Gravedad Específica (Agua=1):** N.E

**Punto de Ebullición (°C):** N.E

**Punto de Fusión (°C):** N.E

**Densidad relativa del vapor (Aire=1):** N.E

**Presión de vapor (mm Hg):** N.E

**Viscosidad (cp):** N.E

**pH:** N.E

**Solubilidad:** Insoluble en agua. Soluble en acetona, eter, etanol y otros compuestos orgánicos.

### SECCIÓN 10 REACTIVIDAD Y ESTABILIDAD

**Estabilidad química:** Estable bajo condiciones normales. Puede formar compuestos peroxidables y explosivos al ser calentados.

**Condiciones a evitar:** Fuentes de ignición, llamas, exceso de calor, exposición al aire, materiales incompatibles.

**Incompatibilidad con otros materiales:** Oxidantes fuertes, ácido nítrico, nitritos, ácido sulfúrico, ácido clorosulfónico.

**Productos de descomposición peligrosos:** Gases tóxicos e irritantes, dióxido y monóxido de carbono.

**Polimerización peligrosa:** No se producirá.

### SECCIÓN 11 INFORMACIÓN TOXICOLOGICA

Es considerado muy tóxico por ingestión, con una dosis estimada oral mortal en los adultos de 50 mg/kg ó 15 a 30 ml. La exposición por inhalación con una concentración de 1000 ppm es considerada inmediatamente peligrosa para la vida o la salud. Dos muertes han sido reportadas por 12 horas de exposición ó mayor a concentraciones de vapor estimado a 6000 ppm y mayor.

DL50 (oral, rata) = 3500 mg/kg. DL50 (piel, conejo) = 17800 mcl/kg. Cancerogenicidad: IARC:

Grupo 2B. Cancerígeno. Efectos reproductivos: Hay amplia evidencia que produce embriotoxicidad (peso de cuerpo reducido, osificación retrasada, retardado desarrollo de riñón, aumento de costilla suplementaria) y fetotoxicidad en ratones y ratas, pero no es considerado taratogénico.

Irritación de ojos: Aplicación causa mediana irritación y daño pasajero a la córnea en conejos. En

gatos resultaron finas vacuolas en la córnea que desaparecieron en 24 horas. Irritación de piel:

Una sola aplicación de una cantidad inespecífica causa irritación e hinchazón en la piel de conejos

y conejillos de indias. Aplicación de 0.5 ml (sin composición específica) a conejos por 24 horas causó una

moderada irritación. Inhalación, período largo: evidencia de daño a los riñones, hígado y pulmones en animales.

Ingestión: No se encontraron efectos importantes después de administrar 1000 mg/kg (ratas) y 2000 mg/kg (ratones) durante 90 días.

### SECCIÓN 12 CONSECUENCIAS Y EFECTOS AMBIENTALES

Esperan que este material sea ligeramente tóxico a la vida acuática. Los valores de CL50 en 96 horas para el pescado están entre 10 y 100 mg/l. Cuando es liberado en el suelo, se espera que este material lixivie a aguas subterráneas, que se evapore en un grado moderado, que sea biodegradable en un grado moderado. Cuando es liberado en agua, esperan que se evapore y que sea biodegradable. Cuando es liberado en el aire, se espera que sea fácilmente degradado por la reacción con radicales hidroxilos producidos fotoquímicamente, que tenga una vida media menor a 1 día. No esperan que este material sea considerablemente bioacumulable.

### SECCIÓN 13 CONSIDERACIONES DE DESECHO

Para la eliminación de este producto, dirigirse a un servicio profesional autorizado. Observar todos los reglamentos locales sobre la protección del medio ambiente.

**SECCIÓN 14 INFORMACIÓN DE TRANSPORTE**

Número UN: 1918  
CLASE: 3  
Grupo de embalaje: III  
Etiqueta de peligro: 3

**SECCIÓN 15 INFORMACIÓN REGLAMENTARIA**

Norma para almacenamiento NFPA:  
Salud: 2  
Inflamabilidad: 3  
Reactividad: 1

**SECCIÓN 16 OTRA INFORMACIÓN**

**IMPORTANTE:**

A la fecha de recopilación, la información contenida en esta ficha, está basada en datos considerados como exactos y confiables, sin embargo esta información no exime al comprador de realizar sus propios análisis. INPROQUIM. no extiende garantías o seguridad ni asume responsabilidad de ningún tipo respecto a la exactitud y/o lo completo de la información, ni por daños o perjuicios resultantes del uso o aplicación de los productos frente a los cuales se recomienda usar pautas de manejo. No se ofrece ninguna garantía expresa o implícita de comerciabilidad o adecuación para un propósito en particular ni de cualquier otra índole, en lo concerniente al desempeño, estabilidad y otros aspectos.

	<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>
<b>CARGO</b>	Coordinador QHSE	Jefe QHSE - RI
<b>VIGENCIA</b>	Febrero 13 de 2012	

## 1. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA E IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

### 1.1 DATOS DE LA EMPRESA

**RAZÓN SOCIAL**  
**DIRECCIÓN**  
**CUIDAD**  
**TELEFONO**  
**E- MAIL**

Supraceites S.A.  
Cra 42 B N° 10 A-21  
Bogotá D.C. – Colombia  
4851888 - 4065613  
[controldecalidad@supraceites.com](mailto:controldecalidad@supraceites.com)

### 1.2 IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

- **Nombre:** Aceite de soya RBD.
- **Código del producto :** 00

## 2. COMPOSICION E INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES

### Componente

Aceite de Soya RBD

#### Antioxidantes

#### Dosis máxima

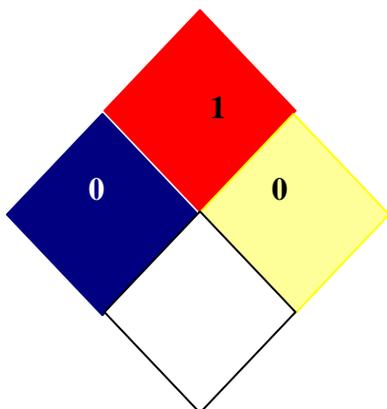
Butilhidroquinona terciaria (TBHQ)	120 mg/kg
Butil Hidroxianisol (BHA)	175 mg/kg
Butil – hidroxitolueno (BHT)	75 mg/kg

#### Sinérgicos de antioxidantes

Ácido Cítrico	BPM
---------------	-----

## 3. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

### 3.1 Rombo de seguridad



<b>Salud (Azul)</b> 4 Mortal 3 Tóxico 2 Nocivo 1 Ligeramente nocivo 0 Inofensivo	<b>Inflamabilidad (Rojo)</b> 4 Extremadamente inflamable 3 Inflamable 2 Combustible 1 Combustible si se calienta 0 No inflamable
<b>Reactividad (Amarillo)</b> 4 Puede detonar por sí solo 3 Pueden detonar por choque 2 Cambio químico violento 1 Inestable si se calienta 0 Estable	<b>Riesgos específicos (Blanco)</b> OXI : Oxidante ACID: Acido ALK: Alcalino CORR: Corrosivo W: reactivo con el agua

### 3.2 Efectos de exposición

**Inhalación:** No hay peligro.

**Ingestión:** No hay peligro.

**Contacto con los ojos:** Puede causar una leve irritación a los ojos.

**Contacto con la piel:** Puede causar sequedad. En contacto prolongado puede causar una leve irritación de la piel.

**Efectos de una sobreexposición aguda (por una vez):** Ninguno

**Efectos de una sobreexposición crónica (Largo plazo):** No hay.

**Condiciones médicas que se verán agravadas con la exposición al producto:** No se conoce ninguna.

b) **Riesgo para el medio ambiente:** Sólo los que derivan de que el aceite cubra el agua, por ejemplo e impida su aireación. No hay ningún efecto tóxico.

c) **Riesgos especiales de la sustancia:** Ninguno.

---

### 4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

**Inhalación:** Lleve a la persona al aire libre y haga que respire normal y calmadamente.

**Ingestión:** Dé a beber agua en cantidad.

**En caso de salpicadura a los ojos:** lave la zona afectada con agua limpia por 15 minutos, levantando los párpados ocasionalmente.

**En caso de contacto con la piel:** lave la zona afectada con abundante agua limpia y jabón.

---

### 5. MEDIDAS PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Agentes de extinción: Agua pulverizada, espuma regular, polvo químico seco, dióxido de carbono.

**Procedimientos especiales para combatir el fuego:** Ataque con el viento en la espalda. Refrigerere los contenedores expuestos a fuego.

**Equipos de protección personal para combate del fuego:** Usar equipos de respiración autónoma.

---

### 6. MEDIDAS PARA ESCAPE ACCIDENTAL

**Medidas de emergencia a tomar si hay derrame de material:** Haga diques para contener el producto. Recupere recupere todo el material que sea posible.

**Equipo de protección personal para atacar la emergencia:** Traje de protección química, botas y guantes de neopreno.

**Precauciones a tomar para evitar daños al medio ambiente:** Evite la extensión del derrame.

**Métodos de limpieza:** Una vez recogido todo el producto recuperable, el resto puede ser barrido con chorros de agua.

**Métodos de eliminación de desechos:** Se recomienda la incineración en instalaciones especialmente diseñadas para tal efecto.

---

### 7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

#### Recomendaciones de Manejo

- Mantener el producto fuera del alcance de los niños
- No comer, no fumar, no beber durante las operaciones de mezcla y aplicación.
- Después de usar el producto, cámbiese la ropa contaminada y báñese con abundante agua y jabón.

#### Recomendaciones de Almacenamiento

- Conserve el producto en su envase original, etiquetado y cerrado.
- Almacenar en un lugar seco y fresco con adecuada ventilación.

- No almacenar con productos alimenticios, medicinas ni bebidas.

### 8. CONTROLES DE EXPOSICION / PROTECCION PERSONAL

**Medidas de control de ingeniería:** Las precauciones habituales para manejar sustancias químicas, deben ser observadas.

**Medidas de higiene:** No comer, tomar, masticar mientras manipula el product, lavar las manos antes de comer y salir.

**Protección respiratoria:** Utilizar tapabocas.

**Protección manos:** Ninguna

**Protección cuerpo:** Utilizar overol.

**Protección ojos:** Gafas de seguridad.

### 9. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Forma: líquida

Color: amarillo pálido

Olor: característico

	Valor	Unidad	Método
Cambio de estado físico			
Punto de fusión	< 0	°C	DGF C-IV 3 <sup>a</sup>
Punto de vertido	-5 a -16	°C	
Punto de ebullición	205	°C	
Punto de inflamación	>300	°C	DGF C-IV 8
Propiedades explosivas	desconocidas		
Presión del vapor a 20°C	<1	mbar	
Viscosidad a 20°C	60	mPa.s	DGF C- IV7
Densidad a 20°C	0.922	g/cm <sup>3</sup>	
Soluble en agua:	insoluble		
Soluble en éter petróleo:	soluble		
Índice de Yodo	: 120-141		
Desviación del oleorrefractómetro de amagat y jean		: +30 a +31	
Punto de solidificación		: 8 a 10 °C	
Índice de refracción a 25 °C.		: 1.4700 - 1.4760	

### 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

**Estabilidad:** Estable.

**Materiales a evitar:** Evite el contacto con agentes oxidantes.

**Incompatibilidad (materiales que se deben evitar):** Evite contacto con ácidos o bases fuertes. Existe posibilidad de saponificación del aceite.

**Productos de descomposición arriesgados:** No Hay.

**Productos peligrosos de la combustión:** ólo los normales en la combustión de productos químicos orgánicos estables.

**Polimerización peligrosa:** No se producirá.

### 11. INFORMACION TOXICOLOGICA

**Toxicidad:** no toxico

**Datos toxicológicos:**

Sensibilidad en la piel: Desconocida

Irritación piel: Desconocida

Irritación ojos: Desconocida

Información toxicológica general: No está clasificado como peligroso conforme la EEC Dangerous Substance Directive (Directriz de Sustancia Peligrosa) and Dangerous Preparation Directives (Directrices de Preparación Peligrosa). Si el producto es usado correctamente, no dañará la salud.

---

## 12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

**Inestabilidad:** Estable, pero degradable en el medio plazo.

**Persistencia/Degradabilidad:** Degradable.

**Bio – acumulación** No se producirá.

**Efectos sobre el medio ambiente:** Sólo el efecto de la acumulación mecánica del aceite

---

## 13. CONSIDERACIONES SOBRE LA DISPOSICIÓN DEL PRODUCTO

Recicle los envases después de una limpieza y reacondicionamiento.  
Los residuos del producto deben disponerse en envases rotulados.

---

## 14. INFORMACION RELATIVA AL TRANSPORTE

Se aconseja que las personas que transporten esta sustancia verifiquen el código internacional recomendado de prácticas para el almacenamiento y transporte de aceites y grasas comestibles a granel. CAC/RCP 36 – 1987 (REV 1 -1999)

Los vehículos se identifican con el siguiente código:



---

## 15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Decreto 3075 de 1997  
Resolución 2154 de 2012  
Resolución 5109 de 2005

---

## 16. OTRA INFORMACION

El usuario es totalmente responsable de los riesgos y peligros generados por el uso de este producto en su actividad.



## CENTRO LAS GAVIOTAS

### FICHA DE SEGURIDAD

#### COLOFONIA GAVIOTAS WG - WW

#### INTRODUCCION

La Fundación Centro Las Gaviotas, entre otras actividades, se dedica a la resinación de los componentes básicos de la oleoresina del árbol *Pinus Caribaea*, Var. *Hondurensis*, la cual se realiza por el método de resinación de árboles en pie en el área de la corteza. Esto se lleva a cabo en su bosque tropical sostenible, que tiene una superficie plantada de 8.000 ha, ubicado en Gaviotas, Departamento del Vichada.

El trabajo de separación de los componentes de la resina es llevada a cabo en una Biofactoría, ubicada dentro del mismo bosque, obteniéndose por proceso BATCH, los productos finales: Colofonia ( Gum Rosin) en un 75% y Trementina. Esta es la única planta productora de Colofonia en Colombia y en los países del Pacto Andino.

#### COMPOSICION QUIMICA

Está constituida principalmente por ácidos resinicos tipo abiético y tipo dimérico en un 90% aproximadamente y un 10% de constituyentes no ácidos o neutros, aproximadamente.

DIRECCION PRYSTA  
Apartado Aéreo 12261  
BOGOTÁ, D.C. COLOMBIA, S.A.  
TEL: 281 15 01

DIRECCION EN BOGOTÁ, S.A.  
Edificio Boreas No. 28 - 00  
ALAMEDA BARRIVALLA  
BOGOTÁ, D.C. COLOMBIA, S.A.

CONMUTADOR  
281 28 11  
FAX: 281 15 01



## IDENTIFICACION DE RIESGOS

La colofonia sólida en su bloque de 25 kg no es peligrosa en condiciones normales de manipuleo

Casos de dermatitis no se han registrado. Cuando por uno u otro motivo se genera polvo en el manipuleo, este debe removerse de la piel enjabonándose.

En caso de alergia, se debe tener especial cuidado y usar las cremas que recomiende el médico.

Si se produce inhalación del polvo, puede darse un efecto irritante. Mascarillas protectoras de polvo deben usarse.

Cuando la Colofonia es calentada se emiten vapores, por lo cual se hace necesario usar extractores y ventiladores en el área de trabajo.

Los polvos y humos de la Colofonia pueden hacer irritar los ojos, por lo tanto es indispensable usar gafas protectoras y disponer de un equipo de emergencia para lavado de ojos.

El consumo de alimentos debe evitarse en las áreas de trabajo. Debe estar prohibido fumar de manera terminante.

## **PRIMEROS AUXILIOS**

### CONTACTO CON LOS OJOS:

Enjuague los ojos

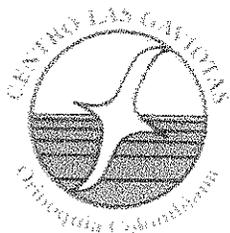
En lo posible disponga de un equipo de emergencia para lavado de ojos.

---

DIRECCION POSTAL  
Apartado Aéreo 18261  
BOGOTÁ, D. C. COLOMBIA, S. A.  
TEL: 899 996 3111

DIRECCION EN BOGOTÁ, D. C.  
Paseo Bolívar Int. 30 - 80  
AVENIDA CIRCOLVALAR  
BOGOTÁ, D. C. COLOMBIA, S. A.

CONMUNICADOR  
296 28 76  
FAX: 281 18 03

**TOXICOLOGIA:**

La colofonia sólida a temperatura ambiente no presenta peligros de toxicidad.

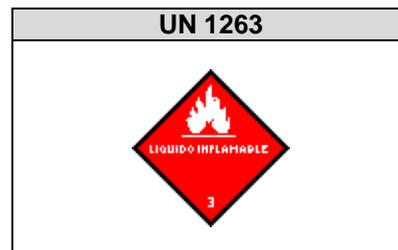
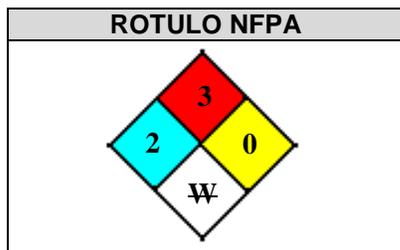
**ELIMINACION:**

Debe realizarse de acuerdo a las disposiciones locales.

Para cualquier información adicional puede llamar al Centro Las Gaviotas, en Bogotá, D.C, teléfonos 2862876 -2825996 - 3419967 o al fax 2811803.

	<b>FICHA DE EMERGENCIA</b>	Página 1 de 5
	<b>FE-D025</b>	
	<b>XILOL</b>	EDICIÓN 1

EDICIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN
0	2011-04-07	LANZAMIENTO
1	2014-07-29	Cambio del número de emergencia



IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA	
<b>NOMBRE COMERCIAL</b>	Xilol
<b>REFERENCIA</b>	D025
<b>SINÓNIMOS</b>	Dimetilbenceno, xilenos
<b>NUMERO CAS</b>	1330-20-7
<b>NUMERO UN</b>	1307
<b>CLASE UN</b>	3.1 (liquido inflamable)

INFORMACIÓN DEL FABRICANTE / DISTRIBUIDOR	
<b>FABRICANTE / DISTRIBUIDOR</b>	Pinturas Súper Ltda.
<b>DIRECCIÓN</b>	Carretera de Occidente Km13 vía Mosquera
<b>CÓDIGO POSTAL Y CIUDAD</b>	Mosquera, Cundinamarca
<b>PAÍS</b>	Colombia
<b>NUMERO DE TELÉFONO</b>	57-1-8270204
<b>FAX</b>	57-1-8270134
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>	57-1-8270363
<b>TELÉFONO DE URGENCIA</b>	<b>311 812 22 30</b>

COMPOSICIÓN			
<b>DESCRIPCIÓN QUÍMICA</b>	Líquido claro, incoloro, con ligero olor a pintura.		
COMPONENTES PELIGROSOS			
Nombre Científico	Nombre común	Composición %	Nº CAS
Etilbenceno	Etilbenceno	2 – 8	100-41-4
m-xileno	m-xileno	45 – 65	108-38-3
o-xileno	o-xileno	15 – 20	95-47-6
p-xileno	p-xileno	15 – 20	106-42-3

EFECTOS PARA LA SALUD	
<p>Líquido y vapor inflamable. Causa irritación de la vía respiratoria. Causa irritación a los ojos. Esta sustancia ha causado efectos adversos reproductivos y fetales en animales. Puede causar depresión del sistema nervioso central. Riesgo de aspiración si es tragado. Puede entrar en pulmones y causar daño. Puede causar daño en el hígado y el riñón. Puede ser dañino si es absorbido por la piel o si es inhalado. El contacto prolongado o repetido puede secar la piel y causar irritación.</p>	
<b>INHALACIÓN</b>	Leve irritación y mareo, concentraciones altas causan náuseas, dolor de cabeza y depresión, niveles superiores a 200ppm puede tener un efecto anestésico.
<b>INGESTIÓN</b>	Envenenamiento. Una onza o más pueden ser fatales.

	<b>FICHA DE EMERGENCIA</b>		Página 2 de 5
	<b>FE-D025</b>		
	<b>XIOL</b>		
<b>PIEL</b>	Irritación leve.		
<b>OJOS</b>	Causa quemadura e irritación.		
<b>EFFECTOS CRÓNICOS</b>	La exposición crónica puede causar el desengrase con dermatitis, daño reversible de ojos, dispnea, perturbación, vértigo, aprehensión, pérdida de memoria, dolor de cabeza, temblores, debilidad, anorexia, náuseas, zumbido en los oídos, irritabilidad, sed, cambios suaves de la función del hígado, daño de riñón, anemia e hiperplasia, pero sin destrucción de la médula ósea.		

<b>PRIMEROS AUXILIOS</b>	
<b>INHALACIÓN</b>	Trasladar al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial. NO USAR respiración boca a boca. Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Mantener la víctima abrigada y en reposo. Buscar atención médica INMEDIATAMENTE.
<b>INGESTIÓN</b>	Lavar la boca con agua. Si está consciente, suministrar abundante agua. NO INDUCIR EL VÓMITO si no es dirigido por personal médico, si éste se presenta inclinar la víctima hacia adelante. Buscar atención médica INMEDIATAMENTE. Si está inconsciente no dar a beber nada.
<b>PIEL</b>	Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos mientras retira la ropa y calzado contaminados. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica. Lavar la ropa contaminada antes de su reutilización.
<b>OJOS</b>	Lavar con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levantar y separar los párpados para asegurar la remoción del químico. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica INMEDIATAMENTE.
<b>NOTA PARA LOS MÉDICOS</b>	Después de proporcionar los primeros auxilios, es indispensable la comunicación directa con un médico especialista en toxicología, que brinde información para el manejo médico de la persona afectada, con base en su estado, los síntomas existentes y las características de la sustancia química con la cual se tuvo contacto.

<b>MEDIDAS EN CASO DE INCENDIO</b>	
<b>PUNTO INFLAMACIÓN</b>	<b>DE</b> 29 °C (copa cerrada).
<b>TEMPERATURA AUTOIGNICIÓN</b>	<b>DE</b> 464 °C.
<b>LÍMITES INFLAMABILIDAD</b>	<b>DE</b> 1.1 a 7 %V / V.
<b>CONSIDERACIONES ESPECIALES</b>	Peligros, altamente inflamable, humos tóxicos, vapores mas pesados que el aire que pueden viajar hacia una fuente de ignición y regresar con llamas, forma mezclas inflamable con el aire. Mantengace retirado de zonas donde exista riesgo de fuego y en recipientes bien tapados con ventilación a nivel del piso.
<b>MEDIOS DE EXTINCIÓN</b>	Polvo químico seco, espuma, dióxido de carbono y agua en forma de neblina. El agua puede ser inefectiva. Este material es es insoluble en agua y es más ligero.
<b>PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN</b>	Produce gases irritantes, tóxicos y corrosivos. Dióxido de carbono, monóxido de carbono, hidrocarburos y aldehidos.
<b>PRECAUCIONES PARA EVITAR INCENDIO Y/O EXPLOSIÓN</b>	Mantener retirado de las zonas donde exista riesgo de fuego y en recipientes bien tapados. Proveer de buena ventilación a nivel del piso. No fumar en los sitios de trabajo. Conectar a tierra los recipientes para evitar descargas electrostáticas. Los equipos eléctricos, de iluminación y ventilación deben ser a prueba de explosiones.

	<b>FICHA DE EMERGENCIA</b>	Página 3 de 5
	<b>FE-D025</b>	EDICIÓN 1
	<b>XILOL</b>	
<b>INSTRUCCIONES PARA COMBATIR EL FUEGO</b>	<p>Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Estar a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Mantener frescos todos los contenedores que puedan ser afectados con agua en forma de rocío en grandes cantidades y siendo ésta contenida. Aplique el agua desde una distancia tan lejana como sea posible.</p>	

<b>MEDIDAS PARA PREVENIR ACCIDENTES</b>	
<p>Evacuar o aislar el área del peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubíquese en la dirección del viento con protección personal adecuada. Evite zonas bajas. Elimine toda fuente de ignición incluyendo baterías y motores, chispas o llamas. Detenga o controle la fuga, si puede hacerlo sin peligro. Ventile la zona del derrame. No use palas metálicas. NO permitir que el fuego se incorpore al ambiente.</p>	
<b>DERRAMES PEQUEÑOS</b>	<p>Evacue y aisle en 25 a 50 metros. Contenga el derrame con absorbentes inherentes como calcetines, almohadillas o tapetes para solventes, chemizorb o vermiculita. Introduzca en contenedores cerrados y marcados. Lave el área con agua y jabón.</p>
<b>DERRAMES GRANDES</b>	<p>Evacue y aisle el área 300 metros en todas direcciones. Utilice agua en forma de rocío para enfriar y dispersar los vapores y proteger al personal. Evite que le material derramado caiga en fuentes de agua, desagües o espacios confinados. Contacte organismos de socorro.</p>
<b>VERTIMIENTO EN AGUA</b>	<p>Utilice absorbentes tipo espagueti para retirar el hidrocarburo de la superficie.</p>

<b>ALMACENAMIENTO Y MANEJO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evite toda fuente de ignición (chispas, llamas, calor, cigarrillos encendidos)</li> <li>▪ Usar siempre protección personal así sea corta la exposición o la actividad que realice con el producto.</li> <li>▪ Mantener estrictas normas de higiene, no fumar, ni comer en el sitio de trabajo.</li> <li>▪ Usar las menores cantidades posibles.</li> <li>▪ Evite respirar los vapores y la niebla de este producto.</li> <li>▪ Usar el producto en una campana para extracción de vapores.</li> <li>▪ Conocer en dónde está el equipo para la atención de emergencias.</li> <li>▪ Leer las instrucciones de la etiqueta antes de usar el producto. Rotular los recipientes adecuadamente.</li> <li>▪ Use sistemas a prueba de chispas y explosión.</li> <li>▪ Evite acumulación de cargas: conecte a tierra contenedores y tuberías; aumente la conductividad con aditivo especial; reduzca la velocidad del flujo en las operaciones de transferencia; incremente el tiempo en que el líquido permanezca en las tuberías; manipuleo a temperaturas bajas.</li> <li>▪ Evite generar vapores o neblinas.</li> <li>▪ Lávese completamente las manos después de su manipulación.</li> <li>▪ Quite la ropa contaminada y lavarla antes de su reutilización.</li> <li>▪ Evite contacto con los ojos, la piel y la ropa.</li> <li>▪ Almacene bien cerrado en lugar bien ventilado, alejado de materiales incompatibles y calor.</li> <li>▪ A temperatura ambiente (entre 15 y 25 °C)</li> <li>▪ Disponga de las medidas generales para las áreas de almacenamiento de líquidos inflamables.</li> <li>▪ Almacene los contenedores vacíos separados de los llenos.</li> <li>▪ Rotular los recipientes adecuadamente y mantenerlos bien cerrados.</li> </ul>

<b>CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL</b>
--

	<b>FICHA DE EMERGENCIA</b>		Página 4 de 5
	<b>FE-D025</b>		EDICIÓN 1
	<b>XILOL</b>		
<b>CONTROLES DE INGENIERÍA:</b>	Buena ventilación local y general, para asegurar que la concentración no exceda los límites de exposición ocupacional o se mantenga lo más baja posible. Considerar la posibilidad de encerrar el proceso. Garantizar el control de las condiciones del proceso. Suministrar aire de reemplazo continuamente para suplir el aire removido. Disponer de duchas y estaciones lavajos.		
<b>MONOGAFAS PARA QUÍMICOS.</b>	Evita el contacto de pigmentos y demás partículas volátiles en los ojos.		
<b>GUANTES DE CARNAZA.</b>	Facilita la manipulación de los tambores y protege las manos.		
<b>RESPIRADOR CON FILTRO DE VAPORES.</b>	Reduce la ingestión de vapores orgánicos por vía respiratoria.		
<b>PETO.</b>	Evita en contacto de la ropa con productos químicos.		
<b>CINTURÓN ERGONÓMICO</b>	Evita lesiones de espalda y controla esfuerzos abdominales.		

<b>PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS</b>	
<b>APARIENCIA</b>	Líquido incoloro con olor aromático.
<b>FORMULA</b>	$C_6H_4(CH_3)_2$
<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>	0.864 – 20°C (agua=1).
<b>DENSIDAD DE VALOR</b>	3.7 (aire = 1).
<b>PUNTO DE EBULLICIÓN</b>	137 – 144 °C.
<b>PUNTO DE FUSIÓN</b>	-25 °C.
<b>PRESIÓN DE VAPOR</b>	8 – 20 °C mm Hg.
<b>SOLUBILIDAD</b>	Insoluble en agua. Soluble en alcohol, éter y otros compuestos orgánicos.

<b>ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD</b>	
<b>ESTABILIDAD</b>	Estable bajo condiciones normales de presión y temperatura.
<b>CONDICIONES A EVITAR</b>	Evite descargas estáticas, chispas, llamas abiertas, calor y otras fuentes de ignición. Descargas estáticas, chispas, llamas abiertas, calor y otras fuentes de ignición. Altas temperaturas, fuentes de ignición, materiales incompatibles como oxidantes fuertes (con hipoclorito de sodio, ácidos fuertes, peróxido, cloro).
<b>PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSOS</b>	Monóxido de carbono, dióxido de carbono.
<b>POLIMERIZACIÓN PELIGROSA</b>	No debe suceder.

<b>INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA</b>
<p>El Xileno es considerado muy tóxico por ingestión, con una dosis estimada oral mortal en los adultos de 50 mg/Kg ó 15 a 30 mL. La exposición por inhalación con una concentración de 1000 ppm es considerada inmediatamente peligrosa para la vida o la salud. Dos muertes han sido reportadas por 12 horas de exposición ó mayor a concentraciones de vapor estimado a 6000 ppm y mayor.</p> <p>Etilbenceno. DL50 (oral, rata) = 3500 mg/kg.</p> <p>DL50 (piel, conejo) = 17800 mL/kg.</p> <p>El Xileno es considerado muy tóxico por ingestión, con una dosis estimada oral mortal en los adultos de 50 mg/Kg ó 15 a 30 mL. La exposición por inhalación con una concentración de 1000 ppm es considerada inmediatamente peligrosa para la vida o la salud. Dos muertes han sido reportadas por 12 horas de exposición ó mayor a concentraciones de vapor estimado a 6000 ppm y mayor.</p>

	<b>FICHA DE EMERGENCIA</b>	Página 5 de 5
	<b>FE-D025</b>	
	<b>XILOL</b>	EDICIÓN 1
<p>Etilbenceno. DL50 (oral, rata) = 3500 mg/kg.  DL50 (piel, conejo) = 17800 mcL/kg.  Xilenos (o-m-p). CL50 (inhalación, rata) = 5000 ppm/4 Horas.  DL50 (oral, rata) = 4300 mg/kg.  DL50 (piel, conejo) = &gt;1700 mg/kg.</p> <p><b>CANCEROGENECIDAD:</b>  Etilbenceno. IARC: Grupo 2B. cancerígeno.  Xilenos (o-m-p). IARC: Grupo 3. No cancerígeno.  CLo (inhalación, rata) = 8000 ppm/4 horas(-m-); 4912 ppm/24 horas (-p-).</p> <p><b>EFFECTOS REPRODUCTIVOS:</b> Hay amplia evidencia que el xileno produce embriotoxicidad (peso de cuerpo reducido, osificación retrasada, retardado desarrollo de riñón, aumento de costilla suplementaria) y fetotoxicidad en ratones y ratas, pero el Xileno no es considerado teratogénico.</p> <p><b>IRRITACIÓN DE OJOS:</b> Aplicación de xileno causa mediana irritación y daño pasajero a la córnea en conejos. En gatos resultaron finas vacuolas en la córnea que desaparecieron en 24 horas.</p> <p><b>IRRITACIÓN DE PIEL:</b> Una sola aplicación de una cantidad inespecificada de xileno causa irritación e hinchazón en la piel de conejos y conejillos de indias. Aplicación de 0.5 mL de una mezcla de xileno (sin composición específica) a conejos por 24 horas causo una moderada irritación.</p> <p><b>INHALACION. PERÍODO LARGO:</b> Evidencia de daño a los riñones, hígado y pulmones en animales. No se observaron efectos cuando se expusieron ratas y perros a mezclas de xilenos (65.01% -m-, 7.63% -o-, 7.84% -p-, 19.27% de etilbenceno) a 810 ppm por 6 horas por día por 13 semanas.</p> <p><b>INGESTION:</b> No se encontraron efectos importantes después de administrar 1000 mg/kg (ratas) y 2000 mg/kg (ratones) durante 90 días.</p>		

<b>INFORMACIÓN ECOLOGICA</b>
Evite su entrada a desagües, ríos u otras fuentes de agua.

<b>INFORMACIÓN SOBRE DESECHOS</b>	
<b>DISPOSICIÓN</b>	Clasificación EPA de desecho: D001 (desecho susceptible a ignición)

<b>INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Etiqueta roja de líquido inflamable.</li> <li>▪ Etiquete adecuadamente los contenedores o carrotanques y manténgalos cerrados.</li> <li>▪ No lo transporte junto con productos explosivos de las clases 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, gases venenosos (2.3), venenosos (6.1).</li> <li>▪ Puede transportarse junto con las clases 5.1 (oxidantes), 1.4 (explosivos) solo si están separados de tal manera que no se mezclen en caso de derrame.</li> <li>▪ Apague el motor cuando cargue y desagüe (a menos que quiera poner a funcionar la bomba de carga).</li> <li>▪ No fume en el vehículo ni a menos de 7.5 metros.</li> <li>▪ Conecte a tierra el carrotanque antes de transferir el producto a o desde el conector.</li> <li>▪ Asegure todos los paquetes en el vehículo contra movimiento.</li> <li>▪ Cierre y asegure válvulas, y verifique que estas no tengan fuga.</li> </ul>

## HOJA DE SEGURIDAD DE ACEITE PALMISTE RBD

**Supraceites SA**  
**Bogota. Colombia**  
**Tel: 406-56-13/ 269-63-33**

**Planta industrial**  
**cra 42 B N° 10 A-21**  
**Zona Industrial**

---

### CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Índice de Yodo	: 14.4 – 19.5
Punto de saponificación	: 255 a 240
Índice de refracción a 25 ° C.	: 1.448 - 1.452
Densidad a 15°C	: 0.920 a 0.900

---

### IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

Vías de ingreso: piel y ojos

Signos y síntomas de exposición:

INHALACIÓN: No conocidos

CONTACTO CON LOS OJOS: Puede causar una leve irritación a los ojos.

CONTACTO CON LA PIEL: Puede causar sequedad. En contacto prolongado puede causar una leve irritación de la piel.

INGESTIÓN: No conocidos

IDENTIFICACION: Según la clasificación NFPA 704 el símbolo utilizado es



---

### PRIMEROS AUXILIOS

En caso de ingestión: Puede ocasionar riesgo de aspiración pulmonar. No inducir al vómito. Llamar al médico de inmediato. No suministrar líquidos. Si pequeñas cantidades entran por boca, enjuagar con agua hasta que no queden restos de sabor.

En caso de salpicadura a los ojos: lave la zona afectada con agua limpia por 15 minutos, levantando los párpados ocasionalmente.

En caso de contacto con la piel: lave la zona afectada con abundante agua limpia y jabón.

---

### MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Medidas de extinción: Agua pulverizada, espuma regular, polvo químico seco, dióxido de carbono.

Procedimientos de Lucha específicos: Usar equipo autónomo de respiración. Usar ropa protectora especial para bomberos.

---

### MEDIDAS QUE DEBAN TOMARSE EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

En caso de derrames, absorber el producto con tierra, arena o aserrín o algún material inerte. Barrer y recoger en un envase y depositelo en el lugar destinado por las autoridades locales para este fin. Enjuagar la zona afectada con agua. Usar ropa protectora.

---

### MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO

Recomendaciones de Manejo

- Mantener el producto fuera del alcance de los niños
- No comer, no fumar, no beber durante las operaciones de mezcla y aplicación.
- Después de usar el producto, cámbiese la ropa contaminada y báñese con abundante agua y jabón.

**Carrera 42 B No. 10A-21 PBX: 4851888-2696333 – TELEFAX: 268 4981 – 2698867-4065613. E-mail: [supraceites@supraceites.com](mailto:supraceites@supraceites.com) – Bogotá, D.C. -Colombia**

#### Recomendaciones de Almacenamiento

- Conserve el producto en su envase original, etiquetado y cerrado.
- Almacenar en un lugar seco y fresco con adecuada ventilación.
- No almacenar con productos alimenticios, medicinas ni bebidas.

---

#### CONTROLES DE EXPOSICION / PROTECCION PERSONAL

Medidas de control de ingeniería: las precauciones habituales para manejar sustancias químicas, deben ser observadas.

Protección respiratoria: ninguna

Protección manos: ninguna

Protección cuerpo: ninguna

Protección ojos: gafas de seguridad

---

#### PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Forma: líquida

Color: amarillo pálido

Olor: característico

	Valor	Unidad
Cambio de estado físico		
Propiedades explosivas	Desconocidas	
Densidad a 40°C	0.920-0.900	g/cm <sup>3</sup>
Soluble en agua: insoluble		
Soluble en éter petróleo: soluble		

---

#### ESTABILIDAD / REACTIVIDAD

**Estabilidad:** Ninguna destrucción termal si es usado correctamente

**Materiales a evitar:** Evite el contacto con agentes oxidantes

**Productos de descomposición arriesgados:** A temperaturas elevadas puede provocar la formación de acroleína.

**Reacciones peligrosas:** Ninguna

---

#### INFORMACION TOXICOLOGICA

**Toxicidad:** no tóxico

**Datos toxicológicos:**

Sensibilidad en la piel: Desconocida

Irritación piel: Desconocida

Irritación ojos: Desconocida

Información toxicológica general: No está clasificado como peligroso conforme la EEC Dangerous Substance Directive (Directriz de Sustancia Peligrosa) and Dangerous Preparation Directives (Directrices de Preparación Peligrosa). Si el producto es usado correctamente, no dañará la salud.

---

#### INFORMACION RELATIVA AL TRANSPORTE

Se aconseja que las personas que transporten esta sustancia verifiquen el código internacional recomendado de prácticas para el almacenamiento y transporte de aceites y grasas comestibles a granel. CAC/RCP 36 – 1987 (REV 1 -1999)

---

#### OTRA INFORMACION

El usuario es totalmente responsable de los riesgos y peligros generados por el uso de este producto en su actividad.



# FICHA DE SEGURIDAD

## ANHÍDRIDO MALEICO

FS-S- 400123

VERSION 0

HOJA 1 DE 6

Asistencia de emergencia las 24 horas: (094) 309 09 09 ó 378 60 60 (Medellín) – (091) 426 55 50 (Bogotá)

### SECCIÓN 1 IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL/ COMPANÍA

**IDENTIDAD DEL MATERIAL:** ANHÍDRIDO MALEICO  
**NOMBRE QUIMICO:** 2,5-FURANDIONA  
**SINÓNIMOS:** Anhídrido cis-butenodioico, 2,5-Dihidrofuran-2,5-diona, Anhídrido toxílico.  
**FORMULA:** C<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
**FAMILIA QUIMICA:** Ácidos Orgánicos  
**CAS:** 108-31-6

**Dirección de la compañía:** INPROQUIM CRA 50 NO 97ª SUR 392

### SECCIÓN 2 COMPOSICIÓN

COMPONENTE	# CAS	% POR PESO	OSHA PEL	TLV / TWA	STEL	CEILING
Anhídrido maleico	108-31-6	>99.5		0.1 ppm		

### SECCIÓN 3 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

#### Riesgos para la salud:

Sólido combustible, sólido corrosivo. El sólido en forma de polvo, puede explotar en presencia de llama o chispa. Efectos tóxicos generales: el anhídrido maleico tiene acción cáustica sobre piel y ojos. Es muy peligroso por ingestión. Puede causar sensibilización por inhalación y contacto con la piel.

#### Efectos por exposición aguda

##### Contacto ocular:

El contacto con los ojos puede causar lesiones en la córnea hasta la ceguera. Puede generar irritación ocular crónica y queratitis por exposición ocupacional prolongada sin protección.

##### Contacto con la piel:

El contacto con la piel puede causar inflamación o provocar ampolla. La cantidad del tejido dañado depende de la duración del contacto.

##### Ingestión:

El producto es nocivo por ingestión.

##### Inhalación:

El polvo puede causar fuerte irritación de nariz, garganta y pulmones y puede llegar a provocar edema pulmonar.

#### Efectos por exposición crónica

Si es inhalado: puede causar daño pulmonar. El contacto con la piel: puede causar irritación primaria y dermatitis. En contacto con los ojos: puede causar conjuntivitis y erosión de la córnea, dilatación de la pupila.

Medellín: Carrera 50 No. 97A Sur – 392 La Estrella, Antioquia, Zona Industrial Sierra Morena, PBX 378 60 60 FAX 302 03 03

Apartado 56388 Medellín – Colombia - e-mail: [info@inproquim.com](mailto:info@inproquim.com) - [www.inproquim.com](http://www.inproquim.com)  
 Bogotá D.C. AC. 17 (Avenida Centenario) No. 82-67 Fontibón, PBX: 426 55 50



Comercialización de productos químicos y de material de empaque para productos químicos.  
 NTC - ISO 9001:2000  
 CÓDIGO N.º 8214



# FICHA DE SEGURIDAD

## ANHÍDRIDO MALEICO

FS-S- 400123

VERSION 0

HOJA 2 DE 6

**Propiedades sensibilizantes:** la inhalación de este producto puede causar una reacción alérgica o asma con mucha tos, incremento en la producción del moco y dificultad para respirar. Prolongado y repetido contacto con el producto puede causar reacción alérgica en la piel. Este producto y sus componentes han sido clasificados como sensibilizantes de la piel por ACGIH, lo cual puede causar eritema, vesículas o dermatitis dependiendo de la concentración.

### SECCIÓN 4 PRIMEROS AUXILIOS

#### Ingestión

Si la persona esta consciente y puede tragar dar 2 vasos de agua. NO PROVOCAR VOMITO ya que este material es corrosivo. NO usar antiácidos. Si ocurre el vómito, administrar grandes cantidades de agua. Si la víctima está convulsionando NO dar nada de beber y NO inducirle el vómito.

#### Inhalación

Retirar la persona a un lugar que no esté contaminado. Si se detuvo la respiración, dar respiración artificial. Si respira con dificultad, suministrar oxígeno.

#### Contacto con los ojos

Lavar con abundante agua por lo menos 15-20 minutos abriendo ocasionalmente los párpados. Obtener ayuda médica.

#### Contacto con la piel

Lavar rápidamente con abundante agua y jabón. Remover la ropa y el calzado contaminados.

#### Información para el medico

Ingerir este material corrosivo puede llevar a una úlcera severa, inflamación y posible perforación del tracto digestivo con hemorragia. La aspiración del producto durante el vómito puede llevar a un daño del pulmón. Si es necesario evacuar el estómago es mejor hacer un lavado gástrico. La inhalación puede resultar en un daño del tracto respiratorio y puede predisponer a los pacientes a una infección respiratoria secundaria.

### SECCIÓN 5 MEDIDAS PARA COMBATIR INCENDIOS

#### Riesgos de fuego y explosión:

Bajo peligro de incendio. La mezcla de polvo-aire es explosiva. Mantener alejado de chispas y llamas porque el polvo o los vapores del producto fundido son inflamables.

Punto de inflamación: 103,3 ° C (218 ° F)  
Limites de inflamabilidad: inferior: 1.4 superior: 7.1  
Temperatura de autoignición: 476° C (890 ° F)

#### Medios de extinción y técnicas par combate de incendios:

Espuma universal (antialcohol), agua en neblina, dióxido de carbono. NO use polvo químico seco.

#### Productos peligrosos generados por la combustión:

Gases y vapores tóxicos, incluyendo monóxido de carbono.

Medellín: Carrera 50 No. 97A Sur – 392 La Estrella, Antioquia, Zona Industrial Sierra Morena, PBX 378 60  
60 FAX 302 03 03

Apartado 56388 Medellín – Colombia - e-mail: [info@inproquim.com](mailto:info@inproquim.com) - [www.inproquim.com](http://www.inproquim.com)  
Bogotá D.C. AC. 17 (Avenida Centenario) No. 82-67 Fontibón, PBX: 426 55 50



Comercialización  
de productos  
químicos y de  
material de empaque  
para productos  
químicos.  
NTC - ISO 9001:2000



# FICHA DE SEGURIDAD

## ANHÍDRIDO MALEICO

FS-S- 400123

VERSION 0

HOJA 3 DE 6

### SECCIÓN 6

### MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

#### Pasos a seguir en caso de derrames o fugas del material:

Evacuar el área. Evitar respirar el polvo. Usar el equipo de protección apropiado. No tocar el material. Detener el derrame. Aislar el lugar y prohibir el acceso de personas ajenas. No usar métodos que incrementen el polvo. Prevenir su entrada al alcantarillado.

#### Métodos de disposición de desechos:

Considerar su reprocesamiento. El material puede ser incinerado en un incinerador con postquemador, ya sea sólido, disuelto o mezclado con papel y otro combustible sólido. NOTA: El anhídrido maleico neutralizado y bien diluido con agua, es biodegradable.

### SECCIÓN 7

### MANEJO Y ALMACENAJE

#### Precauciones sobre manipulación :

**Condiciones Generales:** Utilizar protección adecuada para evitar el contacto con la piel y los ojos y la inhalación del producto. No fumar, comer o beber durante la manipulación del producto. Eliminar todas las posibles fuentes de ignición del área de manejo y almacenamiento del producto.

**Condiciones específicas:** sistemas de ventilación local eficientes. Máscara de protección respiratoria en altas concentraciones de polvo.

#### Condiciones de almacenamiento:

Almacenar a temperatura ambiente, en lugares frescos y bien ventilados. Contenedores correctamente cerrados y etiquetados. Sistema apropiado de lucha contra incendios en el área de almacenamiento.

### SECCIÓN 8

### CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

#### Controles de ingeniería:

Proveer ventilación general y local para mantener el lugar de trabajo por debajo del TLV.

#### Equipos de protección personal:

##### Protección respiratoria:

Para concentraciones de hasta 12.5 ppm puede usarse una máscara facial provista de un cartucho químico universal o para gases ácidos y vapores orgánicos. Para concentraciones mayores y emergencias es necesario utilizar una máscara facial con provisión de aire auto contenido (SCBA)

##### Protección cutánea:

Use guantes de PVC, neopreno, nitrilo.

##### Protección para los ojos y cara:

Usar gafas de seguridad química.

##### Otro tipo de protección requerida:

Protección facial, ropa de protección especial Tychem SL, PVC; botas de caucho, etc. Proveer duchas de lluvias torrenciales y lavaojos de seguridad en los lugares de trabajo.

Medellín: Carrera 50 No. 97A Sur -- 392 La Estrella, Antioquia, Zona Industrial Sierra Morena, PBX 378 60  
60 FAX 302 03 03

Apartado 56388 Medellín - Colombia - e-mail: [info@inproquim.com](mailto:info@inproquim.com) - [www.inproquim.com](http://www.inproquim.com)  
Bogotá D.C. AC. 17 (Avenida Centenario) No. 82-67 Fontibón, PBX: 426 55 50



Comercialización  
de productos  
químicos y de  
material de empaque  
para productos  
químicos.  
CERTIFICADO  
DE GESTIÓN  
DE LA CALIDAD  
NTC - ISO 9001:2000  
CÓDIGO N.º 471-1



# FICHA DE SEGURIDAD

## ANHÍDRIDO MALEICO

FS-S- 400123

VERSION 0

HOJA 4 DE 6

### SECCIÓN 9

### PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

<b>Apariencia:</b>	Sólido blanco o levemente amarillo, en briquetas.
<b>Olor:</b>	Acre, picante
<b>PH:</b>	< 2;7 (solución al 1% en agua)
<b>Presión a vapor</b>	0.16 mm Hg (21.3 Pa) a 20 ° C
<b>Densidad de vapor:</b>	3.4
<b>Punto de ebullición:</b>	202 ° C (395.6 ° F)
<b>Punto fusión:</b>	52.8° C (127 ° F)
<b>Punto de congelación:</b>	NA
<b>Solubilidad:</b>	Soluble en agua, con hidrólisis lenta
<b>Gravedad específica:</b>	1.43 (como sólido)
<b>Peso molecular:</b>	98.06 g / mol
<b>Rata de evaporación:</b>	NE
<b>Porcentaje de volátiles por volumen:</b>	NA

### SECCIÓN 10

### REACTIVIDAD Y ESTABILIDAD

#### Estabilidad:

Este material reacciona violentamente con agua, bases, metales alcalinos y aminas. A temperaturas por encima de 150 ° C puede sufrir una rápida descomposición y reacción de polimerización, las cuales producen calor y gas que puede generar ruptura de equipos.

#### Incompatibilidades:

Contacto con ácidos, sustancias oxidantes y agentes reductores. Muy reactivo con los alcalimetales. Metales alcalinos, aminas ion amonio, bario, bases, 2-benzoethilato, Ca (OH)<sub>2</sub>, Cationes, hidróxido de sodio y de potasio y de potasio, litio, magnesio, olefinas, potasio, piridina, oxidantes fuertes y quinolina. Reacciona exotérmicamente con agua. Corrosivo con metales cuando está en contacto con agua.

#### Condiciones a evitar:

Evitar el contacto directo con las llamas, altas temperatura y humedad.

#### Productos por descomposición peligrosa:

A temperaturas elevadas (mayor de 150 ° C), el producto se descompone en presencia del álcali metales o aminas. La descomposición exotérmica del anhídrido maleico produce dióxido de carbono en presencia de dimetilamina, trietilamina, piridina o quinolina a temperaturas por encima de 150 ° C.

#### Polimerización peligrosa:

El producto polimeriza en presencia de olefinas y catalizadores. NOTA: En todos los casos de reacción anteriores, ésta puede ser violenta (exposición).

### SECCIÓN 11

### INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

#### Ingestión:

La ingestión es fácil de evitar, pero si ocurre, es muy peligrosa. La ingestión causa corrosión de las mucosas.

Medellín: Carrera 50 No. 97A Sur – 392 La Estrella, Antioquia, Zona Industrial Sierra Morena, PBX 378 60  
60 FAX 302 03 03

Apartado 56388 Medellín – Colombia - e-mail: [info@inproquim.com](mailto:info@inproquim.com) - [www.inproquim.com](http://www.inproquim.com)  
Bogotá D.C. AC. 17 (Avenida Centenario) No. 82-67 Fontibón, PBX: 426 55 50



Comercialización  
de productos  
químicos y de  
material de empaque  
para productos  
químicos.

CERTIFICADO  
DE EFECTIVIDAD  
DE LA CALIDAD  
CODIGO N.º 871-3

NTC - ISO 9001:2000



# FICHA DE SEGURIDAD

## ANHÍDRIDO MALEICO

FS-S- 400123

VERSION 0

HOJA 5 DE 6

### Inhalación:

Puede provocar irritación crónica bronquial (incluso asma). También puede provocar sensibilización respiratoria.

### Contacto ocular / cutáneo:

Severo irritante y corrosivo. Este producto causa quemaduras en contacto con piel y ojos. Puede provocar irritación crónica ocular y dermatitis.

### Carcinogenicidad:

El anhídrido maleico no está clasificado con las listas de NTC o IARC. Sin embargo, sigue investigándose su efecto cancerígeno.

### Potencial cancerígeno

EPA  
NTP  
ACGIH  
IARC  
OSHA

### Teratogenicidad y Mutagénesis:

No hay datos disponibles.

### Condiciones medicas agravadas por exposición:

Problemas dermatológicos

### Dosis y concentraciones letales:

LD<sub>50</sub> : 400 mg / kg (oral en ratas). LD<sub>50</sub> 875 mg/ kg (Oral-conejos).

## SECCIÓN 12 CONSECUENCIAS Y EFECTOS AMBIENTALES

### Información ecotoxicológica (Acuática y terrestre):

No hay datos disponibles.

### Información sobre destino químico:

Persistencia y degradabilidad: liberado en el agua, a temperatura ambiente, el anhídrido maleico se hidroliza rápidamente (vida media: 0.37 min.) a ácido maleico. Emitido a la atmósfera, puede sufrir fotodegradación por reacción con ozono y con radicales de origen fotoquímico (vida media estimada: 1.7 h.) En el suelo, puede degradarse o hidrolizarse. Movilidad/ bioacumulación: No es de esperar que el anhídrido maleico se bioacumule en organismos.

## SECCIÓN 13 CONSIDERACIONES DE DESECHO

Reciclar el material siempre que sea posible. Eliminación: Combustión controlada. Manipulación: contenedores correctamente cerrados y etiquetados. Disposiciones: Los establecimientos y empresas que se dediquen a la recuperación, eliminación, recogida o transporte de residuos deberán cumplir las disposiciones existentes relativa a la gestión de residuos u otras disposiciones municipales, provinciales y / o nacionales en vigor.

Medellín: Carrera 50 No. 97A Sur – 392 La Estrella, Antioquia, Zona Industrial Sierra Morena, PBX 378 60  
60 FAX 302 03 03

Apartado 56388 Medellín – Colombia - e-mail: [info@inproquim.com](mailto:info@inproquim.com) - [www.inproquim.com](http://www.inproquim.com)  
Bogotá D.C. AC. 17 (Avenida Centenario) No. 82-67 Fontibón, PBX: 426 55 50



Comercialización  
de productos  
químicos y de  
material de empaque  
para productos  
químicos.  
NTC - ISO 9001:2000



# FICHA DE SEGURIDAD

## ANHÍDRIDO MALEICO

FS-S- 400123

VERSION 0

HOJA 6 DE 6

### SECCIÓN 14 INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

Grupo de embalaje: 8  
Grupo de embarque: III

### SECCIÓN 15 INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

La información reglamentaria suministrada no pretende ser completa. Otros reglamentos federales, estatales y locales pueden aplicarse a este material.

### SECCIÓN 16 OTRA INFORMACIÓN

Clasificación NFPA (Salud, Incendio, Reactividad): 3,1,1  
ICONTEC: 8  
UN: 2215

#### IMPORTANTE:

A la fecha de recopilación, la información contenida en esta ficha, está basada en datos considerados como exactos y confiables, sin embargo esta información no exime al comprador de realizar sus propios análisis. INPROQUIM. no extiende garantías o seguridad ni asume responsabilidad de ningún tipo respecto a la exactitud y/o lo completo de la información, ni por daños o perjuicios resultantes del uso o aplicación de los productos frente a los cuales se recomienda usar pautas de manejo. No se ofrece ninguna garantía expresa o implícita de comerciabilidad o adecuación para un propósito en particular ni de cualquier otra índole, en lo concerniente al desempeño, estabilidad y otros aspectos.

	ELABORÓ	REVISÓ	APROBO
CARGO	Coordinadora SHO	Jefe de P & C de Químicos	Jefe de QHSE
FIRMA			
VIGENCIA	17 de noviembre del 2006		

Medellín: Carrera 50 No. 97A Sur – 392 La Estrella, Antioquia, Zona Industrial Sierra Morena, PBX 378 60  
60 FAX 302 03 03  
Apartado 56388 Medellín – Colombia - e-mail: [info@inproquim.com](mailto:info@inproquim.com) - [www.inproquim.com](http://www.inproquim.com)  
Bogotá D.C. AC. 17 (Avenida Centenario) No. 82-67 Fontibón, PBX: 426 55 50



Comercialización  
de productos  
químicos y de  
material de empaque  
para productos  
químicos.  
NTC - ISO 9001:2000

CODIGO N° 871-1



# FICHA DE SEGURIDAD

## TOFA TLR

FS-S- 400602  
VERSION 0  
HOJA 1 DE 5

Asistencia de emergencia las 24 horas: (094) 309 09 09 ó 378 60 60 (Medellín) – (091) 426 55 50 (Bogotá)

### SECCIÓN 1 IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL/ COMPANÍA

IDENTIDAD DEL MATERIAL: TOFA TLR  
NOMBRE QUÍMICO: Ácido graso  
SINÓNIMOS: NA  
FORMULA: NA  
FAMILIA QUÍMICA: Aceites y Ácidos Grasos  
CAS: 61790-12-3

Dirección de la compañía: INPROQUIM CRA 50 NO 97ª SUR 392

### SECCIÓN 2 COMPOSICIÓN

COMPONENTE	# CAS	% POR PESO	OSHA PEL	TLV / TWA	STEL	CEILING
Ácidos grasos de aceite de ricino	61790-12-3	100				

### SECCIÓN 3 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Riesgos para la salud: No presenta peligro potencial contra la salud.

Efectos por exposición aguda

Contacto ocular: No se conocen

Contacto con la piel: No se conocen

Ingestión: Irritante.

Inhalación: La ingestión de pequeñas cantidades del producto no se considera tóxico. Grandes cantidades pueden causar neumonitis y daños pulmonares.

Efectos por exposición crónica:

La sobre-exposición a humos y vapores generados por el calentamiento del producto puede causar irritación respiratoria con dolor de garganta, tos y / o dificultad para respirar. La sobre-exposición repetida puede causar asma.

### SECCIÓN 4 PRIMEROS AUXILIOS

Ingestión: Dar de beber 2 vasos de agua si el paciente se encuentra consciente. Si la cantidad ingerida es grande, solicitar asistencia médica. Inducir el vómito sólo por personal médico.

Inhalación: Trasladas el afectado al aire fresco. Si se presenta paro respiratorio, suministrar respiración artificial y / u oxígeno si está disponible. Solicitar ayuda médica.

Contacto con los ojos: Enjuagar con abundante agua durante 15 minutos mínimo. Solicitar atención médica, si la irritación persiste. Si el producto estaba caliente al momento del contacto con los ojos, lavar abundante agua durante 15 minutos y buscar atención médica inmediatamente.

Medellín: Carrera 50 No. 97A Sur – 392 La Estrella, Antioquia, Zona Industrial Sierra Morena, PBX 378 60 60 FAX 302 03 03

Apartado 56388 Medellín – Colombia - e-mail: [info@inproquim.com](mailto:info@inproquim.com) - [www.inproquim.com](http://www.inproquim.com)  
Bogotá D.C. AC. 17 (Avenida Centenario) No. 82-67 Fontibón, PBX: 426 55 50



Comercialización de productos químicos y de material de empaque para productos químicos.  
CERTIFICADO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTC - ISO 9001:2000  
CODIGO N.º 87-1



# FICHA DE SEGURIDAD

## TOFA TLR

FS-S- 400602

VERSION 0

HOJA 2 DE 5

**Contacto con la piel:** Lavar las áreas afectadas con agua y jabón. Si se produce irritación, solicitar atención médica. Si el producto caliente entró en contacto con la piel, tratar como quemadura térmica y solicitar atención médica. Lavar la ropa que ha entrado en contacto con el producto antes de ser reutilizado.

**Notas para personal medico:** La decisión de inducir o no el vómito es responsabilidad del médico. Si se realiza un lavado al paciente, se recomienda sea un control nazogástrico. No hay antídoto específico. Si se presenta quemaduras. Tratar como cualquier quemadura térmica. Los tratamientos específicos se deben dar a juicio del medico basado en las reacciones del paciente.

### SECCIÓN 5

### MEDIDAS PARA COMBATIR INCENDIOS

**Riesgos de fuego y explosión:** Si el producto es calentado a una temperatura cercana al punto de inflamación, en presencia de aire, el producto puede entrar en combustión. El producto no se considera combustible, pero el contacto prolongado con materiales altamente porosos, puede hacer que este producto oxide (combustión) espontáneamente.

**Punto de inflamación:** 204 ° C copa abierta (399° F)  
**Limites de inflamabilidad:** inferior: NA superior: NA  
**Temperatura de autoignición:** NE

#### Medios de extinción y técnicas par combate de incendios:

**Pequeños:** Utilice extintores manuales polvo químico seco o de CO<sub>2</sub> y evite respirar los vapores provenientes del material en incendio.

**Grandes:** Bomberos, utilice el equipo de protección personal incluyendo ropa protectora contra fuego y equipo de protección respiratoria con aire autocontenido (SCBA) el incendio se extingue espuma AFFF o espuma universal (3 % para materiales hidrocarburos o 6 % para alcoholes o solventes polares). Utilice agua neblina para enfriar los contenedores expuestos al fuego o al calor. El equipo de Protección Personal Contra-incendio de los Bomberos, debe ser descontaminado completamente, luego de su uso.

**Productos peligrosos generados por la combustión:** La combustión puede producir monóxido de carbono y / dióxido de carbono. El monóxido de carbono es altamente tóxico si es inhalado; el dióxido de carbono en concentraciones suficientes puede actuar como asfixiante.

### SECCIÓN 6

### MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

**Pasos a seguir en caso de derrames o fugas del material:** Identifique el material derramado mediante la etiqueta del contenedor o el nombre del fluido, que debe aparecer sobre la tubería. Evalúe los riesgos del material derramado, consultando su MSDS ó la Guía de Respuesta a Emergencia del DOT. Utilice los equipos de protección personal (EPP), según los riesgos presentes (equipos para respuestas de MATPEL o de HAZMAT). Aislé la zona, no permita la entrada de personal ajeno a la respuesta sin los EPP anteriores. Suspenda la operación de los equipos o vehículos que pueden ser fuentes de ignición. Si el material proviene de una tubería, para bombas, cierre válvulas y / o tapone el orificio o punto de fuga; si está fugando desde un contenedor, tapone el orificio, si es posible y seguro o busque una ayuda mecánica para colocar el contenedor de tal forma que quede con su punto de fuga en la parte superior. Siempre evite contaminación, limitando los regueros con material absorbente o cubriendo los puntos de entrada a desagües o cárcamos para prevenir que

Medellín: Carrera 50 No. 97A Sur – 392 La Estrella, Antioquia, Zona Industrial Sierra Morena, PBX 378 60  
60 FAX 302 03 03

Apartado 56388 Medellín – Colombia - e-mail: [info@inproquim.com](mailto:info@inproquim.com) - [www.inproquim.com](http://www.inproquim.com)  
Bogotá D.C. AC. 17 (Avenida Centenario) No. 82-67 Fontibón, PBX: 426 55 50



Comercialización  
de productos  
químicos y de  
material de empaque  
para productos  
químicos.  
CERTIFICADO  
DE LA CALIDAD  
NTC - ISO 9001:2000

COOIGO N° 871-1



# FICHA DE SEGURIDAD

## TOFA TLR

FS-S- 400602

VERSION 0

HOJA 3 DE 5

los materiales vayan a corrientes de agua, aguas de superficie, subterráneas o cuerpos de agua. Para derrames mayores a 200 kg. Contenga el derrame por medio de barreras físicas absorbentes, que permitan recuperar el material mediante bombas tipo diafragma. Envase el material en contenedor(es) adecuados y debidamente etiquetados(s) para posterior posible recuperación. Para derrames menores a 200 kg., limite el reguero con material absorbente como arena, fibras de polietileno o polipropileno no tejido o cubriendo los desagües con polietileno asegurado en su periferia con un cordón de arena u otro material absorbente, que permita un buen sello del polietileno con la superficie del piso.

**Métodos de disposición de desechos:** Se recomienda incineración de toda sustancia por medio de empresas prestadoras del servicio que sean aprobados por la autoridad ambiental competente (si son productos de interés sanitario consultar a la empresa prestadora del servicio con anticipado). Nunca disponer en rellenos sanitarios a menos que se trate de materiales de origen natural.

### SECCIÓN 7

### MANEJO Y ALMACENAJE

**Precauciones sobre manipulación :** Utilice protección personal indicada en el ítem #8, además tenga en cuenta las precauciones mínimas al momento de manipular el producto como ducharse muy bien después de manipularlo y evite el contacto repetido o prolongado de la piel con el mismo.

**Condiciones de almacenamiento:** El producto se debe almacenar en recipientes cerrados y protegidos contra daño físico, en áreas frescas y ventiladas, sin luz y lejos de fuentes de calor o ignición y de ácidos, bases y agentes neutralizantes fuertes.

### SECCIÓN 8

### CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

**Controles de ingeniería:** Ventilación local exhaustiva cuando hay generación excesiva de vapores al calentarse el producto. Usar equipo de anti-exposición si la concentración de los vapores es muy alta y se manipula en un ambiente muy caliente.

**Equipos de protección personal**

**Protección respiratoria:** No se requiere protección durante su manipulación normal.

**Protección cutánea:** Usar Monógafas

**Protección para los ojos y cara:** Usar ropa de trabajo, careta facial y botas de seguridad. Lava ojos y ducha de seguridad.

### SECCIÓN 9

### PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Apariencia:	Líquido amarillo transparente.
Olor:	Olor a aceite
PH:	NA
Presión a vapor	<0.1 mmHg a 25 ° C
Densidad de vapor:	NE
Punto de ebullición:	>149 ° C (>300 ° F)
Punto fusión:	< 25 ° c (< 77 F)
Punto de congelación:	-
Solubilidad:	Despreciable en agua.

Medellín: Carrera 50 No. 97A Sur – 392 La Estrella, Antioquia, Zona Industrial Sierra Morena, PBX 378 60  
60 FAX 302 03 03

Apartado 56388 Medellín – Colombia - e-mail: [info@inproquim.com](mailto:info@inproquim.com) - [www.inproquim.com](http://www.inproquim.com)  
Bogotá D.C. AC. 17 (Avenida Centenario) No. 82-67 Fontibón, PBX: 426 55 50



Comercialización  
de productos  
químicos y de  
material de empaque  
para productos  
químicos.  
CERTIFICADO  
DE REGISTRO  
EN CALIDAD  
NTC - ISO 9001:2000  
CORISO N.º 471-1



# FICHA DE SEGURIDAD

## TOFA TLR

FS-S- 400602  
VERSION 0  
HOJA 4 DE 5

Gravedad específica: 0.902  
Peso molecular: NE  
Rata de evaporación: Menor que el agua  
Porcentaje de volátiles por volumen: NA

### SECCIÓN 10 REACTIVIDAD Y ESTABILIDAD

Estabilidad: Estable  
Incompatibilidades: Agentes oxidantes fuertes.  
Condiciones a evitar: Calor, chispas y llamas abiertas. Evitar el contacto prolongado con materiales porosos.  
Productos por descomposición peligrosa: Monóxido y dióxido de carbono, agua, cantidades trazas de óxidos de sulfuro e hidrocarburos incompatibles  
Polimerización peligrosa: No ocurre.

### SECCIÓN 11 INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Ingestión: NE  
Inhalación: NE  
Contacto ocular / cutáneo: NE  
Carcinogenicidad: A5  
Potencial cancerígeno  
EPA  
NTP  
ACGIH  
IARC  
OSHA  
Teratogenicidad y Mutagénesis: Noe mutagénico ni teratógeno.  
Condiciones medicas agravadas por exposición: NE  
Dosis y concentraciones letales: NE

### SECCIÓN 12 CONSECUENCIAS Y EFECTOS AMBIENTALES

Información ecotoxicológica (Acuática y terrestre): NE  
Información sobre destino químico: Material biodegradable bajo condiciones aeróbicas y anaeróbicas.

### SECCIÓN 13 CONSIDERACIONES DE DESECHO

Reutilice el producto lo máximo posible. Es recomendado disponer los residuos del producto por incineración. Lavar los empaques en una empresa prestadora del servicio. Nunca disponga el producto ni el empaque a una fuente de agua ni entierre. El empaque no se puede volver a utilizar para disponer alimentos. No almacene el

Medellín: Carrera 50 No. 97A Sur -- 392 La Estrella, Antioquia, Zona Industrial Sierra Morena, PBX 378 60  
60 FAX 302 03 03  
Apartado 56388 Medellín -- Colombia - e-mail: [info@inproquim.com](mailto:info@inproquim.com) - [www.inproquim.com](http://www.inproquim.com)  
Bogotá D.C. AC. 17 (Avenida Centenario) No. 82-67 Fontibón, PBX: 426 55 50



Comercialización  
de productos  
químicos y de  
material de empaques  
para productos  
químicos.  
NTC - ISO 9001:2000

CORISO N.º 871-2



# FICHA DE SEGURIDAD

## TOFA TLR

FS-S- 400602

VERSION 0

HOJA 5 DE 5

producto por largos periodos a la intemperie. Si son donados o regalados a alguna entidad adviértales los posibles riesgos del producto. En productos son componentes de interés sanitario asegure el proceso de descarte con la autoridad ambiental competente.

### SECCIÓN 14 INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

Grupo de embalaje: III  
Clase de riesgo: 9

### SECCIÓN 15 INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

La información reglamentaria suministrada no pretende ser completa. Otros reglamentos federales, estatales y locales pueden aplicarse a este material.

### SECCIÓN 16 OTRA INFORMACIÓN

Clasificación NFPA (Salud, Incendio, Reactividad): 0,1,0  
ICONTEC: NA  
UN: NA

#### IMPORTANTE:

A la fecha de recopilación, la información contenida en esta ficha, está basada en datos considerados como exactos y confiables, sin embargo esta información no exime al comprador de realizar sus propios análisis. INPROQUIM. no extiende garantías o seguridad ni asume responsabilidad de ningún tipo respecto a la exactitud y/o lo completo de la información, ni por daños o perjuicios resultantes del uso o aplicación de los productos frente a los cuales se recomienda usar pautas de manejo. No se ofrece ninguna garantía expresa o implícita de comerciabilidad o adecuación para un propósito en particular ni de cualquier otra índole, en lo concerniente al desempeño, estabilidad y otros aspectos.

	ELABORÓ	REVISÓ	APROBO
CARGO	Coordinadora SHO	Jefe de P & C de Químicos	Jefe de QHSE
FIRMA			
VIGENCIA	8 de Marzo del 2007		

Medellín: Carrera 50 No. 97A Sur – 392 La Estrella, Antioquia, Zona Industrial Sierra Morena, PBX 378 60  
60 FAX 302 03 03  
Apartado 56388 Medellín – Colombia - e-mail: [info@inproquim.com](mailto:info@inproquim.com) - [www.inproquim.com](http://www.inproquim.com)  
Bogotá D.C. AC. 17 (Avenida Centenario) No. 82-67 Fontibón, PBX: 426 55 50



Comercialización  
de productos  
químicos y de  
material de empaque  
para productos  
químicos.  
CERTIFICADO  
DE GESTIÓN  
DE LA CALIDAD  
NTC - ISO 9001:2000  
COEMGO N.º 674

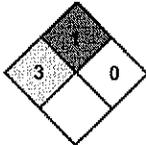


# HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

## ANHIDRIDO FTALICO

Última Revisión: 13/02/2008

Rótulo NFPA



Rótulos UN

### SECCIÓN 1: PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

**Nombre del Producto:** ANHIDRIDO FTALICO

**Sinónimos:** AP; Anhídrido del ácido ftálico; 1,3-Isobenzofurandiona; 1,3-Ftalandiona.

**Fórmula:** C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>(CO)<sub>2</sub>O

**Número interno:** 10286

**Número UN:** N.A.

**Clase UN:**

**Compañía que desarrolló la Hoja de Seguridad:** Esta hoja de datos de seguridad es el producto de la recopilación de información de diferentes bases de datos desarrolladas por entidades internacionales relacionadas con el tema. La alimentación de la información fue realizada por el Consejo Colombiano de Seguridad, Carrera 20 No. 39 - 62. Teléfono (571) 2886355. Fax: (571) 2884367. Bogotá, D.C. - Colombia.

**Teléfonos de Emergencia:**



Seguridad Industrial - Horario Administrativo: (571) 7809131  
 Celular - 24 horas: (57) 3153625841  
 AVENIDA CALLE 57 R SUR No 72 F 50  
 Postal Code 110-01-3  
 Bogotá, COLOMBIA  
 www.carboquimica.com.co



BOGOTÁ 2886012  
 COLOMBIA 01 8000 916012  
 VENEZUELA 0800 100 5012  
 PERÚ 080 050 847  
 ECUADOR (Quito, La Sierra, Centro y Norte) 1800 593005



24 HORAS

### SECCIÓN 2: COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN SOBRE INGREDIENTES

COMPONENTES				
Componente	CAS	TWA	STEL	%
Anhídrido Ftalico	85-44-9	2 ppm (12 mg/m <sup>3</sup> OSHA)	1 ppm (TLV ACGIH)	>99,0
Anhídrido Maleico	N.R	1 ppm	N.R	<0,05

**Uso:** Materia prima para la fabricación de resinas alquídicas, ésteres plastificantes, resinas poliéster y colorantes. Se emplea también en la preparación de ácido benzóico, sales metálicas, anhídrido tetracloroftálico y ácido tereftálico.

Proveedor CARBOQUIMICA S.A.

ANHIDRIDO FTALICO

### SECCIÓN 3: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

#### VISIÓN GENERAL SOBRE LAS EMERGENCIAS:

Sólido en escamas blanco o líquido incoloro de olor cáustico. En estado líquido a altas temperaturas es inflamable. En estado sólido el polvo genera riesgo de explosión. Durante un incendio se pueden liberar gases tóxicos y corrosivos. El contacto con el producto por inhalación, piel y ojos puede llegar a generar irritación. La ingestión puede causar molestias gástricas. Peligro! Corrosivo. Causa quemaduras en las áreas de contacto.

#### EFFECTOS ADVERSOS POTENCIALES PARA LA SALUD:

<b>Inhalación:</b>	La respiración de altas concentraciones de vapor, humo o polvo producen irritación primaria de las membranas mucosas y del tracto respiratorio superior; ocasionando tos, estornudos, hemorragias nasales, sensación de quemaduras, ronquera y bronquitis.
<b>Ingestión:</b>	Toxicidad aguda moderada. Puede causar náuseas, vómito y otras molestias gástricas. Corrosivo. La ingestión causa severas quemaduras de boca, garganta y estómago.
<b>Piel:</b>	Irritación directa pero retardada. El contacto con la piel húmeda produce severa irritación. El contacto con el producto húmedo puede causar quemaduras térmicas severas agravadas por efectos químicos. Manejese con cuidado producto irritante. Evite el contacto con la piel.
<b>Ojos:</b>	Irritación primaria, causando en algunos casos conjuntivitis, pero no daño permanente.
<b>Efectos crónicos:</b>	La inhalación repetida puede causar sensibilización pulmonar y puede inducir ataques de asma en individuos predispuestos. La ingestión crónica puede producir úlceras y daño al riñón. El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis alérgica. Los efectos de irritación son empeorados en superficies de la piel húmeda o membranas mucosas.

### SECCIÓN 4: PROCEDIMIENTOS DE PRIMEROS AUXILIOS

<b>Inhalación:</b>	Remover inmediatamente de la exposición. Si la respiración se dificulta o se ha detenido, administrar respiración artificial (boca a boca) u oxígeno. Buscar atención médica.
<b>Ingestión:</b>	No inducir el vómito. Dar 1 vaso de leche ó 1-2 onzas de carbón activado en agua a la víctima si está consciente y alerta. Si el vómito ocurre repetir el tratamiento. Nunca dar nada por la boca si la persona está inconsciente. Buscar atención médica
<b>Piel:</b>	Remover la ropa contaminada. Lavar la piel con agua y jabón. Lavar la ropa antes de su reuso. Si el contacto es con el producto húmedo, aplicar hielo en el área afectada y buscar de inmediato atención médica.
<b>Ojos:</b>	Lavar los ojos con abundante agua tibia por 15 minutos aproximadamente. Si se trata del producto húmedo, lavar con agua fría ; aplicar hielo. Buscar atención médica de inmediato.

Nota para los médicos: - -

### SECCIÓN 5: MEDIDAS EN CASO DE INCENDIO

Punto de inflamación (°C): 151.1, 165

Temperatura de autoignición (°C): 570

Límites de inflamabilidad (%V/V): 1.7-10.5

#### Peligros de incendio y/o explosión:

Combustible sólido. Líquido inflamable a altas temperaturas. El agua y el anhídrido ftálico forman ácido ftálico (altamente corrosivo). El agua puede causar espumación. El polvo presente en el aire transportado representa un peligro de explosión. El anhídrido ftálico fundido puede reaccionar violentamente en contacto con sales fundidas (ej. Sales de nitrato). A temperaturas superiores al punto de inflamación se pueden generar mezclas de vapor/aire las cuales representan peligros de explosión. Durante un incendio se generan gases tóxicos e irritantes.

#### Medios de extinción:

Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), polvo químico seco, agua en forma de rocío para pequeños incendios. Agua en forma de rocío o espuma para extinguir grandes incendios El vapor o gas inerte son efectivos para combatir incendios en tanques.

#### Productos de la combustión:

Dióxido y monóxido de carbono, ácidos orgánicos.

Proveedor CARBOQUIMICA S.A.

ANHIDRIDO FTALICO

**Precauciones para evitar incendio y/o explosión:**

Evitar el contacto con llama o fuentes de calor. Mantener alejado de materiales incompatibles. Proporcionar adecuada ventilación.

**Instrucciones para combatir el fuego:**

Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Refrigerar los contenedores expuestos con agua en forma de rocío, evitando que esta contamine el producto.

**SECCIÓN 6: MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL**

**Sólido:** Remover las fuentes de ignición y ventilar el área. Emplear protección personal. El producto en escamas debe limpiarse tan rápido como sea posible.

**Fundido:** El material fundido debe contenerse, luego solidificar y limpiar. Neutralizar las trazas o pequeños derrames con cal-carbonato de sodio o bicarbonato de sodio y agua. Evitar la contaminación de aguas residuales, alcantarillados o fuentes de agua.

Comunicar a Seguridad Industrial o la persona encargada, aislar la zona y mantener alejados a los transeúntes. Prevenir la formación de polvos, impedir el contacto con la piel, los ojos y el sistema respiratorio. Eliminar las fuentes de ignición.

**SECCIÓN 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO****Manejo:**

Medidas técnicas - precauciones para el manejo seguro (especialmente en toma de muestras, análisis de laboratorio): Prevenir el contacto con los ojos y la piel. No inhale los vapores. Mantener el envase cerrado y sellado. Usar siempre protección personal así sea corta la exposición o la actividad que realice con el producto. Usar las menores cantidades posibles. Conocer en dónde está el equipo para la atención de emergencias. Leer las instrucciones de la etiqueta antes de usar el producto. Rotular los recipientes adecuadamente. Reacciona con la humedad, formando ácido Ftálico que puede corroer los metales y liberar hidrógeno. Evitar la dispersión de polvo en el aire.

**Almacenamiento:**

Medidas técnicas - condiciones de almacenamiento: **Sólido:** Almacenar en lugares secos, frescos, bien ventilados, área cubierta o protegido del sol. Retirado de fuentes de calor e ignición y materiales incompatibles. El área de almacenamiento debe estar debidamente señalizada. Los contenedores deben estar debidamente rotulados y etiquetados. Los contenedores de este material pueden ser peligrosos cuando están vacíos, por los residuos presentes en forma de polvo. **Fundido:** producto a granel fundido, se debe almacenar en depósitos de acero inoxidable 316 (con bobina de vapor), a temperaturas entre 160 y 165 ° C y con atmósfera inerte de nitrógeno. Todos los tanques utilizados para el almacenamiento deben tener polo a tierra para disipar electricidad estática y cargas. Zona de almacenamiento debe contar con dique de contención. Tanques deben ser calentados con vapor.

**SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCIÓN PERSONAL****Controles de ingeniería:**

Ventilación local y exhaustiva puede utilizarse para el control de emisiones del aire contaminado. La dilución por ventilación general debe asistirse con la reducción de las concentraciones del aire contaminante. En las áreas de trabajo se requiere de duchas y estaciones lavajos.

**EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL****Protección de los ojos y rostro:**

Gafas de seguridad para químicos, protector facial (evitar salpicaduras).

**Protección de piel:**

Guantes y ropa de protección de caucho, neopreno. Cuando el producto es líquido se requiere botas de caucho, delantal, ropa impermeable.

**Protección respiratoria:**

Respirador apropiado para protección contra polvo y vapores orgánicos. El tipo de respirador debe ser adecuado con el tipo y magnitud de la exposición.

**Protección en caso de emergencia:**

Aparato de respiración autocontenido y ropa de protección total, adecuada para éste tipo de producto químico.

**SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS****Apariencia, olor y estado físico:**

Sólido en escamas blanco o líquido incoloro de olor cáustico.

**Gravedad específica (Agua=1):**

1.53 a 20°C.

**Punto de ebullición (°C):**

Menor a 284. Sublima

**Punto de fusión (°C):**

131.1

Densidad relativa del vapor (Aire=1):	5.1
Presión de vapor (mm Hg):	Insignificante a 20 °C.
Viscosidad (cp):	N.R
pH:	N.A
Solubilidad:	Muy poco soluble en agua. 0,62 g/100g agua a 20°C. Reacciona lentamente.

## SECCIÓN 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad química:	Estable en condiciones normales de almacenamiento y manipulación.
Condiciones a evitar:	Materiales incompatibles, humedad excesiva o fuentes de calor. El calor contribuye a la inestabilidad.
Incompatibilidad con otros materiales:	Mantener alejado de Oxidantes fuertes, ácido nítrico, óxido de cobre, nitrito de sodio y sales fundidas. Es incompatible con el aire y agua.
Productos de descomposición peligrosos:	Durante la combustión se liberan dióxido y monóxido de carbono y ácidos orgánicos.
Polimerización peligrosa:	No ocurre polimerización.

## SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Toxicidad aguda y efectos locales.

Contacto con la piel: Normalmente no causa sensación de quemazón inmediatamente después del contacto, especialmente si la piel está seca. Sin embargo, puede causar dermatitis y grave si no se eliminan mediante el lavado y la exposición es intensa y prolongada. Puede ocurrir escamación de la piel. El contacto con el producto en forma fundida, producirá graves quemaduras agravada por los efectos del producto químico. En presencia de tejidos húmedos se hidroliza en Ácido Ftálico y produce efectos irritantes a la piel.

Contacto con los ojos: los ojos son especialmente sensibles al polvo y vapores de anhídrido Ftálico.

Inhalación: puede causar tos, sangrado y sensación de quemadura en la nariz y en la garganta debido a su efecto irritante.

Ingestión: causas de quemaduras en el tracto gastrointestinal.

Efectos de la intoxicación crónica: La exposición repetida puede causar dermatitis de contacto, sensibilización piel, irritación ocular crónica, Bronquitis asmáticas en personas con predisposición, ulceración en la mucosa nasal. No hay casos conocidos de perforación tabique nasal debido a la exposición repetida.

Datos toxicológicos conocidos:

DL50 (oral, rata)= 4020 mg / Kg.; inhalación LC50 rata: >210 mg/m<sup>3</sup> 1 h; piel conejo LD50:> 10 g/kg.

El NCI (Instituto Nacional del Cáncer) realizó un estudio crónico en ratas y ratones, el resultado fué la no cancerogenicidad del producto en especie o sexo. Experimentos en ratones mostraron un índice relativo bajo teratogénico ( teratogénico, carcinogénico y mutagénico 1982).

La literatura rusa sugiere que la exposición continúa produce efectos adversos reproductivos en ratas hembras. Ratas sensibilizadas con el Anhídrido Ftálico, posteriormente fueron expuestas al Anhídrido Trimefítico, causando igualmente sensibilización respiratoria. No está clasificado como cancerígeno por la IARC.

## SECCIÓN 12: INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Puede contaminar el agua, el aire, el suelo y puede dañar la flora y la fauna.

Cuando se libera en suelo húmedo o agua, el material se hidroliza.

Cuando se libera en el agua, no se evapora significativamente. En el agua se hidroliza con una vida media de 1,5 min.

En el aire, es susceptible a fotólisis directa (absorbe la luz > 290 nm), con una vida media estimada en fase de vapor de 32 días como resultado de los radicales de hidróxido producidos fotoquímicamente.

Este material tiene un factor estimado de bioconcentración menor a 100. No se espera que se acumule significativamente.

## SECCIÓN 13: CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN

El tratamiento y métodos de disposición del producto, residuos y envases debe realizarse de conformidad con la reglamentación local y nacional. No liberar el producto o residuos en los cuerpos de agua. Debe tenerse en cuenta la legislación ambiental local vigente relacionada con la disposición de residuos, para su adecuada disposición.

## SECCIÓN 14: INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE

Como se observa en los componentes (Sección 2) esta sustancia contiene menos del 0,05% de Anhídrido Maleico, por lo que esta sustancia NO es considerada como Peligrosa.

Esta sustancia tiene propiedades químicas y físicas tales que no satisface los criterios establecidos para ser considerada sustancia peligrosa y por esta razón no le aplican las disposiciones sobre sustancias peligrosas establecidas por el Listado de Materiales Peligrosos de Naciones Unidas (UN Dangerous Goods), ni por el Código Marítimo Internacional para

Sustancias Peligrosas (International Maritime Dangerous Goods, IMDG Code) de IMO, ni por la Reglamentación sobre Mercancías Peligrosas de la IATA (International Air transportation Association IATA).

## **SECCIÓN 15: INFORMACIÓN REGLAMENTARIA**

1. Ley 769/2002. Código Nacional de Tránsito Terrestre. Artículo 32: La carga de un vehículo debe estar debidamente empacada, rotulada, embalada y cubierta conforme a la normatividad técnica nacional.
2. Ministerio de Transporte. Resolución número 3800 del 11 de diciembre de 1998. Por el cual se adopta el diseño y se establecen los mecanismos de distribución del formato único del manifiesto de carga.
3. Los residuos de esta sustancia están considerados en: Ministerio de Salud. Resolución 2309 de 1986, por la cual se hace necesario dictar normas especiales complementarias para la cumplida ejecución de las leyes que regulan los residuos sólidos y concretamente lo referente a residuos especiales.

## **SECCIÓN 16: OTRAS INFORMACIONES**

La compañía ha realizado un esfuerzo para que la información aquí contenida refleje el estado del conocimiento respecto a la sustancia en referencia y facilite la toma de decisiones de seguridad y salud por parte del usuario competente. La información relacionada con este producto puede no ser válida si es usado en combinación con otros materiales. Es responsabilidad del usuario la interpretación y la aplicación de esta información para su uso particular.

### **Bibliografía**

CARBOQUIMICA S.A., Material Safety Data Sheet ANHIDRIDO FTALICO 25/10/2006.

## ANEXO C

### Resultados de laboratorio

**Empresa:** PINTURAS SUPER LTDA  
**Nit:** 800.200.304-4  
**Dirección:** Km 13 Vía a Mosquera  
**Solicitado por:** VIVIANA GRISALES  
**Telefono:** 8270204 Ext 135  
**Celular:** --  
**E-mail:** vivianagrisales@pinturassuper.com  
**Orden de Servicio:** 14060

**Fecha Recepción:** 2017-02-10  
**Fecha de Emisión de Resultados:** 2017-03-03  
**Fecha de Muestreo:** 2017-02-09  
**Muestreo a Cargo de:** CLIENTE  
**Plan de muestreo:** No Reporta  
**Procedimiento de muestreo:** No Reporta  
**Número total de muestras:** 1  
**Lugar de Muestreo:** Banco de Aguas. Mosquera - Cundinamarca.  
**Tipo de muestreo:** Puntual  
**Tipo de Muestra:** ARI ( X ) ARD ( ) ARnD ( ) AN ( )  
 AP ( ) AM ( ) S ( ) AX ( )

#### Reporte de Resultados

Item	Fecha de Análisis (AAAA-MM-DD)	Parámetro	Método	Técnica	Limite de Cuantificación del método	Unidad	AGUA RESIDUAL RESINA RA 044
							MI 39569
1	2017-02-16	DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno) *	SM 5210 B, ASTM D 888-09 METODO C	Incubación 5 días y Luminiscencia	5,0	mg O2/L	24350
2	2017-02-23	DQO*	SM 5220D	Reflujo cerrado y Colorimétrico	5,00	mg O2/L	37698
3	2017-02-20	Fenoles totales*	SM 5530 B,D	Directo - Colorimetría (Celda 10 mm)	0,1	mg Fenol /L	<0,1
4	2017-02-16	Grasas y Aceites*	NTC 3362:2005-06-29, Numeral 4, Método C	Espectrofotometría Infrarrojo	0,2	mg/L	24,1
5	2017-02-16	Hidrocarburos totales (TPH)*	NTC 3362:2005-06-29 Numeral 4, Método C y numeral 7. Método F	Espectrofotometría Infrarrojo	0,2	mg/L	19,1
6	2017-02-11	pH*	SM 4500 H+ B	Electrométrico	N.A	Unidades de pH	2,75
7	2017-02-11	Solidos Disueltos Totales*	SM 2510B	Electrometría	1,0	mg/L	919
8	2017-02-16	Solidos Suspendidos Totales*	SM 2540D	Gravimetría Secado 103-105°C	10,0	mg/L	<10,0

ARI: Agua Residual Industrial, ARD: Agua Residual Doméstica, ARnD: Agua Residual no Doméstica, AN: Agua Superficial o Subterránea, AP: Agua Potable, S: Suelo, AM: Agua Marina, AX: Otros  
 \*ChemiLab tiene estos parámetros acreditados mediante resolución 2016 de 2014 y 1226 de 2016 del IDEAM.

\*\* Análisis realizados por laboratorio subcontratado acreditado

(P) PICCAP

Parámetro no acreditado

Observaciones: Métodos de Análisis aplicados según el Laboratorio de Suelos IGAC y US-EPA (aplica para suelos)  
 Métodos de Análisis aplicados según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (aplica para aguas)

**Resultados validos unicamente para la(s) muestras analizadas.**

**Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización previa de Chemilab S.A.S**



**ANGELICA MARIA ALVAREZ HERRERA**  
 Coordinador de Reportes  
 PQ-4342



**Empresa:** PINTURAS SUPER LTDA  
**Nit:** 800.200.304-4  
**Dirección:** Km 13 Vía a Mosquera  
**Solicitado por:** VIVIANA GRISALES  
**Teléfono:** 8270204 Ext 135  
**Celular:** --  
**E-mail:** vivianagrisales@pinturassuper.com  
**Orden de Servicio:** 14060

**Fecha Recepción:** 2017-02-10  
**Fecha de Emisión de Resultados:** 2017-03-03  
**Fecha de Muestreo:** 2017-02-09  
**Muestreo a Cargo de:** CLIENTE  
**Plan de muestreo:** No Reporta  
**Procedimiento de muestreo:** No Reporta  
**Número total de muestras:** 1  
**Lugar de Muestreo:** Banco de Aguas. Mosquera - Cundinamarca.  
**Tipo de muestreo:** Puntual  
**Tipo de Muestra:** **ARI ( X )** **ARD ( )** **ARnD ( )** **AN ( )**  
**AP ( )** **AM ( )** **S ( )** **AX ( )**

**OBSERVACIONES ANALITICAS**

NINGUNA

Observaciones: Métodos de Análisis aplicados según el Laboratorio de Suelos IGAC y US-EPA (aplica para suelos)  
Métodos de Análisis aplicados según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (aplica para aguas)

**Resultados validos únicamente para la(s) muestras analizadas.**

**Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización previa de Chemilab S.A.S**



**ANGELICA MARIA ALVAREZ HERRERA**  
Coordinador de Reportes  
PQ-4342

**\*\* FIN DE ESTE REPORTE \*\***

Bogotá D.C., 03 de marzo de 2017

Señores:

**PINTURAS SUPER LTDA**

Att: VIVIANA GRISALES

La Ciudad.

**Asunto:** Entrega Informe de Resultados de Análisis R 27121

Cordial Saludo.

Atendiendo la solicitud de análisis enviada por ustedes, hago entrega del informe de resultados de análisis correspondiente a las muestras:

N° Muestra	Código Interno	Identificación Cliente
1	MI39569	AGUA RESIDUAL RESINA RA 044

Cualquier solicitud de aclaración del presente reporte, así como sugerencias, quejas y/o reclamaciones por favor comunicarnos a la Gerencia General comunicándose al teléfono 6702853 o al correo electrónico [gerencia.general@chemilab.com.co](mailto:gerencia.general@chemilab.com.co).

Agradezco su atención.

Atentamente.



---

**ANGELICA MARIA ALVAREZ HERRERA**

Coordinador de Reportes

**Empresa:** PINTURAS SUPER LTDA  
**Nit:** 800.200.304-4  
**Dirección:** Km 13 Vía a Mosquera  
**Solicitado por:** VIVIANA GRISALES  
**Telefono:** 8270204 Ext 135  
**Celular:** --  
**E-mail:** vivianagrisales@pinturassuper.com  
**Orden de Servicio:** 13950

**Fecha Recepción:** 2017-02-03  
**Fecha de Emisión de Resultados:** 2017-03-03  
**Fecha de Muestreo:** 2017-02-03  
**Muestreo a Cargo de:** CLIENTE  
**Plan de muestreo:** No Reporta  
**Procedimiento de muestreo:** No Reporta  
**Número total de muestras:** 1  
**Lugar de Muestreo:** Banco de Aguas. Mosquera - Cundinamarca.  
**Tipo de muestreo:** Puntual  
**Tipo de Muestra:** ARI ( X ) ARD ( ) ARnD ( ) AN ( )  
AP ( ) AM ( ) S ( ) AX ( )

### Reporte de Resultados

Item	Fecha de Análisis (AAAA-MM-DD)	Parámetro	Método	Técnica	Límite de Cuantificación del método	Unidad	3-AGUA RESIDUA L-RESINA MALEICA AL 55%
							MI 39143
1	2017-02-03	DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno) *	SM 5210 B, ASTM D 888-09 METODO C	Incubación 5 días y Luminiscencia	5,0	mg O2/L	66900
2	2017-02-09	DQO*	SM 5220D	Reflujo cerrado y Colorimétrico	5,00	mg O2/L	418642
3	2017-02-16	Fenoles totales*	SM 5530 B,D	Directo - Colorimetría (Celda 10 mm)	0,1	mg Fenol /L	<0,1
4	2017-02-06	Grasas y Aceites*	NTC 3362:2005-06-29, Numeral 4, Método C	Espectrofotometría Infrarrojo	0,2	mg/L	151
5	2017-02-06	Hidrocarburos totales (TPH)*	NTC 3362:2005-06-29 Numeral 4, Método C y numeral 7. Método F	Espectrofotometría Infrarrojo	0,2	mg/L	71,0
6	2017-02-03	pH*	SM 4500 H+ B	Electrométrico	N.A	Unidades de pH	2,44
7	2017-02-06	Solidos Disueltos Totales*	SM 2510B	Electrometría	1,0	mg/L	354
8	2017-02-07	Solidos Suspendidos Totales*	SM 2540D	Gravimetría Secado 103-105°C	10,0	mg/L	10,5

ARI: Agua Residual Industrial, ARD: Agua Residual Doméstica, ARnD: Agua Residual no Doméstica, AN: Agua Superficial o Subterránea, AP: Agua Potable, S: Suelo, AM: Agua Marina, AX: Otros  
\*ChemiLab tiene estos parámetros acreditados mediante resolución 2016 de 2014 y 1226 de 2016 del IDEAM.

\*\* Análisis realizados por laboratorio subcontratado acreditado

(P) PICCAP

Parámetro no acreditado

Observaciones: Métodos de Análisis aplicados según el Laboratorio de Suelos IGAC y US-EPA (aplica para suelos)  
Métodos de Análisis aplicados según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (aplica para aguas)  
**Resultados válidos únicamente para la(s) muestras analizadas.**

**Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización previa de Chemilab S.A.S**



ANGELICA MARIA ALVAREZ HERRERA  
Coordinador de Reportes  
PQ-4342



**Empresa:** PINTURAS SUPER LTDA  
**Nit:** 800.200.304-4  
**Dirección:** Km 13 Vía a Mosquera  
**Solicitado por:** VIVIANA GRISALES  
**Telefono:** 8270204 Ext 135  
**Celular:** --  
**E-mail:** vivianagrisales@pinturassuper.com  
**Orden de Servicio:** 13950

**Fecha Recepción:** 2017-02-03  
**Fecha de Emisión de Resultados:** 2017-03-03  
**Fecha de Muestreo:** 2017-02-03  
**Muestreo a Cargo de:** CLIENTE  
**Plan de muestreo:** No Reporta  
**Procedimiento de muestreo:** No Reporta  
**Número total de muestras:** 1  
**Lugar de Muestreo:** Banco de Aguas. Mosquera - Cundinamarca.  
**Tipo de muestreo:** Puntual  
**Tipo de Muestra:** **ARI ( X )** **ARD ( )** **ARnD ( )** **AN ( )**  
**AP ( )** **AM ( )** **S ( )** **AX ( )**

**OBSERVACIONES ANALITICAS**

NINGUNA

Observaciones: Métodos de Análisis aplicados según el Laboratorio de Suelos IGAC y US-EPA (aplica para suelos)  
Métodos de Análisis aplicados según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (aplica para aguas)

**Resultados validos únicamente para la(s) muestras analizadas.**

**Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización previa de Chemilab S.A.S**



**ANGELICA MARIA ALVAREZ HERRERA**  
Coordinador de Reportes  
PQ-4342

**\*\* FIN DE ESTE REPORTE \*\***

Bogotá D.C., 03 de marzo de 2017

Señores:

**PINTURAS SUPER LTDA**

Att: VIVIANA GRISALES

La Ciudad.

**Asunto:** Entrega Informe de Resultados de Análisis R 27124

Cordial Saludo.

Atendiendo la solicitud de análisis enviada por ustedes, hago entrega del informe de resultados de análisis correspondiente a las muestras:

N° Muestra	Código Interno	Identificación Cliente
1	MI39143	3-AGUA RESIDUAL-RESINA MALEICA AL 55%

Cualquier solicitud de aclaración del presente reporte, así como sugerencias, quejas y/o reclamaciones por favor comunicarnos a la Gerencia General comunicándose al teléfono 6702853 o al correo electrónico [gerencia.general@chemilab.com.co](mailto:gerencia.general@chemilab.com.co).

Agradezco su atención.

Atentamente.



---

**ANGELICA MARIA ALVAREZ HERRERA**

Coordinador de Reportes

**Empresa:** PINTURAS SUPER LTDA  
**Nit:** 800.200.304-4  
**Dirección:** Carretera de Occidente km 13 Vía a Mosquera  
**Solicitado por:** VIVIANA GRISALES  
**Telefono:** 8270204 Ext 135  
**Celular:** --  
**E-mail:** vivianagrisales@pinturassuper.com  
**Orden de Servicio:** 13854

**Fecha Recepción:** 2017-02-01  
**Fecha de Emisión de Resultados:** 2017-02-27  
**Fecha de Muestreo:** 2017-01-31  
**Muestreo a Cargo de:** CLIENTE  
**Plan de muestreo:** No Reporta  
**Procedimiento de muestreo:** No Reporta  
**Número total de muestras:** 1  
**Lugar de Muestreo:** Banco de Aguas. Mosquera - Cundinamarca.  
**Tipo de muestreo:** Puntual  
**Tipo de Muestra:** ARI ( X ) ARD ( ) ARnD ( ) AN ( )  
AP ( ) AM ( ) S ( ) AX ( )

### Reporte de Resultados

Item	Fecha de Análisis (AAAA-MM-DD)	Parámetro	Método	Técnica	Límite de Cuantificación del método	Unidad	AGUA RESIDUAL RESINA PALMI STE
							MI 38887
1	2017-02-06	DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno) *	SM 5210 B, ASTM D 888-09 METODO C	Incubación 5 días y Luminiscencia	5,0	mg O2/L	11325
2	2017-02-06	DOO Rango Alto*	SM 5220D	Reflujo cerrado y Colorimétrico	5,00	mg O2/L	39168
3	2017-02-16	Fenoles totales*	SM 5530 B,D	Directo - Colorimetría (Celda 10 mm)	0,1	mg Fenol /L	<0,1
4	2017-02-03	Grasas y Aceites*	NTC 3362:2005-06-29, Numeral 4, Método C	Espectrofotometría Infrarrojo	0,2	mg/L	20,1
5	2017-02-03	Hidrocarburos totales (TPH)*	NTC 3362:2005-06-29 Numeral 4, Método C y numeral 7. Método F	Espectrofotometría Infrarrojo	0,2	mg/L	15,5
6	2017-02-02	pH*	SM 4500 H+ B	Electrométrico	N.A	Unidades de pH	2,03
7	2017-02-02	Solidos Disueltos Totales*	SM 2510B	Electrometría	1,0	mg/L	1487
8	2017-02-07	Solidos Suspendidos Totales*	SM 2540D	Gravimetría Secado 103-105°C	10,0	mg/L	10,5

ARI: Agua Residual Industrial, ARD: Agua Residual Doméstica, ARnD: Agua Residual no Doméstica, AN: Agua Superficial o Subterránea, AP: Agua Potable, S: Suelo, AM: Agua Marina, AX: Otros  
\*ChemiLab tiene estos parámetros acreditados mediante resolución 2016 de 2014 y 1226 de 2016 del IDEAM.

\*\* Análisis realizados por laboratorio subcontratado acreditado

(P) PICCAP

Parámetro no acreditado

Observaciones: Métodos de Análisis aplicados según el Laboratorio de Suelos IGAC y US-EPA (aplica para suelos)  
Métodos de Análisis aplicados según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (aplica para aguas)

**Resultados válidos únicamente para la(s) muestras analizadas.**

**Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización previa de Chemilab S.A.S**

  
\_\_\_\_\_  
**MARIA CRISTINA CORTES FORERO**  
Director Técnico  
PQ-4590



<b>Empresa:</b>	PINTURAS SUPER LTDA	<b>Fecha Recepción:</b>	2017-02-01
<b>Nit:</b>	800.200.304-4	<b>Fecha de Emisión de Resultados:</b>	2017-02-27
<b>Dirección:</b>	Carretera de Occidente km 13 Vía a Mosquera	<b>Fecha de Muestreo:</b>	2017-01-31
<b>Solicitado por:</b>	VIVIANA GRISALES	<b>Muestreo a Cargo de:</b>	CLIENTE
<b>Telefono:</b>	8270204 Ext 135	<b>Plan de muestreo:</b>	No Reporta
<b>Celular:</b>	--	<b>Procedimiento de muestreo:</b>	No Reporta
<b>E-mail:</b>	vivianagrisales@pinturassuper.com	<b>Número total de muestras:</b>	1
<b>Orden de Servicio:</b>	13854	<b>Lugar de Muestreo:</b>	Banco de Aguas. Mosquera - Cundinamarca.
		<b>Tipo de muestreo:</b>	Puntual
		<b>Tipo de Muestra:</b>	<b>ARI ( X )    ARD ( )    ARnD ( )    AN ( )</b> <b>AP ( )    AM ( )    S ( )    AX ( )</b>

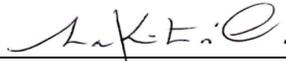
**OBSERVACIONES ANALITICAS**

Ninguna

Observaciones: Métodos de Análisis aplicados según el Laboratorio de Suelos IGAC y US-EPA (aplica para suelos)  
Métodos de Análisis aplicados según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (aplica para aguas)

**Resultados validos únicamente para la(s) muestras analizadas.**

**Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización previa de Chemilab S.A.S**



**MARIA CRISTINA CORTES FORERO**

Director Tecnico

PQ-4590

**\*\* FIN DE ESTE REPORTE \*\***

Bogotá D.C., 27 de febrero de 2017

Señores:

**PINTURAS SUPER LTDA**

Att: VIVIANA GRISALES

La Ciudad.

**Asunto:** Entrega Informe de Resultados de Análisis R 26946

Cordial Saludo.

Atendiendo la solicitud de análisis enviada por ustedes, hago entrega del informe de resultados de análisis correspondiente a las muestras:

N° Muestra	Código Interno	Identificación Cliente
1	MI38887	AGUA RESIDUAL RESINA PALMISTE

Cualquier solicitud de aclaración del presente reporte, así como sugerencias, quejas y/o reclamaciones por favor comunicarnos a la Gerencia General comunicándose al teléfono 6702853 o al correo electrónico [gerencia.general@chemilab.com.co](mailto:gerencia.general@chemilab.com.co).

Agradezco su atención.

Atentamente.



---

**MARIA CRISTINA CORTES FORERO**

Director Tecnico



**Empresa:** PINTURAS SUPER LTDA  
**Nit:** 800.200.304-4  
**Dirección:** Carretera de Occidente km 13 Vía a Mosquera  
**Solicitado por:** VIVIANA GRISALES  
**Telefono:** 8270204 Ext 135  
**Celular:** --  
**E-mail:** vivianagrisales@pinturassuper.com  
**Orden de Servicio:** 13627

**Fecha Recepción:** 2017-01-20  
**Fecha de Emisión de Resultados:** 2017-02-27  
**Fecha de Muestreo:** 2017-01-18  
**Muestreo a Cargo de:** CLIENTE  
**Plan de muestreo:** No Reporta  
**Procedimiento de muestreo:** No Reporta  
**Número total de muestras:** 1  
**Lugar de Muestreo:** Banco de Aguas. Mosquera - Cundinamarca.  
**Tipo de muestreo:** Puntual  
**Tipo de Muestra:** ARI ( X ) ARD ( ) ARnD ( ) AN ( )  
AP ( ) AM ( ) S ( ) AX ( )

### Reporte de Resultados

Item	Fecha de Análisis (AAAA-MM-DD)	Parámetro	Método	Técnica	Límite de Cuantificación del método	Unidad	BANCO AGUA RESIDUAL-RESINA
							MI 38122
1	2017-02-07	DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno) *	SM 5210 B, ASTM D 888-09 METODO C	Incubación 5 días y Luminiscencia	5,0	mg O2/L	6168
2	2017-02-07	DOO Rango Alto*	SM 5220D	Reflujo cerrado y Colorimétrico	5,00	mg O2/L	25834
3	2017-01-26	Fenoles totales*	SM 5530 B,D	Directo - Colorimetría (Celda 10 mm)	0,1	mg Fenol /L	0,139
4	2017-02-23	Grasas y Aceites*	NTC 3362:2005-06-29, Numeral 4, Método C	Espectrofotometría Infrarrojo	0,2	mg/L	133
5	2017-02-23	Hidrocarburos totales (TPH)*	NTC 3362:2005-06-29 Numeral 4, Método C y numeral 7. Método F	Espectrofotometría Infrarrojo	0,2	mg/L	31,8
6	2017-01-20	pH*	SM 4500 H+ B	Electrométrico	N.A	Unidades de pH	2,78
7	2017-01-24	Sólidos Disueltos Totales*	SM 2510B	Electrometría	1,0	mg/L	1449
8	2017-01-28	Sólidos Suspendidos Totales*	SM 2540D	Gravimetría Secado 103-105°C	10,0	mg/L	<10,0

ARI: Agua Residual Industrial, ARD: Agua Residual Doméstica, ARnD: Agua Residual no Doméstica, AN: Agua Superficial o Subterránea, AP: Agua Potable, S: Suelo, AM: Agua Marina, AX: Otros  
\*ChemiLab tiene estos parámetros acreditados mediante resolución 2016 de 2014 y 1226 de 2016 del IDEAM.

\*\* Análisis realizados por laboratorio subcontratado acreditado

(P) PICCAP

Parámetro no acreditado

Observaciones: Métodos de Análisis aplicados según el Laboratorio de Suelos IGAC y US-EPA (aplica para suelos)  
Métodos de Análisis aplicados según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (aplica para aguas)

**Resultados válidos únicamente para la(s) muestras analizadas.**

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización previa de Chemilab S.A.S

  
 MARIA CRISTINA CORTES FORERO  
 Director Técnico  
 PQ-4590



<b>Empresa:</b>	PINTURAS SUPER LTDA	<b>Fecha Recepción:</b>	2017-01-20
<b>Nit:</b>	800.200.304-4	<b>Fecha de Emisión de Resultados:</b>	2017-02-27
<b>Dirección:</b>	Carretera de Occidente km 13 Vía a Mosquera	<b>Fecha de Muestreo:</b>	2017-01-18
<b>Solicitado por:</b>	VIVIANA GRISALES	<b>Muestreo a Cargo de:</b>	CLIENTE
<b>Telefono:</b>	8270204 Ext 135	<b>Plan de muestreo:</b>	No Reporta
<b>Celular:</b>	--	<b>Procedimiento de muestreo:</b>	No Reporta
<b>E-mail:</b>	vivianagrisales@pinturassuper.com	<b>Número total de muestras:</b>	1
<b>Orden de Servicio:</b>	13627	<b>Lugar de Muestreo:</b>	Banco de Aguas. Mosquera - Cundinamarca.
		<b>Tipo de muestreo:</b>	Puntual
		<b>Tipo de Muestra:</b>	ARI ( X )    ARD ( )    ARnD ( )    AN ( ) AP ( )    AM ( )    S ( )    AX ( )

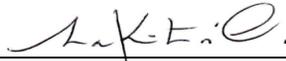
**OBSERVACIONES ANALITICAS**

Muestra con pH ácido

Observaciones: Métodos de Análisis aplicados según el Laboratorio de Suelos IGAC y US-EPA (aplica para suelos)  
Métodos de Análisis aplicados según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (aplica para aguas)

**Resultados validos únicamente para la(s) muestras analizadas.**

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización previa de Chemilab S.A.S



**MARIA CRISTINA CORTES FORERO**

Director Técnico

PQ-4590

**\*\* FIN DE ESTE REPORTE \*\***

Bogotá D.C., 27 de febrero de 2017

Señores:

**PINTURAS SUPER LTDA**

Att: VIVIANA GRISALES

La Ciudad.

**Asunto:** Entrega Informe de Resultados de Análisis R 26920

Cordial Saludo.

Atendiendo la solicitud de análisis enviada por ustedes, hago entrega del informe de resultados de análisis correspondiente a las muestras:

N° Muestra	Código Interno	Identificación Cliente
1	MI38122	BANCO AGUA RESIDUAL-RESINA

Cualquier solicitud de aclaración del presente reporte, así como sugerencias, quejas y/o reclamaciones por favor comunicarnos a la Gerencia General comunicándose al teléfono 6702853 o al correo electrónico [gerencia.general@chemilab.com.co](mailto:gerencia.general@chemilab.com.co).

Agradezco su atención.

Atentamente.



---

**MARIA CRISTINA CORTES FORERO**

Director Tecnico

**Empresa:** NICOLAS FETECUA  
**Nit: Dirección:** 1073165670  
**Solicitado por:** CLL 11 #1B-43 este  
**Telefono:** NICOLAS FETECUA  
**Celular:** 3108776742  
**E-mail:** ----  
**Orden de Servicio:** nicolasfetcuaq@gmail.com

**Fecha Recepción:** 2017-05-19  
**Fecha de Emisión de Resultados:** 2017-06-01  
**Fecha de Muestreo:** 2017-05-18  
**Muestreo a Cargo de:** Plan CLIENTE  
**de muestreo: Procedimiento** No Reporta  
**de muestreo: Número total** No Reporta  
**de muestras: Lugar de** 1  
**Muestreo:** Departamento de gestión industrial (SENA).  
**Tipo de muestreo:** Puntual  
**Tipo de Muestra:** **ARI ( X ) ARD ( ) ARnD ( ) AN ( )**  
**AP ( ) AM ( ) S ( ) AX ( )**

### Reporte de Resultados

Item	Fecha de Análisis (AAAA-MM-DD)	Parámetro	Método	Técnica	Límite de Cuantificación del método	Unidad	BANCO AGUA RESIDUAL-RESINA
							MI38122
1	2017-05-22	DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno)	SM 5210 B, ASTM D 888-09 METODO C	Incubación 5 días y Luminiscencia	5,0	mg O2/L	743
2	2017-05-22	DQO	SM 5220D	Reflujo cerrado y Colorimétrico	5,00	mg O2/L	1087
3	2017-05-23	Grasas y Aceites	NTC 3362:2005-06-29, Numeral 4, Método C	Espectrofotometría Infrarrojo	0,2	mg/L	11
4	2017-05-25	Hidrocarburos totales (TPH)	NTC 3362:2005-06-29 Numeral 4, Método C y numeral 7. Método F	Espectrofotometría Infrarrojo	0,2	mg/L	8,2
5	2017-05-25	pH	SM 4500 H+ B	Electrométrico	N.A	Unidades de pH	7,65
6	2017-05-28	Benceno, tolueno, etilbenceno xileno (BTEX)	GC-FID	Cromatografía	0,01	mg/L	<0,01
7	2017-05-28	Esteres Ftalatos	GC-FID	Cromatografía	0,01	mg/L	<0,01
8	2017-05-26	Fenoles totales*	SM 5530 B,D	Directo - Colorimetría (Celda 10 mm)	0,01	mg Fenol /L	<0,01

ARI: Agua Residual Industrial, ARD: Agua Residual Doméstica, ARnD: Agua Residual no Doméstica, AN: Agua Superficial o Subterránea, AP: Agua Potable, S: Suelo, AM: Agua Marina, AX: Otros

\*Chemilab tiene estos parámetros acreditados mediante resolución 2016 de 2014 y 1226 de 2016 del IDEAM.

\*\* Análisis realizados por laboratorio subcontratado acreditado

(P) PIRCAP

Observaciones: Métodos de Análisis aplicados según el Laboratorio de Suelos IGAC y US-EPA (aplica para suelos) Métodos de Análisis aplicados según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (aplica para aguas)

**Resultados válidos únicamente para la(s) muestras analizadas.**

**Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización previa de Chemilab S.A.S**

  
**MARIA CRISTINA CORTES FORERO**  
Director Técnico  
PQ-4590



**IDEAM**

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA,  
METEOROLOGÍA Y  
ESTUDIOS AMBIENTALES

Laboratorio acreditado NTC-ISO/IEC 17025  
Res. No. 2016 de 2014 y 1226 de 2016

**Empresa:** NICOLAS FETECUA  
**Nit: Dirección:** 1073165670  
**Solicitado por:** CLL 11 #1B-43 este  
**Telefono:** NICOLAS FETECUA  
**Celular:** 3108776742  
**E-mail:** ----  
**Orden de Servicio:** nicolasfetecua@gmail.com

**Fecha Recepción:** 2017-05-19  
**Fecha de Emisión de Resultados:** 2017-06-01  
**Fecha de Muestreo:** 2017-05-18  
**Muestreo a Cargo de:** Plan  
**de muestreo: Procedimiento** CLIENTE  
**de muestreo: Procedimiento** No Reporta  
**de muestreo: Número total** No Reporta  
**de muestras: Lugar de** 1  
**Muestreo:** Departamento de gestión industrial (SENA).  
**Tipo de muestreo:** Puntual  
**Tipo de Muestra:** **ARI( X )** **ARD( )** **ARnD( )** **AN( )**  
**AP( )** **AM( )** **S( )** **AX( )**

**OBSERVACIONES ANALITICAS**

Muestra con Ph neutro

Observaciones: Métodos de Análisis aplicados según el Laboratorio de Suelos IGAC y US-EPA (aplica para suelos) Métodos de Análisis aplicados según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (aplica para aguas)

**Resultados validos únicamente para la(s) muestras analizadas.**

**Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización previa de Chemilab S.A.S**



**MARIA CRISTINA CORTES FORERO**

**Director Tecnico**

**PQ-4590**

**\*\* FIN DE ESTE REPORTE \*\***

Bogotá D.C., 01 de Junio de 2017

Señores:  
NICOLAS FETECUA  
La Ciudad.

**Asunto:** Entrega Informe de Resultados de Análisis R 27564

Cordial Saludo.

Atendiendo la solicitud de análisis enviada por ustedes, hago entrega del informe de resultados de análisis correspondiente a las muestras:

<b>N° Muestra</b>	<b>Código Interno</b>	<b>Identificación Cliente</b>
1	MI38678	Agua resina post tratamiento

Cualquier solicitud de aclaración del presente reporte, así como sugerencias, quejas y/o reclamaciones por favor comunicarnos a la Gerencia General comunicándose al teléfono 6702853 o al correo electrónico [gerencia.general@chemilab.com.co](mailto:gerencia.general@chemilab.com.co).

Agradezco su atención.

Atentamente.



---

**MARIA CRISTINA CORTES FORERO**

Director Tecnico

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE  
CENTRO DE GESTIÓN INDUSTRIAL  
PROGRAMA DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS

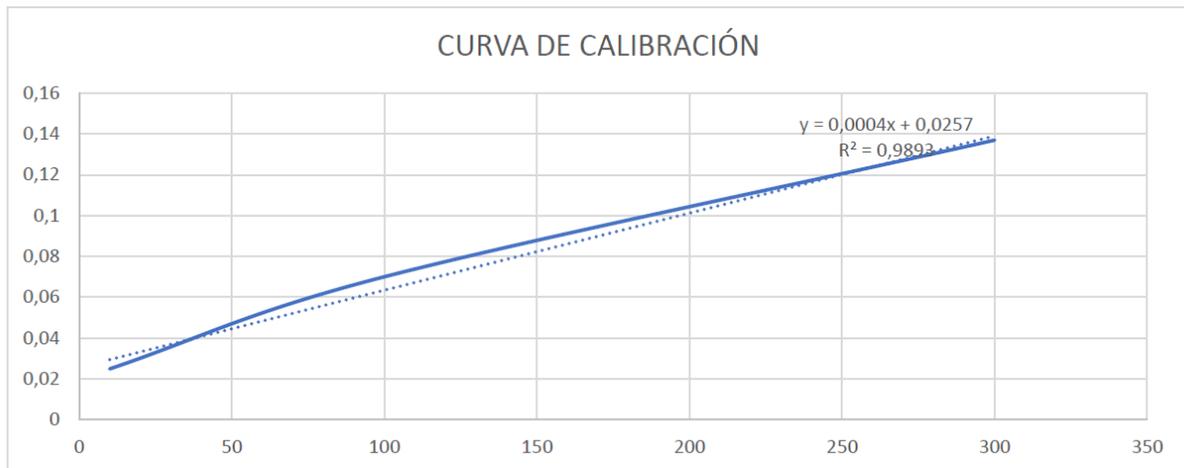
ANÁLISIS SOLICITADO: DETERMINACIÓN DE DQO EN MUESTRAS DE AGUA RESIDUAL

MÉTODO: Reflujo cerrado con posterior valoración en UV-VIS

No. MUESTRAS: 2

FECHA DE ANÁLISIS: 19 Mayo 2017

ESTANDAR	CONCENTRACIÓN mg/L	ABSORBANCIA
1	10	0,0249
2	100	0,07
3	300	0,1369

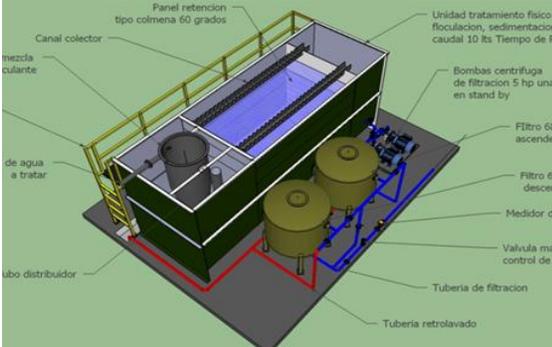


MUESTRA	ANÁLISIS	REFERENTE NORMATIVO	RESULTADO Mg O2/L
Muestra previamente tratada con peróxido de hidrogeno al 30%, y posterior floculación y coagulación	DQO	SM 5220 D.	5875
Muestra de agua residual sin oxidación previa la cual fue tratada en un proceso de coagulación y floculación	DQO	SM 5220 D.	3480

## ANEXO D COSTOS

 <b>AQUAGES SAS</b> <b>NIT: 900.886.861-1</b> <b>CENTRO COMERCIAL</b> <b>Y EMPRESARIAL POTOSI</b> <b>MODULO 2 LC 102</b>	Señores :	<b>PINTURAS SUPER LTDA</b>
	Atención:	<b>NATALIA BARRAGAN</b>
	Dirección:	<b>BOGOTA</b>
	Teléfono :	
	FAX	
	N.I.T.	
	Ciudad	<b>BOGOTA</b>

**COTIZACION No. ARC -172 - 2017**

ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANT.	VALOR TOTAL
<b>I</b>	<b>CONSTRUCCION DE TANQUE Y FILTROS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL CON UN CAUDAL DE 1,3 LT/SEG INCLUYE</b>	<b>UNID</b>	<b>1,00</b>	<b>38.000.000,00</b>
1	<b>TANQUE.</b> Una Unidad de tratamiento fisico-quimico en acero al carbon con contratamiento epoxico interior y exterior de 2,5*1,5*2,3 mt aprox. incluye, tres compartimientos de floculacion, sedimentacion y clarificacion , colector de agua clara , drenaje en tuberia PVC 2", pintura v acabados			
2	<b>CONO DE MEZCLA.</b> en fibra de vidrio pintura epoxica con soportes y entrada tangencial 2"			
3	<b>SOPORTE.</b> en angulo para Panel retencion de solidos tipo colmena.			
4	<b>MODULOS DE SEDIMENTACION.</b> Tipo colmena , inclinación 45 grados, altura 0,52m.			
5	<b>ESTACION DE FILTRACION.</b> CONFIGURACIÓN DOS (2) FILTROS EN ACERO AL CARBON Unidad de 36"X42". ACCESORIOS, TUBERIAS E INSTALACION. LECHOS DE FILTRACION: ARENA ESTANDAR MALLA (20 - 40) / GRAVA 1/8" / CARBON ACTIVADO			
6	<b>ESCALERA PLATAFORMA Y BARANDAS.</b> Para inspección en ángulo y tubo de 1 1/2", incluye pintura y acabados.			
7	<b>BOMBAS DOSIFICADORAS.</b> Serie C Pulsatrón. Tipo electrónica, caudal 30 gal/día, perilla de regulación, máxima presión de descarga a vencer 80 psí, Aplicación de coagulante y bactericida.			
8	<b>BOMBA DE FILTRACION.</b> Tipo de bomba: Centrifuga. BARNES Acoplamiento: Monobloque. / Cuerpo: Hierro fundido. / Impulsores: Cerrados en hierro fundido. / Succión: desde 1 1/2". / Descarga: 1 1/2" Etapas: 1. / Hmax: 15 / Fases: 2 Voltaje:			
9	<b>COMPONENTES ELECTRICOS.</b> TABLERO DE CONTROL Centraliza la operación de: bombas de recirculación, filtros / Bombas dosificadoras, Componentes. fusibles, guarda motores, contactores, interruptores de control, luces de señalización, enclavamientos de tipo ON - OFF, accionado por interruptores, flotadores eléctricos, cableado, polo a tierra, tubería v accesorios.			

**NOTA 1:** SE DEBEN CONSTRUIR PLACA EN CONCRETO ESTRUCTURAL DE 4,3M X 3 M, PARA UBICACIÓN DE LA PTAP, PISO, CUBIERTA Y CERRAMIENTO DEL CUARTO DE MAQUINAS NO ESTA INCLUIDO EN EL PROYECTO.

**NOTA 2:** SE DEBE DISPONER DE ENERGIA BIFASICA Y LAS LINEAS DE DRENAJE PARA LODOS DEL SEDIMENTADOR Y DEL RETROLAVADO DE LOS FILTROS.

Plazo de entrega	: 25 días hábiles.	<b>Costos Directo</b>	<b>38.000.000</b>
Formade pago	: 50 % anticipo, 50% contraentrega.	<b>Administracion 3%</b>	<b>1.140.000</b>
Sitio de Entrega	: En las instalaciones del cliente	<b>Imprevistos 3%</b>	<b>1.140.000</b>
Validez de la oferta	: 30 Agosto de 2017.	<b>Utilidad del 3%</b>	<b>1.140.000</b>
		<b>IVA 19% SOBRE LA U DEL 3%</b>	<b>216.600</b>
		<b>Valor Total</b>	<b>41.636.600</b>

*Jose Luis Menendez*

**JOSE LUIS MENDEZ**  
DIIRECTOR DE PROYECTOS



JMRT Proyectos de Ingeniería s.a.s

Líderes en montajes industriales

Nit: 900430913-9

**Bogotá D.C, 25 de julio de 2017**

**No. 03-42561**

**Señora:**

Natalia Barragán.

Tel: 3043702551

Email: natalia.barragan@estudiantes.uamerica.edu.co

**Cotización de tanques en poliéster reforzado con fibra de vidrio.**

Por medio del presente documento nos complace realizar la cotización según los parámetros solicitados.

**Características Tanque de almacenamiento:**

Tanque fabricado en poliéster reforzado con fibra de vidrio **(P.R.F.V.)**,

<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>	
Diámetro	1 metro
Altura	1, 5 metros
No. Manholes	1 unidad
Diámetro manhol	18 pulgadas
Mirilla traslucida	1 unidad
Tipo de tapa	Abombada
Espesor promedio (P.R.F.V)	5 milímetros
Espeso capa antiácida	0 milímetros
Forma	Vertical cilíndrico
No. Tanques	1 unidad
Conexiones	A convenir
Color	A convenir
Desfogue	1 pulgada
Base	Se incluye base para anclar al suelo



JMRT Proyectos de Ingeniería s.a.s

Líderes en montajes industriales

Nit: 900430913-9

**Características sedimentador:**

Sedimentador fabricado en poliéster reforzado con fibra de vidrio **(P.R.F.V.)**

<b>SEDIMENTADOR</b>	
Diámetro superior	1 metro
Diámetro inferior	3 pulgadas
Altura recta	1,3 metros
Altura total	1,8 metros
Mirilla traslucida	1 unidad
Tipo de tapa	Plana
Espesor promedio (P.R.F.V)	5 milímetros
Espeso capa antiácida	0 milímetros
Forma	Cónica
No. Tanques	1 unidad
Conexiones	A convenir
Color	A convenir
Desfogue	1 pulgada

**Características Unidad de filtración:**

Unidad de filtración fabricado en poliéster reforzado con fibra de vidrio **(P.R.F.V.)**

<b>UNIDAD DE FILTRACION</b>	
Diámetro	8 pulgadas
Altura total	1,5 metros
Tipo de tapa	Abombada
Espesor promedio (P.R.F.V)	5 milímetros
Forma	Cónica
No. Tanques	1 unidad
Conexiones	A convenir
Color	A convenir
Desfogue	1 pulgada



JMRT Proyectos de Ingeniería s.a.s

Líderes en montajes industriales

Nit: 900430913-9

### Características para el tanque del proceso de oxidación:

DIMENSIONES	
Diámetro	1.5 m
Altura	2.0 m
Tipo de tapa	Abombada
Espesor	5 mm
Forma	Vertical cilindrico
Mirilla traslucida	

Agente oxidante: Peróxido de hidrogeno al 300%

### CARACTERISTICAS DE BOMBAS

#### BOMBA NM008BY03S12B- ejecución monobloque

BOMBA NETZSCH "NEMO" MODELO NM008BY03S12B	
Carcasa	Acero inox AISI 316
Sellado de la Carcasa	Perbunan
Ejes	Acero inox AISI 316
Rotor	Acero inox AISI 316
Estator	Goma ep
Articulaciones	Tipo pasador con guante SM-Viton
Sellado del eje	Sello mecanico NETZSCH
Sentido de rotación	Izquierda
Instalación	Horizontal
Conexión de succión	Rosca interna ½"NPT- Vertical
Conexión de descarga	Rosca interna ½" NPT- horizontal

#### Condiciones

BOMBA NETZSCH "NEMO" MODELO NM008BY03S12B	
Fluido	Sulfato de aluminio
Temperatura de bombeo	Ambiente
Caudal	0,5 Vmin
Presión de succión	Positiva
Presión de descarga	Hasta 12 bar
Revoluciones	550 rpm (40Hz)
Potencia absorbida	0,12 kw



JMRT Proyectos de Ingeniería s.a.s

Líderes en montajes industriales

Nit: 900430913-9

### BOMBA NM005BY06S12B – Ejecucion monobloque

<b>BOMBA NETZSCH “NEMO” MODELO NM005BY06S12B</b>	
Carcasa	Acero inox AISI 316
Sellado de la Carcasa	Perbunan
Ejes	Acero inox AISI 316
Rotor	Acero inox AISI 316
Estator	Goma ep
Articulaciones	Tipo pasador con guante SM-Viton
Sellado del eje	Sello mecanico NETZSCH
Sentido de rotación	Izquierda
Instalación	Horizontal
Conexión de succión	Rosca interna ½”NPT- Vertical
Conexión de descarga	Rosca interna ½” NPT- horizontal

### Condiciones

<b>BOMBA NETZSCH “NEMO” MODELO NM005BY06S12B</b>	
Fluido	Hidróxido de potasio
Temperatura de bombeo	Ambiente
Caudal	0,21 lt/min
Presión de succión	Positiva
Presión de descarga	Hasta 12 bar
Revoluciones	830 rpm (60Hz)
Potencia absorbida	0,12 kw

### COSTO TOTAL DE INVERSION

Item	Descripcion	Cantidad	Precio unt.	Precio total
1	Tanque vertical	1	\$ 5.129.300	\$ 5.129.300
2	Sedimentador	1	\$ 5.621.500	\$ 5.621.500
3	Unidad de filtro	1	\$ 770. 400	\$ 770. 400
4	Trampa de grasa	1	\$550.000	\$550.000
5	Tanques de almacenamiento	2	\$350.500	\$701.000
6	Tanque de Oxidación	1	\$10.323.000	\$10.323.000
Subtotal				\$23.095.200
Iva 19 %				\$ 1.049.028
<b>TOTAL</b>				<b>\$24.144.228</b>



JMRT Proyectos de Ingeniería s.a.s

Líderes en montajes industriales

Nit: 900430913-9

### **COSTO DE BOMBAS**

Item	Descripcion	Cantidad	Precio unt.	Precio total
1	Bomba <b>NM008BY03S12B</b>	1	\$ 1.380.000	\$ 1.380.000
Subtotal				\$ 1.380.000
Iva 19 %				\$ 642.000
<b>TOTAL</b>				<b>\$2'022.000</b>

Item	Descripcion	Cantidad	Precio unt.	Precio total
1	Bomba <b>NM005BY06S12B</b>	1	\$ 780.000	\$ 780.000
Subototal				\$ 780.000
Iva 19 %				\$ 642.000
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 1'422.000</b>

La garantía de las bombas es de 12 meses

Tiempo de entrega    25 días hábiles  
Forma de pago        45 días después de factura  
Validez de oferta    8 días

**Coordialmente,**

---

**Juan David Rincón**  
**JMRT Proyectos de ingeniería S.A.S**  
**Tel.3134097649**



JMRT Proyectos de Ingeniería s.a.s

Líderes en montajes industriales

Nit: 900430913-9

**Bogotá D.C, 25 de julio de 2017**

**No. 03-42562**

**Señora:**

Natalia Barragán.

Tel: 3043702551

Email: natalia.barragan@estudiantes.uamerica.edu.co

*COTIZACIÓN PARA PISO EN GRAVILLA CON UN AREA DE 100m2*

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	PRECIO m <sup>2</sup>	VALOR TOTAL
Piso en gravilla, altura de 12 cm		100 m2	\$9.500	\$950.000
Total Bruto	Descuento	Subtotal	Total con IVA	
\$950.000	10%	\$855.000	\$879.340	

Tiempo de entrega 25 días hábiles  
Forma de pago 45 días después de factura  
Validez de oferta 8 días

**Coordialmente,**

---

**Juan David Rincón**  
**JMRT Proyectos de ingeniería S.A.S**  
**Tel.3134097649**

Fecha : 2017-AGO-14

Hora : 5:49 PM

Pagina: 01 de 01

COTIZACION DE VENTAS

CV-025642

Cliente : JMRT PROYECTOS DE INGENIERIA SAS  
Nit : 900430913-9

Descuento Financiero : %

Dirigido a :

Condiciones de Pago : Contado:X Credito: Dias:

Telefono : 4716279 Fax:

Plazo de Entrega :

Sitio Entrega : CL 86 102 80 INT 2 OF 407 Ciudad : AGUAZUL

Fletes a Cargo :

Vendedor : 1010 GALINDO GUALTEROS ANGIE YULIET

Item	Codigo	Descripcion	Cantidad	Precio Unit.	Dscto	Valor Total
1	1001017	MT TUBO 32 MM PP FUSION PN 16 AZUL	8.0	8,587	20.00%	54,957
2	1002032	UNION 32 MM PP FUSION	4.0	1,793	20.00%	5,738
3	1002003	CODO 32 MM PP FUSION	4.0	3,065	20.00%	9,808
4	1002444	VALV. BOLA 32 MM PP FUSION BOLA METALICA	2.0	36,000	20.00%	57,600

TOTAL BRUTO	DSCTO x LINEA	DSCTO GLOBAL	0.00%	SUB-TOTAL	VALOR IVA	TOTAL
160,128.00	32,025.00		0.00%	128,103.00	24,340.00	152,443.00

Observ. :

Vigencia de Esta Cotizacion : 2017-AGO-14 Salvo por previa Venta.

ELABORO

 Fundación Universidad de América	FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA	Código:
	PROCESO: GESTIÓN DE BIBLIOTECA	Versión 0
	Autorización para Publicación en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres	Agosto - 2017

## AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL LUMIERES

Nosotros **JOAN NICOLAS FETECUA QUECANO Y NATALIA BARRAGÁN BERMÚDEZ** en calidad de titulares de la obra **PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE RESINAS ALQUÍDICAS EN LA EMPRESA PINTURAS SUPER LTDA**, elaborada en el año 2016, autorizamos al **Sistema de Bibliotecas de la Fundación Universidad América** para que incluya una copia, indexe y divulgue en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres, la obra mencionada con el fin de facilitar los procesos de visibilidad e impacto de la misma, conforme a los derechos patrimoniales que nos corresponden y que incluyen: la reproducción, comunicación pública, distribución al público, transformación, en conformidad con la normatividad vigente sobre derechos de autor y derechos conexos (Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, entre otras).

Al respecto como Autor(es) manifestamos conocer que:

- La autorización es de carácter no exclusiva y limitada, esto implica que la licencia tiene una vigencia, que no es perpetua y que el autor puede publicar o difundir su obra en cualquier otro medio, así como llevar a cabo cualquier tipo de acción sobre el documento.
- La autorización tendrá una vigencia de cinco años a partir del momento de la inclusión de la obra en el repositorio, prorrogable indefinidamente por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales del autor y podrá darse por terminada una vez el autor lo manifieste por escrito a la institución, con la salvedad de que la obra es difundida globalmente y cosechada por diferentes buscadores y/o repositorios en Internet, lo que no garantiza que la obra pueda ser retirada de manera inmediata de otros sistemas de información en los que se haya indexado, diferentes al Repositorio Digital Institucional – Lumieres de la Fundación Universidad América.
- La autorización de publicación comprende el formato original de la obra y todos los demás que se requiera, para su publicación en el repositorio. Igualmente, la autorización permite a la institución el cambio de soporte de la obra con fines de preservación (impreso, electrónico, digital, Internet, intranet, o cualquier otro formato conocido o por conocer).
- La autorización es gratuita y se renuncia a recibir cualquier remuneración por los usos de la obra, de acuerdo con la licencia establecida en esta autorización.
- Al firmar esta autorización, se manifiesta que la obra es original y no existe en ella ninguna violación a los derechos de autor de terceros. En caso de que el trabajo haya sido financiado por terceros, el o los autores asumen la responsabilidad del cumplimiento de los acuerdos establecidos sobre los derechos patrimoniales de la obra.
- Frente a cualquier reclamación por terceros, el o los autores serán los responsables. En ningún caso la responsabilidad será asumida por la Fundación Universidad de América.
- Con la autorización, la Universidad puede difundir la obra en índices, buscadores y otros sistemas de información que favorezcan su visibilidad.

Conforme a las condiciones anteriormente expuestas, como autor(es) establezco (establecemos) las siguientes condiciones de uso de mí (nuestra) obra de acuerdo con la **licencia Creative Commons** que se señala a continuación:

 Fundación Universidad de América	FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA	Código:
	PROCESO: GESTIÓN DE BIBLIOTECA	Versión 0
	Autorización para Publicación en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres	Agosto - 2017

	<b>Atribución- no comercial- sin derivar:</b> permite distribuir, sin fines comerciales, sin obras derivadas, con reconocimiento del autor.	<input type="checkbox"/>
	<b>Atribución – no comercial:</b> permite distribuir, crear obras derivadas, sin fines comerciales con reconocimiento del autor.	<input checked="" type="checkbox"/>
	<b>Atribución – no comercial – compartir igual:</b> permite distribuir, modificar, crear obras derivadas, sin fines económicos, siempre y cuando las obras derivadas estén licenciadas de la misma forma.	<input type="checkbox"/>

Licencias completas: [http://co.creativecommons.org/?page\\_id=13](http://co.creativecommons.org/?page_id=13)

**Siempre y cuando se haga alusión de alguna parte o nota del trabajo, se debe tener en cuenta la correspondiente citación bibliográfica para darle crédito al trabajo y a sus autores.**

De igual forma como autores autorizamos la consulta de los medios físicos del presente trabajo de grado así:

AUTORIZAMOS	SI	NO
La consulta física (sólo en las instalaciones de la Biblioteca) del CD-ROM y/o Impreso	X	
La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer para efectos de preservación		X

Información Confidencial: este Trabajo de Grado contiene información privilegiada, estratégica o secreta o se ha pedido su confidencialidad por parte del tercero, sobre quien se desarrolló la investigación. En caso afirmativo expresamente indicaremos, en carta adjunta, tal situación con el fin de que se respete la restricción de acceso.	SI	NO
		X

Para constancia se firma el presente documento en Bogotá, a los 18 días del mes de Agosto del año 2017.

#### LOS AUTORES:

##### Autor 1

<b>Nombres</b>	<b>Apellidos</b>
Joan Nicolas	Fetecua Quecano
<b>Documento de identificación No</b>	<b>Firma</b>
1073165670	

##### Autor 2

<b>Nombres</b>	<b>Apellidos</b>
Natalia	Barragán Bermúdez
<b>Documento de identificación No</b>	<b>Firma</b>
1014241037	