

PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DE VERTIMIENTOS INDUSTRIALES DE
LABORATORIOS COASPHARMA S.A.S.

JUSTINE LIZETH MARIÑO CUENCA
LINA CONSTANZA MARTINEZ NIÑO

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

2017

PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DE VERTIMIENTOS INDUSTRIALES DE
LABORATORIOS COASPHARMA S.A.S.

JUSTINE LIZETH MARIÑO CUENCA
LINA CONSTANZA MARTINEZ NIÑO

Proyecto integral de grado para optar al título de
INGENIERO QUÍMICO

Director

JOSE ALFREDO MARULANDA TORO

Ingeniero químico

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

2017

Nota de aceptación:

Presidente del Jurado

Jurado 1

Jurado 2

Bogotá D.C., Enero 25 de 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 Camilo Posada García-Peña

Decano Faculta de Ingenierías

Dr. Julio Cesar Fuentes Arismendi

Director Departamento de Ingeniería Química

Dr. Leonardo Jesús Herrera Gutiérrez

Las directivas de la 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.

Dedico este gran logro a toda mi familia, especialmente a mis padres y a mi hermana por su apoyo, amor incondicional y su constante motivación. También a mis amigos y compañeros que fueron partícipes en este proceso de formación personal y profesional.

Justine Mariño

Mi proyecto de grado lo dedico a Dios quien hizo posible todas las cosas desde que emprendí este camino, quien con su amor y gracia me ha traído hasta la culminación de esta etapa. A mis padres José I. Martínez y Gladys Niño junto con mi hermano Santiago Martínez que me inspiran y motivan a ser mejor cada día, por su amor y apoyo incondicional en cualquier circunstancia. Finalmente, a las personas que a lo largo del camino se han unido y me han brindado su amistad.

Lina Martínez

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Laboratorios Coaspharma por permitirnos realizar este proyecto en sus instalaciones.

Ingeniero Oscar Lombana por su colaboración en el desarrollo del proyecto.

Ingeniera Diana Cuesta por sus aportes y enseñanzas para nuestro desarrollo profesional.

Al profesor David Sotelo por su colaboración en los ensayos experimentales.

Ingeniero Orlando Cucunuba por su colaboración en la experimentación.

A Tatiana Castañeda y sus colaboradores por su información y tiempo dedicado al proyecto.

Ingeniero Alfredo Marulanda por su guía y colaboración.

A nuestros familiares y amigos que nos apoyaron durante el transcurso del proyecto.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	21
OBJETIVOS	22
1. MARCO TEÓRICO	23
1.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DE INDUSTRIAS FARMACEUTICAS	23
1.2 PARAMETROS DE CARACTERIZACION DEL AGUA RESIDUAL	23
1.2.1 Potencial de hidrógeno (pH)	23
1.2.2 Dureza	23
1.2.3 Materia orgánica biodegradable	23
1.2.4 Metales tóxicos	24
1.2.5 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	24
1.2.6 Demanda química de oxígeno (DQO)	24
1.2.7 Materia orgánica refractaria	24
1.2.8 Olor	24
1.2.9 Temperatura	24
1.2.10 Color	24
1.2.11 Turbidez	24
1.2.12 Sólidos	24
1.2.13 Sólidos totales	25
1.2.14 Sólidos sedimentables	25
1.2.15 Sólidos suspendidos	25
1.2.16 Aceites y grasas	25
1.2.17 Agentes tenso activos o surfactantes	25
1.3 MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES	25
1.3.1 Muestra simple	25
1.3.2 Muestra compuesta	25
1.4 TIPOS DE TRATAMIENTO	26
1.4.1 Pretratamiento	26
1.4.1.1 Homogenización	26
1.4.1.2 Neutralización	26
1.4.1.3 Eliminación de grasas y aceites	27
1.4.1.4 Sustancias tóxicas	27
1.4.2 Tratamiento primario	27
1.4.2.1 Sedimentación por gravedad	27
1.4.2.2 Precipitación química	28
1.4.3 Tratamiento secundario	28
1.4.4 Tratamiento terciario	28
1.4.4.1 Adsorción	28
1.4.4.2 Cloración	28

1.4.4.3 Ozonización	29
2. MARCO LEGAL	30
3. GENERALIDADES	33
3.1 HISTORIA	33
3.2 MISIÓN	33
3.3 VISIÓN	33
3.4 CENTRO DE TRABAJO	33
4. DIAGNÓSTICO	34
4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL USO DE AGUA	34
4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS PLANTAS DE PRODUCCIÓN Y CASINO	35
4.2.1 Planta sólidos	35
4.2.2 Planta líquidos	36
4.2.3 Planta antibióticos	37
4.2.4 Casino	37
4.3 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA	37
4.3.1 Plantas de producción	37
4.3.2 Casino	38
4.4 RECONOCIMIENTO DE FUENTES CONTAMINANTES	39
4.4.1 Contaminación por materia prima	40
4.4.2 Contaminación por agentes de limpieza	41
4.4.2.1 Áreas de producción	41
4.4.2.2 Lavanderías	42
4.4.2.3 Contaminación aportada por el casino	43
4.5 DESCRIPCIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL	44
4.5.1 Operaciones unitarias de la planta de tratamiento de agua residual	44
4.5.2 Información técnica y operacional de cada componente de la PTAR	44
4.6 BALANCE HÍDRICO	59
4.6.1 Cálculo de flujo volumétrico trampa de grasas antibióticos	60
4.6.2 Cálculo de flujo volumétrico trampa de grasas sólidos	61
4.6.3 Cálculo de flujo volumétrico trampa de grasas casino	62
4.6.4 Cálculo de flujo volumétrico salida PTAR	62
4.6.5 Cálculo de flujo volumétrico trampa de grasas líquidos	63
4.7 CARACTERIZACIÓN DE AFLUENTES Y EFLUENTES	63
4.7.1 Recopilación histórica	63
4.7.2 Caracterización de diagnóstico	66
4.7.2.1 Sitio de muestreo	66
4.7.2.2 Descripción del muestreo	68
4.7.2.3 Técnicas analíticas	68
4.7.2.4 Resultados	69
4.8 ANÁLISIS DEL DIAGNÓSTICO	69
4.8.1 Recomendaciones	70

5. PLANTEAMIENTO DE LA ALTERNATIVA	71
5.1 SELECCIÓN DE INSUMOS	71
5.1.1 Neutralización	71
5.1.2 Coagulación – Floculación	72
5.1.3 Oxidación química	77
5.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	79
5.2.1 Procedimiento del desarrollo experimental	81
5.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	86
6. DIMENSIONAMIENTO DE LA ALTERNATIVA	99
6.1 PRE TRATAMIENTO	99
6.1.1 Trampas de grasa	99
6.1.2 Tanque de homogenización	99
6.2 TRATAMIENTO PRIMARIO	100
6.2.1 Sistema de flotación por aire disuelto	100
6.2.2 Recepción de lodos	102
6.3 TRATAMIENTO TERCIARIO	102
6.3.1 Oxidación química	102
6.3.2 Filtros multimedia	103
6.4 MANTENIMIENTO	104
7. ESTIMACIÓN DE COSTOS	105
7.1 COSTOS DE TRATAMIENTO ACTUAL	105
7.2 COSTOS DE LA PROPUESTA	107
8. CONCLUSIONES	110
9. RECOMENDACIONES	112
BIBLIOGRAFÍA	113
ANEXOS	115

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Parámetros establecidos por la Resolución 0631 de 2015 para la fabricación de productos farmacéuticos	30
Tabla 2. Vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas – ArnD al alcantarillado público	31
Tabla 3. Aporte contaminante por sustancia utilizada	43
Tabla 16. Historial de caracterizaciones	64
Tabla 17. Porcentaje de remoción PTAR	65
Tabla 18. Fluctuación de pH y turbidez en el tanque de homogenización	65
Tabla 19. Porcentaje de remoción del tratamiento actual	66
Tabla 20. Técnicas de muestreo	68
Tabla 21. Resumen de resultados	69
Tabla 22. Tipos de neutralizantes	71
Tabla 23. Tipos de coagulantes	73
Tabla 24. Tipos de floculantes	75
Tabla 25. Agentes oxidantes	77
Tabla 26. Productos químicos para el desarrollo experimental	79
Tabla 27. Condiciones de operación fijas	80
Tabla 28. Condiciones de operación variables	80
Tabla 29. Insumos para la experimentación	86
Tabla 30. Selección dosis óptima C1	87
Tabla 31. Selección dosis óptima C1-F1	88
Tabla 32. Selección dosis óptima C1-F2	89
Tabla 33. Selección dosis óptima C2	90
Tabla 34. Selección dosis óptima C2-F1	91
Tabla 35. Selección dosis óptima C2-F2	92
Tabla 36. Selección dosis óptima C1	93
Tabla 37. Selección dosis óptima C1-F1	94
Tabla 38. Resultado análisis	95
Tabla 39. Dosis adecuada de tratamiento E2-J5	96
Tabla 40. Resultados análisis DQO	96
Tabla 41. Resultado etapas del tratamiento	97
Tabla 42. Resultado parámetros críticos según Resolución 0631	98
Tabla 43. Mantenimientos propuestos	104
Tabla 44. Costos de operación actuales – Energía eléctrica	105
Tabla 45. Costos de operación actuales - Insumos	105
Tabla 46. Costos de operación actuales - Disposición de lodos	106
Tabla 47. Costos de operación actuales - Mano de obra	106
Tabla 48. Costos de operación de la propuesta - Nuevos equipos	107

Tabla 49. Costos de operación de la propuesta - Energía eléctrica	107
Tabla 50. Costos de operación de la propuesta - Insumos	108
Tabla 51. Costos de operación de la propuesta - Disposición de lodos	108
Tabla 52. Costos de operación de la propuesta - Mano de obra	109
Tabla 53. Comparación de costos	109
Tabla 54. Registro de mantenimiento de limpieza	157

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Información técnica trampa de grasas área líquidos	44
Cuadro 2. Información técnica trampa de grasas área sólidos	46
Cuadro 3. Información técnica trampa de grasas área antibióticos	49
Cuadro 4. Información técnica trampa de grasas casino	50
Cuadro 5. Información técnica tanque de homogenización	52
Cuadro 6. Información técnica sistema de inyección de oxidante	53
Cuadro 7. Información técnica sistema DAF	54
Cuadro 8. Información técnica lechos de secado	55
Cuadro 9. Información técnica filtros multimedia	56
Cuadro 10. Información técnica filtro de carbón activado	57
Cuadro 11. Información técnica tanque de retrolavado	58
Cuadro 12. Información técnica tanque de almacenamiento	59

LISTA DE DIAGRAMAS

	pág.
Diagrama 1. Flujo general del agua	35
Diagrama 2. Procedimientos de limpieza	38
Diagrama 3. Procedimiento de limpieza área cocina	39
Diagrama 4. Flujo de proceso tratamiento actual	47
Diagrama 5. Caudal volumétrico por corriente	60
Diagrama 6. Procedimiento neutralización	81
Diagrama 7. Procedimiento selección de coagulante	82
Diagrama 8. Procedimiento selección coagulante-floculante	83
Diagrama 9. Procedimiento para la curva de sedimentación de lodos	84
Diagrama 10. Procedimiento oxidación química	85
Diagrama 11. Procedimiento filtración	86
Diagrama 12. Flujo de proceso de la alternativa propuesta	101

LISTA DE IMÁGENES

	pág.
Imagen 1. Entrada PTAR No 1	66
Imagen 2. Entrada PTAR No 2	67
Imagen 3. Entrada PTAR No 3	67
Imagen 4. Salida filtro	67
Imagen 5. Evidencia ensayo No. 1	87
Imagen 6. Evidencia réplica ensayo No. 1	87
Imagen 7. Evidencia ensayo No. 2	88
Imagen 8. Evidencia réplica ensayo No. 2	88
Imagen 9. Evidencia ensayo No. 3	89
Imagen 10. Evidencia réplica ensayo No. 3	89
Imagen 11. Evidencia ensayo No. 4	90
Imagen 12. Evidencia réplica ensayo No. 4	90
Imagen 13. Evidencia ensayo No.5	91
Imagen 14. Evidencia réplica ensayo No. 5	91
Imagen 15. Evidencia ensayo No. 6	92
Imagen 16. Evidencia réplica ensayo No. 6	92
Imagen 17. Evidencia ensayo No. 7	93
Imagen 18. Evidencia réplica ensayo No. 7	93
Imagen 19. Evidencia ensayo No. 8	94
Imagen 20. Evidencia réplica ensayo No. 8	94
Imagen 21. Información técnica tanques	121
Imagen 22. Ficha técnica sistema DAF	123
Imagen 23. Dimensiones sistema DAF	123
Imagen 24. Planos sistema DAF	124
Imagen 25. Planos Filtros	124
Imagen 26. Prueba de jarras	125
Imagen 27. pHmetro multiparámetro	125
Imagen 28. Balanza analítica	126
Imagen 29. Turbidímetro	126
Imagen 30. Termoreactor	127
Imagen 31. Espectrofotómetro	127

LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Curva de sedimentación de lodos mejores experimentos	95
Gráfica 2. Dosis óptima oxidación química	97
Gráfica 3. Principios activos	117
Gráfica 4. Excipientes	118
Gráfica 5. Vitaminas	119
Gráfica 6. Esencias y sabores	120

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Materias primas involucradas en los procesos de producción	116
Anexo B. Especificaciones técnicas equipos PTAR	121
Anexo C. Equipos utilizados en la experimentación	125
Anexo D. Fichas técnicas reactivos químicos	128
Anexo E. Reporte análisis Dr. Calderón Labs	149
Anexo F. Preparación de los reactivos químicos	152
Anexo G. Procedimientos de mantenimiento	153
Anexo H. Guía para procedimientos de mantenimiento	157

GLOSARIO

CAMPAÑA: producción en las mismas instalaciones y del mismo producto con intervalos de tiempo y limpieza adecuados entre una y otra producción.

NASA: malla para el mantenimiento y la limpieza de residuos superficiales de agua, haciendo de esta labor algo sencillo y practico de hacer.

PISO TÉCNICO: lugar donde se encuentra el sistema de apoyo crítico para el suministro de agua, vapor, aire, gases, electricidad y drenajes.

PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTANDARIZADOS DE SANEAMIENTO (POES): aquellos procedimientos que describen las tareas de saneamiento. Se aplican antes, durante y después de las operaciones de producción. Estos son un requerimiento fundamental para implementación de sistemas que aseguren la calidad de los medicamentos.

SANEAMIENTO: acciones destinadas a mantener o restablecer un estado de limpieza y desinfección en las instalaciones, equipos y proceso de producción.

RESUMEN

En el presente proyecto se desarrolló una alternativa para la gestión de vertimientos industriales de Laboratorios Coaspharma S.A.S, de acuerdo con los resultados obtenidos en la caracterización de diagnóstico, donde se identificaron como parámetros críticos la demanda química de oxígeno - DQO (5020 mg/L O₂), demanda bioquímica de oxígeno - DBO₅ (1730 mg/L O₂), sólidos suspendidos totales - SST (251) mg/L, fenoles (1,1) mg/L, grasas y aceites (30) mg/L.

Con base en los parámetros críticos se plantearon mecanismos de oxidación química, coagulación- floculación y neutralización de pH, esto con el fin de obtener una reducción de los sólidos en suspensión, materia orgánica y espesamiento de lodos.

En la experimentación se utilizó hidróxido de sodio como neutralizante, sulfato de aluminio tipo A, hidroxiclورو de aluminio (PAC) como coagulantes, polímeros aniónicos y catiónicos como floculantes y peróxido de hidrógeno como oxidante químico. Se desarrolló un diseño experimental que permitió seleccionar los reactivos y las dosis óptimas para llevar a cabo el tratamiento, en el cual se obtuvo que la relación PAC-polímero aniónico presenta el mayor porcentaje de remoción de turbidez del 99,88 %, siendo este parámetro la variable de respuesta del diseño planteado. Este proceso fisicoquímico redujo fenoles, SST, grasas y aceites permitiendo que estos estén dentro de los límites máximos permisibles de la Resolución 0631 de 2015 emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Artículo 13 establecida para la fabricación de productos farmacéuticos para vertimientos no domésticos al alcantarillado público.

Posteriormente, se realizó la oxidación química con dosis entre 600 y 1400 mg/L de peróxido de hidrógeno; además, por el alto contenido de materia orgánica se elaboraron dos filtros a escala piloto, uno de antracita y otro de carbón activado; se planteó el dimensionamiento de la nueva alternativa de tratamiento con el propósito de definir las características técnicas de los equipos, considerando los existentes y nuevos requeridos. Se plantearon procedimientos de mantenimiento necesarios para cumplir con el resultado esperado, junto con una estimación de los costos de inversión y operación de la nueva alternativa comparada con los costos actuales de tratamiento.

Finalmente, se disminuyeron los parámetros de DQO (551,5 mg/L O₂), SST (64,60 mg/L), fenoles, (0,12 mg/L) grasas y aceites (15,20 mg/L) obteniendo valores de 551,5, 64,60, 0,12 y 15,20 (mg/L) corroborando que los parámetros establecidos como críticos se encuentran dentro de la Resolución 0631 de 2016 con la alternativa planteada.

INTRODUCCIÓN

Laboratorios Coaspharma S.A.S es una empresa dedicada al desarrollo, fabricación y comercialización de productos cosméticos y farmacéuticos de calidad para uso humano y veterinario, en las actividades de fabricación se incluyen procesos de lavado de equipos y áreas productivas lo que genera un volumen significativo de aguas residuales.

Actualmente el laboratorio cuenta con un tratamiento diseñado para cumplir con la Resolución 3957 del año 2009, sin embargo, el primero de enero del 2016 entro en vigencia la Resolución 0631 de 2015, la cual se vuelve más estricta con los parámetros de demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), Sólidos suspendidos totales (SST), sólidos sedimentables (SSED), grasas y aceites.

Por tal razón este proyecto tiene como objetivo principal desarrollar una alternativa para la gestión de vertimientos industriales de Laboratorios Coaspharma S.A.S.; por medio de un diagnóstico para identificar los contaminantes de los afluentes y evaluar el funcionamiento técnico y operacional de la PTAR. Con base en los resultados obtenidos en el diagnóstico se evaluaron teóricamente posibles alternativas de tratamiento, la selección de insumos acordes a las características del agua a tratar y encontrar experimentalmente una alternativa óptima para el tratamiento. Finalmente se plantean las modificaciones que requiere el tratamiento de agua residual de acuerdo a la capacidad de la PTAR junto con los costos de operación y mantenimiento de la misma.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una alternativa para la gestión de vertimientos industriales de Laboratorios Coaspharma S.A.S.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diagnosticar el proceso actual que se lleva a cabo para el tratamiento de agua residual en Laboratorios Coaspharma S.A.S.
2. Evaluar alternativas de proceso para el tratamiento de agua residual en Laboratorios Coaspharma S.A.S.
3. Definir las características técnicas de los equipos considerando los existentes y nuevos requeridos.
4. Estimar los costos de operación de la alternativa propuesta.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DE INDUSTRIAS FARMACÉUTICAS

En la industria farmacéutica se utiliza el agua para muchos fines distintos: medio de limpieza, como disolvente, para refrigerar, como producto de reacción y para uso general. La generación de residuos líquidos constituye un problema ambiental importante de la industria farmacéutica por la toxicidad que genera el contenido de metales pesado.

Las etapas en las que se produce una mayor generación de residuos son las de aislamiento y purificación del producto y las de limpieza de los equipos. En general, contienen restos de disolventes orgánicos, de principios activos y excipientes que generan aguas residuales ácidas con elevadas concentraciones de compuestos orgánicos como DQO, DBO y sólidos totales; los sólidos y líquidos en suspensión, producen la turbidez del agua residual¹

1.2 PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL

Contaminantes de importancia en el tratamiento de agua residual.

1.2.1 Potencial de hidrógeno (pH). El pH es una medida de la concentración de los iones de hidrógeno y se define como $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$. Es una medida de la naturaleza ácida o alcalina de la solución acuosa que puede afectar a los usos específicos del agua.²

1.2.2 Dureza. La dureza, debida a la presencia de sales disueltas de calcio y magnesio, mide la capacidad de un agua para producir incrustaciones. Afecta tanto las aguas domésticas como a las industriales.³

1.2.3 Materia orgánica biodegradable. Compuesta principalmente por proteínas, carbohidratos y grasas animales la materia orgánica biodegradable se mide en función de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y de la demanda química de oxígeno (DQO). Si se descargan al entorno pueden agotar los recursos naturales de oxígeno y al desarrollo de condiciones sépticas.⁴

¹ RAMOS A, Caridad. Los residuos en la industria farmacéutica. Cuba. Revista CENIC Ciencias Biológicas. vol. 37, núm. 1, 2006, pp. 25-31

² RIGOLA LAPEÑA, Miguel. tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales. Barcelona (España). Marcombo, S.A., 1990. P 29.

³ Idem., P.29

⁴ RAMOS O, Raudel; Sepúlveda M, Rubén; Villalobos M, Francisco. El agua en el medio ambiente, muestreo y análisis. Baja California. Plaza y Valdés, S.A. de C. V. P. 68

1.2.4 Metales tóxicos. Los más comunes son el arsénico, cadmio, el plomo, el cromo, el bario y selenio. Todos estos deben ser estrictamente controlados en el origen de la contaminación.⁵

1.2.5 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅). Mide la cantidad de oxígeno consumido en la eliminación de la materia orgánica del agua, mediante procesos biológicos aerobios.⁶

1.2.6 Demanda química de oxígeno (DQO). Mide la capacidad de consumo de un oxidante químico, dicromato o permanganato, por las materias oxidables contenidas en el agua.⁷

1.2.7 Materia orgánica refractaria. Esta es la materia orgánica que tiende a resistir los métodos convencionales de tratamiento. Ejemplos típicos son: agentes tenso activos, fenoles y pesticidas agrícolas.⁸

1.2.8 Olor. La mayoría de los olores presentes en las aguas residuales son debido a gases producidos o liberados producto de biotransformación de materia. El olor más característico del agua residual séptica es el debido a la presencia del sulfuro de hidrógeno que se produce al reducirse los sulfatos a sulfitos por acción de microorganismos anaerobios.⁹

1.2.9 Temperatura. Es una medida relativa de la cantidad de calor contenida en el agua residual. Esta propiedad termodinámica influye notablemente en las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua.¹⁰

1.2.10 Color. Las aguas residuales recientes generalmente son de color café-grisáceo. Sin embargo, el tiempo de recolección se posterga y se desarrollan condiciones anaerobias, el color cambia secuencialmente de gris oscuro a negro.¹¹

1.2.11 Turbidez. La turbidez es una medida de la capacidad de un agua para dispersas y absorber la luz en línea recta a través de una muestra y es indicativa de la presencia de material disperso, emulsificado o suspendido. Es importante su consideración por tres aspectos fundamentales: antiestinidad, movilidad y filtrabilidad de contaminantes y eficacia de la desinfección.¹²

1.2.12 Sólidos. Este es uno de los parámetros físicos de gran importancia en sus diferentes formas: materia flotante, suspendida, coloidal y disuelta.¹³

⁵ RIGOLA LAPEÑA, Miguel. tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales. Barcelona (España). Marcombo, S.A., 1990. P.36

⁶ Ibid., P.37

⁷ Idem., P.37

⁸ Idem., P.69

⁹ Idem., P.69

¹⁰ Ibid., P.76

¹¹ Idem., P.76

¹² Ibid., P.78

¹³ Idem., P.84

1.2.13 Sólidos totales. Se encuentran representados por el material que arrastran las aguas de suministro doméstico, industrial y agrícola durante su uso. Desde el punto de vista analítico, el contenido de sólidos totales de un agua residual se define como toda la materia remanente después de evaporar una muestra de agua a una temperatura entre 103 y 105°C.¹⁴

1.2.14 Sólidos sedimentables. Los sólidos sedimentables son los que van al fondo de un cono estandarizado (Imhoff) en un periodo de 60 minutos, y para fines cuantitativos se expresan en mL/L de agua. Los sólidos totales o el residuo después de la evaporación pueden ser clasificados en no filtrable o suspendido y filtrable o disuelto.¹⁵

1.2.15 Sólidos suspendidos. Es la fracción de sólidos presentes en agua como material no disuelto. Los sólidos suspendidos comprenden a los sedimentables, flotantes y no sedimentables (coloidales). Pueden contener sustancias orgánicas (sólidos suspendidos volátiles) o inertes (no volátiles o fijos).¹⁶

1.2.16 Aceites y grasas. Estos compuestos tienden a flotar sobre la superficie del agua, limitando la transferencia de oxígeno.¹⁷

1.2.17 Agentes tensoactivos o surfactantes. Son moléculas orgánicas grandes ligeramente solubles en agua y con la capacidad de formar espuma en las plantas de tratamiento y/o en la superficie del agua en donde se realice la descarga que las contenga.¹⁸

1.3 MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES

1.3.1 Muestra simple. La muestra simple nos da las características del agua residual en el momento en el que la muestra es tomada. Se usa generalmente cuando el caudal de agua residual y su composición es relativamente constante, cuando el flujo de agua residual es intermitente, y cuando las muestras compuestas pueden ocultar condiciones extremas de las aguas residuales (pH y temperatura). El volumen mínimo de una muestra simple debe estar entre 1 y 2 litros.¹⁹

1.3.2 Muestra compuesta. Son aquellas formadas por mezclas de muestras individuales tomadas en diferentes momentos. La cantidad de cada muestra individual que se añade a la mezcla compuesta debe ser proporcional al flujo de caudal en el momento en el que la muestra fue tomada. El volumen de muestra requerida por unidad de caudal será:

¹⁴ Ibid., P.85

¹⁵ Ibid., P.85

¹⁶ Ibid., P.85

¹⁷ Idem., P.93

¹⁸ Ibid., P.95

¹⁹ RAMALHO R. Tratamiento de aguas residuales. Barcelona. Reverte,S.A. 1996. P.78

$$\frac{V_i}{Q_i} = \frac{V}{nQ_m}$$

Donde;

V = Volumen total de la muestra compuesta

V_i = volumen de cada muestra individual i de la muestra compuesta

Q_m = caudal medio

Q_i = caudal instantáneo en el momento en que la muestra i es tomada

n = Numero de muestras que deben ser mezcladas

La frecuencia del muestreo depende de la variabilidad del caudal y la carga contaminante. Para pequeñas variaciones las muestras solo hace falta que se tomen a intervalos entre 2 y 24 horas. Sin embargo, para grandes variaciones puede requerirse tomar muestras hasta cada 15 minutos. Las muestras individuales de la compuesta deben tener entre 25 y 100 mL y el volumen compuesto debe tener entre 2 y 4 litros.²⁰

1.4 TIPOS DE TRATAMIENTO

1.4.1 Pre tratamiento. El pre tratamiento de caudales individuales debe considerarse siempre que estos puedan tener un efecto adverso sobre los sistemas de tratamiento conjunto o total.²¹

1.4.1.1 Homogenización. La homogenización es una de las unidades de pre tratamiento más importantes. Es importante homogenizar el caudal de aguas residuales, la concentración de los mismos e incluso ambos aspectos. Normalmente se aplica una agitación mecánica cuando se trata de aguas residuales en el que las interacciones son fundamentalmente químicas. La operación industrial sobre la base de cinco días a la semana y cuarenta horas semanales hará que un tanque de homogenización de dos días tenga las dimensiones adecuadas para un funcionamiento continuo del sistema de tratamiento de las aguas residuales bajo condiciones uniformes.²²

1.4.1.2 Neutralización. Las aguas residuales ácidas o básicas deben neutralizarse antes de su vertido. Si una industria produce corrientes residuales ácidas o básicas, estas corrientes pueden mezclarse en la relación adecuada para obtener una corriente con un pH óptimo a la neutralidad. Los tanques de homogenización pueden utilizarse como tanques de neutralización. Como agentes neutralizantes alcalinos se puede usar el hidróxido de sodio ya que es fácil de manipular en forma líquida. Sin embargo, la cal es el agente alcalino más empleado para la neutralización de ácidos. El ácido sulfúrico es el ácido más utilizado para neutralizar las aguas residuales con altos valores de pH a menos que pueda precipitar sulfato

²⁰ Idem., P.78

²¹ PERRY, Robert H. Manual del ingeniero químico. España. McGraw-Hill. Cap 25. P. 81

²² Idem., P.81

de calcio como resultado de la reacción de neutralización, al igual que el ácido clorhídrico puede ser utilizado para la neutralización de aguas residuales básicas.²³

1.4.1.3 Eliminación de grasas y aceites. Las grasas y los aceites tienden a formar capas insolubles con el agua a causa de su carácter hidrofóbico. Estas sustancias hidrofóbicas pueden separarse fácilmente de la fase acuosa por gravedad y arrastre superficial, siempre que no se encuentren íntimamente mezcladas con el agua. Si los aceites y las grasas forman emulsiones con el agua como resultado de una mezcla turbulenta, se dificultará enormemente su separación. La separación del aceite y de la grasa debe llevarse a cabo cerca del punto de contacto entre la fase acuosa y la lipídica. En algunas ocasiones conviene burbujear aire a la mezcla de aceite y grasa para facilitar la separación por flotación del material hidrofóbico de la fase acuosa. También es posible la adición de reactivos químicos que ayuden a la ruptura de las emulsiones formadas.²⁴

En la industria farmacéutica se usan separadores de grasas y aceites para recoger la grasa antes de su vertido.

Un separador de grasas y aceites debe ser diseñado para recoger un volumen específico de grasa en periodos también definidos. En el diseño de los separadores deben adoptarse las precauciones necesarias para que la eliminación y la manipulación de la grasa se efectúen con facilidad. El empleo de separadores de grasa mal diseñado es peor que no emplearlos.²⁵

1.4.1.4 Sustancias tóxicas. Para reducir el contenido en metales pesados y mantener el nivel de estos por debajo de los niveles de toxicidad, así como para limitar la descarga de compuestos orgánicos tóxicos, es esencial llevar a cabo un pretratamiento de las corrientes residuales. Los compuestos orgánicos tóxicos pueden ser destruidos mediante distintos sistemas de oxidación química.²⁶

1.4.2 Tratamiento primario. El objetivo del tratamiento de las aguas residuales es la reducción de contaminantes con el mínimo coste. Los sólidos en suspensión se eliminan mediante técnicas de separación física o química, gestionándose posteriormente como lodos.

1.4.2.1 Sedimentación por gravedad. Las partículas que sedimentan lentamente se eliminan mediante tanques de sedimentación por gravedad. Generalmente estos tanques se diseñan con base al tiempo de retención, la carga de superficie y la profundidad mínima. Los tanques de sedimentación o decantadores pueden ser rectangulares o circulares.²⁷

²³ Idem., P.81

²⁴ Idem., P.81

²⁵ Idem., P.81

²⁶ Idem., P.81

²⁷ Ibid., P.82

1.4.2.2 Precipitación química. Los sólidos en suspensión de baja densidad y los sólidos coloidales pueden eliminarse mediante precipitación química y posterior, sedimentación por gravedad. En efecto, la precipitación química se emplea para aglomerar los sólidos en suspensión no sedimentables generando partículas más grandes que sedimenten rápidamente en los decantadores. El sulfato de aluminio, el cloruro férrico, el sulfato ferroso, la cal y los polielectrolitos se emplean como agentes coagulantes. La elección del coagulante depende de las características químicas de las partículas a eliminar, del pH de las aguas residuales, del coste y de la disponibilidad del agente precipitante. A pesar de que la precipitación química conlleva una disminución importante de los sólidos en suspensión, supone también un incremento del volumen de lodos a gestionar. En la evaluación de los sistemas para el procesado de lodos, los lodos generados en el tratamiento fisicoquímico se han de considerar conjuntamente con las características de los sólidos en suspensión a eliminar.²⁸

La precipitación química requiere una rápida mezcla y un sistema de floculación dispuesto antes del decantador, las unidades de floculación se diseñan para una homogenización lenta con los tiempos de retención de veinte minutos. Con estas unidades se intenta provocar la coalescencia de las partículas y aumentar su tamaño sin que se produzca la ruptura de los floculos. Mediante la precipitación química se puede llegar a eliminar el 95% de los sólidos en suspensión, hasta el 50% de los compuestos orgánicos disueltos y la totalidad de los metales pesados en el agua residual.²⁹

1.4.3 Tratamiento secundario. El tratamiento secundario persigue la estabilización de distintos compuestos presentes en las aguas residuales mediante la acción de microorganismos, principalmente bacterias.³⁰

1.4.4 Tratamiento terciario. Tiene como objetivo remover contaminantes específicos o que no se eliminaron con los tratamientos secundarios convencionales.³¹

1.4.4.1 Adsorción. Se aplica principalmente para la eliminación de compuestos orgánicos solubles, siendo normalmente el carbón activo el agente adsorbente. En un proceso de contacto en sentido de la corriente, la capacidad se fija con base a los requerimientos de la calidad del efluente. En un proceso de contacto a contracorriente, la capacidad del carbón activo se fija teniendo en cuenta las características de la corriente a tratar.³²

1.4.4.2 Cloración. Fundamentalmente el cloro es un desinfectante debido a su fuerte capacidad de oxidación, por lo que destruye o inhibe el crecimiento de bacterias y

²⁸ Ibid., P. 83

²⁹ Idem., P. 83

³⁰ Idem., P. 83

³¹ Ibid., P.98

³² Idem., P.98

algas. Además, reduce la DBO, elimina olores y color por oxidación de compuestos orgánicos presentes en las aguas residuales.³³

1.4.4.3 Ozonización. La oxidación química con ozono es un método efectivo para tratar las aguas residuales ya que reacciona fácilmente con productos orgánicos no saturados, reduce la tendencia a formación de espumas, la ruptura de anillos y la oxidación parcial de los productos aromáticos deja a las aguas residuales más susceptibles de tratamiento convencional biológico.³⁴

El ozono presente en el efluente se convierte rápidamente en oxígeno una vez que ha servido a sus fines. Este oxígeno es beneficioso para las corrientes receptoras y ayuda a mantener la vida acuática.

³³ RAMALHO R. Tratamiento de aguas residuales. Barcelona. Reverte,S.A. 1996. P. 636

³⁴ Ibid., P. 641

2. MARCO LEGAL

El planteamiento del proyecto se enmarca dentro de la Resolución 0631 de 2015 que entro en vigencia el 01 de enero de 2016 en la 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 a través del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que permite establecer un marco de referencia para el control y manejo de los vertimientos que se generan en Laboratorios Coaspharma S.A.S. La Tabla 1 especifica los parámetros que rigen a la compañía según su actividad económica.

Tabla 1. Parámetros establecidos por la Resolución 0631 de 2015 para la fabricación de productos farmacéuticos

Parámetro	Unidades	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico
Generales		
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	400,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L O ₂	150,00
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	50,00
Sólidos Sedimentables (SSED)	mg/L	1,00
Grasas y Aceites	mg/L	15,00
Fenoles	mg/L	0,20
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	Análisis y Reporte
Iones		
Cloruros (Cl ⁻)	mg/L	500,00
Fluoruros (F ⁻)	mg/L	
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg/L	500,00
Metales y Metaloides		
Antimonio (Sb)	mg/L	
Arsénico (As)	mg/L	0,10
Cadmio (Cd)	mg/L	0,10
Cinc (Zn)	mg/L	
Cobre (Cu)	mg/L	
Cromo (Cr)	mg/L	
Mercurio (Hg)	mg/L	0,10

Tabla 1. (Continuación)

Parámetro	Unidades	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico
Níquel (Ni)	mg/L	
Plomo (Pb)	mg/L	
Otros Parámetros para Análisis y Reporte		
Acidez Total	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte
Dureza Cálcica	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte
Color Real (Medidas de absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436 nm, 525 nm y 620 nm)	m ⁻¹	Análisis y Reporte

Fuente. Resolución 0631 del 17 de marzo de 2015

Vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas – ArnD al alcantarillado público deberán cumplir con los valores límites máximos permisibles para cada parámetro, establecidos a continuación.

Tabla 2. Vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas – ArnD al alcantarillado público

Parámetro	Unidades	Valores límites máximos permisibles
Generales		
pH	Unidades de pH	5,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	Se aplican las mismas exigencias establecidas para el parámetro respectivo en la actividad específica para vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales multiplicados por un factor de 1,50
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L O ₂	Se aplican las mismas exigencias establecidas para el parámetro respectivo en la actividad específica para vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales multiplicados por un factor de 1,50
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	Se aplican las mismas exigencias establecidas para el parámetro respectivo en la actividad específica para vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales multiplicados por un factor de 1,50

Tabla 2. (Continuación)

Parámetro	Unidades	Valores límites máximos permisibles
Sólidos Sedimentables (SSED)	mg/L	Se aplican las mismas exigencias establecidas para el parámetro respectivo en la actividad específica para vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales multiplicados por un factor de 1,50
Grasas y Aceites	mg/L	Se aplican las mismas exigencias establecidas para el parámetro respectivo en la actividad específica para vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales multiplicados por un factor de 1,50

Fuente. Resolución 0631 del 17 de marzo de 2015

3. GENERALIDADES

3.1 HISTORIA

LABORATORIOS COASPHARMA S.A.S surge en el año 2008 de la asociación entre las cooperativas FARMACOOOP (Planta de fabricación de productos Farmacéuticos y Veterinarios) y COSMEPOP (Planta de fabricación de productos Cosméticos y Farmacéuticos), las cuales se unen debido a la competitividad del mercado en la industria farmacéutica. A partir de la fusión, Laboratorios Coaspharma S.A.S cuenta dos plantas de trabajo, Planta Ricaurte y Planta Paloquemao donde se fabrican productos farmacéuticos para consumo humano y veterinario. Las políticas de calidad, principios societarios y valores corporativos consolidan la compañía y otorgan su buen posicionamiento en el mercado a nivel nacional.

Actualmente los procesos que se llevan a cabo en Laboratorios Coaspharma S.A.S cuentan con la certificación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) para la fabricación de productos farmacéuticos de la línea humana y capacidad para la fabricación de productos cosméticos otorgado por el INVIMA, la certificación en Buenas Prácticas de Manufactura para productos veterinarios otorgado por el ICA, lo cual destaca la calidad de los productos y servicios que ofrece la compañía.

Además de lo anterior el compromiso de Laboratorios Coaspharma S.A.S se extiende a la preservación del medio ambiente por lo que forma parte del Programa de Excelencia Ambiental PREAD de la Secretaria Distrital de Ambiente, por lo tanto, su compromiso lo ha llevado a vincularse en programas para la mitigación de la huella de carbono y análisis de ciclo de vida del producto.

3.2 MISIÓN

Laboratorios Coaspharma es una organización especializada en investigación, desarrollo, fabricación y comercialización de productos farmacéuticos y cosméticos.

3.3 VISIÓN

Coaspharma es una compañía orientada al cliente (Interno y Externo), con rentabilidad sostenible para sus inversionistas.

3.4 CENTRO DE TRABAJO

Planta paloquemao se encuentra ubicada en la localidad Los Mártires, barrio paloquemao con dirección Calle 18 A # 28a – 43. Esta planta tiene tres áreas de producción (sólidos, líquidos y antibióticos) las cuales cuentan con tecnología de avanzada que permiten llevar a cabo cada uno de los procesos de manera óptima.

4. DIAGNÓSTICO

4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL USO DE AGUA

El agua proviene de tres puntos del Acueducto de Bogotá con sus respectivos contadores y llega a un tanque con capacidad de almacenamiento de 120 m³ para el abastecimiento de la empresa.

En la empresa el agua tiene dos fines, consumo doméstico e industrial.

Consumo doméstico:

- Cafetería
- Oficinas
- Baños, etc

Consumo industrial:

- Control de calidad y microbiología
- Calderas
- Lavanderías
- Plantas de producción
- Limpieza de equipos, etc

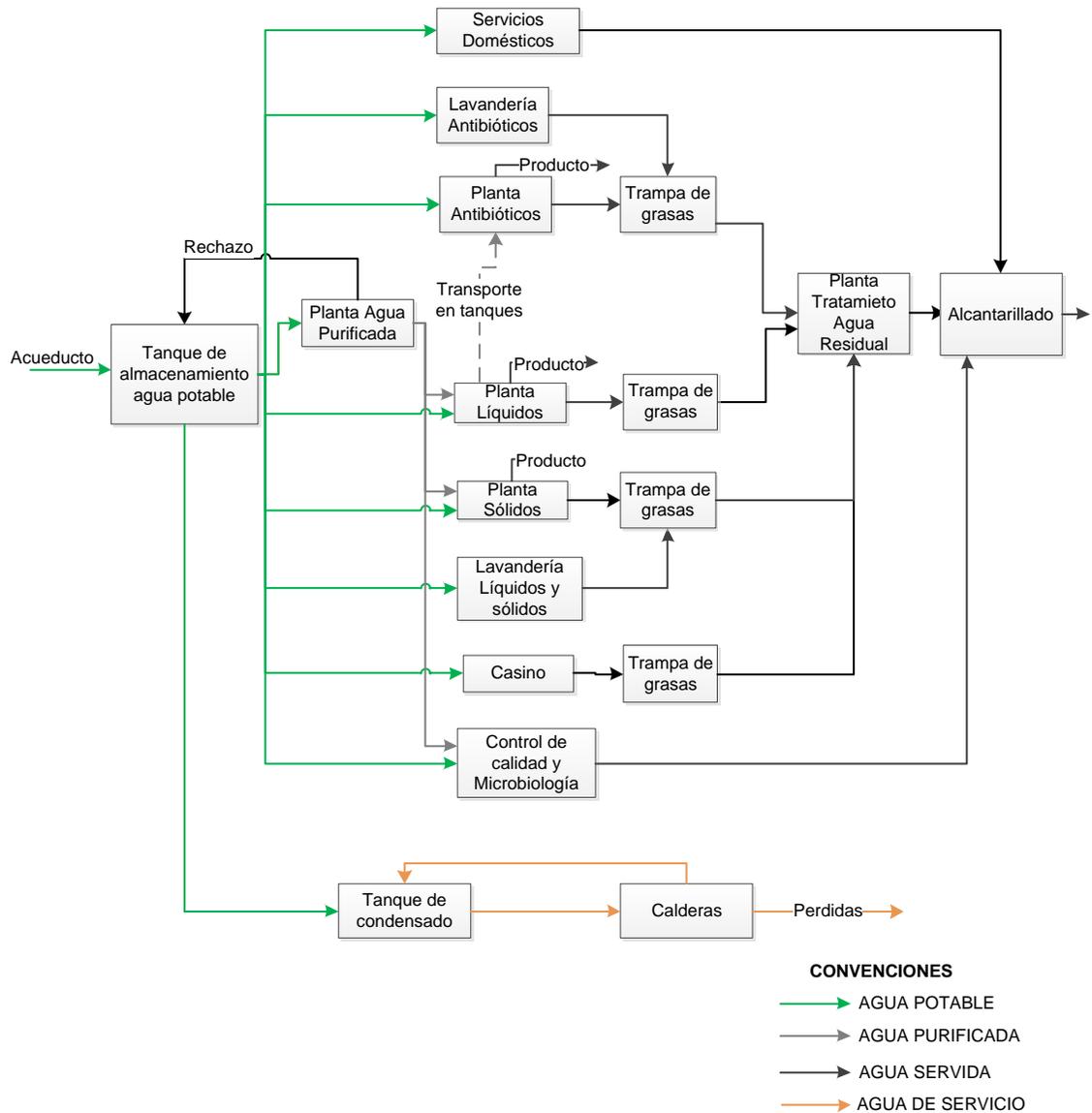
Siendo una empresa farmacéutica requiere de agua purificada para la preparación de medicamentos, esterilización de equipos y producción de agua WFI (water for injection) por tal razón la compañía cuenta con una planta purificadora de agua que después es distribuida por medio de tubería a las plantas de producción de líquidos, sólidos y para el caso de antibióticos un patinador lleva el agua a esta área por medio de tanques.

El agua de servicio es generada por un sistema de condensado y dos calderas para la generación de vapor y el correcto funcionamiento de sistemas de refrigeración.

El agua residual que se genera en servicios domésticos, control de calidad y microbiología va directamente al alcantarillado y el agua de las áreas de producción va a su respectiva trampa de grasa al igual que la proveniente del casino, después es dirigida a la PTAR de la empresa para su adecuado tratamiento antes de ser vertida al alcantarillado.

En el Diagrama 1 se presenta el flujo general del agua de la empresa.

Diagrama 1. Flujo general del agua



4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS PLANTAS DE PRODUCCIÓN Y CASINO

Como se mencionó anteriormente Laboratorios Coaspharma cuenta tres plantas productivas sólidos, líquidos y antibióticos; a las cuales se les realizó el reconocimiento de cada uno de sus centros de trabajo junto con el casino.

4.2.1 Planta sólidos. La planta de sólidos está conformada por el área de fabricación, área de acabados (envasado y empaque), área de productos especiales y área de dispensación, se manejan tres turnos de ocho horas/día de lunes a domingo.

En el área de dispensación se pesa la materia prima y se distribuye a las áreas de sólidos y líquidos a excepción del área de antibióticos a los cuales solo les proveen los excipientes.

La planta de sólidos fabrica aproximadamente 230 productos betalactámicos (productos especiales) y no betalactámicos entre los cuales se producen con más frecuencia: prednisolona, glibenclamida, acetaminofén, enalapril, ibuprofeno y diclofenaco.

La fabricación en el área de sólidos se da por vía seca o por vía húmeda por medio de operaciones de mezclado, compresión, encapsulado, granulado, lubricado, secado y recubrimiento. Esto a través de hornos, mezcladores, bombos de recubrimiento y tableteadoras. Cuenta con una poceta de lavado en donde se llevan algunos equipos pequeños junto con partes móviles de los equipos de mayor tamaño e instrumentos utilizados en los procesos como mallas, tolvas, cuchillas, etc. Los lavados de las áreas y equipos están en documentos estandarizados, los cuales realizan los operarios encargados.

4.2.2 Planta líquidos. La planta de líquidos está conformada por el área de estériles y no estériles los cuales cuentan con área fabricación, envasado y etiquetado, se manejan tres turnos de ocho horas/día de lunes a domingo.

Se llevan a cabo operaciones como mezclado, envasado, estuchado, empaque, grafado, etiquetado y codificado, entre otras. Cuenta con suministro de agua potable, agua purificada y agua WFI para el lavado de las áreas de fabricación y equipos. Adicionalmente en cada piso se encuentra una poceta de lavado para los instrumentos. Esta área se divide en tres pisos:

- Primer piso: tres líneas de envase y etiquetado de productos no estériles.
- Segundo piso: envase y etiquetado de productos estériles, almacenamiento envase primario, control de proceso y cuarto técnico.
- Tercer piso: fabricación de productos estériles y no estériles, área de almacenamiento materia prima.

En el área de estériles se utiliza agua WFI para la fabricación de productos, debido a que estos son inyectables; esta agua proviene de un equipo destilador que adecua el agua para los procesos de fabricación. Producen aproximadamente 56 diferentes medicamentos entre los cuales se destacan el diclofenaco sódico, nafazolina, gentamicina, ketoconazol, clorhidrato de tetrahidrozolina, entre otros.

En el área de no estériles se utiliza el agua purificada para la fabricación de productos como sueros, jarabes y suspensiones, entre otros. Fabrican aproximadamente 100 productos diferentes entre los cuales se encuentran el hidróxido de aluminio – hidróxido de magnesio, vitamina C, acetaminofén, metronidazol.

4.2.3 Planta antibióticos. Esta área tiene un cuidado especial, debido a las moléculas betalactámicas usadas en la fabricación de medicamentos que son ampicilina, amoxicilina y dicloxacilina; se manejan dos turnos de ocho horas/día de lunes a sábado. Está conformada por área de dispensación, área de fabricación, envasado y etiquetado. Se realizan operaciones de encapsulado, compresión, etiquetado y estuchado; tiene su propia lavandería y dotación respectiva.

El área de antibióticos produce 17 productos en diferentes presentaciones, entre los cuales se destaca la amoxicilina, ampicilina, dicloxacilina. La producción se realiza durante 20 días de antibióticos propios y 10 días fabricación a terceros.

4.2.4 Casino. En el casino operan cuatro personas encargadas del aseo de la zona e implementos, estas personas además realizan la entrega de los refrigerios y almuerzos.

Al día se entregan 499 refrigerios repartidos en los horarios de la mañana y la tarde, también entrega 213 almuerzos, cada uno de estos en horarios establecidos.

- Refrigerio mañana, 8:00 am – 10:00 am
- Almuerzo, 12:00pm – 14:30pm
- Refrigerio tarde, 6:00 pm – 6:30 pm

En la jornada de refrigerios solo se lavan vasos, mientras que en la jornada del almuerzo se lavan platos, vasos y cubiertos.

4.3 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA

En las visitas que se realizaron a las diferentes plantas se evidenció que el mayor consumo de agua se produce por los procedimientos de limpieza.

4.3.1 Plantas de producción. Los lavados en las áreas se dividen en programados y de alistamiento - ajuste; los aseos programados se realizan semanal, trimestral, anual, por cambio de campaña y entrega de turno; los lavados de alistamiento - ajuste se realizan al iniciar o finalizar un proceso el cual involucra el lavado de máquinas, áreas o implementos necesarios y utilizados en el proceso.

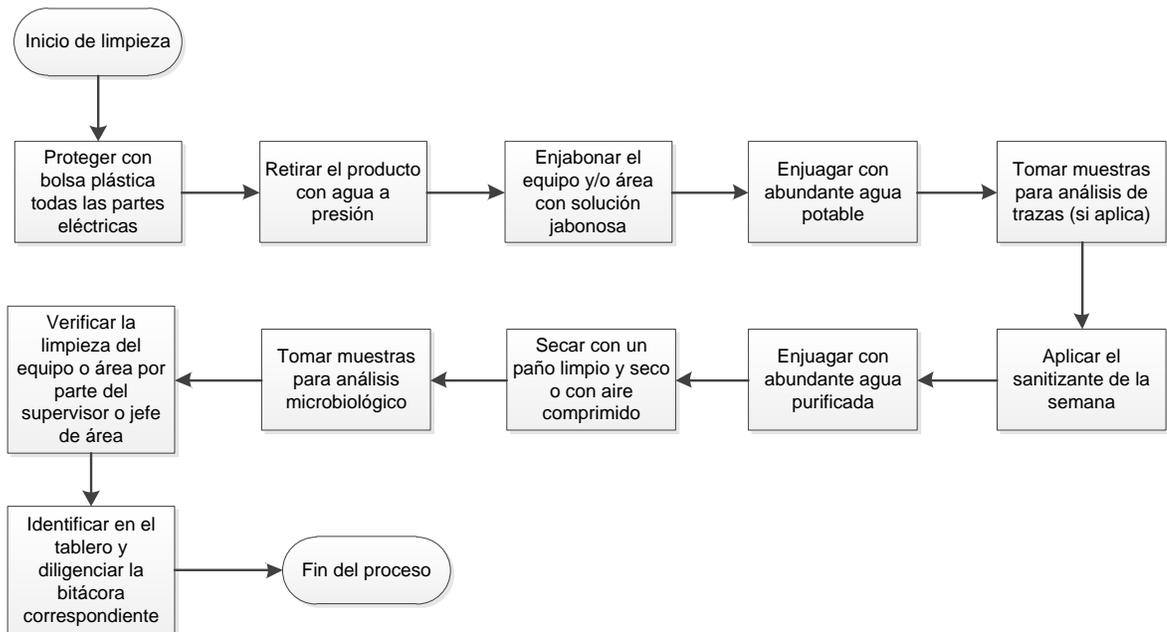
Según la información obtenida en las bitácoras no se pudo establecer un patrón de lavados por día debido a la variabilidad que se presenta en la producción; sin embargo, se encontraron tiempos en cuanto a la durabilidad del procedimiento de lavado sea del equipo o el área de trabajo.

La limpieza programada tiene una duración aproximada de 20 minutos, esto dependiendo del producto o por cambio de turno, mientras que los lavados de alistamiento - ajuste duran aproximadamente (2) dos horas para un equipo generalmente, pero también se presentan casos como es el del bombo de

recubrimiento que sus aseos pueden durar hasta más de un turno cuando hay cambio de campaña

A continuación, se muestran en el Diagrama 2 los procedimientos operativos estándar de limpieza (POE's) en las áreas de producción. Cabe aclarar que estos procedimientos son específicos para cada uno de los equipos por lo tanto tiene variaciones en los tiempos establecidos y en las especificaciones de desmonte la máquina para su lavado.

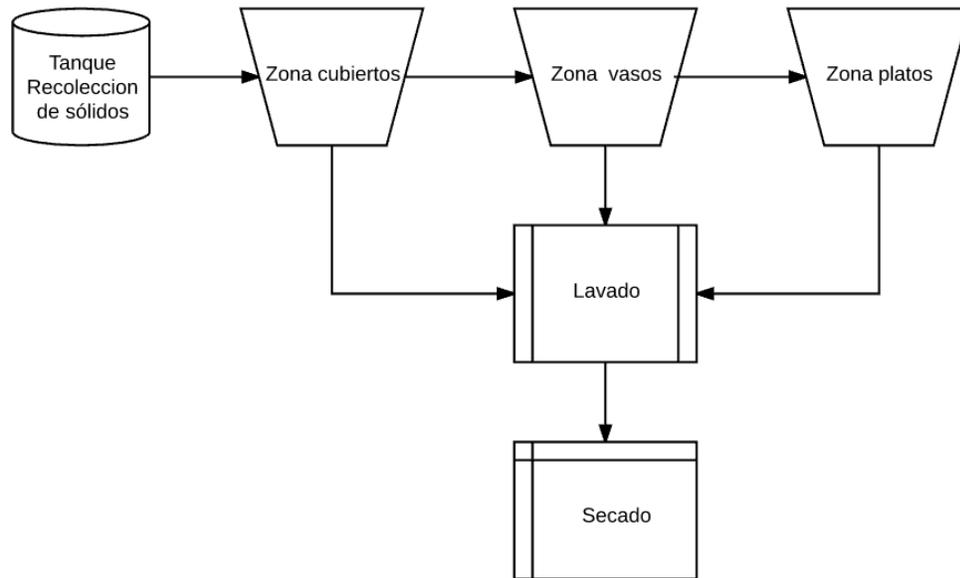
Diagrama 2. Procedimientos de limpieza



4.3.2 Casino. El consumo de agua en este lugar es generado por el lavado del lugar y de los implementos de cocina, debido a que los refrigerios y almuerzos vienen de terceros.

Los procedimientos de limpieza de platos, vasos y cubiertos se realizan de la siguiente manera;

Diagrama 3. Procedimiento de limpieza área cocina



La descripción detallada del procedimiento que se muestra en el Diagrama 3 se muestra a continuación:

1. Recolección de sólidos, según los registros llevados por el personal se recogen 45 Kg/día en un tanque donde se depositan los restos de comida que quedaron en los platos.
2. Las zonas de cubiertos, platos y vasos contienen agua hirviendo junto con cloro para desinfectar los utensilios.
3. El lavado de dichos implementos se realiza con jabón en polvo y en ocasiones con jabón en barra.
4. Para el secado se manejan unas canastillas, allí se les deja escurrir el agua sobrante.

4.4 RECONOCIMIENTO DE FUENTES CONTAMINANTES

Normalmente, las plantas productoras de medicamentos son polivalentes y sus aguas residuales son intermitentes, fluctuantes y poseen una composición variable dependiendo del régimen de producción y de los productos fabricados.³⁵

³⁵ QUESADA PEÑATE, Isariebel; JÁUREGUI HAZA, Ulises Javier; WILHELM, Anne-Marie; DELMAS, Henri. (2009). Contaminación de las aguas con productos farmacéuticos. Estrategias para enfrentar la problemática. Revista CENIC. Ciencias Biológicas, septiembre-diciembre, P. 173-179.

4.4.1 Contaminación por materia prima. El laboratorio proporcionó el inventario de materias primas usadas para la producción de los medicamentos las cuales se clasifican de la siguiente manera:

- Principio activo: Son los componentes considerados terapéuticos,³⁶ la mayoría son sustancias orgánicas, pero también pueden ser compuestos inorgánicos o elementos puros. En Coaspharma S.A.S usan 192 principios activos; el más usado es el hidróxido de aluminio y el hidróxido de magnesio siendo estos compuestos inorgánicos. De carácter orgánico son dextrosa anhidra, ibuprofeno, acetaminofén, amoxicilina, metronidazol, etc.
- Excipientes: son sustancias que actúan como disolventes o diluyentes, adhesivos, lubricantes, desintegradores, conservantes, estabilizantes y vehículos que se añaden a un preparado farmacéutico para mejorar su estabilidad, su presentación o para facilitar su preparación.³⁷ En Coaspharma usan 104 excipientes, entre los más usados el sorbitol, azúcar refinada; agua purificada; derivados de alcoholes como: propilenglicol, glicerina; alcoholes como el etanol; carbohidratos como: la celulosa, glucosa, lactosa, almidón de maíz entre otros.
- Vitaminas: Son sustancias orgánicas. Se dividen en dos grupos en función de su solubilidad en solventes orgánicos (liposolubles) o en agua (hidrosolubles). En Laboratorios Coaspharma usan (12) doce vitaminas entre las cuales las más usadas son el ácido ascórbico, nicotinamida, riboflavina, tiamina que son hidrosolubles y del grupo de las liposolubles: vitamina D3, vitamina A, vitamina E.
- Esencias, colorantes y saborizantes: Son considerados excipientes, las esencias más usadas son: vainilla, melocotón, lima limón; los sabores cherry, cereza, uva, menta, coco y los colorantes amarillo, rojo, azul entre otros.

Cuando se realiza la limpieza de las áreas de producción quedan restos de producto que deben ser retirados con agua, solución jabonosa y una posterior desinfección con el sanitizante de la semana; según la información anterior se evidencia que existe gran cantidad de compuestos orgánicos que consumen el oxígeno disuelto

³⁶ LOJA, Jennifer. Elaboración de un gel antimicótico a base de manzanilla (matricaria chamomilla) y matico (piper angustifolium), en la provincia de el oro. Ecuador -2014, P. 25. Trabajo de titulación previo a la obtención del título de bioquímica farmacéutica. Universidad técnica de machala. Unidad académica de ciencias químicas y de la salud carrera de bioquímica y farmacia. Disponible en <<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1331/7/CD00253-TESES.pdf>>

³⁷Ibíd. P. 48.

en el agua y en consecuencia contaminan la misma afectando parámetros como DBO y DQO.

Los compuestos orgánicos e inorgánicos también aportan sólidos suspendidos y gravimétricos en el agua según la forma del producto, en especial aquellos residuos en polvo como lo es en el área de sólidos y antibióticos; en el área de líquidos se manifiestan como suspensiones coloidales o suspendidos.

Aquellos compuestos inorgánicos como los hidróxidos al ser usados con alta frecuencia en el área de líquidos, al tener naturaleza alcalina hacen que el agua residual proveniente de la limpieza de las áreas o equipos usados en la fabricación de medicamentos con estos principios activos sea de un pH elevado.

Los compuestos que son solubles en solventes orgánicos como por ejemplo vitaminas liposolubles o la celulosa aumentan el contenido de grasas y aceites en el agua residual; en ocasiones el agua se torna blanca, amarilla, roja, naranja o verde por el uso de colorantes afectando la turbidez y el color de la misma. Las materias primas involucradas en el proceso se muestran en el ANEXO A.

4.4.2 Contaminación por agentes de limpieza. La contaminación por agentes de limpieza involucra el uso de agentes químicos dentro de las áreas de producción, casino y lavanderías, los cuales se desarrollarán a continuación;

4.4.2.1 Áreas de producción. El volumen más importante de aguas residuales se produce durante el lavado de los equipos de fabricación envase y empaque al finalizar el proceso de producción en las áreas de sólidos, líquidos y antibióticos, también por la limpieza de las instalaciones. Para los lavados en general se utiliza solución jabonosa (dodecilbenceno sulfonato de sodio) que es un detergente de tipo aniónico compuesto por sales inorgánicas de sodio, se realiza una mezcla de 50 mL de detergente en 10 L de agua, además de la solución jabonosa en las áreas de producción es importante mantener desinfectadas dichas áreas de acuerdo a las buenas prácticas de manufactura, es por eso que los sanitizantes son usados como sustancias que reducen el número de microorganismos a un nivel seguro.

Los sanitizantes que se usan son: alcohol etílico al 70 % y amonios cuaternarios tales como cloruro de benzalconio 0,2% y Tego 51 al 0,2%, estos se rotan cada semana según el cronograma de sanitización. El consumo general es de 50 L/semana. Los alcoholes tienen como características importantes que son usados como antisépticos y desinfectantes por su miscibilidad con el agua;³⁸ en cuanto a los amonios cuaternarios son agentes desinfectantes que, por su acción detergente,

³⁸VERA, Adriana. Revisión y actualización del programa de limpieza y desinfección de Anglopharma S.A. Bogotá - 2008. P. 32. Trabajo de grado. Pontificia universidad Javeriana. Microbiología Industrial. Disponible en <<http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis205.pdf>>.

rompen la membrana citoplasmática debido a que disuelven las capas lipídicas, además desnaturalizan las proteínas. Estos son ampliamente utilizados en desinfección de instrumentos y sanitización de ambientes;³⁹ el cloruro de benzalconio es un amonio cuaternario, de color blanco amarillento, de olor aromático y altamente soluble en agua y alcohol. Su forma anhídrido es soluble en éter.⁴⁰ Finalmente, tego 51, es un desinfectante compuesto por aminoácidos de alto peso molecular, tensoactivo que ocupa una posición particular. Es un anfótericida debido a que contiene grupos catiónicos y aniónicos dentro de la misma molécula que tiene como fórmula química dodecil-di(aminoetil)-glicina. Es un producto soluble en agua, se utiliza una solución desinfectante caliente a 50°C. La capacidad bactericida se enfoca en la adsorción de las paredes celulares, también atraviesa la pared celular cargada negativamente reduciendo pérdida de potasio y generando una desnaturalización de proteínas.⁴¹

En algunos casos es necesario lavar con hidróxido de sodio, según el principio activo que se haya utilizado en la producción, este es usado como agente de limpieza de los tanques de almacenamiento, recubrimiento y hornos ya que disuelven aceites, grasas y depósitos a base de proteínas.

4.4.2.2 Lavanderías. Los lavados en general se realizan con un desengrasante líquido textil biodegradable, este es un detergente alcalino que no reacciona con ningún producto y desactiva cualquier tipo de contaminación que se haya generado en algún proceso; su dosificación es 1 Oz de detergente por 8 L de agua.

Cuando hay cambio de campaña a la dotación se le realiza una inactivación con el hidróxido de sodio esto para las áreas de líquidos y sólidos, mientras que la dotación de antibióticos siempre se inactiva al momento de ser lavada; el proceso de inactivación se realiza con 75 mL de hidróxido de sodio al 1,0 % en 10 L de agua, este se deja reposar durante 15 minutos para finalmente proceder al lavado normal, esto para la lavandería de líquidos y sólidos.

En la zona de lavandería de líquidos y sólidos se realizan 23 lavadas/día cada una con una duración de 40 minutos, el consumo de agua que se genera de esta actividad es de 1150 L/día entre las operaciones de lavado y centrifugado, mientras que la lavandería de antibióticos realiza 6 lavadas/día cada una con una duración de 40 minutos y un consumo de agua de 300 L/día.

³⁹ ibíd. P.36

⁴⁰ ibíd. P.36

⁴¹ ibíd. P.37

4.4.2.3 Contaminación aportada por el casino. La contaminación que genera el casino proviene de los restos de comida que aportan gran cantidad de materia orgánica junto con grasas y aceites.

El aseo de la vajilla y limpieza de utensilios se realiza con jabón en polvo, jabón en barra e hipoclorito de sodio.

Como se nombró anteriormente el mayor aporte contaminante de las aguas son las sustancias que se utilizan en los procedimientos de limpieza sea en la áreas, lavanderías o casino. Para una mejor identificación de los agentes involucrados se realiza la Tabla 3 que permite identificar las sustancias con su aporte contaminante.

Tabla 3. Aporte contaminante por sustancia utilizada

Sustancia	Uso	Componentes	Aporte contaminante
Dodecilbenceno sulfonato de sodio	Solución jabonosa	<ul style="list-style-type: none"> Ácido Dodecilbenceno sulfónico Urea Hidróxido de Sodio Sulfato de Magnesio Agua 	<ul style="list-style-type: none"> Tensoactivos DQO DBO Alcaliniza pH
alcohol etílico 70%	Sanitizante, agente desinfectante	<ul style="list-style-type: none"> Alcohol etílico 	<ul style="list-style-type: none"> DBO
Tensoactivo desinfectante Tego 51 al 2%	Sanitizante, desinfectante	<ul style="list-style-type: none"> Tensoactivo anfótero 	<ul style="list-style-type: none"> Tensoactivo
Cloruro de Benzalconio 0,2 %	Sanitizante antiséptico superficial, fungicida	<ul style="list-style-type: none"> Cloruro de benzalconio 	<ul style="list-style-type: none"> DQO Cloruros
Hidróxido de Sodio	Limpiar los equipos de proceso, tanques de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> Hidróxido de Sodio 	<ul style="list-style-type: none"> Alcaliniza pH
Desengrasante líquido textil biodegradable	Lavandería	<ul style="list-style-type: none"> Tensoactivos Blanqueantes 	<ul style="list-style-type: none"> Tensoactivos Alcaliniza pH
Jabón en polvo	Casino	<ul style="list-style-type: none"> Fosfatos Tensoactivos no iónicos Carbonatos Perborato Blanqueantes ópticos Componentes inertes 	<ul style="list-style-type: none"> Tensoactivos DQO DBO Cloruros Alcaliniza pH
Jabón en barra	Casino	<ul style="list-style-type: none"> Hidróxido de sodio Grasas y aceites vegetales 	<ul style="list-style-type: none"> Tensoactivos pH Grasas y aceites Alcaliniza pH
Hipoclorito de sodio	Casino	<ul style="list-style-type: none"> Hipoclorito de sodio 	<ul style="list-style-type: none"> Cloruros DQO

4.5 DESCRIPCIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

La descripción de la PTAR se lleva a cabo identificando cada una de las unidades que componen la planta, su información técnica y operacional. En el Diagrama 4 se presenta el flujo de proceso que se realiza actualmente.

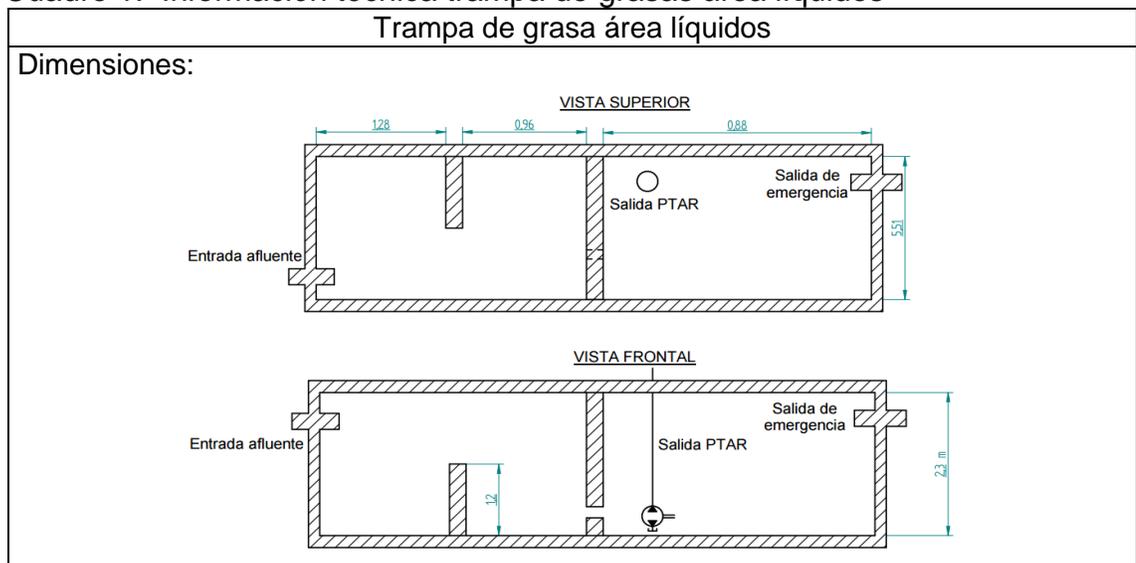
4.5.1 Operaciones unitarias de la planta de tratamiento de agua residual. Según el Diagrama 4 el sistema de tratamiento de agua consta de:

- Trampas de grasa
 - Casino
 - Área sólidos
 - Área líquidos
 - Área antibióticos
- Homogenización con rejilla
- Sistema de inyección de oxidante
- Sistema de flotación por aire disuelto (DAF)
- Secado de lodos
- Filtros multimedia
- Filtro de carbón activado
- Tanque de retrolavados
- Almacenamiento (Tanque de salida)

4.5.2 Información técnica y operacional de cada componente de la PTAR. Se realiza un seguimiento en cada una de las etapas del tratamiento, que permita dar un informe acerca del estado real de cada una de las unidades.

- Trampa de grasa área líquidos

Cuadro 1. Información técnica trampa de grasas área líquidos



Cuadro 1. (Continuación)

Materiales de fabricación: <ul style="list-style-type: none">• La trampa está construida en cemento• Tuberías con en PVC	
Características: <p>La trampa de grasas hace parte del pre tratamiento que se le realiza al agua, en el que se lleva a cabo la flotación natural en donde las grasas y los aceites con densidades menores al agua van a la superficie, mientras que los sólidos más pesados se depositan en el fondo para dar paso al agua por las tuberías hacia el tanque de homogenización dentro de la PTAR. Los sólidos retenidos allí son retirados posteriormente.</p> <p>El volumen total de la trampa es de 16,82 m³.</p> <p>Las aguas que llegan a esta trampa traen residuos de productos de fabricación, lavado de equipos, áreas y uso de sanitizantes.</p>	
Propiedades: <ul style="list-style-type: none">• Alta resistencia química ante los agentes corrosivos, garantiza su larga vida útil.• Baja conductividad. Materia de baja conductividad térmica y eléctrica.• Alta resistencia mecánica. Por el diseño y material que están construidas.	Condiciones de operación: <ul style="list-style-type: none">• Esta trampa tiene un volumen efectivo de 7,5 m³.• Cuenta con una bomba sumergible de ½ HP, esta se activa de forma manual.• Diariamente se le aplican 2 Kg de hipoclorito de calcio a toda la trampa con el fin de controlar microorganismos y olor.• Un operario es el encargado de lavar la trampa, esta actividad se realiza cada quince días.• Los lodos se recogen de forma manual y se disponen como residuo peligroso.

Cuadro 1. (Continuación)

Observaciones:

- El color del agua en esta trampa varía dependiendo el producto que se esté fabricando.
- Presenta olor fuerte.
- Hipoclorito de calcio afecta parámetros como DQO, dureza y cloruros.
- Se recomienda poner un flotador de nivel a la bomba para que su activación sea automática, ya que actualmente se requiere la presencia continua del personal a cargo para que el agua no alcance el ducto de salida de emergencia (alcantarillado).
- Se evidencia que hace falta un aviso de seguridad en la puerta ya que abrir la trampa de grasa obstaculiza el paso.

- Trampa de grasas área sólidos

Cuadro 2. Información técnica trampa de grasas área sólidos

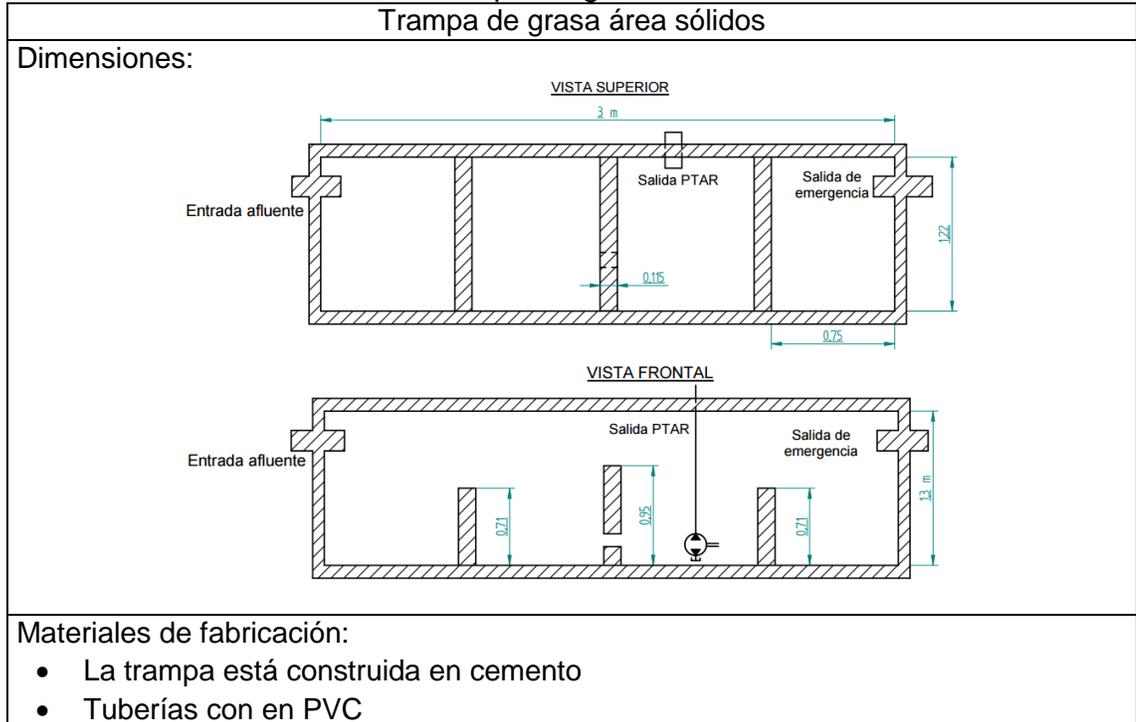
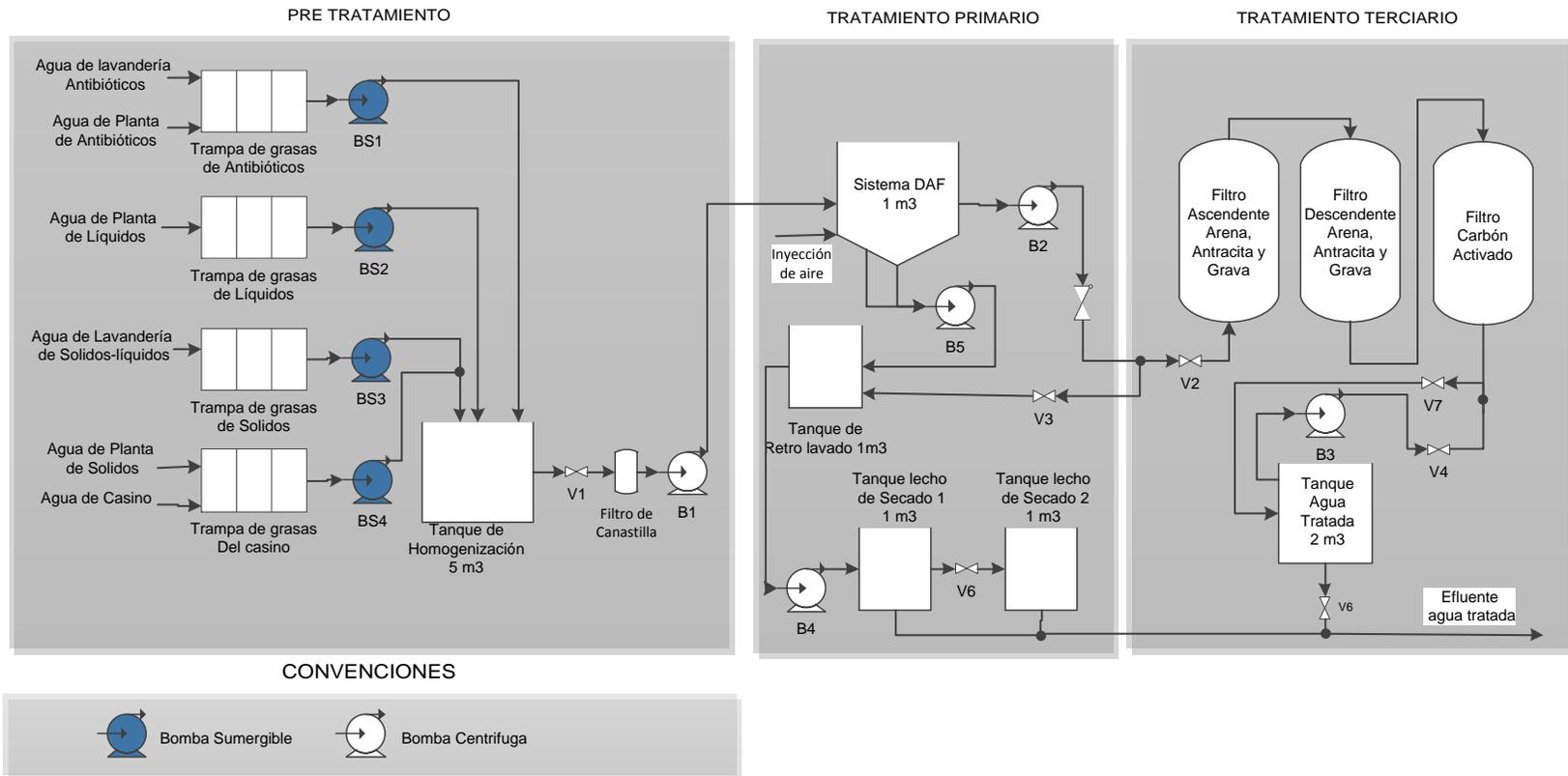


Diagrama 4. Flujo de proceso tratamiento actual



Cuadro 2. (Continuación)

<p>Características:</p> <p>La trampa de grasas hace parte del pre tratamiento que se le realiza al agua, en el que se lleva a cabo la flotación natural en donde las grasas y los aceites con densidades menores al agua van a la superficie, mientras que los sólidos más pesados se depositan en el fondo para dar paso al agua por las tuberías hacia el tanque de homogenización dentro de la PTAR. Los sólidos retenidos allí son retirados posteriormente.</p> <p>Las aguas que llegan a esta trampa además de ser residuos de productos de fabricación, lavado de equipos, áreas y uso de sanitizantes, trae consigo los residuos de lavandería ya que esta provee indumentaria a las áreas de líquidos y sólidos.</p>	
<p>Propiedades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alta resistencia química ante los agentes corrosivos, garantiza su larga vida útil • Baja conductividad. Materia de baja conductividad térmica y eléctrica • Alta resistencia mecánica. Por el diseño y material que están construidas 	<p>Condiciones de operación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El volumen útil en la trampa es de 3,6 m³. • A diario se le aplican 2 Kg de hipoclorito de calcio para controlar el olor. • La trampa se lava cada quince días. • La trampa cuenta con una bomba sumergible de ½ HP y un flotador de nivel.
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El color y color variable dependiendo de la producción • Se presentan problemas con los sólidos al evacuar el agua • Se recomienda que el nivel del flotador sea más bajo ya que el agua alcanza el ducto de salida de emergencia (alcantarillado). 	

- Trampa de grasas área antibióticos

Cuadro 3. Información técnica trampa de grasas área antibióticos

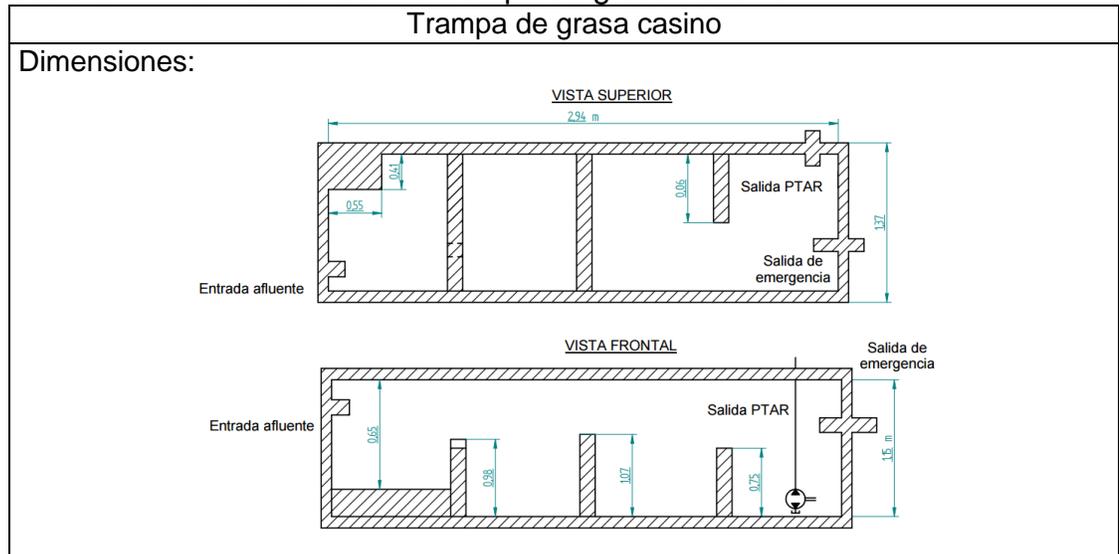
Trampa de grasa área antibióticos	
<p>Dimensiones:</p>	
<p>Materiales de fabricación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La trampa está construida en cemento • Tuberías con en PVC 	
<p>Características:</p> <p>La trampa de grasas hace parte del pre tratamiento que se le realiza al agua, en el que se lleva a cabo la flotación natural en donde las grasas y los aceites con densidades menores al agua van a la superficie, mientras que los sólidos más pesados se depositan en el fondo para dar paso al agua por las tuberías hacia el tanque de homogenización dentro de la PTAR. Los sólidos retenidos allí son retirados posteriormente.</p> <p>El volumen total de la trampa es de 3 m³.</p> <p>Las aguas que llegan a esta trampa además de ser residuos de productos de fabricación, lavado de equipos, áreas y uso de sanitizantes, trae consigo los residuos de lavandería ya que el manejo de la indumentaria en esta área se realiza de manera especial.</p>	

Cuadro 3. (Continuación)

<p>Propiedades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alta resistencia química ante los agentes corrosivos, garantiza su larga vida útil • Baja conductividad. Materia de baja conductividad térmica y eléctrica • Alta resistencia mecánica. Por el diseño y material que están construidas 	<p>Condiciones de operación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El volumen útil es de 2,27 m³ • En el compartimiento de la izquierda salen residuos de lavandería, esta agua ya viene inactivada desde el procedimiento de lavado. • En el segundo compartimiento de izquierda a derecha se realizan pruebas de inactivación, debido a las moléculas betalactamicas que manejan en su producción. La inactivación se hace con carbonato y laurilsulfato, esto se realiza a diario y se dosifica entre 2000 – 2500 mL. • En el tercer y cuarto compartimiento se le aplica hipoclorito de calcio para el control del olor y microorganismos.
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se recomienda colocar un flotador de nivel ya que constantemente el agua alcanza el ducto de salida de emergencia (alcantarillado). • Se evidencian grandes cantidades de lodo. 	

- Trampa de grasas casino

Cuadro 4. Información técnica trampa de grasas casino



Cuadro 4. (Continuación)

<p>Materiales de fabricación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La trampa está construida en cemento • Tuberías con en PVC 	
<p>Características:</p> <p>La trampa de grasas hace parte del pre tratamiento que se le realiza al agua, en el que se lleva a cabo la flotación natural en donde las grasas y los aceites con densidades menores al agua van a la superficie, mientras que los sólidos más pesados se depositan en el fondo para dar paso al agua por las tuberías hacia el tanque de homogenización dentro de la PTAR. Los sólidos retenidos allí son retirados posteriormente.</p> <p>Todos los residuos que llegan a esta trampa son de alimentos</p>	
<p>Propiedades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alta resistencia química ante los agentes corrosivos, garantiza su larga vida útil. • Baja conductividad. Materia de baja conductividad térmica y eléctrica. • Alta resistencia mecánica. Por el diseño y material que están construidas. 	<p>Condiciones de operación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cada 15 días se le agrega Biodrenaje para mantener cantidades bajas de grasa y evitar taponamientos en el sistema de desagüe, se aplica en el primer compartimiento. • En el tercer compartimiento se aplican 2 Kg de hipoclorito de calcio diariamente para controlar el olor que se genera, debido a que esta trampa se encuentra ubicada dentro del sector del comedor de la empresa. • El volumen útil de la trampa es de 2,58 m³ • La trampa se debe lavar cada quince días.
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El funcionamiento de esta trampa es adecuado. • se observan acumulación de lodos. 	

- Tanque de homogenización

Cuadro 5. Información técnica tanque de homogenización

Tanque de homogenización	
<p>Descripción:</p> <p>Tanque con capacidad de 5000 L al cual llegan las aguas provenientes del casino y las áreas de producción como son líquidos, sólidos y antibióticos.</p> <p>Cuando el agua se reúne en el tanque se busca regular o disminuir las variaciones de caudal que provienen de las distintas corrientes, al igual que unificar las características del agua residual, para brindar un flujo continuo a los sistemas de tratamiento.</p> <p>Este sistema también cuenta en la entrada al tanque con una rejilla elaborada en alambre la que permite capturar los sólidos más grandes que vengan de las corrientes ya mencionadas.</p>	 
<p>Características:</p> <p>Las especificaciones y materiales se muestran en el ANEXO B.</p>	<p>Variables:</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volumen 5 m³ • Diámetro 2 m
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Debido a la cantidad de lodos que provienen de las corrientes la rejilla de retención se satura constantemente. 	

- Sistema de inyección de oxidante;

Cuadro 6. Información técnica sistema de inyección de oxidante

Sistema de inyección de oxidante	
<p>Descripción:</p> <p>Tanque con capacidad de 250 L</p> <p>Este tanque va conectado a una bomba dosificadora la cual transporta entre 1-2 galones por minuto.</p> <p>El coagulante que se dosifica por medio de la bomba es peróxido de hidrógeno, el cual actúa como oxidante químico con el fin de disminuir cargas de DQO y fenoles.</p>	
<p>Características:</p> <p>Las especificaciones y materiales se muestran en el ANEXO B.</p>	
<p>Variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La bomba trabaja a 0.1 HP – 0.005 GPM 	
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Actualmente la inyección de dicho coagulante no se realiza debido a diversos cambios dentro de la infraestructura de la planta de tratamiento de agua residual. 	

- Sistema DAF

Cuadro 7. Información técnica sistema DAF

Flotación por aire disuelto	
<p>Descripción:</p> <p>Mecanismo basado en la floculación química y flotación de partículas por medio de la diferencia de densidades a través de un sistema de micro burbujas que se forman a partir de una solución saturada de agua-aire.</p> <p>Este sistema realiza remociones de aceites, grasas, sólidos suspendidos y genera una regulación de temperatura y demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅). Las partículas removidas son llevadas a la superficie donde pasan a un recolector de nata donde finalmente se disponen como un residuo sólido.</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volumen 1 m³ • Ancho 1.8 m • Alto 2 m 	
<p>Características:</p> <p>El tanque se construye en acero al carbón. Los sistemas de desnatación están fabricados en acero inoxidable.</p> <p>Las especificaciones y materiales se muestran en el ANEXO B.</p>	<p>Variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura ambiente • Operación tipo batch
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema de barrido superficial no funciona 	

- Secado de lodos

Cuadro 8. Información técnica lechos de secado

Lechos de secado	
<p>Descripción:</p> <p>El secado de lodos consiste en reducir el contenido de humedad para reducir su volumen. Esta operación unitaria se realiza dentro del tratamiento para poder darle una mejor disposición al residuo.</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volumen 1 m³ • Diámetro 1,20 m 	
<p>Características:</p> <p>La PTAR cuenta con dos lechos de secado cada uno con una capacidad de 1000 L.</p> <p>A estos tanques llegan los lodos provienen del tanque de homogenización, sistema DAF y retrolavados. Los lodos secos se remueven cada 15 días por medio de un operario y se entregan a terceros como residuos peligrosos.</p> <p>Las especificaciones y materiales se muestran en el ANEXO B.</p>	
<p>Variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opera a temperatura y presión ambiente. 	
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se recomienda verificar la corriente de lodos que sale del sistema DAF ya que esta presenta agua en exceso. 	

- Filtros multimedia

Cuadro 9. Información técnica filtros multimedia

Filtros multimedia	
<p>Descripción:</p> <p>Los filtros multimedia están compuestos de una capa filtrante más gruesa hasta una más fina, cada una de diferente densidad y tamaño de partícula, lo que permite remover sólidos suspendidos en el agua.</p> <p>La función del retrolavado es llevarse los sólidos que han sido filtrados, la expansión y acomodación de los medios filtrantes para posteriores ciclos.</p>	
<p>Características:</p> <p>Medios filtrantes (antracita, arena y grava)</p> <p>Remueven partículas de 3 a 15 micras en tamaño</p> <p>Los retrolavados se realizan a partir de un tanque de 1000 L, los cuales se realizan dos veces a la semana.</p> <p>Las especificaciones y materiales se muestran en el ANEXO B.</p>	
<p>Variables:</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altura 1,80 m • Diámetro 0,50 m 	
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los lechos filtrantes que se utilizan actualmente no presentan las características técnicas requeridas para el tratamiento de aguas residuales. • No hay manómetros para controlar la caída de presión. 	

- Filtro de carbón activado

Cuadro 10. Información técnica filtro de carbón activado

Filtro de carbón activado	
<p>Descripción:</p> <p>El filtro de carbón activado tiene el mismo principio que los filtros multimedia, en este equipo los medios filtrantes son el carbón activado que contiene millones de agujeros microscópicos lo que con lleva a niveles superiores de pureza del agua.</p> <p>El carbón activo permite absorber contaminantes como compuestos aromáticos, hidrocarburos, detergentes, pesticidas, tintes solubles, disolventes clorados, fenoles, entre otros.⁴²</p>	
<p>Características:</p> <p>El filtro de carbón activo es de origen vegetal. Este filtro también cuenta con una pequeña capa de arena en la parte interior.</p> <p>Los retrolavados en este filtro se realizan cada dos (2) semanas.</p> <p>Las especificaciones y materiales se muestran en el ANEXO B.</p>	
<p>Variables:</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altura 1,80 m • Diámetro 0,50 m 	
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se presenta saturación de los filtros debido a que el sistema de inyección de oxidante no está en funcionamiento. • Se recomienda instalar un manómetro. 	

⁴² MÁSTER EN INGENIERÍA DEL AGUA. Manual del carbón activo. [en línea]
 <<http://www.elaguapotable.com/Manual%20del%20carb%C3%B3n%20activo.pdf>> [citado 04 de septiembre de 2016]

- Tanque de retrolavado

Cuadro 11. Información técnica tanque de retrolavado

Tanque de retrolavado	
<p>Descripción:</p> <p>La operación se realiza con agua en contracorriente de manera que se eliminen los sólidos retenidos en los filtros, al igual que posibles burbujas que se hayan formado por cambios de temperatura o aire comprimido. Esto se lleva a cabo logrando la expansión de la cama filtrante.</p> <p>A través de los retrolavados se les realiza el mantenimiento o limpieza a los filtros, ya sea multimedia o de carbón activado.</p>	
<p>Características:</p> <p>Los retrolavados se realizan (2) dos veces por semana</p> <p>Las especificaciones y materiales se muestran en el ANEXO B.</p>	<p>Variables:</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volumen 1 m³ • Diámetro 1,20 m
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar el estado del agua con la que se realizan los retrolavados. 	

- Almacenamiento (tanque de salida)

Cuadro 12. Información técnica tanque de almacenamiento

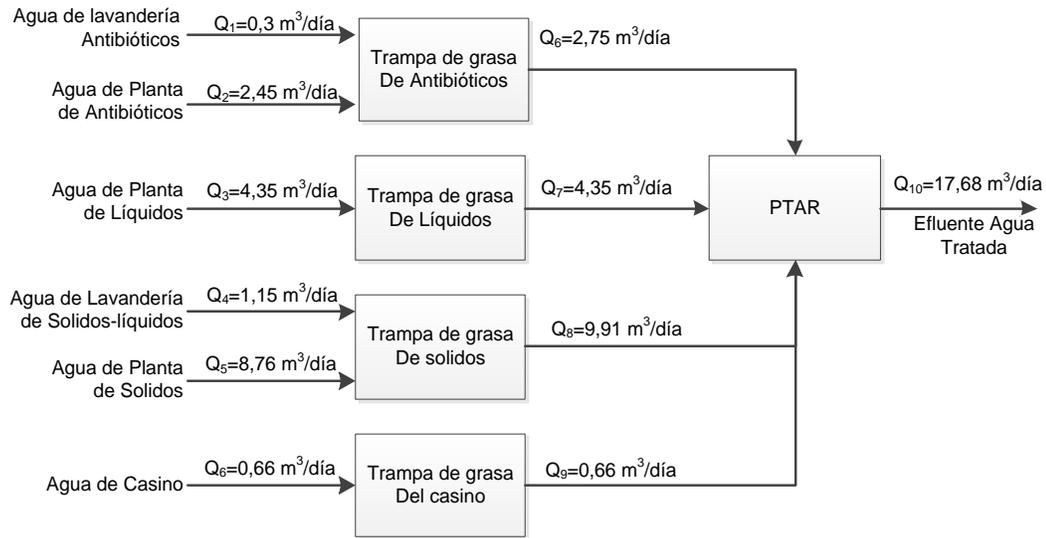
Tanque de almacenamiento	
<p>Descripción:</p> <p>El agua que ya ha pasado por los sistemas de tratamiento se deposita en un tanque de 2000 L donde se regula el pH para finalmente dar paso al agua por los sistemas del acueducto, esto bajo el cumplimiento de las normas correspondientes a las aguas residuales.</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volumen 2 m³ • Diámetro 1,50 m 	
<p>Características:</p> <p>El agua de este tanque también se utiliza para los retrolavados de los filtros multimedia y filtro de carbón activado.</p> <p>Las especificaciones y materiales se muestran en el ANEXO B.</p>	<p>Variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opera a temperatura y presión ambiente
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El taque cumple con sus funciones. 	

4.6 BALANCE HÍDRICO

El cálculo del caudal volumétrico se realizó a partir las entradas de cada trampa de grasa según el Diagrama 1, en este balance no se incluye el porcentaje de humedad resultante en los productos, de esta forma se establece la cantidad de agua residual que se debe tratar en la PTAR. Estos datos se utilizarán posteriormente para el dimensionamiento de la alternativa seleccionada.

Para hallar el caudal volumétrico que involucra cada área de producción y el casino, se determinó el consumo de acuerdo con el Diagrama 5.

Diagrama 5. Caudal volumétrico por corriente



4.6.1 Cálculo de flujo volumétrico trampa de grasas antibióticos. Para hallar el flujo volumétrico a la entrada de la trampa de grasa ya se tenían las dimensiones de la misma como se muestra en el Numeral 4.5.2, por lo tanto, se midió la altura (h_i) del agua en cada una de las secciones de la trampa al iniciar la jornada laboral hasta la altura (h_f) cuando se activa la bomba de descarga para mandar el agua hacia el tanque de homogenización contabilizando el tiempo de llenado. Se tuvo en cuenta que el vertimiento se realiza durante 16 horas de trabajo.

$$h_{1i} = 0,586m$$

$$h_{2i} = 0,514m$$

$$h_{3i} = 0,505m$$

$$h_{4i} = 0,602m$$

$$h_{1f} = 0,591m$$

$$h_{2f} = 0,570m$$

$$h_{3f} = 0,561m$$

$$h_{4f} = 0,609m$$

$$V_i = (\text{Ancho} \cdot \text{Largo} \cdot h_{1i}) + (\text{Ancho} \cdot \text{Largo} \cdot h_{2i}) + (\text{Ancho} \cdot \text{Largo} \cdot h_{3i}) + (\text{Ancho} \cdot \text{Largo} \cdot h_{4i})$$

$$V_i = (0,417 \text{ m} \cdot 1,951 \text{ m} \cdot 0,586 \text{ m}) + (0,417 \text{ m} \cdot 1,951 \text{ m} \cdot 0,514 \text{ m}) + (0,417 \text{ m} \cdot 1,951 \text{ m} \cdot 0,505 \text{ m}) + (0,417 \text{ m} \cdot 1,951 \text{ m} \cdot 0,602 \text{ m})$$

$$V_i = 1,795 \text{ m}^3$$

$$V_f = (\text{Ancho} \cdot \text{Largo} \cdot h_{1f}) + (\text{Ancho} \cdot \text{Largo} \cdot h_{2f}) + (\text{Ancho} \cdot \text{Largo} \cdot h_{3f}) + (\text{Ancho} \cdot \text{Largo} \cdot h_{4f})$$

$$V_f = (0,417 \text{ m} \cdot 1,951 \text{ m} \cdot 0,591 \text{ m}) + (0,417 \text{ m} \cdot 1,951 \text{ m} \cdot 0,570 \text{ m}) \\ + (0,417 \text{ m} \cdot 1,951 \text{ m} \cdot 0,561 \text{ m}) + (0,417 \text{ m} \cdot 1,951 \text{ m} \cdot 0,609 \text{ m})$$

$$V_f = 1,896 \text{ m}^3$$

$$V_{llenado} = V_f - V_i$$

$$V_{llenado} = 1,896 \text{ m}^3 - 1,795 \text{ m}^3 = 0,100 \text{ m}^3$$

$$t_{llenado} = 35 \text{ min}$$

$$Q_{entrada} = \frac{0,100 \text{ m}^3}{35 \text{ min}} \cdot \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} \cdot \frac{16 \text{ horas}}{1 \text{ dia}} = 2,75 \text{ m}^3/\text{dia}$$

El caudal de entrada proviene de (2) dos corrientes, la planta de producción de Antibióticos y su respectiva lavandería. En la lavandería gastan 300 L/día en una jornada de 9 horas de trabajo según la información suministrada por la encargada de la misma.

$$Q_{entrada} = Q_1 + Q_2 = Q_{salida} = Q_6$$

$$2,75 \text{ m}^3/\text{dia} = 0,3 \text{ m}^3/\text{dia} + Q_2$$

$$Q_2 = (2,75 - 0,3) \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$Q_2 = 2,45 \text{ m}^3/\text{dia}$$

4.6.2 Cálculo de flujo volumétrico trampa de grasas sólidos. Para hallar el flujo volumétrico a la entrada de la trampa de grasa ya se tenían las dimensiones de la misma, por lo tanto, se midió la altura (h_i) del agua al iniciar la jornada laboral hasta la altura (h_f) cuando se activa la bomba de descarga para mandar el agua hacia el tanque de homogenización contabilizando el tiempo de llenado.

$$h_{1i} = 1,080 \text{ m}$$

$$h_{1f} = 0,92 \text{ m}$$

$$t_{llenado} = 83,06 \text{ m}$$

$$V_i = (\text{Largo} \cdot \text{Ancho} \cdot h_{1i}) + (\text{Largo} \cdot \text{Ancho} \cdot h_{2i}) + (\text{Largo} \cdot \text{Ancho} \cdot h_{3i}) \\ + (\text{Largo} \cdot \text{Ancho} \cdot h_{4i})$$

$$V_i = (3 \text{ m} \cdot 1,22 \text{ m} \cdot 1,080 \text{ m}) - 2(1,22 \text{ m} \cdot 0,115 \text{ m} \cdot 1,080 \text{ m}) \\ - (0,72 \text{ m} \cdot 0,115 \text{ m} \cdot 1,080 \text{ m}) - (0,5 \text{ m} \cdot 0,115 \text{ m} \cdot 0,95 \text{ m})$$

$$V_i = 3,609 \text{ m}^3$$

$$V_f = (Largo \cdot Ancho \cdot h_{1f}) + (Largo \cdot Ancho \cdot h_{2f}) + (Largo \cdot Ancho \cdot h_{3f}) \\ + (Largo \cdot Ancho \cdot h_{4f})$$

$$V_f = (3 \text{ m} \cdot 1,22 \text{ m} \cdot 0,92 \text{ m}) - 2(1,22 \text{ m} \cdot 0,115 \text{ m} \cdot 0,71 \text{ m}) \\ - (0,72 \text{ m} \cdot 0,115 \text{ m} \cdot 0,92 \text{ m}) - (0,5 \text{ m} \cdot 0,115 \text{ m} \cdot 0,95 \text{ m})$$

$$V_f = 3,037 \text{ m}^3$$

$$V_{llenado} = V_f - V_i$$

$$V_{llenado} = 3,609 \text{ m}^3 - 3,037 \text{ m}^3 = 0,572 \text{ m}^3$$

$$Q_{entrada} = \frac{0,572 \text{ m}^3}{83,06 \text{ min}} \cdot \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} \cdot \frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ dia}} = 9,91668 \text{ m}^3/\text{dia}$$

El caudal de entrada llega por una sola tubería, pero proviene de dos corrientes, la planta de producción de sólidos y la lavandería de sólidos - líquidos. En la lavandería gastan 1150 L/día según los datos suministrados por la empresa en una jornada de 15 horas de trabajo.

$$Q_{entrada} = Q_4 + Q_5 = Q_{salida} = Q_8$$

$$9,9166 \text{ m}^3/\text{dia} = 1,150 \text{ m}^3/\text{dia} + Q_5$$

$$Q_5 = (9,9166 - 1,150) \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$Q_5 = 8,766 \text{ m}^3/\text{dia}$$

4.6.3 Cálculo de flujo volumétrico trampa de grasas casino. Para el cálculo del flujo volumétrico del casino se realizó un monitoreo en una jornada laboral donde se tuvo en cuenta la cantidad de agua que se tiene en la poceta de remojo de 8, 15 y 25 L de las zonas de cubiertos, platos y vasos respectivamente. En la mañana solo se llena la de los vasos (25 L) mientras que por la tarde se llenan todas. Además, por el método volumétrico se determinó la cantidad de agua gastada para jugar la loza en la zona de lavado en donde se gastan 591,5 L.

$$Q_6 = Q_9$$

$$Q_6 = \frac{V}{t} = \frac{25 \text{ L} + (8 + 15 + 25)\text{L} + 591,5\text{L}}{1 \text{ dia}} = 664,5 \text{ L}/\text{dia}$$

$$Q_6 = Q_9 = 664,5 \frac{\text{L}}{\text{dia}} \cdot \frac{1\text{m}^3}{1000 \text{ L}} = 0,664 \text{ m}^3/\text{dia}$$

4.6.4 Cálculo de flujo volumétrico salida PTAR. Para el cálculo del flujo másico a la salida de la PTAR se tomó la caracterización del 19 febrero de 2016 ya que se

realizó un monitoreo compuesto en la caja de inspección externa. Del cual se obtuvo que el caudal máximo es de 17,6832 m³/día. Por lo tanto:

$$Q_{10}=17,6832 \text{ m}^3/\text{día}$$

4.6.5 Cálculo de flujo volumétrico trampa de grasas líquidos. El cálculo del flujo másico de esta trampa se realizó de forma matemática, ya que tiene accesibilidad limitada para realizarlo por el método volumétrico como en las otras trampas.

$$Q_{10}=Q_6 + Q_7 + Q_8 + Q_9$$

$$17,6832 \text{ m}^3/\text{día} = 2,45 \text{ m}^3/\text{día} + Q_7 + 8,766 \text{ m}^3/\text{día} + 0,664 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Q_7 = 17,6832 \text{ m}^3/\text{día} - 2,45 \text{ m}^3/\text{día} - 8,766 \text{ m}^3/\text{día} - 0,664 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Q_7 = 4,35 \text{ m}^3/\text{día} = Q_3$$

4.7 CARACTERIZACIÓN DE AFLUENTES Y EFLUENTES

4.7.1 Recopilación histórica. Laboratorios Coaspharma proporciono el histórico de las caracterizaciones que se realizaron entre enero de 2015 y mayo de 2016 como se muestra en la Tabla 4, los cuales permitieron identificar aquellos parámetros que sobrepasan los límites máximos permisibles según la Resolución 0631 de 2015, los cuales se establecieron como críticos para el desarrollo del proyecto y que con base en a estos se realiza la caracterización de los parámetros los cuales son:

- Demanda química de oxígeno (DQO)
- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)
- Sólidos suspendidos totales (SST)
- Grasas y aceites
- Fenoles

En primera instancia se relacionó el aumento de la carga contaminante con los picos de producción pero no se encontró correlación, por el contrario se evidenció que esta depende del mantenimiento que se le realiza a los equipos que componen la PTAR, debido a que para los primeros días de mayo de 2016 se le realizó mantenimiento completo a todos los componentes y los valores de carga contaminante disminuyeron significativamente en comparación a los de los demás muestreos a lo largo del periodo entre enero de 2015 y febrero de 2016. En este tiempo la compañía realizó un análisis para conocer el porcentaje de remoción que tiene la PTAR según la Resolución SDA 3957 de 2009 como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 4. Historial de caracterizaciones

Parámetro	Unidades	Resolución 3957 de 2009	Resolución 0631 de 2015	Muestra entrada PTAR		Caja externa de inspección-salida PTAR				
				23-ene-15	19-feb-16	23-ene-15	11-may-15	09 Sep-2015	19-feb-16	23-may-16
pH	Unidades de pH	5-9	6-9*	4,26	8,63	5,01-6,23	6,13-7,29	6,50-6,68	7,46- 8,93	7,42-8,34
DQO	mg/L O ₂	1500	400**	5830	6540	154	522	3000	1660	648
DBO ₅	mg/L O ₂	800	150**	2340	3300	63	254	1200	524	246
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	600	50**	1010	626	39	73	123	229	44
Sólidos sedimentables (SSED)	mL/L	2	1	6	10	< 0,5 -1	1-2	1-2	< 0,5- 1,5	0,5
Grasas y aceites	mg/L	100	15**	356	102	14	41	18	23	7,7
Fenoles	mg/L	0,2	0,2	0,3	0,89	0,13	0,16	<0,08	0,19	0,34
Cloruros	mg/L	----	500	----	----	----	----	----	----	----
Sulfatos	mg/L	----	500	----	----	----	----	----	----	----
Mercurio	mg/L	0,02	0,01	<0,002	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Arsénico	mg/L	0,1	0,1	----	----	----	----	----	----	----
Cadmio	mg/L	0,02	0,1	0,011	<0,003	<0,003	<0,003	0,008	0,009	<0,003
Azul de metileno SAAM	mg/L	10	----	9,92	38,6	2,77	1,5	20,5	5,66	1,72
plomo	mg/L	0,1	----	0,18	0,1	<0,02	<0,02		0,1	<0,02
Temperatura	°c	30	----	19	23,7	19-20	22-25	23-25	20,3-24,7	20,9-23,4
Zinc	mg/L	2	----	1,04	0,25	0,1	0,25	0,47	0,38	0,3

* Para vertimiento al alcantarillado de 5 – 9

**Para vertimiento al alcantarillado multiplicado por un factor de 1,50

Fuente. Tomado de los informes realizados por Conoser Ltda a Laboratorios Coaspharma

Tabla 5. Porcentaje de remoción PTAR

Parámetro	Porcentaje de remoción enero-2015	Porcentaje de remoción enero-2016
DQO (mg/L)	97	75
DBO ₅ (mg/L)	97	84
SST (mg/L)	96	63
Grasas y Aceites (mg/L)	96	77
Fenoles (mg/L)	57	79

Fuente. Tomado de los informes realizados por Conoser Ltda a Laboratorios Coaspharma

A pesar de que en el 2016 aumento la remoción de fenoles la cantidad de contaminantes fenólicos a la entrada era mucho mayor que la del 2015 con valores de 0,3 y 0,89 (mg/L) respectivamente, lo que muestra que no es suficiente tal remoción.

Es evidente que la planta de tratamiento de agua residual ha venido perdiendo eficiencia y en consecuencia el porcentaje de remoción no es suficiente para el cumplimiento de la Resolución 0631 de 2015 en los parámetros anteriormente mencionados.

Además de la información histórica recopilada se realizaron muestreos del agua residual a la salida del tanque de homogenización, donde se evaluaron parámetros como pH y turbidez con el fin de verificar la correcta homogenización de la misma; en la Tabla 6 se muestran los resultados obtenidos en las diferentes fechas de muestreo.

Tabla 6. Fluctuación de pH y turbidez en el tanque de homogenización

Fecha	pH	Turbidez
02-09-16	5,90	456
09-09-16	6,12	194
23-09-16	6,50	762
26-09-16	6,14	476
03-10-16	6,63	1752
Promedio	6,26	728
Desviación	0,299	606,71

También se realizó un muestreo en cada unidad que conforma la planta, con el fin de conocer el porcentaje de remoción del tratamiento actual se determinó la turbidez del agua residual y el DQO por reflujos cerrados - espectrofotometría siguiendo el procedimiento de la NTC 3629 – 2002.

Tabla 7. Porcentaje de remoción del tratamiento actual

Muestra	Absorbancia	Concentración DQO mg O ₂ / l	% remoción DQO	Turbidez	% remoción turbidez
Agua Tanque Homogenización	1,685	6837	-	780	-
Entrada DAF	1,103	3927	42,57	762	2,31
Salida DAF	1,048	3652	46,59	733	6,03
Salida Filtros Multimedia	0,882	2822	58,73	349	55,26
Tanque Agua Tratada	0,973	3277	52,07	144	81,54

4.7.2 Caracterización de diagnóstico. Con base en la información nombrada en el Numeral 4.7.1 donde se identificaron los parámetros críticos se realizan los análisis fisicoquímicos por parte del laboratorio a través de CONOSER LTDA laboratorio certificado.

4.7.2.1 Sitio de muestreo. Se realizó el muestreo de las aguas residuales en cuatro puntos de la PTAR por la consultoría y servicios ambientales CONOSER LTDA, identificados de la siguiente forma;

1. Entrada PTAR No. 1 (Tubo Negro): Las aguas residuales son originadas por las actividades del lavado de áreas y equipos de la planta de antibióticos con respectiva lavandería proveniente de la trampa de antibióticos y otra corriente del piso técnico.

Imagen 1. Entrada PTAR No 1



Fuente. Informe caracterización de agua agosto 2016 – Conoser Ltda

2. Entrada PTAR No 2 (Tubo Blanco): Las aguas residuales son originadas por las actividades de lavado de áreas y equipos de la planta de líquidos proveniente de la trampa de líquidos.

Imagen 2. Entrada PTAR No 2



Fuente. Informe caracterización de agua agosto 2016 – Conoser Ltda

3. Entrada PTAR No. 3 (Manguera): Las aguas residuales provienen de la trampa del casino y la trampa del área de sólidos.

Imagen 3. Entrada PTAR No 3



Fuente. Informe caracterización de agua agosto 2016 – Conoser Ltda

4. Salida Filtro del tanque de Homogenización: Como sistema de pretratamiento para el efluente se tienen trampa de grasas, tamiz estático, antes de ser descargado al sistema DAF.

Imagen 4. Salida filtro



Fuente. Informe caracterización de agua agosto 2016 – Conoser Ltda

4.7.2.2 Descripción del muestreo. Las muestras fueron tomadas de forma puntual por personal de Conoser Ltda de acuerdo a la Resolución 0631 de 2015, donde se realizó análisis de pH, Temperatura, Aceites y Grasas, DQO, DBO₅, Sólidos Sedimentables, SST, Fenoles.

La temperatura y el pH se midieron con un potenciómetro digital, calibrado con soluciones buffer de 4 y 7 unidades. Los sólidos sedimentables se midieron en cono imhoff. Los caudales para las entradas se midieron por el método Volumétrico de acuerdo con el Protocolo de Toma y Preservación de Muestras CON-SGC-AP-M-16. En la salida del filtro no se aforo caudal ya que las condiciones no lo permitían.

Los muestreos fueron realizados a las 10:00 horas para la entrada PTAR No 3 (manguera), a las 10:15 horas para la entrada PTAR No. 2 (tubo blanco), a las 10:30 horas para la entrada PTAR No 1 (tubo negro) y a las 11:00 horas para la salida del filtro, el día 17 de agosto de 2016.

4.7.2.3 Técnicas analíticas. Las técnicas analíticas utilizadas fueron las aprobadas por el IDEAM como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Técnicas de muestreo

Parámetro	Método	Limite detección	% incertidumbre
Aceites y Grasas	Gravimétrico Ext. Soxhlet	5 mg/L	7,40
DBO ₅	Incubación 5 días/ Electrométrico	2 mg/L	7,50
DQO	Reflujo Cerrado	50 mg/L	4,70
Fenoles	Destilación- Colorimetría	0,08 mg/L	8,70
Sólidos Sedimentables	Cono Imhoff	0,5 mL/L h	5,80
Sólidos Suspendidos T.	Gravimétrico	5 mg/L	5,00
Temperatura	Potenciométrico	N.A	0,043

Fuente. Conoser Ltda

4.7.2.3 Resultados. Los resultados de los análisis de campo y de laboratorio se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Resumen de resultados

Parámetro	Resolución 0631 de 2015	Entrada PTAR N° 1 tubo negro	Entrada PTAR N° 2 tubo blanco	Entrada PTAR N° 3 manguera	Salida filtro del tanque de homogenización
Aceites y Grasas (mg/L)	15**	17	1740	78	30
DBO5 (mg/L)	150**	1500	40200	1890	1730
DQO (mg/L)	400**	3010	77900	4270	5020
Fenoles (mg/L)	0,2	<0,08	8,07	0,23	1,1
pH (unidades)	6-9***	7,3	8,14	5,03	7,26
SS (mg/L-h)	1**	25	*	<0,5	<0,5
SST (mg/L)	50**	1750	29000	153	251
Temperatura (°C)	----	21,9	22,1	21,3	22,7

*Interferencia por color

** Para vertimiento puntual de agua residual al alcantarillado público se multiplica por un factor de 1,50

*** Para vertimiento puntual de agua residual al alcantarillado público de 5-9

Fuente. Informe caracterización de agua agosto 2016 – Conoser Ltda.

4.1 ANÁLISIS DEL DIAGNÓSTICO

Según la Tabla 6 se evidencia que el pH y la turbidez no son parámetros constantes lo que significa que no se están unificando las características del agua residual correctamente, por lo que se concluye que el tanque de homogenización no cumple con su función ya que en el caso de la turbidez presenta una desviación de 606,71.

Debido a lo anterior y teniendo en cuenta que en el DAF se realiza la inyección de aire sin la dosificación de un reactivo químico se presume que la mayor remoción de contaminantes se está realizando en los filtros multimedia y de carbón activado por lo cual se evaluó el porcentaje de remoción de carga orgánica en cada etapa del tratamiento con respecto al agua de entrada del tanque de homogenización, obteniendo un valor de remoción total del 58,73 %; la remoción de los sólidos suspendidos se ve reflejada en la disminución de la turbidez y se corrobora que este parámetro disminuye considerablemente en los filtros multimedia como se evidencia en la Tabla 7.

Por otro lado, el análisis realizado por Conoser Ltda confirma que efectivamente los parámetros que no están dentro de los lineamientos que exige la ley vigente son en efecto los parámetros que habían sido establecidos como críticos, con los cuales se

desarrollara la alternativa para el posterior cumplimiento de la Resolución 0631 de 2015.

Se esperaba que la corriente con mayor aporte contaminante lo presentara el área de sólidos ya que esta es la que tiene mayor producción y flujo volumétrico según el balance que se realizó, sin embargo, en la Tabla 9 se evidencia que el área de líquidos (tubo blanco) presenta valores extremadamente altos con respecto a las corrientes de antibióticos (tubo negro) y casino - sólidos (manguera) en los parámetros de DBO₅, DQO, aceites y grasas, SST y fenoles.

No obstante, aunque se presentan altos valores en cada una de las corrientes cuando estas se unifican los parámetros disminuyen considerablemente como se evidencia a la salida del tanque de homogenización, siendo estos valores cercanos a los que se han obtenido en las caracterizaciones históricas presentadas en la Tabla 4.

Es importante mencionar que cuando se realizó la caracterización el agua del área de antibióticos no estaba llegando a la PTAR por diversos mantenimientos que se le estaban realizando a la bomba sumergible que se encuentra en la trampa de grasas, el agua que estaba llegando era la del piso técnico donde sus contaminantes son residuos de agua, jabón de los aseos generales y residuos de aceite lubricante.

4.8.1 Recomendaciones. Las recomendaciones se realizaron con base en los resultados obtenidos durante el desarrollo del diagnóstico donde se pudieron identificar los siguientes puntos;

- Actualizar plano de la PTAR.
- Concientizar al personal sobre el ahorro del agua.
- En el área de sólidos se recomienda recoger el residuo de polvo que haya quedado en los equipos o en el área en bolsas y disponer como residuo peligroso en vez de adicionar agua directamente sobre el mismo.
- La rejilla del tanque de homogenización requiere limpieza con mayor frecuencia o aumentar el tamaño de la misma ya que se satura muy rápido.
- Llevar un control del consumo de jabones y sanitizantes para evitar el uso indiscriminado del producto.
- Retirar los lodos de las trampas con mayor frecuencia.
- Se recomienda activar el sistema de barrido superficial del sistema DAF.
- Se recomienda capacitar al personal y realizar seguimiento para verificar el cumplimiento de los POE's.
- Se recomienda llevar un registro en el cual se identifique la frecuencia de limpieza y mantenimiento de las trampas de grasa.
- Verificar el funcionamiento de las bombas sumergibles de cada trampa de grasa periódicamente.

5. PLANTEAMIENTO DE LA ALTERNATIVA

A continuación, se realiza una revisión bibliográfica de los agentes químicos y tratamientos fisicoquímicos que se le realizarán al agua, en donde se espera obtener el tratamiento más viable de acuerdo con las condiciones que presenta el agua cruda de Laboratorios Coaspharma S.A.S

5.1 SELECCIÓN DE INSUMOS

Se evaluarán mecanismos de oxidación química, coagulación- floculación y neutralización de pH, esto con el fin de obtener una reducción de los sólidos en suspensión, materia orgánica y espesamiento de lodos.

5.1.1 Neutralización. Proceso en el que se realiza la adición de un ácido o un agente alcalino con el fin de llevar el pH del agua a valores entre 6,0-9,0. En la neutralización es importante tener en cuenta las características de caudal y pH del afluente.

Tabla 10. Tipos de neutralizantes

Tipos de neutralizantes			
Neutralizantes			Características
Acidificantes	Cuando el agua tiene valores de pH >8,5 se debe acidificar	Ácido clorhídrico	Sustancia controlada, presenta problemas de corrosión.
		Ácido sulfúrico	Es uno de los más usados por su bajo costo, sin embargo, su manipulación es peligrosa.
Alcalinizantes	Cuando el agua tiene valores de pH <8,5 se debe alcalinizar	Hidróxido de calcio	De uso común por su bajo costo, pero genera cantidades de lodo considerables, producto con baja solubilidad y requiere largos tiempos de reacción.
		Hidróxido de sodio	Base fuerte apropiada para aguas con baja alcalinidad. Es un agente costoso y su tiempo de reacción es corto. Durante su manipulación requiere de cuidado por ser corrosivo.

Fuente. Tomado de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia. "Lección 33. Neutralización"⁴³

⁴³ UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA Neutralización [en línea]. <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358039/ContenidoLinea/leccion_33_neutralizacion.html> [citado en 04 de octubre de 2016]

En la Tabla 10 se presentan los agentes químicos generalmente utilizados para llevar a cabo dicha neutralización en donde se evidencia como un parámetro importante si el agua a tratar requiere la presencia de un ácido o una base para realizar el ajuste de pH, es importante tener en cuenta en que instancia se realizará dicho ajuste ya que este se puede desarrollar como un ajuste final de pH antes de su descarga al medio receptor o para posteriores etapas en el tratamiento.

Para la selección del agente neutralizante se descarta el uso de acidificantes debido a que el agua a tratar presenta valores de pH menores a 8,5; en cuanto al hidróxido de calcio aunque este tiene un menor costo su generación de lodos puede significar un problema para los posteriores tratamientos y posibles aumentos en parámetros ya establecidos como críticos, por último se decide trabajar con el hidróxido de sodio por su rápido tiempo de reacción, su poca generación de lodos y en comparación con el hidróxido de calcio este no requiere grandes cantidades para ser eficaz.⁴⁴

El pH del agua cruda fluctúa entre 5,8-7,3 unidades de pH, como este valor no es constante y varía dependiendo la producción se realiza la neutralización nombrada anteriormente.

También se establece que el momento en el que se realizará el ajuste del pH será antes del tratamiento fisicoquímico para que el proceso de coagulación se desarrolle de manera adecuada.

5.1.2 Coagulación–Floculación. El objetivo de los procesos de coagulación–floculación es la neutralización de las cargas eléctricas de los coloides y emulsiones presentes en el agua residual, seguido de un reagrupamiento de las partículas, de tal forma que sea factible su separación posterior ya sea por decantación o bien por flotación. Es de indicar que en el proceso de coagulación–floculación, no tiene lugar separación alguna de contaminantes, sino una adecuación de determinadas partículas para que puedan ser separadas fácilmente a través de otros procesos instalados a continuación, como decantación o de flotación⁴⁵.

- Coagulación

La coagulación consiste en la desestabilización de los coloides que se encuentran suspendidos con el fin de favorecer la aglomeración de las partículas por superación de fuerzas.

⁴⁴ Idem., P.1

⁴⁵ SAINZ SASTRE, Juan Antonio. Tecnologías para la sostenibilidad. Procesos y operaciones unitarias en depuración de aguas residuales. En: Colección EOI Medio Ambiente [en línea]. 1 Ed marzo 2005. <http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:48657/componente48655.pdf> [citado en 05 de octubre de 2016]

En el proceso de coagulación las partículas no alcanzan a tener el peso suficiente para sedimentar lo que hace necesario el proceso de floculación. El tiempo de coagulación es corto, esta etapa toma entre un segundo y tres minutos.⁴⁶

Tabla 11. Tipos de coagulantes

Tipos de coagulantes					
Coagulantes		Características		Rango efectivo	
				pH	Dosis
Sales de aluminio	Sulfato de aluminio	Disponible en diferentes grados de pureza, coagulante más usado por su bajo costo y fácil manejo.	Tipo A Contenido de hierro inferior 0.5%	5,8-7,4	100-300 mg/L
			Tipo B Contenido de hierro inferior al 1,5%		
	Hidroxiclورو de aluminio (PAC)	Sustancia versátil, puede tratar aguas con diferente turbidez y materia orgánica.		5,0-9-0	100-800 mg/L
Sales de hierro	Cloruro férrico	En ocasiones no requiere la presencia de un floculante, aunque presenta problemas de corrosión.		3,5-6,5 y >8,5	100-500 mg/L
	Sulfato ferroso	Su uso se limita normalmente para aguas turbias o muy alcalinas.		3,5-6,5 y >8,5	200-400 mg/L
	Sulfato férrico	Alta velocidad de reacción, bajo costo, aunque requiere mayores dosis por su peso molecular.		3,5-7,0 y >9,0	

Fuente. Tomado de Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales.⁴⁷

En la Tabla 11 se identifican los coagulantes más comunes para el tratamiento de aguas entre los que se encuentran las sales de aluminio y hierro; para la selección de dicho coagulante se debe tener en cuenta el pH del agua cruda, ya que con base en este valor se tomarán las determinaciones correspondientes.

⁴⁶ TEJERO, I; SUÁREZ, J; JÁCOME, A; TEMPRANO, J. Coagulación – Floculación [en línea].

<http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2016-03-30_11-39-31133398.pdf> P.93. [citado en 05 de octubre de 2016]

⁴⁷ RIGOLA LAPEÑA, Miguel. Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales. Barcelona (España). Marcombo, S.A., 1990. P.54

Las sales de hierro como el sulfato férrico, sulfato ferroso y cloruro férrico son coagulantes con alta velocidad de reacción, rangos altos y bajos de pH, en ocasiones son eficientes sin requerir presencia de un floculante y de bajo costo; presentan problemas causando color, precipitación y además requiere de dosis mayores en comparación a las sales de aluminio. Respecto al cloruro férrico el mayor problema es su potencial corrosivo por lo que dificulta su almacenamiento y manejo.⁴⁸

En cuanto al rango de pH bajo que manejan estos coagulantes, aunque presentan una buena remoción de materia orgánica, bacterias y plancton⁴⁹ no son óptimos para el valor que presenta el agua cruda, por otro lado, el rango de pH alto tiene como objetivo principal la remoción de hierro y manganeso⁵⁰ parámetros que para el caso del agua a tratar no son de importancia.

De esta manera se descartan las sales de hierro ya que generalmente son utilizadas en aguas ácidas y con remociones diferentes a las que se desean controlar.

Para el caso de las sales de aluminio, el sulfato de aluminio es posiblemente uno de los más usados en tratamiento de aguas ya que la mayoría de plantas están diseñadas para este tipo de producto, una de sus mayores desventajas es el rango de pH limitado y su poca remoción de materia orgánica, este producto requiere de dosis adecuadas debido a que si este se sobredosifica su acción puede revertirse estabilizando los coloides nuevamente añadiendo turbidez y color al agua; así mismo este producto puede tener mejores rendimientos dependiendo de la alcalinidad y turbidez del agua cruda, en donde un agua con alta turbidez y alcalinidad tendrá mejor coagulación y no requerirá la presencia de floculante, no es así para el caso con un agua de baja turbidez y alcalinidad en donde su coagulación se dificultara y requerirá de altas dosis. El sulfato de aluminio según la información de la Tabla 11 está disponible en dos grados de pureza tipo A y tipo B sólidos o líquidos los cuales tienen un pH óptimo cercano al valor que presenta el agua cruda, en el desarrollo experimental se utilizará el sulfato de aluminio tipo A sólido ya que este presenta ventajas por su poco contenido de hierro en comparación con el aluminio residual.⁵¹

Aunque el alumbre es uno de los coagulantes más reconocidos como se mencionó anteriormente; ya sea por su costo accesible y su fácil producción se ha venido

⁴⁸ XXII CONGRESO DE CENTROAMERICA Y PANAMA DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL “SUPERACION SANITARIA Y AMBIENTAL: EL RETO”. Potabilización con diferentes coagulantes de aluminio y hierro [en línea] <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/centroa22/Ponencia18.pdf>, P.4-5 [citado en 05 de octubre de 2016].

⁴⁹ Ibid., P.4

⁵⁰ ARBOLEDA VALENCIA, Jorge. Teoría y práctica de la purificación del agua, Tomo 1, Editorial Mc Graw Hill-Interamericana, 3a Edición, Bogotá, Colombia, 2000, p.99-110

⁵¹ XXII CONGRESO DE CENTROAMERICA Y PANAMA DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL “SUPERACION SANITARIA Y AMBIENTAL: EL RETO”. Potabilización con diferentes coagulantes de aluminio y hierro [en línea] <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/centroa22/Ponencia18.pdf>, P.3 [citado en 05 de octubre de 2016].

desarrollando nuevos productos que presentan menor contenido de acidez como es el caso del hidroxiclورو de aluminio que presenta grandes ventajas en comparación a los otros productos químicos mencionados.⁵²

El hidroxiclورو de aluminio (PAC) tiene un amplio rango de trabajo de pH, presenta ventajas ya sea en aguas con diferente alcalinidad o turbidez, este coagulante tiene un tiempo rápido de reacción, tiene menores tiempo de sedimentación debido al floc estable que esté forma, presenta remociones de materia orgánica, color, turbidez y el aluminio residual es más bajo que en el caso del alumbre; quizá su mayor problema es su costo, pero este se compensa con las bajas dosis que se requieren.⁵³

Como el agua a tratar es tan variable y el PAC presenta ventajas sobre este tipo de aguas se opta por trabajar con este coagulante al igual que con el sulfato de aluminio tipo A para el desarrollo experimental y evaluar su comportamiento.

- Floculación (Coadyuvantes de coagulación)

Proceso en el que las partículas desestabilizadas se unen de forma estable para alcanzar un peso y tamaño óptimo que posteriormente generará la sedimentación de dichos flocs. Normalmente los floculantes que se incluyen en este proceso tienen altos pesos moleculares como son la sílice activa y los polímeros. El tiempo de floculación es más prolongado que el de coagulación, esta etapa toma periodos de entre 10 y 30 minutos.⁵⁴

Tabla 12. Tipos de floculantes

Tipos de floculantes				
Floculantes		Características	Rango efectivo	
			pH	Dosis
Minerales	Sílice activa	Polielectrolito poco estable, considerado uno de los mejores floculantes en asociación con las sales de aluminio. ⁵⁵	9,0	Diluida 0.5-1%

⁵² Ibid., P.3

⁵³ Ibid., P.4

⁵⁴ TEJERO, I; SUÁREZ, J; JÁCOME, A; TEMPRANO, J. Coagulación – Floculación [en línea]. <http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2016-03-30_11-39-31133398.pdf> p. 93. [citado en 05 de octubre de 2016]

⁵⁵ RAMIREZ, QUIROZ, F. Sílice activada como coadyuvante de la floculación en el tratamiento del agua. P.2 Mayo 03 de 2006. <http://www.elaguapotable.com/Silice%20Activada%201.pdf> [citado en 05 de octubre de 2016]

Tabla 12. (Continuación)

Floculantes		Características	Rango Efectivo	
			pH	Dosis
Polímeros	Catiónicos (-)	Poliacrilamidas de alto peso molecular, con cargas positivas o negativas que pueden disolverse fácilmente en el agua permitiendo la formación del floc.	4,0-8,0	Solución 0.1-1%
	Aniónicos (+)		6,0-8,0	Solución 0.1-1%

Fuente. Tomado de Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales.⁵⁶

Según la Tabla 12 los floculantes son polímeros o polielectrolitos con pesos moleculares muy elevados.⁵⁷ La sílice activa ha sido uno de los floculantes más usados, presenta buenos resultados cuando se trabaja en conjunto con el sulfato de aluminio, pero su mayor problema es su poca estabilidad ya que si este no se prepara correctamente puede gelatinizarse, es por esto que su preparación debe hacerse antes de emplearse;⁵⁸ entre las ventajas de utilizar este producto se encuentra la producción de mayores, más pesado y cohesionados flóculos con la consecuente aceleración de sedimentación, una extensión del rango de temperatura y una disminución de la turbidez de agua.⁵⁹ Sin embargo, en el desarrollo de nuevos productos se han introducido las poliacrilamidas que presentan mayores remociones de turbidez y color que la sílice activa.

Los floculantes poliméricos ya sean catiónicos (-) o aniónicos (+) son macromoléculas de cadena grande con pesos moleculares elevados y baja densidad de carga que actúan por la formación de puentes de polímero que aglomeran rápidamente a los flóculos pequeños formando un floc más grande y cohesivo, que sedimenta más rápido.⁶⁰ Un polímero catiónico se hidroliza en el agua

⁵⁶ RIGOLA LAPEÑA, Miguel. Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales. Barcelona (España). Marcombo, S.A., 1990. P.54

⁵⁷ ANDÍA CÁRDENAS, Yolanda. Tratamiento de agua: coagulación y floculación: Evaluación de plantas y desarrollo tecnológico en: SEDEPAL [en línea]. Abril 2000.

<http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=2792d3e3-59b7-4b9e-ae55-56209841d9b8&groupId=10154> [citado en 04 de octubre de 2016]

⁵⁸ RAMIREZ, QUIROZ, F. Sílice activada como coadyuvante de la floculación en el tratamiento del agua. P.2 Mayo 03 de 2006. <http://www.elaguapotable.com/Silice%20Activada%201.pdf> [citado en 05 de octubre de 2016]

⁵⁹ Ibid., P.2

⁶⁰ QUIRÓS BUSTOS, Noemi; VARGAS CAMARENO, Maricruz; JIMÉNEZ ANTILLÓN, Joaquín. Desarrollo de coagulantes y floculantes para la remoción del color en aguas de consumo humano; el río humo, reserva forestal río macho. Costa Rica 2010. Informe final de proyecto escuela de química. Instituto tecnológico de costa rica. P.8. Disponible en

dando un OH⁻ por lo que generalmente se utiliza para un pH bajo, mientras que un polímero aniónico se hidroliza en el agua incorporando un H⁺ a su estructura trabajando mejor con un pH alto;⁶¹ lo anterior no significa que un floculante deje de actuar, esto implica mejores rendimientos en el tratamiento.

Finalmente, para el desarrollo experimental se eligen los floculantes poliméricos aniónicos y catiónicos ya que son los más utilizados en el tratamiento de aguas residuales, mientras que la sílice activa se utiliza con frecuencia en la purificación de agua potable.

5.1.3 Oxidación química. Este proceso implica la generación de radicales hidroxilo (OH⁻), busca llegar a la mineralización de los contaminantes orgánicos y la oxidación de componentes tóxicos. Su función principal es la eliminación de materia orgánica y metales pesados.

Tabla 13. Agentes oxidantes

Agentes oxidantes	
Oxidantes	Características
Peróxido de hidrógeno (H ₂ O ₂)	Oxidante versátil, capaz de producir radicales hidroxilo, bien sea en presencia o ausencia de radiación. ⁶² La característica selectiva del peróxido de hidrógeno favorece su uso en diferentes aplicaciones, simplemente ajustando factores como el pH, temperatura, dosis, tiempo de reacción, adición de catalizadores, el H ₂ O ₂ puede oxidar compuestos orgánicos complejos en compuestos menores, menos tóxicos y más biodegradables. ⁶³

<<http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/quimica/Documents/Publicaciones/DESARROLLO%20DE%20COAGULANTES%20Y%20FLOCULANTES%20PARAREMOCION%20COLOR%20EN%20AGUAS%20DE%20CONSUMO%20HUMANO%20R%20C3%8DO%20HUMO%20RESERVA%20FORESTAL%20R%20C3%8DO%20MACHO.pdf>>

⁶¹ UNIVERSIDAD DE CASTILLA – LA MANCHA. Tema 5. Coagulación-Floculación [en línea].

<http://www3.uclm.es/profesorado/giq/contenido/dis_procesos/tema5.pdf> [citado en 05 de octubre de 2016]

⁶² MATTOS, Ivanildo Luiz de; SHIRAIISHI, Karina Antonelli; BRAZ, Alexandre Delphini; FERNANDES, João Roberto. Peróxido de hidrogênio: importância e determinação. Quím. Nova [online]. 2003, vol.26, n.3, P.373-380. ISSN 0100-4042. Disponible en <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422003000300015>>

⁶³ RODRIGUEZ, Tatiana; BOTELHO Diego; CLETO Eduardo. Tratamiento de efluentes industriales de naturaleza recalcitrante usando ozono, peróxido de hidrógeno y radiación ultravioleta. Ing. Univ. Antioquia N° 46. P. 24-38. Diciembre, 2008. Disponible en <<http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n46/n46a03.pdf>>

Tabla 13. (Continuación)

Oxidantes	Características
Permanganato de potasio (KMnO ₄)	Soluble en agua con propiedades oxidantes muy fuertes debido a la presencia de cuatro átomos de oxígeno en su molécula, oxida de forma natural compuestos orgánicos e inorgánicos en condiciones de acidez, alcalinidad o a pH neutro, en soluciones acuosas o en ausencia de agua. ⁶⁴

En la Tabla 13 se identifican los mejores agentes oxidantes, cada uno con sus respectivas características; el permanganato de potasio puede oxidar tanto materia orgánica como inorgánica, malos olores y como agente de precipitación de metales pesados además de actuar como biocida de la microfauna y de la microflora contenida en las aguas.⁶⁵ El permanganato de potasio no genera subproductos, pero presenta generación de lodos que pueden afectar posteriores etapas del tratamiento. Este agente trata normalmente aguas bajo condiciones alcalinas, neutras o moderadamente acidas, en donde el oxígeno es donado directamente al sustrato y el permanganato se reduce a dióxido de manganeso, un precipitado marrón, insoluble a pH entre 2 y 11, biológicamente inerte, con alta capacidad de adsorción, y que puede ser fácilmente retirado por sedimentación o filtración; como se presenta a continuación.⁶⁶



El KMnO₄ en la oxidación de materia orgánica se realiza con mayor rapidez en soluciones alcalinas que en medio ácido, aunque el producto es capaz de actuar en un amplio rango de pH.⁶⁷

Por otro lado, el peróxido de hidrógeno como agente oxidante seguro, eficaz, de gran alcance y versatilidad, controlador de olores y corrosión⁶⁸ presenta ventajas en cuanto a otros agentes oxidantes ya que este no produce precipitados como es el caso del permanganato de potasio, ni deja residuos químicos en el agua. Además

⁶⁴ MEDIALDEA, J.M; ARNÁIZ, C; DIAZ, E. Permanganato potásico: un potente y versátil oxidante. Tratamiento de aguas. Dpto. de Ingeniería Química y Ambiental Escuela Universitaria de Sevilla. P. 129-136. Disponible en <<http://www.elaguapotable.com/Permanganato%20un%20potente%20y%20versatil%20oxidante.pdf>>

⁶⁵ Ibid. p. 130

⁶⁶ Ibid. p. 131

⁶⁷ Ibid. p. 132

⁶⁸ CARDENAS CASTAÑEDA, Diana Constanza. Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales para su reusó en el proceso productivo de una industria de jabones. Bogotá D.C, 2008. Trabajo de grado (Ingeniero Ambiental y Sanitario). Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. P.127 Disponible en <<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14610/T41.08%20C178o.pdf?sequence=1>>

de ser agente no selectivo es un aditivo amigable con el medio ambiente ya que en el proceso de su descomposición solo genera agua y oxígeno. La utilización de este agente oxidante es recomendable para el tratamiento de flujos residual con DQO comprendida entre 0,5 y 5%.⁶⁹ Los mejores rendimientos de este agente oxidante se presentan cuando las soluciones son básicas, sin embargo, no pierde su poder para soluciones ácidas, aunque estas se llevan a cabo de manera lenta.

Las principales desventajas que presenta el peróxido de hidrógeno es la liberación de calor al descomponerse, es toxico e irritante en concentraciones altas y sus costos operacionales son altos.⁷⁰

Finalmente, para la selección del oxidante se tiene en cuenta la relación que se presenta de DBO:DQO $\leq 0,5$ la cual demuestra que la materia orgánica que contiene el afluente de Laboratorios Coaspharma es biodegradable y por esta razón la mejor opción para llevar a cabo este proceso de oxidación será el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) por las ventajas que este presenta, además de no aportar turbiedad ni color al agua como es el caso del $KMnO_4$. Con base en la información recopilada anteriormente se definen los agentes que se involucraran en la experimentación para el posterior desarrollo de la alternativa para el tratamiento de agua residual en Laboratorios Coaspharma S.A.S

Tabla 14. Productos químicos para el desarrollo experimental

Selección de agentes químicos	
Etapas	Agentes químicos
Neutralización	Hidróxido de sodio
Coagulación (Sales de aluminio)	Sulfato de aluminio Tipo A Hidroxicloriguro de aluminio (PAC)
Floculación (Polímeros Sintéticos)	Catiónico Aniónico
Oxidación química	Peróxido de hidrógeno

5.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La prueba de jarras es un método para seleccionar los productos químicos, las dosificaciones, y las condiciones requeridas para lograr resultados en un tratamiento encaminado a reducir el material disuelto, en suspensión, coloidal y no sedimentable del agua mediante coagulación-floculación química, seguida por

⁶⁹TRATAMIENTOS FÍSICO-QUÍMICOS. Procesos de carácter químico. [en línea]. <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/40-542_TECNICAS_DE_PREVENCION_DE_LA_GENERACION_DE_SUELOS_CONTAMINADOS_TOMO_I/40-542/9_TRATAMIENTOS_FISICOS-QUIMICOS.PDF> [citado en 21 de septiembre de 2016]

⁷⁰ CARDENAS CASTAÑEDA, Op. cit., P.127

sedimentación mediante la gravedad; para obtener resultados reproducibles se necesita tener el pH constante y en un rango efectivo antes de empezar cada prueba de jarras, es por esto que es necesario realizar un proceso de neutralización.

Para determinar la dosificación óptima de coagulante y floculante se seleccionaron las siguientes condiciones de operación:

- Variable de respuesta: Porcentaje de remoción de turbidez
- Variables Fijas: Son aquellas variables que se pueden manipular, pero no se van a variar durante los ensayos experimentales como se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15. Condiciones de operación fijas

Etapa	Tiempo (min)	Velocidad (rpm)
Neutralización	1	100
Coagulación	1	100
Floculación	5	30
Sedimentación	5	NA

- Variables de diseño: Son aquellas variables que se pueden manipular y se van a variar durante los ensayos experimentales:

Tabla 16. Condiciones de operación variables

Tipo de coagulante	Insumo	Dosis (mg/L)
	Sulfato de aluminio C2	Hidroxiclорuro de aluminio C1
250		
375		
500		
625		
Tipo de Floculante	Polímero aniónico F1	1,25
		2,5
		3,75
		5
		6,25
Polímero catiónico F2		1,25
		2,5
		3,75
		5
		6,25

- Equipos: test de jarras, turbidímetro, pHmetro, espectrofotómetro, filtro de antracita, filtro de carbón activado. Los equipos utilizados durante los procedimientos se muestran en el ANEXO C.

Según la NTC 3903 - 1996 para test de jarras se establecen los tiempos y las velocidades en las que se deben llevar a cabo las etapas de coagulación, floculación y sedimentación, el tiempo de floculación se reduce ya que en (5) cinco minutos se logra ver la formación de un floc estable y debido a esto también el tiempo de sedimentación se reduce. El intervalo de dosis de los insumos se seleccionó de acuerdo a la revisión bibliográfica en el Numeral 5.1.

Adicionalmente, se evalúa la velocidad de sedimentación de los lodos con el fin de seleccionar con más precisión los insumos del proceso y su dosificación indicada.

Posteriormente se realiza oxidación química para disminuir la cantidad de materia orgánica presente en el agua clarificada evaluando (3) tres diferentes dosificaciones por el método de refluo cerrado – colorimetría.

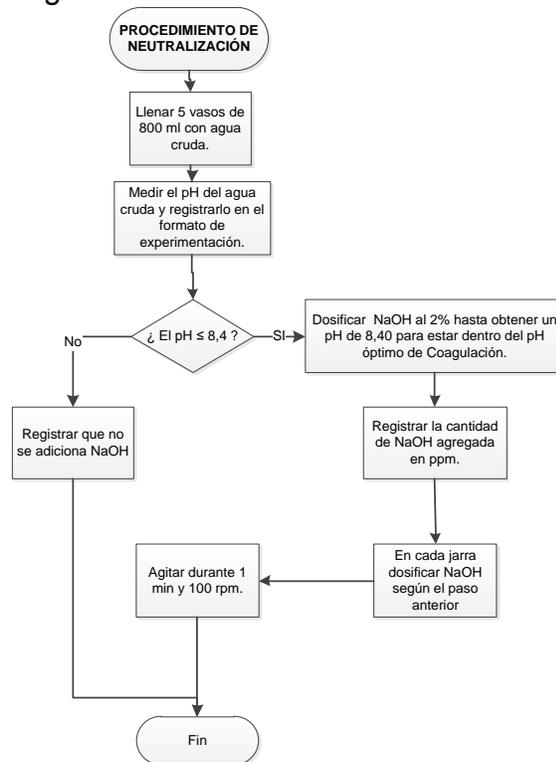
- 600 mg/L
- 1000 mg/L
- 1400 mg/L

Finalmente se plantea un proceso de filtración con lechos de antracita y carbón activado.

5.2.1 Procedimiento del desarrollo experimental. Los procedimientos que se realizaron se presentan a continuación a través de un diagrama de proceso en cada una de las etapas.

Procedimiento de Neutralización.

Diagrama 6. Procedimiento neutralización

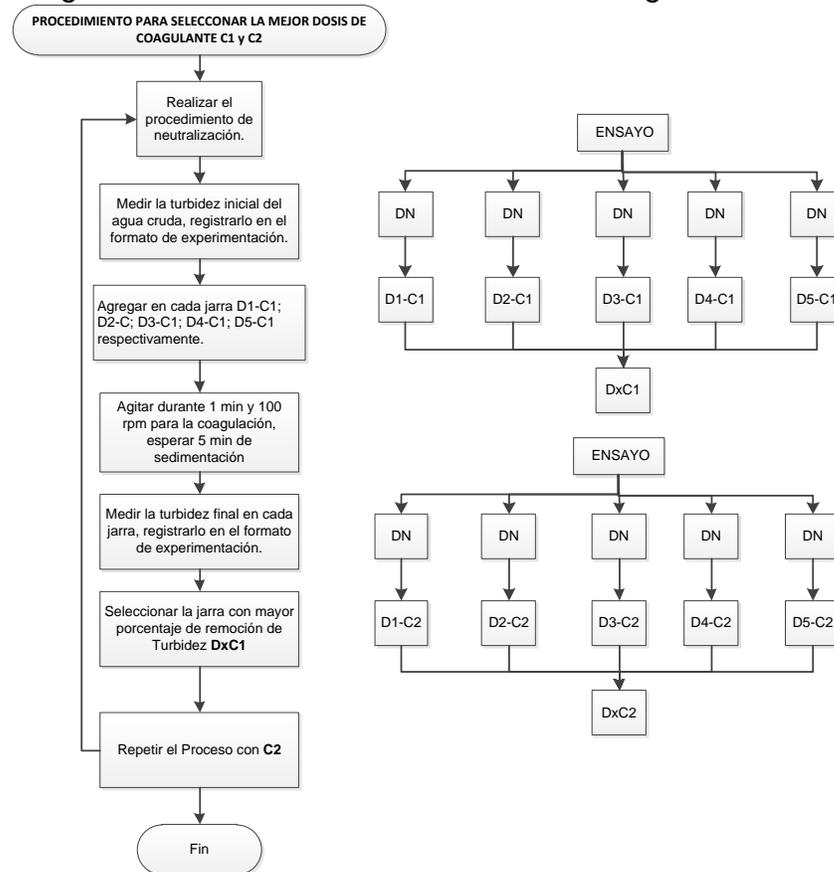


1. Llenar (5) cinco vasos de 800 ml con agua cruda.
2. Medir el pH del agua cruda y registrarlo en el formato de experimentación.
3. Si el agua cruda tiene pH de 8,40 no es necesario realizar el procedimiento de neutralización. Si está por debajo de 8,40 dosificar NaOH al 2% hasta obtener un pH de 8,40 para estar dentro del pH óptimo de Coagulación.
4. Registrar la cantidad de NaOH agregada en mg/L.

5. En cada jarra dosificar NaOH según el paso (4) cuatro.
6. Agitar durante el tiempo y velocidad estipulada para la neutralización.

Procedimiento para selección la dosis de coagulante C1 y C2.

Diagrama 7. Procedimiento selección de coagulante



CONVENCIONES

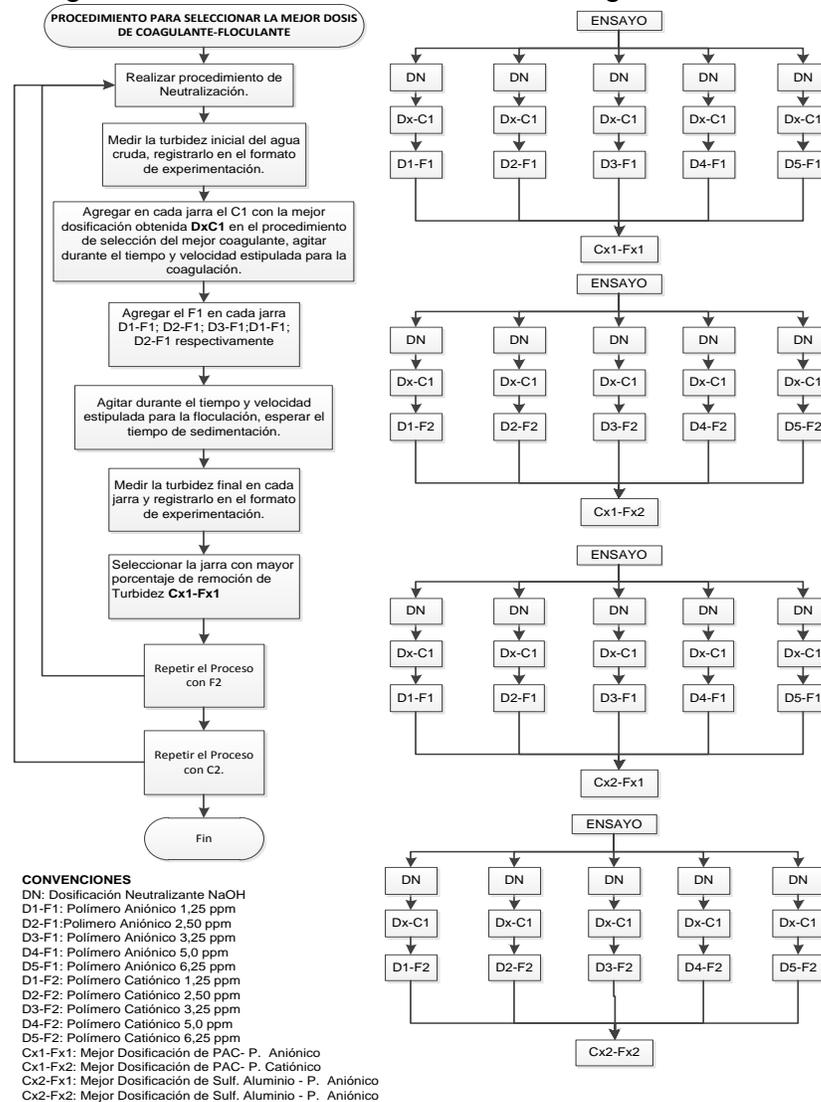
DN: Dosificación Neutralizante NaOH	D1-C2: Sulfato Aluminio 125 ppm
D1-C1: PAC 125 ppm	D2-C2: Sulfato Aluminio 250 ppm
D2-C1: PAC 250 ppm	D3-C2: Sulfato Aluminio 325 ppm
D3-C1: PAC 325 ppm	D4-C2: Sulfato Aluminio 500 ppm
D4-C1: PAC 500 ppm	D5-C2: Sulfato de Aluminio 625 ppm
D5-C1: PAC 625 ppm	DxC2: Mejor Dosificación de Sulfato de Aluminio
DxC1: Mejor Dosificación de PAC	

1. Realizar el procedimiento de neutralización.
2. Medir la turbidez inicial del agua cruda, registrarlo en el formato de experimentación.
3. Agregar el C1 en cada jarra C2 con las siguientes dosis.
 - 125 mg/L
 - 250 mg/L
 - 375 mg/L
 - 500 mg/L
 - 625 mg/L

4. Agitar durante el tiempo y velocidad estipulada para la coagulación, esperar el tiempo de sedimentación.
5. Medir la turbidez final en cada jarra, registrarlo en el formato de experimentación.
6. Seleccionar la jarra con mayor porcentaje de remoción de turbidez **DxC1**
7. Repetir el paso (1) uno al (6) seis con **C2**

Procedimiento para seleccionar la mejor dosis de coagulante-floculante.

Diagrama 8. Procedimiento selección coagulante-floculante

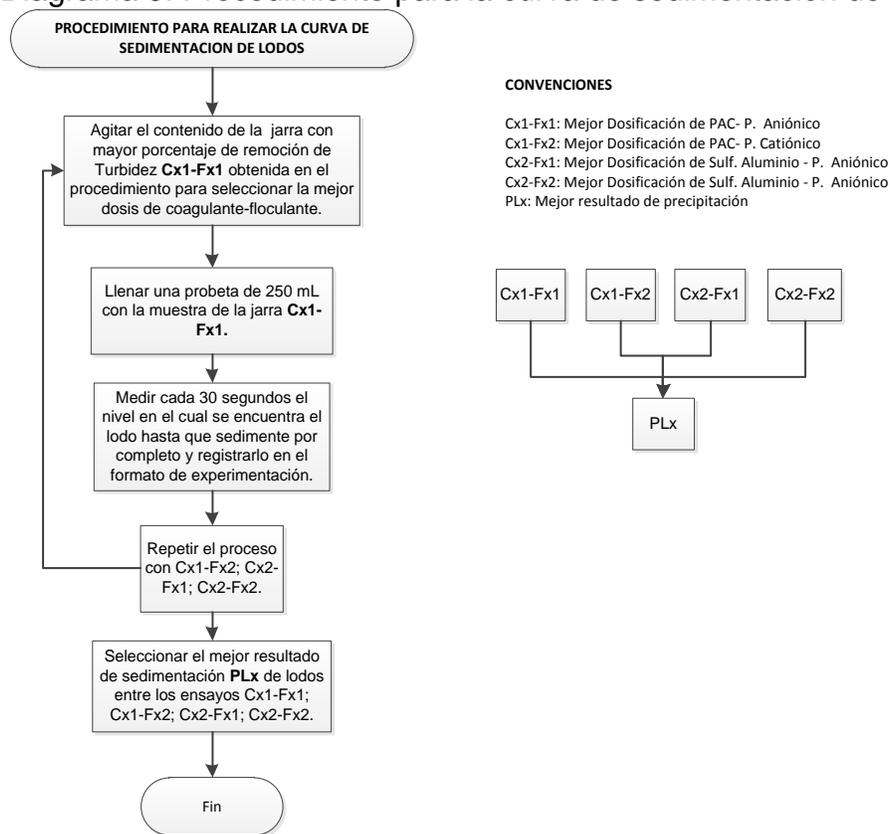


1. Realizar procedimiento de neutralización.
2. Medir la turbidez inicial del agua cruda, registrarlo en el formato de experimentación.

3. Agregar en cada jarra el C1 con la mejor dosificación obtenida **DxC1** en el paso (6) seis procedimiento de selección del mejor coagulante, agitar durante el tiempo y velocidad estipulada para la coagulación.
4. Agregar el F1 en cada jarra con las siguientes dosis.
 - 1,25 mg/L • 3,75 mg/L • 6,25 mg/L
 - 2,5 mg/L • 5 mg/L
5. Agitar durante el tiempo y velocidad estipulada para la floculación, esperar el tiempo de sedimentación.
6. Medir la turbidez final en cada jarra y registrarlo en el formato de experimentación
7. Seleccionar la jarra con mayor porcentaje de remoción de turbidez **Cx1-Fx1**
8. Repetir del paso (1) uno al (7) siete con **F2**
9. Repetir del paso (1) uno al (8) ocho con **C2**

Procedimiento para realizar la curva de sedimentación de lodos

Diagrama 9. Procedimiento para la curva de sedimentación de lodos

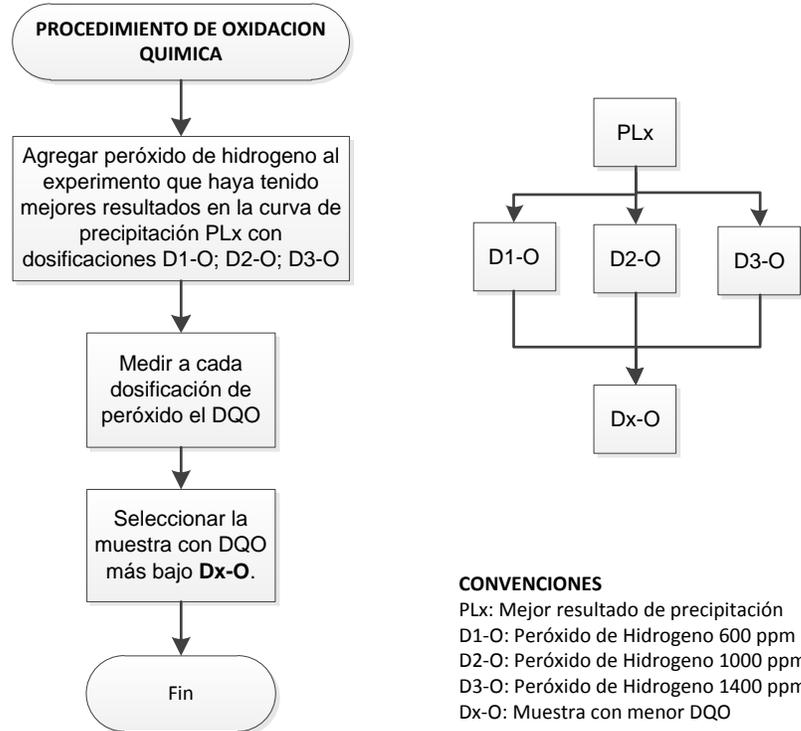


1. Agitar el contenido de la jarra con mayor porcentaje de remoción de Turbidez **Cx1-Fx1** obtenida en el paso (6) seis del procedimiento para seleccionar la mejor dosis de coagulante - floculante.

2. Llenar una probeta de 250 mL con la muestra del paso (1) uno.
3. Medir cada 30 segundos el nivel en el cual se encuentra el lodo hasta que sedimente por completo y registrarlo en el formato de experimentación.
4. Repetir el paso (1) uno al (3) tres con Cx1-Fx2; Cx2-Fx1; Cx2-Fx2.
5. Seleccionar el mejor resultado de precipitación de lodos entre los ensayos Cx1-Fx1; Cx1-Fx2; Cx2-Fx1; Cx2-Fx2.

Procedimiento de oxidación química

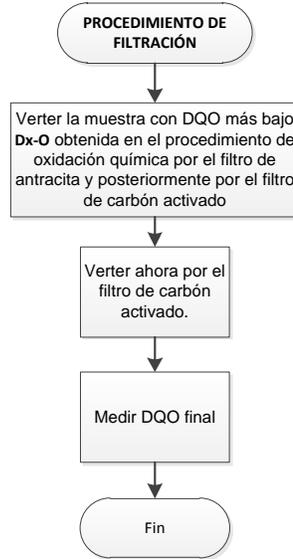
Diagrama 10. Procedimiento oxidación química



1. Agregar peróxido de hidrógeno al experimento que haya tenido mejores resultados en la curva de precipitación **PLx** con dosificaciones de:
 - D1-O: 600 mg/L
 - D2-O: 1000 mg/L
 - D3-O: 1400 mg/L
2. Medir a cada dosificación de peróxido el DQO
3. Seleccionar la muestra con DQO más bajo **Dx-O**.

Procedimiento de filtración

Diagrama 11. Procedimiento filtración



1. Verter la muestra con DQO más bajo obtenida en el procedimiento de oxidación química por el filtro de antracita y
2. Verter ahora por el filtro de carbón activado
3. Medir DQO final

5.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los insumos utilizados en la experimentación fueron suministrados de la siguiente manera como se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17. Insumos para la experimentación

Empresa	Insumo
Lipesa Colombia S.A	PAC Polímero aniónico Polímero catiónico
Yanzat S.A.S	PAC Polímero aniónico
Lega Químicos	Hidróxido de sodio Sulfato de aluminio tipo A (sólido)
Laboratorios Coaspharma	Peróxido de hidrógeno al 50%

Las fichas técnicas de los reactivos químicos se muestran en el ANEXO D.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos según el diseño experimental anteriormente planteado, además de esto se muestran las réplicas de cada uno de los ensayos, esto con el fin de verificar la dosis adecuada para el desarrollo de la alternativa de tratamiento.

Tabla 18. Selección dosis óptima C1

Ensayo No. 1					
Fecha: 3-10-2016 pH inicial: 6,63 Turbidez Inicial: 1452 NTU					
Fecha: 23-10-16 pH inicial réplica: 8,4 Turbidez Inicial Réplica: 569 NTU					
Jarra	Dosis NaOH (mg/L)	Dosis C1-Lipesa (mg/L)	Turbidez Final NUT	pH	% Remoción
1	50	125	6,13	7,83	99,58
Réplica	-		217	7,73	61,86
2	50	250	5,2	7,43	99,64
Réplica	-		1,81	7,59	79,96
3	50	375	4,86	7,23	99,67
Réplica	-		1,81	7,3	99,68
4	50	500	29	6,85	98,00
Réplica	-		3,71	6,9	99,35
5	50	625	182	6,72	87,47
Réplica	-		104	6,69	81,72

Imagen 5. Evidencia ensayo No. 1

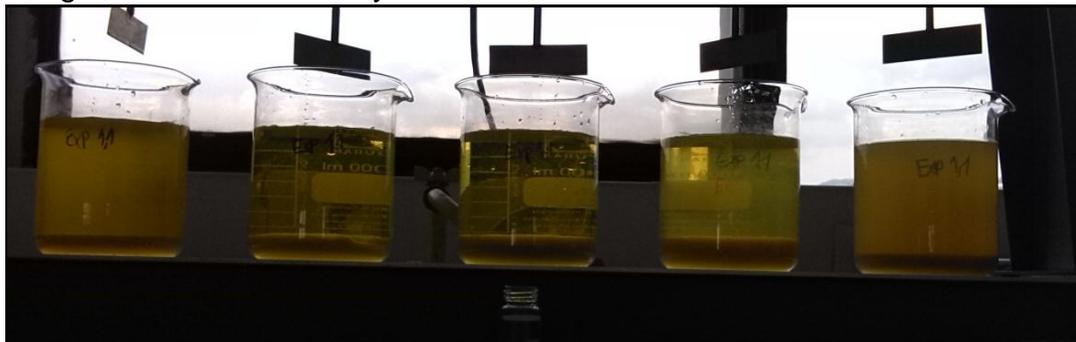


Imagen 6. Evidencia réplica ensayo No. 1

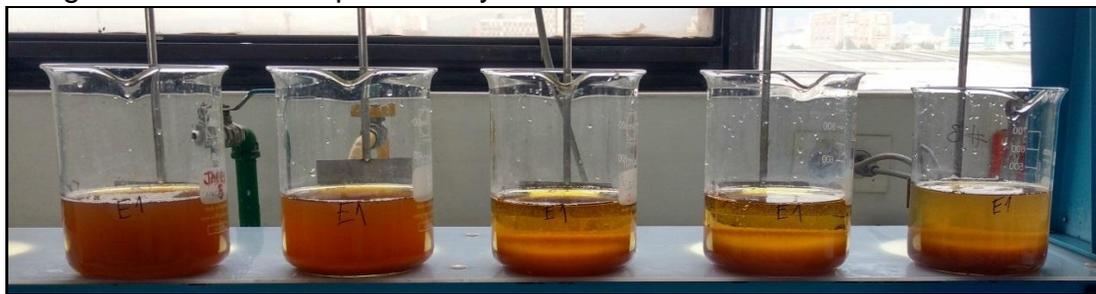


Tabla 19. Selección dosis óptima C1-F1

Ensayo No. 2						
Fecha: 03-10-2016 pH inicial: 6,63 Turbidez Inicial: 1452 NTU						
Fecha: 23-10-2016 pH inicial réplica: 8,4 Turbidez Inicial réplica: 569 NTU						
Jarra	Dosis NaOH (mg/L)	Dosis C1-Lipesa (mg/L)	Dosis F1-Lipesa (mg/L)	Turbidez Final NUT	pH	% Remoción
1	50	375	1,25	6,16	7,25	99,58
Réplica	-			5,21	7,3	99,08
2	50	375	2,5	2,31	6,4	99,84
Réplica	-			2,35	6,5	99,59
3	50	375	3,75	2,35	7,19	99,84
Réplica	-			2,31	7,24	99,59
4	50	375	5	2,14	7,1	99,85
Réplica	-			1,21	7,3	99,79
5	50	375	6,25	1,78	7,03	99,88
Réplica	-			1,02	7	99,82

Imagen 7. Evidencia ensayo No. 2



Imagen 8. Evidencia réplica ensayo No. 2



Tabla 20. Selección dosis óptima C1-F2

Ensayo No. 3						
Fecha: 03-10-2016 pH inicial: 6,63 Turbidez Inicial: 1452 NTU						
Fecha: 23-10-2016 pH inicial réplica: 8,4 Turbidez Inicial réplica: 569 NTU						
Jarra	Dosis NaOH (mg/L)	Dosis C1-Lipasa (mg/L)	Dosis F2-Lipasa (mg/L)	Turbidez Final NUT	pH	% Remoción
1	50	375	1,25	2,47	7,2	99,83
Réplica	-			2,42	7,29	99,57
2	50	375	2,5	1,28	7,24	99,91
Réplica	-			2,22	7,1	99,61
3	50	375	3,75	2,1	7,16	99,86
Réplica	-			196	7,2	65,55
4	50	375	5	2,45	7,11	99,83
Réplica	-			2,57	7,09	99,55
5	50	375	6,25	1,91	6,71	99,87
Réplica	-			2,58	6,68	99,60

Imagen 9. Evidencia ensayo No. 3



Imagen 10. Evidencia réplica ensayo No. 3

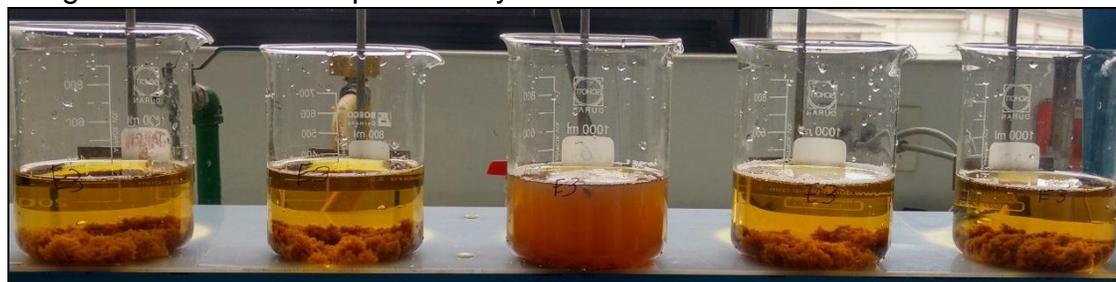


Tabla 21. Selección dosis óptima C2

Ensayo No. 4					
Fecha: 03-10-2016 pH inicial: 6,63 Turbidez Inicial: 1452 NTU					
Fecha: 23-10-2016 pH inicial réplica: 8,4 Turbidez Inicial réplica: 569 NTU					
Jarra	Dosis NaOH (mg/L)	Dosis C2 (mg/L)	Turbidez Final NUT	pH	% Remoción
1	50	125	57,8	6,9	96,02
Réplica	-		320	7	43,76
2	50	250	32,7	6,3	97,75
Réplica	-		22,9	6,1	95,98
3	50	375	13,6	5,99	99,06
Réplica	-		10,5	6	98,15
4	50	500	21,9	5,57	98,49
Réplica	-		16,8	5,45	97,05
5	50	625	35	5,3	97,59
Réplica	-		18,2	5,5	96,80

Imagen 11. Evidencia ensayo No. 4

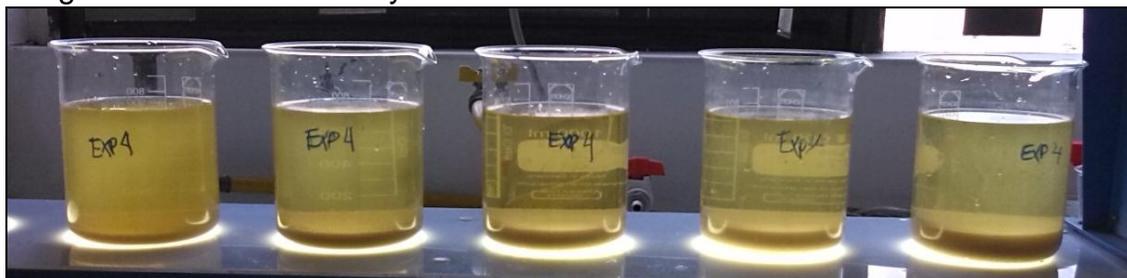


Imagen 12. Evidencia réplica ensayo No. 4



Tabla 22. Selección dosis óptima C2-F1

Ensayo No. 5						
Fecha: 03-10-2016 pH inicial: 6,63 Turbidez Inicial: 1452 NTU						
Fecha: 23-10-2016 pH inicial réplica: 8,4 Turbidez Inicial réplica: 569 NTU						
Jarra	Dosis NaOH (mg/L)	Dosis C2 (mg/L)	Dosis F1-Lipesa (mg/L)	Turbidez Final NUT	pH	% Remoción
1	50	375	1,25	4,17	6,11	99,71
Réplica	-			13,4	6,13	97,64
2	50	375	2,5	3,06	6,08	99,79
Réplica	-			15	6,1	97,36
3	50	375	3,75	2,9	6,11	99,80
Réplica	-			11,7	6,12	97,94
4	50	375	5	3,37	6,08	99,77
Réplica	-			16,6	6,01	97,08
5	50	375	6,25	3,27	5,99	99,77
Réplica	-			16,4	6	97,12

Imagen 13. Evidencia ensayo No.5



Imagen 14. Evidencia réplica ensayo No. 5

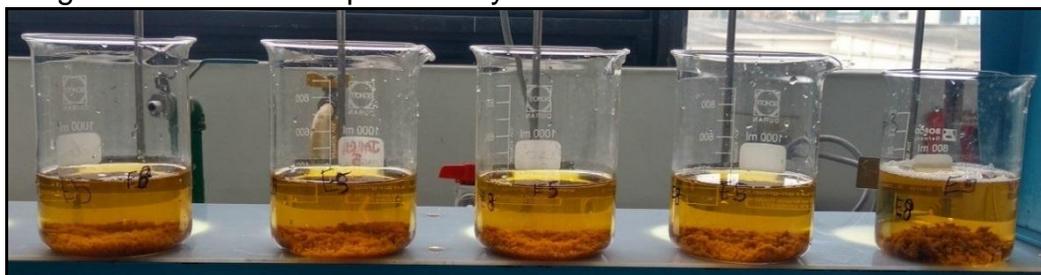


Tabla 23. Selección dosis óptima C2-F2

Ensayo No. 6						
Fecha: 03-10-2016 pH inicial: 6,63 Turbidez Inicial: 1452 NTU						
Fecha: 23-10-2016 pH inicial réplica: 8,4 Turbidez Inicial réplica: 569 NTU						
	Dosis NaOH (mg/L)	Dosis C2 (mg/L)	Dosis F2-Lipesa (mg/L)	Turbidez Final NUT	pH	% Remoción
1	-	-	-	-	-	-
Réplica	-	-	-	19,7	6,34	96,54
2	50	375	2,5	8,47	6,19	99,42
Réplica	-			11,1	6,2	98,05
3	50	375	3,75	8,4	6,1	99,42
Réplica	-			28,5	6,15	94,99
4	50	375	5	5,6	6	99,61
Réplica	-			8,21	6,1	98,56
5	50	375	6,25	6,56	5,91	99,55
Réplica	-			15,4	5,95	97,29

Imagen 15. Evidencia ensayo No. 6



Imagen 16. Evidencia réplica ensayo No. 6



Tabla 24. Selección dosis óptima C1

Ensayo No. 7					
Fecha: 03-10-2016 pH inicial: 6,63 Turbidez Inicial: 1452 NTU					
Fecha: 23-10-2016 pH inicial réplica: 8,4 Turbidez Inicial réplica: 569 NTU					
Jarra	Dosis NaOH (mg/L)	Dosis C1-Yanzat (mg/L)	Turbidez Final NUT	pH	% Remoción
1	75	125	849	7,12	54,08
Réplica	-		222	7,11	60,98
2	75	250	674	6,71	63,55
Réplica	-		185	6,9	67,49
3	75	375	467	6,5	74,74
Réplica	-		58,1	6,56	89,79
4	75	500	314	6,21	83,02
Réplica	-		8,83	6,19	98,45
5	75	625	235	5,86	87,29
Réplica	-		16,7	5,97	97,07

Imagen 17. Evidencia ensayo No. 7



Imagen 18. Evidencia réplica ensayo No. 7

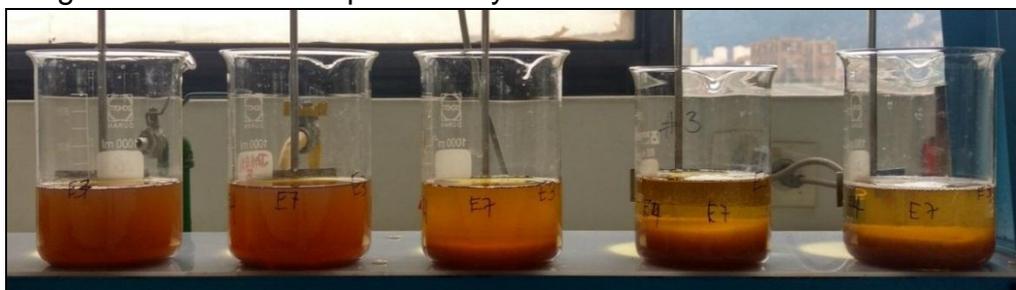


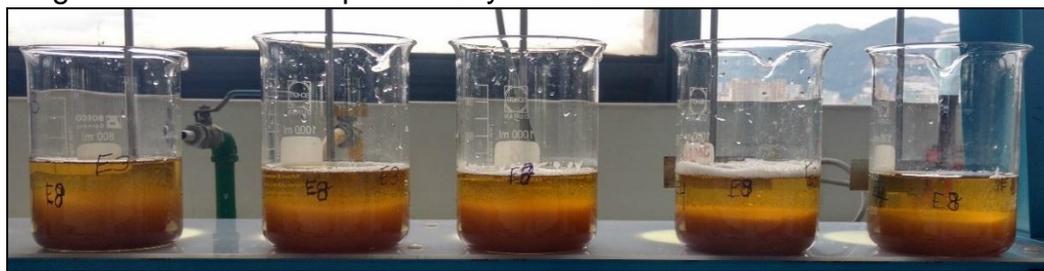
Tabla 25. Selección dosis óptima C1-F1

Ensayo No. 8						
Fecha: 03-10-2016 pH inicial: 6,63 Turbidez Inicial: 1452 NTU						
Fecha: 23-10-2016 pH inicial réplica: 8,4 Turbidez Inicial réplica: 569 NTU						
	Dosis NaOH (mg/L)	Dosis C1-Yanzat (mg/L)	Dosis F1-Yanzat (mg/L)	Turbidez Final NUT	pH	% Remoción
1	75	625	1,25	229	6,08	87,61
Réplica	-			12,4	6,1	97,82
2	75	625	2,5	250	6,02	86,48
Réplica	-			6,74	6,07	98,82
3	75	625	3,75	233	6,03	87,40
Réplica	-			10,7	6,08	98,12
4	75	625	5	202	6,06	89,08
Réplica	-			8,4	6,05	98,52
5	75	625	6,25	194	6,12	89,51
Réplica	-			10,2	6,2	98,21

Imagen 19. Evidencia ensayo No. 8



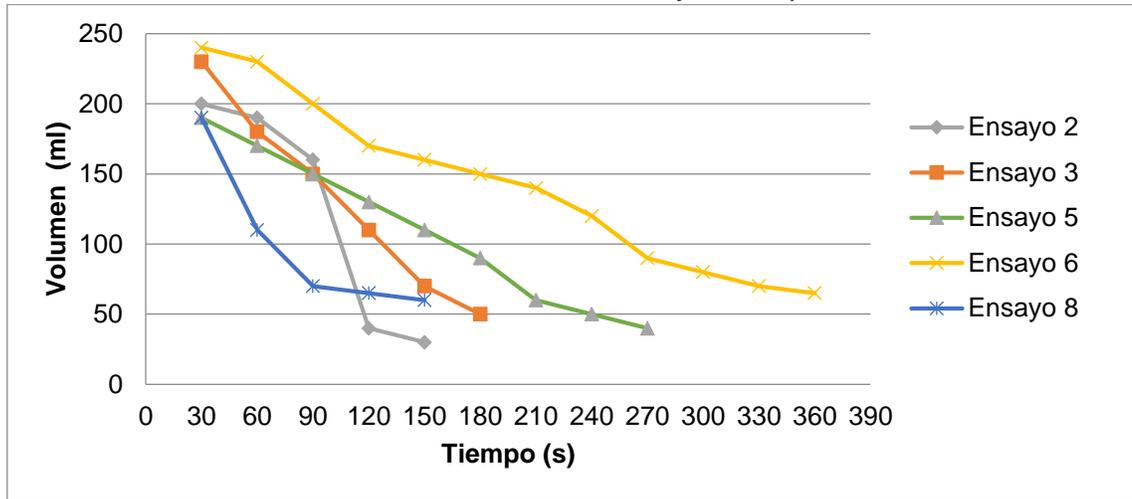
Imagen 20. Evidencia réplica ensayo No. 8



Es importante aclarar cómo se mencionó en el Numeral 5.1.1 que el pH inicial del agua determina si se requiere o no la adición del hidróxido de sodio; el pH inicial del agua cruda al momento de realizar las réplicas se encontraba en 8,4 unidades de pH; por tal razón los ensayos se llevaron a cabo sin la adición de dicho neutralizante.

Durante el desarrollo experimental de cada una de las alternativas propuestas se obtuvo el mejor experimento dentro de cada ensayo, el cual se basa en los mejores porcentajes de remoción de turbidez, la mejor alternativa de tratamiento se define mediante una curva de sedimentación que se presenta a continuación en la Gráfica 1.

Gráfica 1. Curva de sedimentación de lodos mejores experimentos



Mediante la Gráfica 1 se evidencian los diferentes tiempos de sedimentación del lodo de las mejores jarras de cada ensayo, esta prueba consiste en medir el volumen de lodo sedimentado cada 30 segundos, esto se lleva a cabo en una probeta de 250 mL. También se observa que el menor tiempo de precipitado lo presenta el ensayo 2 - jarra 5 con un tiempo de precipitación de 2,5 minutos y un volumen de lodo final de 30 mL, el cual se define entonces como el mejor experimento.

Con el fin de obtener un porcentaje de remoción en la etapa de coagulación – floculación se realiza la caracterización al agua a través de Dr. Calderón Labs. Los resultados se muestran a continuación en la Tabla 26.

Tabla 26. Resultado análisis

Parámetro	Reporte	Unidades
DQO (Agua cruda)	7410	mg/L O ₂
DQO	6419	
DBO ₅	914,20	mg/L O ₂
SST	64,60	mg/L
Grasas y Aceites	15,20	mg/L
Fenoles	0,12	mg/L

Fuente. Tomado del reporte entregado por Dr Calderón Labs

En los resultados de la Tabla 26 se evidencia que los parámetros que aún no alcanzan los límites máximos permisibles son el DBO5 y DQO lo que demuestra que se debe realizar la oxidación química para disminuir estos parámetros. El reporte completo de los análisis que se realizaron se muestran en el ANEXO E.

En la Tabla 27 se muestra un resumen de las dosificaciones de coagulante y floculante que se definieron como el mejor ensayo;

Tabla 27. Dosis adecuada de tratamiento E2-J5

Dosis NaOH (mg/L)	Dosis C1- Lipesa (mg/L)	Dosis F1-Lipesa (mg/L)	Turbidez Final NUT	pH	% Remoción
50	375	6,25	1,78	7,03	99,88

A continuación, en la Tabla 28 se muestran los resultados que se obtuvieron de la oxidación química en las concentraciones establecidas.

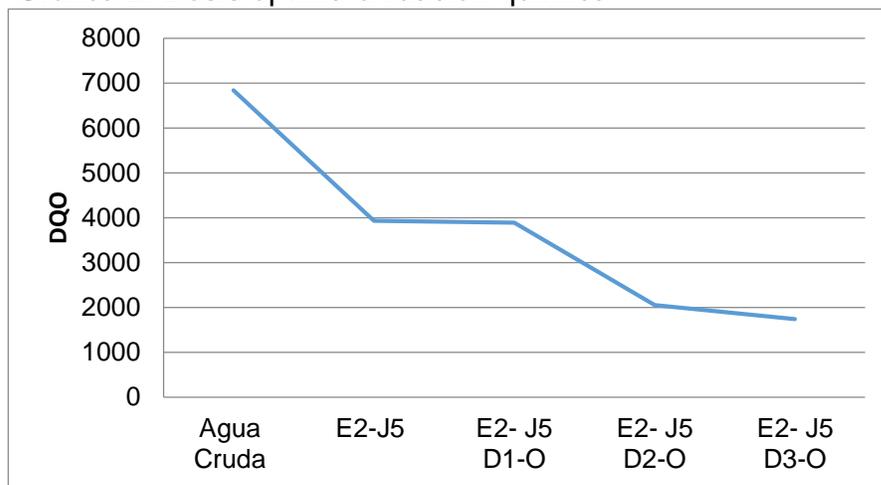
Tabla 28. Resultados análisis DQO

Muestra	Absorbancia	Concentración DQO mg o2/ l	% remoción DQO
Agua Cruda	1,685	6837	-
E2-J5	1,104	3932	42,49
E2- J5 D1-O	1,095	3887	43,15
E2- J5 D2-O	0,729	2057	69,92
E2- J5 D3-O	0,666	1742	74,53

En la Tabla 28 se observa que mediante la oxidación química y de acuerdo con las concentraciones ya establecidas se alcanza un porcentaje de remoción de DQO del 74,53% lo que corrobora la efectividad del proceso de oxidación.

En la Gráfica 2 se compara el valor del DQO del agua clarificada junto con el del agua cruda en diferentes dosis.

Gráfica 2. Dosis óptima oxidación química



La Gráfica 2 muestra que a mayor concentración de peróxido de hidrógeno hay una mayor remoción de materia orgánica, por lo tanto, se selecciona mediante el análisis anterior la dosificación del peróxido de 1400 mg/L y se procede a realizar el respectivo análisis de laboratorio para el parámetro de DQO.

Teniendo en cuenta que hay un alto contenido de materia orgánica después del proceso fisicoquímico, se realizan dos (2) filtros escala piloto, uno de antracita y otro de carbón activado con el fin de lograr una remoción más efectiva; por lo cual se realizó un análisis de DQO en el que se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla 29, en cada etapa del tratamiento planteado.

Tabla 29. Resultado etapas del tratamiento

Agua cruda	Tratamiento fisicoquímico	Oxidación química	Filtración
			
pH: 6,63 Turbidez: 1452 NTU DQO: 6410 mg/L O ₂	Dosis: 375 mg/L PAC Dosis: 6,25 Aniónico pH: 7,03 Turbidez: 2,73 NTU DQO: 6419 mg/L O ₂	Dosis: 1400 mg/L H ₂ O ₂ pH: 7,4 Turbidez: 2,73 NTU DQO: 1742 mg/L O ₂	pH: 7,4 Turbidez: 1,78 NTU DQO: 551,5 mg/L O ₂

En la Tabla 30 se muestran los resultados finales del tratamiento comparándolos con la Resolución vigente.

Tabla 30. Resultado parámetros críticos según Resolución 0631

Parámetro	Unidades	Reporte	Resolución 0631 de 2015
DQO (Agua cruda)	mg/L O ₂	6410	-
DQO	mg/L O ₂	551,5	400*
SST	mg/L	64,60	50*
Grasas y Aceites	mg/L	15,20	15*
Fenoles	mg/L	0,12	0,2

*Para vertimiento al alcantarillado multiplicado por un factor de 1,50

Con los resultados se obtiene que el tratamiento propuesto es efectivo y las remociones alcanzadas permiten que los parámetros críticos estén dentro de los límites máximos permisibles que establece la Resolución 0631 de 2015.

6. DIMENSIONAMIENTO DE LA ALTERNATIVA

La alternativa que se evaluó en el desarrollo experimental se presenta a continuación a través del Diagrama 12, el cual permite identificar el dimensionamiento correspondiente a las condiciones de operación definidas en el Numeral 4.5.2 que permite establecer las características técnicas de los equipos considerando los existentes y nuevos requeridos.

Como se evidencia en el Diagrama 12 la alternativa de tratamiento consta de pre tratamiento, tratamiento primario y tratamiento terciario.

6.1 PRE TRATAMIENTO

6.1.1 Trampas de grasa. En el pre tratamiento se realiza la sedimentación por gravedad de los sólidos sedimentables y la flotación de los aceites y las grasas con densidades menores a las del agua, esto a través de las trampas de grasa; en las cuales se establece como medida de mejora regular los tiempos de descarga y el nivel de llenado.

Los tiempos de descarga deben ser controlados debido a la capacidad que tiene el tanque de homogenización y de las mismas trampas ya que como se evidencio en el diagnóstico el agua supera la salida de emergencia y no está no recibiendo el tratamiento adecuado; este control se realiza por medio de los flotadores de nivel donde se propone colocarlos 5 cm por debajo de la salida de emergencia, para que de esta forma se pueda controlar el volumen de agua que llega a la PTAR. Esta mejora debe establecerse en cada una de las trampas de grasa de las áreas de producción y el casino, al igual que la activación de estas debe ser de forma automática con mantenimientos más rigurosos.

6.1.2 Tanque de homogenización. Como se identificó en el diagnóstico, la PTAR de Laboratorios Coaspharma cuenta con un tanque de homogenización de 5 m³ en el cual se presentan variaciones de pH y turbidez debido a que el tiempo de retención hidráulico no se controla actualmente y esto no permite unificar de manera adecuada las características del agua que llega a dicho tanque; por tal razón se sugiere la inyección de aire para que la homogenización se realice de forma correcta, los contaminantes se unifiquen y finalmente se reduzcan las fluctuaciones de los parámetros ya nombrados, se recomienda un tiempo de retención de 7 horas y un control de pH que permitirá que las etapas siguientes del tratamiento se desarrollen de manera efectiva.

El tiempo de retención (t) se obtuvo de la siguiente manera;

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

Donde;

$$17,68 \frac{m^3}{día} = \frac{5m^3}{t}$$
$$\frac{5m^3}{17,68 m^3/día} = 0,283 \text{ día}$$

Por lo tanto;

$$t = 0,283 \text{ día} * \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} = 7 \text{ h}$$

Debido a la variación de pH que se produce en el tanque de homogenización, se hace necesaria la regulación de este parámetro por medio de la dosificación de hidróxido de sodio al 2 %, la inyección de este neutralizante se realizará cuando el medidor de pH indique que este está por debajo de 8 unidades de pH.

De acuerdo al volumen que se requiere de neutralizante por día (44 L/día) se propone una caneca plástica industrial de 60 L para el almacenamiento y preparación de dicho reactivo químico.

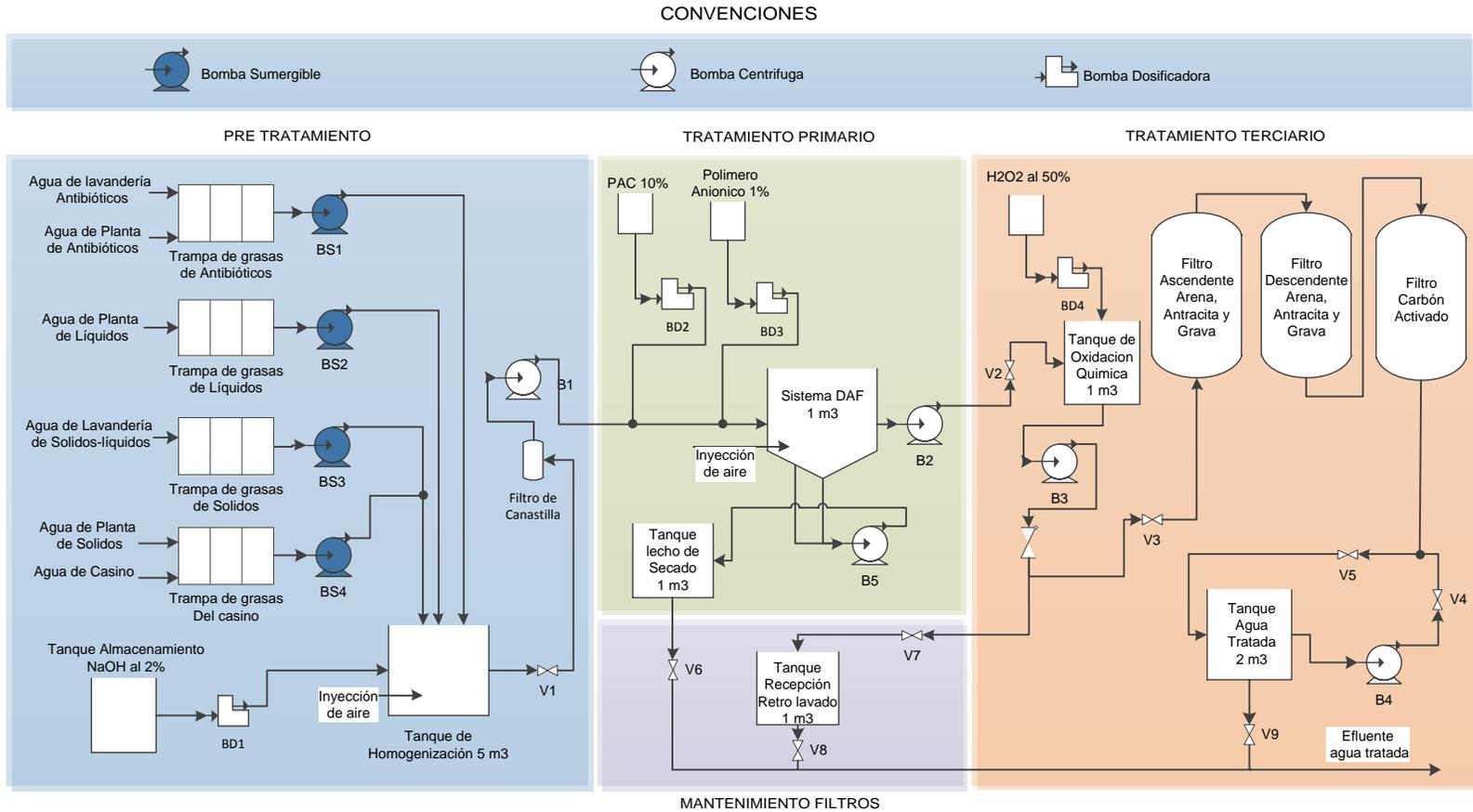
6.2 TRATAMIENTO PRIMARIO

En el tratamiento primario se llevará a cabo un proceso fisicoquímico que consta de la adición de coagulante y floculante a la unidad DAF para lo cual se realiza el dimensionamiento de dichos tanques junto con sus bombas dosificadoras de acuerdo al volumen y capacidad que se requieren, basándose en las condiciones de operación encontradas mediante la prueba de jarras.

6.2.1 Sistema de flotación por aire disuelto. En el sistema DAF se sugiere mejorar la inyección de aire a través de una estructura que permita la formación de las micro burbujas de manera uniforme para que la etapa de coagulación y floculación se desarrolle de forma óptima. Asimismo, se establece un tiempo de retención hidráulico en este equipo de 30 minutos.

- Coagulación: Con base en las dosificaciones encontradas se requieren 66 L/día de coagulante, por lo tanto, se propone una caneca plástica industrial de 120 L para el almacenamiento y preparación.
- Floculación: Con base en las dosificaciones encontradas se requieren 110 L/día de floculante, por lo tanto, se propone una caneca plástica industrial de 120 L. Es importante mencionar como se identificó en el diagnóstico que la PTAR actualmente cuenta con un tanque con capacidad de 250 L que no se está utilizando, para lo cual se sugiere disponer de ese tanque para llevar a cabo el almacenamiento y preparación del floculante.

Diagrama 12. Flujo de proceso de la alternativa propuesta



De igual forma como se hizo con los tanques también se buscó una referencia comercial para el agitador que se requiere en la preparación del floculante, el cual maneja velocidades desde 73 – 140 rpm y una potencia desde 0,25 – 3 kW.

- Bombas dosificadoras: Las características técnicas de las bombas se definen por la cantidad de agua que se requiere tratar dentro del sistema DAF el cual tiene una capacidad de 1 m³ y un tiempo de retención hidráulico de 30 minutos, por lo tanto;

Bomba coagulación (BD2)

$$1m^3 \text{ agua} \rightarrow 0,00375m^3 \text{ coagulante}$$

$$Q = \frac{3,75L}{0,5h} = 7,5 \frac{L}{h}$$

Bomba floculación (BD3)

$$1m^3 \text{ agua} \rightarrow 0,00625m^3 \text{ floculante}$$

$$Q = \frac{6,25L}{0,5h} = 12,5 \frac{L}{h}$$

De acuerdo con la información anterior se buscó una bomba de referencia comercial que maneje los caudales de trabajo que son requeridos anteriormente; la bomba que se encontró maneja un caudal entre 0,7 - 481 (L/h), una presión de 5 - 12 (bar) y con capacidad de 1/4 HP (0.25 kW).

6.2.2 Recepción de lodos. Como se muestra en el Diagrama 12 la salida del DAF se establece un tanque de 1 m³ para la recepción de los lodos que se generan de la etapa de coagulación – floculación, en dicho tanque se deben retirar dichos lodos de forma semanal.

6.3 TRATAMIENTO TERCIARIO

En el tratamiento terciario se llevará a cabo la oxidación química y se realizará una filtración fisicoquímica por medio de dos filtros multimedia y uno de carbón activado.

6.3.1 Oxidación química. Como se muestra en el Diagrama 12 para la oxidación química se requieren 50 L/día de peróxido de hidrógeno por lo que se propone utilizar una caneca plástica industrial de 60 L para su almacenamiento, una bomba dosificadora y un tanque de 1 m³ durante 15 minutos con aireación para que se desarrolle dicha etapa.

Bomba oxidación química (BD4)

$$1m^3 \text{ agua} \rightarrow 0,0028m^3 \text{ oxidante}$$

$$Q = \frac{2,8L}{0,25h} = 11,2 \frac{L}{h}$$

La bomba que se seleccionó anteriormente para la coagulación y floculación servirá también para la inyección del peróxido de hidrógeno debido al rango de caudales que maneja. La dosificación del peróxido se realiza a una concentración del 50% lo que implica ciertos cuidados en la manipulación por parte del personal a cargo, con el fin de evitar quemaduras o cualquier tipo de accidentes por el uso inadecuado.

6.3.2 Filtros multimedia. Asimismo, en el diagnóstico se identificaron filtros multimedios de flujo ascendente y descendente, sistema que produce grandes ventajas en la sedimentación y filtración. En búsqueda de una mayor remoción se propone regular el caudal de salida a través de las válvulas para el filtro de flujo descendente, al igual que para el filtro de carbón activado con el fin de que se presente un mayor tiempo de retención y la remoción de los contaminantes sea más eficaz.

También es importante que los medios filtrantes sean los adecuados para que la remoción de dichos contaminantes sea más efectiva y se aumente el tiempo de vida útil de los mismos, esto para el caso de la arena, grava, gravilla y carbón activado.

Finalmente, debido a que los retrolavados de los filtros se deben realizar con agua potable se sugiere utilizar el tanque de almacenamiento de agua tratada para dicho fin; para esto se debe habilitar la salida del desagüe del tanque de agua tratada, con el objetivo de desocupar completamente dicho tanque y poder recolectar en él el agua potable necesaria para llevar a cabo los retrolavados de los filtros; el agua que sale de los retrolavados será depositada en un tanque de 1 m³ para su posterior vertimiento. Para que los retrolavados se realicen en el momento adecuado es conveniente instalar un manómetro en el primer y último filtro, que permitirán llevar un control en la caída de presión que indicará cuando se han saturado los lechos filtrantes y es necesario llevar a cabo los retrolavados.

La preparación de los reactivos químicos se presenta en el ANEXO F.

6.4 MANTENIMIENTO

El mantenimiento de un sistema de tratamiento de agua residual es clave para la correcta remoción de contaminantes, por lo tanto, es importante que se ejecute de manera adecuada y periódicamente para cumplir con el resultado esperado según el dimensionamiento de la propuesta. En la Tabla 31 se listan los mantenimientos propuestos.

Tabla 31. Mantenimientos propuestos

Mantenimiento	Frecuencia	Duración (horas)
Desnatado en trampas de grasa de casino, líquidos, sólidos y antibióticos.	Diariamente	2
Retro lavado de filtros multimedia y filtro de carbón activado.	Cada tres días	1
Limpieza de rejilla de tanque homogenización.	Cada tres días	1
Limpieza de filtro de canastilla	Semanal	0,5
Retirar lodos de lechos de secado	Semanal	2
Limpieza de trampas de grasa de casino, líquidos, sólidos y antibióticos.	Mensual	8
Limpieza de DAF	Cada dos meses	2
Cambio de lechos de multimedia y carbón activado.	Semestral	6

Después de implementar el programa de mantenimiento Laboratorios Coaspharma debe ajustar la frecuencia y duración de cada proceso de mantenimiento con los resultados obtenidos retrospectivamente. Además, se plantea una revisión preventiva del sistema eléctrico, funcionamiento y mantenimiento de las bombas, funcionamiento de las válvulas y revisión de fugas en las tuberías semestralmente. Cuando se realicen las actividades de mantenimiento se debe diligenciar el formato "Registro de mantenimiento de la planta de tratamiento de agua residual" que se muestra en el ANEXO H.

Los procedimientos de mantenimiento se muestran en el ANEXO G.

7. ESTIMACIÓN DE COSTOS

7.1 COSTOS DE TRATAMIENTO ACTUAL

La estimación de costos del tratamiento actual se divide en los costos de energía eléctrica, costos por los insumos utilizados, costos por la disposición de los lodos recolectados y costos por mano de obra.

Costos de energía eléctrica: el cobro por kWh es de \$ 312 por lo tanto se relaciona la potencia de cada una de las bombas de componen la PTAR y el tiempo por día que están encendidas como se muestra en la Tabla 32.

Tabla 32. Costos de operación actuales – Energía eléctrica

Energía eléctrica						
Equipo	Potencia kW	Tiempo on h por día	Tiempo on por mes	Consumo mensual	Costo mensual	Costo anual
Bomba Sumergible Casino BS4	0,7457	1	30	22,371	6.980	83.757
Bomba Sumergible Líquidos BS2	0,7457	3	90	67,113	20.939	251.271
Bomba Sumergible Sólidos BS3	0,7457	4	120	89,484	27.919	335.028
Bomba Sumergible Antibióticos BS1	0,7457	3	90	67,113	20.939	251.271
Bomba Alimentación DAF B1	0,37285	10	300	111,855	34.899	418.785
Bomba Filtros Multimedia B2	0,55927	17	510	285,2277	88.991	1.067.893
Bomba de Retrolavado B3	1,4914	2	60	89,484	27.919	335.028
Bomba Lechos de Secado B4	0,7457	2	60	44,742	13.960	167.514
Bomba de Lodos B5	0,7457	6	180	134,226	41.879	502.542
Bomba de aspas DAF	0,37285	17	510	190,1535	59.328	711.935
SUB-TOTAL					343.752	4.125.024

Costos de insumos: en la Tabla 33 se muestra el costo anual y mensual de los insumos de acuerdo al consumo de hipoclorito de calcio, peróxido de hidrógeno, biodrenaje, biogranulado, arena, antracita, grava-gravilla y carbón activado según la información suministrada por Laboratorios Coaspharma.

Tabla 33. Costos de operación actuales - Insumos

Insumos						
Insumo	Presentación	Precio (\$)	Consumo/mes	Consumo anual	Costo mensual	Costo anual
Hipoclorito de Calcio	Kg	9.500	54	648	513.000	6.156.000
Peróxido de Hidrógeno	Kg	4.500	57	684	256.500	3.078.000
biodrenaje	garrafa	314.447	media garrafa	6 garrafas	314.447	1.886.683

Tabla 33. (Continuación)

Insumo	Presentación	Precio (\$)	Consumo/mes	Consumo anual	Costo mensual	Costo anual
biogranulado	Pote	66.259	1/3 de pote	4 potes	66.259	265.036
Arena	Bulto de 25 Kg	5.000	2	4	10.000	20.000
antracita	Bulto de 25 Kg	5.000	2	4	10.000	20.000
grava-gravilla	Bulto de 25 Kg	5.000	2	4	10.000	20.000
carbón activado	Bulto de 25 Kg	15.000	1	2	15.000	30.000
SUB-TOTAL					1.195.206	11.475.719

Costo de disposición de lodos: son los costos por la disposición de los lodos como residuo peligroso, se estima 395,6 Kg/ mes de acuerdo a la información suministrada por el personal de Laboratorios Coaspharma de acuerdo a la Tabla 34.

Tabla 34. Costos de operación actuales - Disposición de lodos

Disposición de lodos				
Lodos	Kg recolectados / mes	Costo / Kg	Costo/mes	Costo anual
Lodos Recolectados	395,6	920	363.952	4.367.424
SUB-TOTAL			363.952	4.367.424

Costo por mano de obra: incluye el costo de las horas dedicadas a la coordinación de las actividades relacionadas con la PTAR por parte del coordinador de gestión ambiental y del auxiliar de ingeniera encargado del manejo y mantenimiento de la misma como se evidencia en la Tabla 35.

Tabla 35. Costos de operación actuales - Mano de obra

Mano de obra					
	Valor salario total	Valor/hora	Horas mensuales PTAR	Valor mensual PTAR	Valor anual PTAR
Salario Coordinador Gestión Ambiental	2.300.000	9.957	80	796.537	9.558.442
Parafiscales y prestaciones sociales 42%	966.000	4.182	80	334.545	4.014.545
Auxiliar Ingeniera	689.454	2.985	120	358.158	4.297.895
Parafiscales y prestaciones sociales 42%	289.571	1.254	120	150.426	1.805.116
SUB-TOTAL				1.639.667	19.675.998

De acuerdo con lo anterior, los costos del tratamiento actual son de \$ 3.542.577 mensual y \$ 39.664.165 anuales, la cantidad de agua tratada por mes es de 529,80 m³, por lo tanto, el costo de tratamiento por m³ de agua residual es de \$6.687 con un caudal promedio de 1,10 m³/h, operando 510/mes.

7.2 COSTOS DE LA PROPUESTA

Los costos de la propuesta están basados en cotizaciones y las estimaciones de consumo de los insumos según el caudal diario a tratar en la PTAR como se menciona en el balance hídrico, como también en el dimensionamiento de la propuesta. A continuación, se presentan los costos de inversión, energía eléctrica, costos por los insumos utilizados, costos por la disposición de los lodos recolectados y costos por mano de obra.

Costos de inversión: la relación de costos de inversión se evidencia en la Tabla 36 de acuerdo al dimensionamiento se requieren bombas para la dosificación de los insumos propuestos como también el almacenamiento de los mismos.

Tabla 36. Costos de operación de la propuesta - Nuevos equipos

Inversión nuevos equipos	
Equipos	Precio (\$)
Bomba dosificadora NaOH	1.500.000
Bomba dosificadora coagulante	1.500.000
Bomba dosificadora floculante	1.500.000
Bomba dosificadora H ₂ O ₂	1.500.000
Agitador para preparar Floculante	1.000.000
Caneca plástica industrial 70 L coagulación	50.000
Caneca plástica industrial 50 L neutralizante	30.000
Caneca plástica industrial 70 L oxidante	50.000
Nasa de limpieza	25.000
TOTAL	7.155.000

Costos de energía eléctrica: En la Tabla 37 se relaciona la potencia de las bombas existentes y las nuevas propuestas teniendo en cuenta el tiempo que están encendidas por día.

Tabla 37. Costos de operación de la propuesta - Energía eléctrica

Energía eléctrica						
Equipo	Potencia kW	Tiempo on h por día	Tiempo on por mes	Consumo mensual	Costo mensual	Costo anual
Bomba Sumergible Casino BS4	0,7457	1	30	22,371	6.979,75	83.757,02
Bomba Sumergible Líquidos BS2	0,7457	3	90	67,113	20.939,26	251.271,07
Bomba Sumergible Sólidos BS3	0,7457	4	120	89,484	27.919,01	335.028,10
Bomba Sumergible Antibióticos BS1	0,7457	3	90	67,113	20.939,26	251.271,07
Bomba Alimentación DAF B1	0,37285	10	300	111,855	34.898,76	418.785,12
Bomba oxidación B2	0,55927	17	510	285,2277	88.991,04	1.067.892,51
Bomba de filtración B3	1,4914	2	60	89,484	27.919,01	335.028,10
Bomba de retrolavado B4	0,7457	2	60	44,742	13.959,50	167.514,05

Tabla 37. (Continuación)

Equipo	Potencia kW	Tiempo on h por día	Tiempo on por mes	Consumo mensual	Costo mensual	Costo anual
Bomba de Lodos B5	0,7457	6	180	134,226	41.878,51	502.542,14
Bomba de aspas DAF	0,37285	17	510	190,1535	59.327,89	711.934,70
bomba dosificadora NaOH DB1	0,25	3	90	22,5	7.020,00	84.240,00
bomba dosificadora coagulante BD2	0,25	3	90	22,5	7.020,00	84.240,00
bomba dosificadora floculante BD3	0,25	3	90	22,5	7.020,00	84.240,00
Agitador para preparar Floculante	0,25	0,5	15	3,75	1.170,00	14.040,00
SUB-TOTAL					373.001,99	4.476.023,88

Costos de insumos: incluye el consumo estimado de hidróxido de sodio, PAC, polímero aniónico, peróxido de hidrógeno, biogranulado, biodrenaje, lechos filtrantes: arena, antracita, grava-gravilla, carbón activado especiales para procesos de filtración. Es importante destacar que el costo de peróxido es el más representativo en esta sección teniendo un costo de \$ 81.000.000 anual de acuerdo a la Tabla 38.

Tabla 38. Costos de operación de la propuesta - Insumos

Insumos						
Insumo	Presentación	Precio (\$)	Consumo /mes	Consumo anual	Costo mensual	Costo anual
NaOH	Kg	3900	264	3168	1.029.600	12.355.200,00
PAC	25 Kg	10000	198	2376	80.000	950.000,00
Polímero Aniónico	25 Kg	56000	3,3	39,6	56.000	112.000,00
Peróxido de hidrógeno	Kg	4500	1500	18000	6.750.000	81.000.000,00
biogranulado	Garrafa	314.447	media garrafa	6 garrafas	314.447	1.886.683
biodrenaje	Pote	66.259	1/3 de pote	4 potes	66.259	265.036
Arena	Bulto 50 Kg	19000	1	2	19.000	38000
antracita	Bulto 50 Kg	38000	1	2	38.000	76000
grava-gravilla	Bulto 50 Kg	19000	1	2	19.000	38000
carbón activado	Bulto 25 Kg	140000	2	4	280.000	560000
SUB-TOTAL					8.652.306	97.280.919,20

Costo de disposición de lodos: en la Tabla 39 se muestran los costos por la disposición de los lodos como residuo peligroso estimando una recolección de 900 kg/mes de acuerdo al dimensionamiento de la propuesta.

Tabla 39. Costos de operación de la propuesta - Disposición de lodos

Disposición de lodos				
Lodos recolectados	Kg recolectado/ mes	Costo disposición/ Kg	Costo/mes	Costo anual
Lodos recolectados	900	920	828000	9936000
SUB-TOTAL			828.000,00	9.936.000,00

Costo por mano de obra: En la Tabla 40 se incluyen los costos por horas dedicadas a la coordinación de las actividades relacionadas con la PTAR por parte del coordinador de gestión ambiental y del auxiliar de ingeniera encargado del manejo y mantenimiento de la misma.

Tabla 40. Costos de operación de la propuesta - Mano de obra

Mano de obra					
	Valor salario total	Valor por hora	Horas mensuales PTAR	Valor mensual PTAR	Valor anual PTAR
Salario Coordinador Gestión Ambiental	2300000	9.957	40	398.268	4.779.221
Parafiscales y prestaciones sociales 42%	966.000	4.182	40	167.273	2.007.273
Salario Auxiliar Ingeniera	689.454	2.985	90	268.618	3.223.421
Parafiscales y prestaciones sociales 42%	289.571	1.254	90	112.820	1.353.837
SUB-TOTAL				946.979	11.363.752
TOTAL				10.800.288	123.056.695

Los costos de la propuesta de tratamiento son de \$10.800.288 mensuales y \$123'056.695 de operación, con los costos de inversión de \$ 7.155.000, la cantidad de agua tratada por mes es de \$ 529,80 m³, por lo tanto, el costo de tratamiento por m³ de agua residual es de \$ 20.386 con un caudal promedio de 1,10 m³/h, operando 510/mes.

Tabla 41. Comparación de costos

Costo	Costo anual tratamiento actual (\$)	Costo anual propuesta (\$)
Costo de inversión	0	7.155.000
Costo de energía eléctrica	4.125.024	4.476.024
Costo insumos	11.475.719	97.280.919
Costo disposición de lodos	4.367.424	9.936.000
Costos por mano de obra	19.675.998	11.363.752
TOTAL	39.644.165	130.211.695

Finalmente se realiza una comparación de costos actuales Vs costos de la propuesta que se presentan en la Tabla 41; es importante destacar que a pesar que el costo de la propuesta es más elevado que el costo del tratamiento actual esta cumple con los límites máximos permisibles regulados en la Resolución 0631 de 2015.

8. CONCLUSIONES

- Se realizó el diagnóstico del sistema de tratamiento de agua residual, actualmente se cuenta con trampas de grasas, un tanque de homogenización de 5 m³, un equipo DAF que cuenta con inyección de aire comprimido, dos (2) filtros multimedia de (arena, antracita, grava - gravilla) y un filtro de carbón activado; se llevó a cabo la caracterización de los afluentes implicados en el tratamiento de agua residual, obteniendo que los parámetros por fuera de los límites máximos permisibles en la Resolución 0631 para el vertimientos no domésticos son la demanda química de oxígeno - DQO (5020 mg/L O₂), demanda bioquímica de oxígeno - DBO₅ (1730 mg/L O₂), sólidos suspendidos totales - SST (251) mg/L, fenoles (1,1) mg/L, grasas y aceites (30) mg/L.
- De acuerdo con el seguimiento realizado en las áreas de producción se concluye que se podría minimizar la carga contaminante de los vertimientos si se mejoran las prácticas de limpieza.
- Se evaluaron las alternativas de mejoramiento en el sistema teniendo en cuenta la revisión bibliográfica y la capacidad de la PTAR actual, mediante el diseño de experimentos se probaron procesos de neutralización de pH con hidróxido de sodio, procesos de coagulación - floculación con hidroxiclورو de aluminio (PAC), sulfato de aluminio, polímeros aniónico y catiónico y posteriormente oxidación química con peróxido de hidrógeno. La alternativa seleccionada fue hidroxiclورو de aluminio con polímero aniónico para el proceso de coagulación-floculación con dosificaciones de 375 mg/L - 6,25 mg/L respectivamente, ajustando el pH inicial entre 8.0 a 8,4 con hidróxido de sodio; la oxidación requirió dosis de peróxido de hidrógeno de 1400 mg/L; finalmente el agua tratada se filtró con una simulación a escala de los filtros actuales de la empresa, obteniendo resultados dentro de los límites máximos permisibles en los parámetros DQO (551,5 mg/L O₂), SST (64,60 mg/L), fenoles, (0,12 mg/L) grasas y aceites (15,20 mg/L) obteniendo valores de 551,5, 64,60, 0,12 y 15,20 (mg/L).
- Se definió el dimensionamiento de los nuevos equipos y el ajuste de los existentes según la necesidad del sistema con respecto a la dosificación de los insumos necesarios para el tratamiento de agua residual; se proponen tres tanques y un agitador para el almacenamiento, preparación y dosificación de los insumos con su respectivo sistema de bombeo, procedimientos de mantenimiento junto con la frecuencia necesaria para obtener los resultados esperados.
- Se estimó que el costo anual de operación actual es de \$ 39'645.165, el costo de inversión de la propuesta es de \$ 7.155.000 y el costo de operación de la propuesta es de 123'056.695 incluyendo costos de los insumos requeridos, disposición de lodos y mano de obra (operación diaria y mantenimiento); a pesar

que el costo de la propuesta es más elevado que el costo de tratamiento actual esta cumple con los límites máximos permisibles regulados en la Resolución 0631 de 2015

9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda analizar la posibilidad de implementar un sistema de deshidratación de lodos para reducir el volumen que se genera, con el fin de disminuir el costo de disposición teniendo en cuenta que el valor del servicio es de 920 COP/kg.
- Se recomienda realizar la experimentación del tratamiento fisicoquímico de coagulación – floculación a nivel de planta según las dosificaciones de acuerdo a la propuesta junto con los mantenimientos, con el fin de evaluar si disminuye la carga contaminante para determinar si la dosificación de peróxido de hidrogeno se puede disminuir debido a su alto costo.
- Evaluar la alternativa propuesta con otro oxidante químico.

BIBLIOGRAFÍA

ARIAS, J.C. 2006. Control de las Poblaciones Microbianas Esterilización y Desinfección. Aplicaciones a la Microbiología Industrial. Agosto. 1-17 págs.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 0631. (17, marzo, 2015). Por la 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. Min Ambiente., 2015. P. 1-62.

GERAR, K. Ingeniería Ambiental. Madrid. Editorial McGraw Hill. 1999.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Para la presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Bogotá: ICONTEC, 2008. (NTC 1486)

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Sobre referencias bibliográficas, contenido, forma y estructura. Bogotá: ICONTEC, 2008. (NTC 5613)

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Sobre referencias documentales para fuentes de información electrónica. Bogotá: ICONTEC, 1998. (NTC 4490)

JAWETZ, E. 2001. Microbiología médica. Doceava Edición. Editorial El Manual Moderno S.A. México. 165 págs.

METCALF & EDDY. Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. México D.F. McGraw-Hill, 1995

RAMOS A, Caridad. Los residuos en la industria farmacéutica. Cuba. Revista CENIC Ciencias Biológicas. Vol. 37, núm. 1, 2006

PERRY, Robert H. Manual del ingeniero químico. España. McGraw-Hill. Cap 25.

PEREZ, Diana; VERA Adriana. Revisión y actualización del programa de limpieza y desinfección de Anglopharma S.A. Bogotá D.C, 2008. Trabajo de grado (Microbióloga Industrial). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ciencias. Microbiología Industrial. Disponible en línea <<http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis205.pdf>>

RIGOLA LAPEÑA, Miguel. tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales. Barcelona (España). Marcombo, S.A., 1990

ROMERO ROJAS Jairo Alberto, Tratamiento de aguas residuales – teoría y principios de diseño, Escuela colombiana de ingeniería, 2008

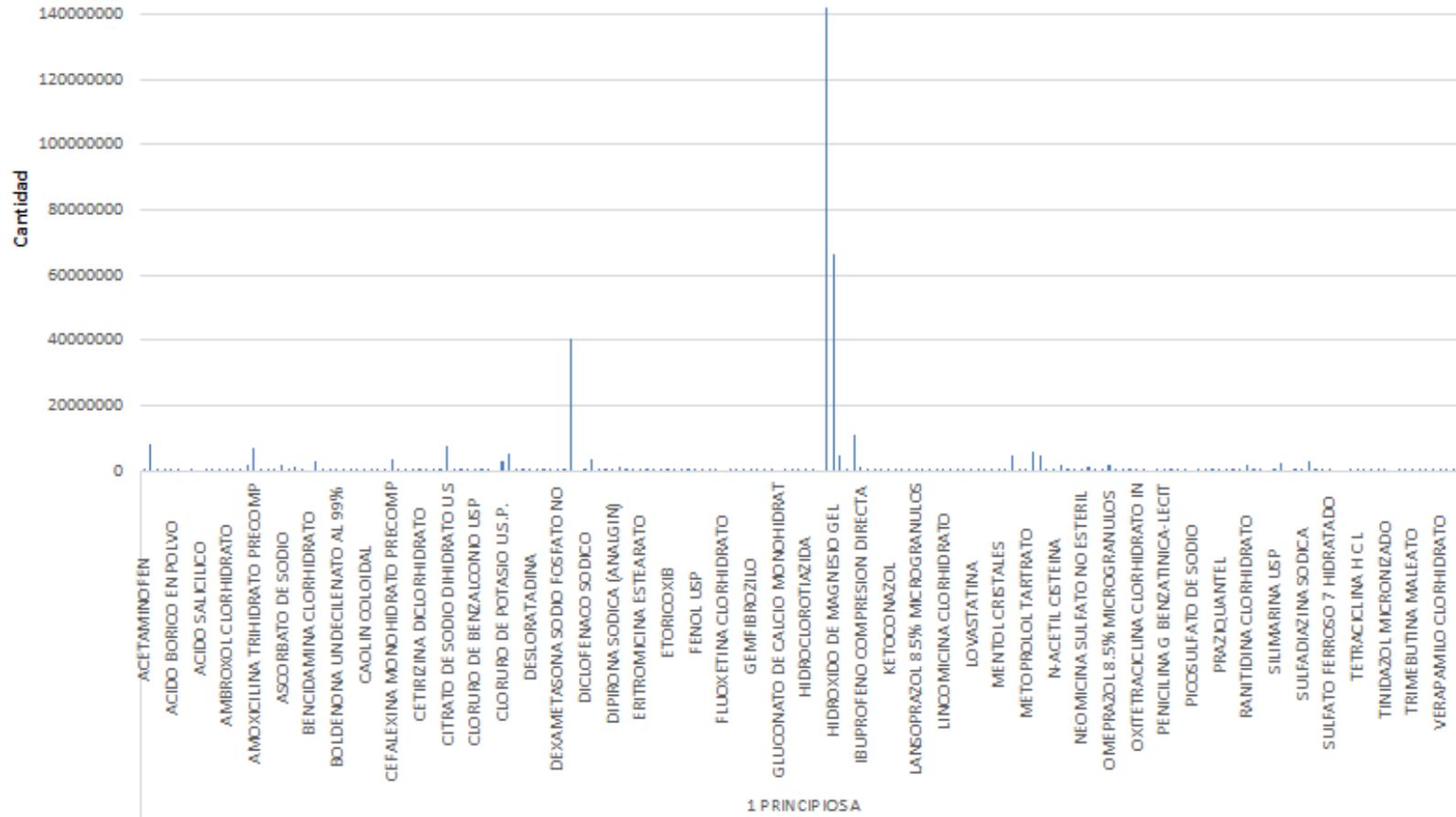
R.S. Ramalho. Tratamiento de aguas residuales. Barcelona. Reverte, S.A. 1996.

TORTORA G.J.; FUNKE, B.R. 2001. Microbiology An Introduction. Seventh Edition. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. 564 págs.

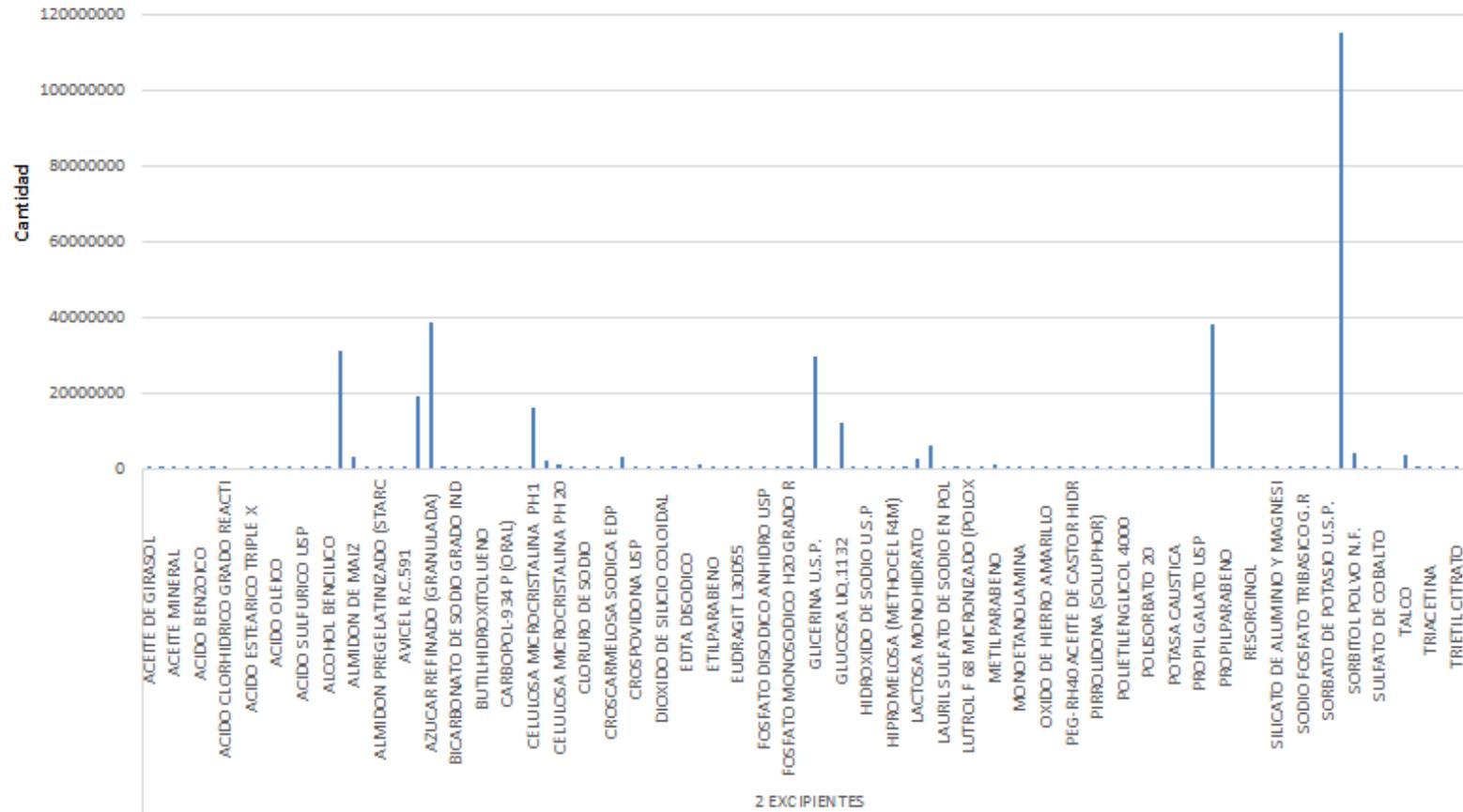
ANEXOS

ANEXO A
MATERIAS PRIMAS INVOLUCRADAS EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN

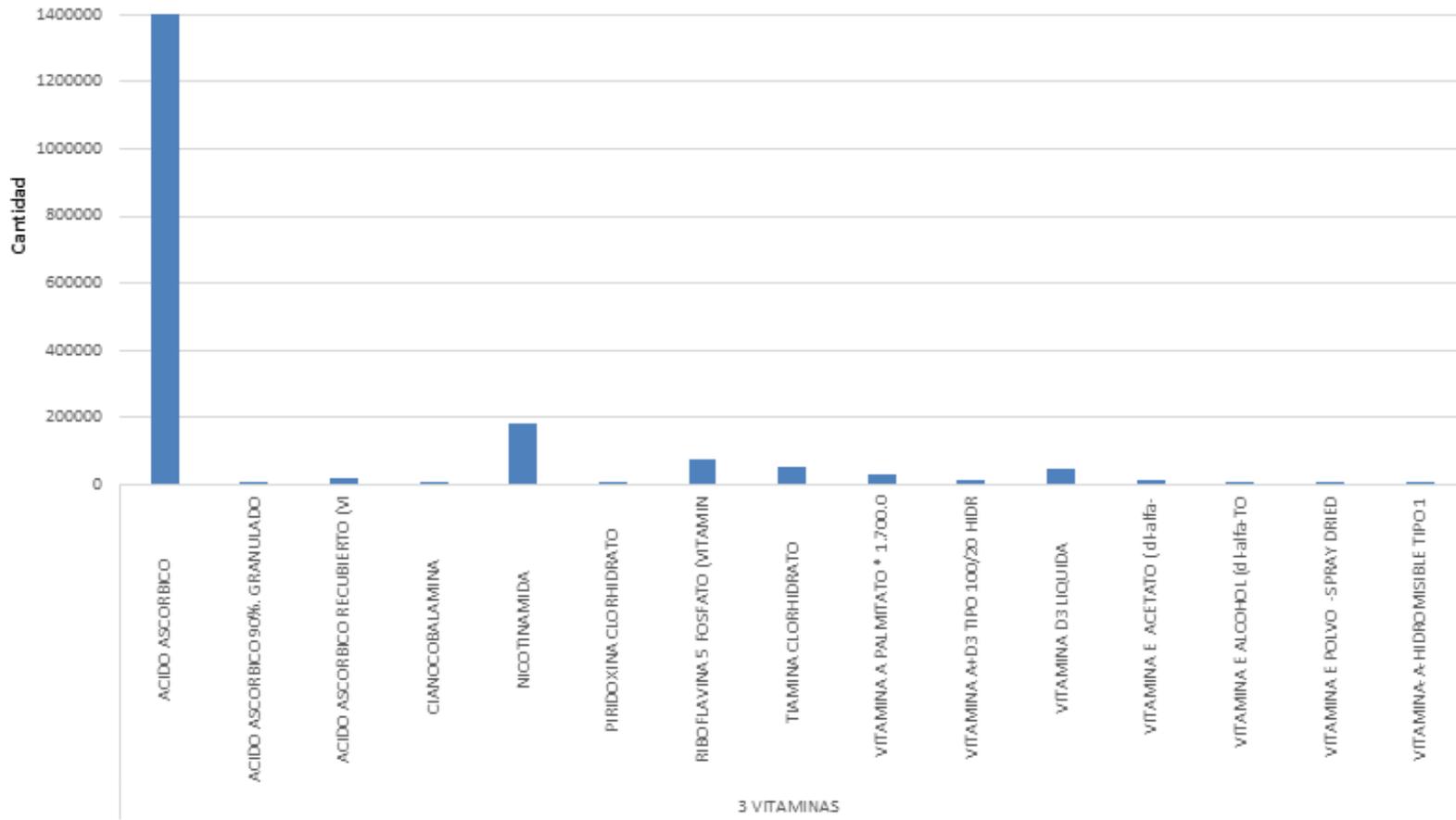
Gráfica 3. Principios activos



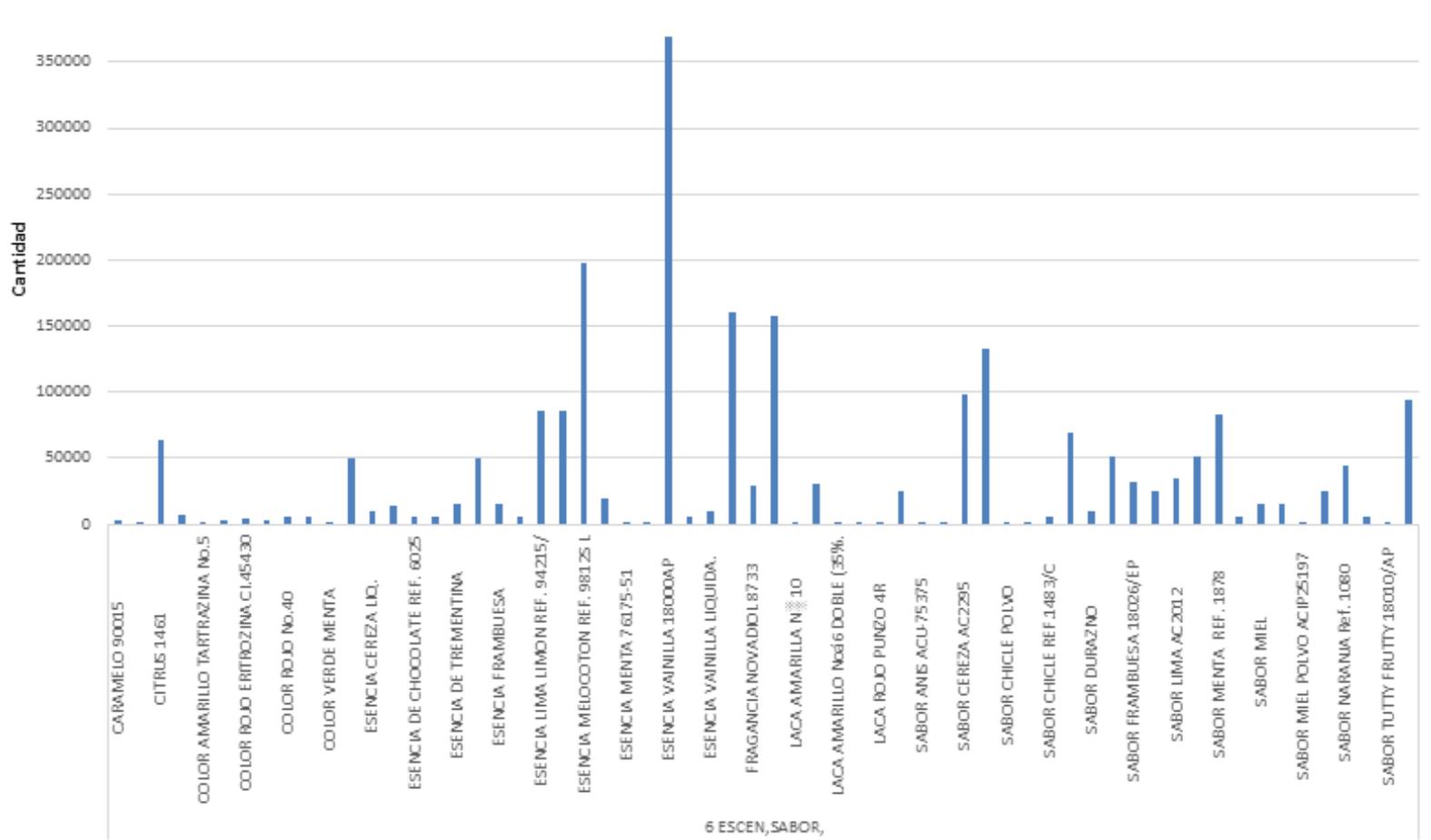
Gráfica 4. Excipientes



Gráfica 5. Vitaminas



Gráfica 6. Esencias y sabores



ANEXO B

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPOS PTAR

- TANQUES

Imagen 21. Información técnica tanques





LA SATISFACCIÓN DE UN CLIENTE ES

21 AÑOS DE EXPERIENCIA QUE MARCAN LA DIFERENCIA



TANQUE ABACOL TIPO A

Definición

Los TANQUES ABACOL está elaborados a base de polietileno lineal de media densidad, con estabilizador UV, color Negro, fabricándose con una doble capa de polietileno natural lo que permite que el agua no se contamine.

Para almacenamiento de agua potable, la materia prima cumple con los requerimientos de aprobación de la FDA de Estados Unidos y vienen en una presentación de forma cónica.

CM-FT-156

Ventajas

- No pierde su forma por transporte, manipulación o almacenamiento.
- Cierre hermético entre tanque y tapa.
- Resistente a disolventes y agentes químicos.
- Están protegidos de los rayos U.V.
- Livianos
- Resistentes e Higiénicos.
- Tanques doble capa.
- Anti hongos.

Usos

- Agua
- Leche
- Cerveza
- Productos Agrícolas

Entre muchos otros.

Imágen- Colores Disponibles



No se recomienda para:

- Gasolina
- Tetracloruro de carbono.
- Ácido fosfórico a más del 90%
- Anilina
- Derivados del petróleo.

Tanque Anti Hongos Avalado por la FDA

Colores disponibles

● **Negro**

EN ABACOL ESTAMOS A SU DISPOSICIÓN, CONTÁCTENOS:

SALA DE VENTAS (1) 407 1111 **WWW.ABACOL.CO**
 ventas@abacol.co

Fuente: <http://www.abacol.co>

Imagen 21. (Continuación)



ABACOL
TEJAS Y DRYWALL

CALIDAD ANTE TODO



ISO 9001:2008
SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

LA SATISFACCIÓN DE UN CLIENTE ES



CALIDAD Y GARANTÍA DURADERA

21 AÑOS DE EXPERIENCIA QUE MARCAN LA DIFERENCIA

TANQUE ABACOL TIPO A

CM-FT-156

Datos Técnicos

Recomendaciones de Instalación

- Antes de instalar el **Tanque Abacol** se debe lavar el interior con un desinfectante.
- La superficie que va a soportar el **Tanque Abacol** debe ser totalmente horizontal y sin irregularidades que lo deterioren o deformen.
- El área de la plataforma de apoyo debe ser mayor que el fondo del **Tanque Abacol** para que no queden partes por fuera.
- La estructura de apoyo debe soportar un peso mayor al peso del **Tanque Abacol** lleno. (Tomar en cuenta la densidad del líquido).
- No almacene líquidos derivados del petróleo porque deterioran el **Tanque Abacol**.
- Las tuberías o mangueras empleadas para las instalaciones hidráulicas no deben estar torcidas ni hacer fuerza sobre el **Tanque Abacol**.
- Siempre utilice las conexiones y accesorios suministrados por **Abacol Tejas y Drywall**.

CORRECTO



INCORRECTO



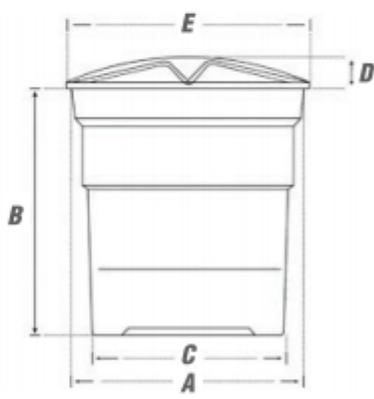
INCORRECTO



INCORRECTO



CAPACIDAD	A	B	C	D	E	PESO
Litros	cm	cm	cm	cm	cm	Kg
250	74	74	60	12	77	7
500	97	92	79	12	100	10
1000	118	127	97	16	123	16
2000	152	163	124	22	157	32
5000	199	202	171	26	206	100



Almacenamiento

- Se debe almacenar en un lugar bajo techo, libre de humedad, con buena ventilación.
- Mientras esté almacenado, proteger los tanques del Sol.
- Es recomendable almacenar sobre bases de madera o estibas, si el lugar es muy húmedo.
- Almacenar en una superficie plana, libre de agentes químicos.

Garantía Contra Granizo **15 Años**

El Tanque Abacol Tipo A, cubre una garantía de 15 años siempre y cuando el producto sea instalado de la manera correcta, manipulado, almacenado, instalado de acuerdo a las recomendaciones en la ficha técnica.

EN ABACOL ESTAMOS A SU DISPOSICIÓN, CONTÁCTENOS:

SALA DE VENTAS (1) 407 1111 **WWW.ABACOL.CO**
ventas@abacol.co

Fuente: <http://www.abacol.co>

- SISTEMA DAF

Imagen 22. Ficha técnica sistema DAF

VALREX®

FICHA TECNICA: Sistema DAF

Una de las operaciones realizadas por VALREX S.A en el tratamiento de aguas residuales es la Flotación por Aire Disuelto (DAF).

La flotación es una "operación física unitaria", esto es, un método de tratamiento en el que predominan los fenómenos físicos, que se emplea para la separación de partículas de una fase líquida. La separación se consigue introduciendo finas burbujas de gas, normalmente aire, en la fase líquida. Las burbujas se adhieren a las partículas, y la fuerza ascendente que experimenta el conjunto partícula-burbuja de aire hace que suban hasta la superficie del líquido. De esta forma, es posible hacer ascender a la superficie partículas cuya densidad es mayor que la del líquido, además de favorecer la ascensión de las partículas cuya densidad es inferior, como el caso del aceite en el agua. Una vez las partículas se hallan en superficie, pueden recogerse mediante un dispositivo barrenatas.

En el tratamiento de aguas residuales, la flotación se emplea para la eliminación de la materia suspendida y para la concentración de los fangos biológicos. La principal ventaja del proceso del proceso de flotación frente al de sedimentación consiste en que permite eliminar mejor y en menos tiempo las partículas pequeñas o ligeras cuya deposición es lenta. Su uso está generalizado para las aguas industriales y no tanto para las urbanas.

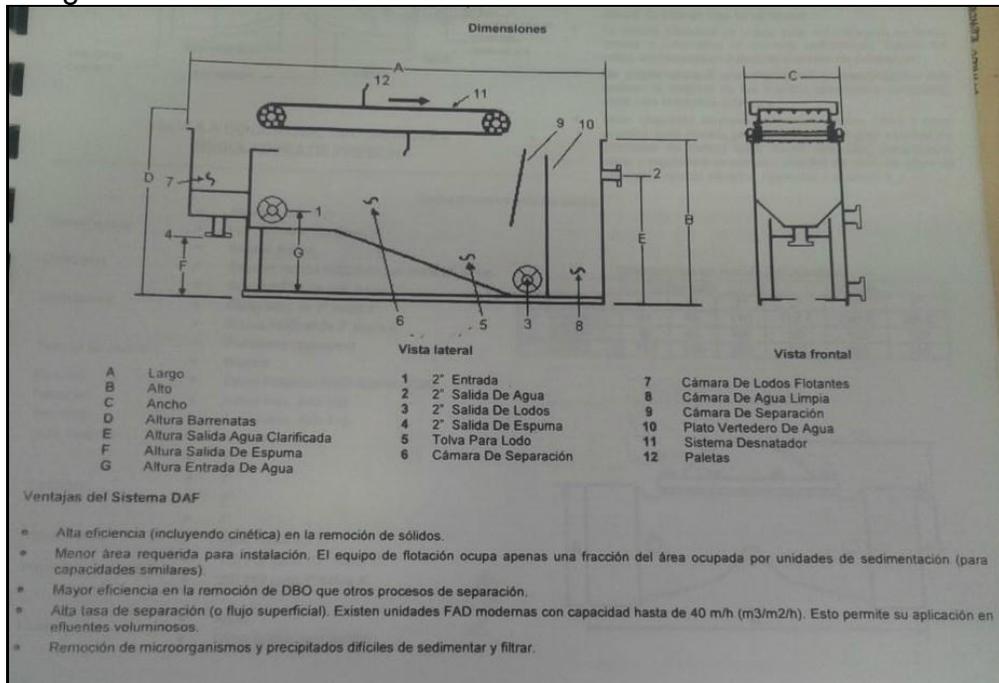
Normalmente, se suelen añadir determinados compuestos químicos para facilitar el proceso de flotación. En su mayor parte, estos reactivos químicos funcionan de manera que crean una superficie o una estructura que permite absorber o atrapar fácilmente las burbujas de aire. Los reactivos químicos inorgánicos, tales como las sales de hierro o de aluminio y la sílice activada, se emplean para agregar las partículas sólidas, de manera que se cree una estructura que facilite la absorción de las burbujas de aire.

En los Sistemas DAF, el aire se disuelve en el agua residual a una presión de varias atmósferas, y a continuación se libera la presión hasta alcanzar la atmosférica. En las instalaciones de pequeño tamaño, se añade aire comprimido directamente a la cámara de separación.

Hoy en día se reconoce a la FAD como uno de los más económicos y efectivos métodos de recuperación-remoción de sólidos e iones, el tratamiento de aguas de procesos.

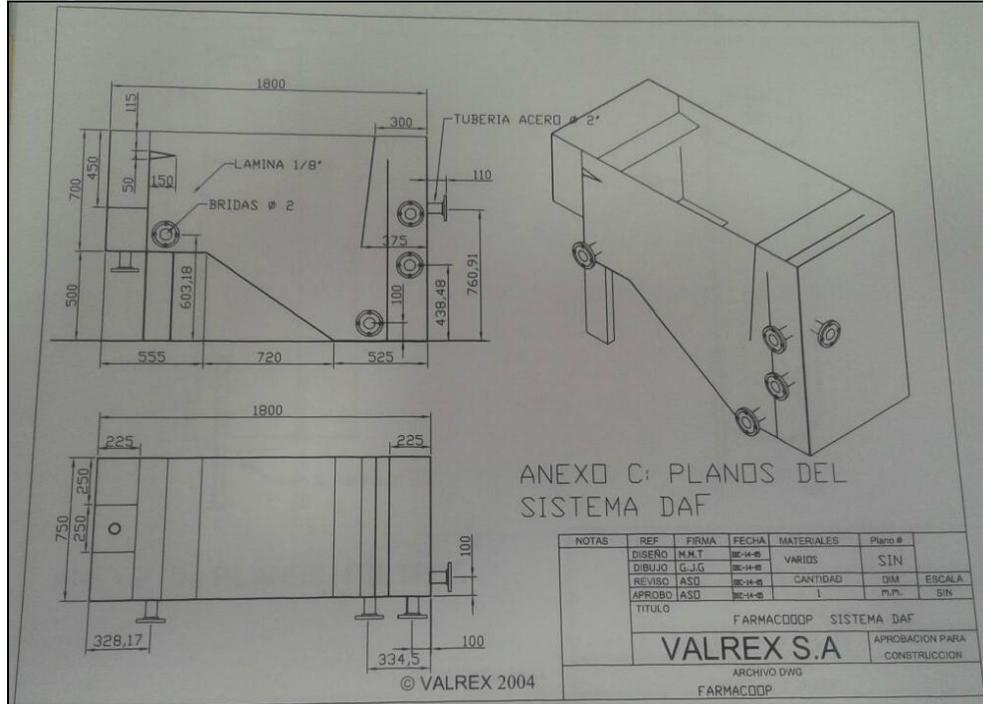
Fuente. Laboratorios Coaspharma

Imagen 23. Dimensiones sistema DAF



Fuente. Laboratorios Coaspharma

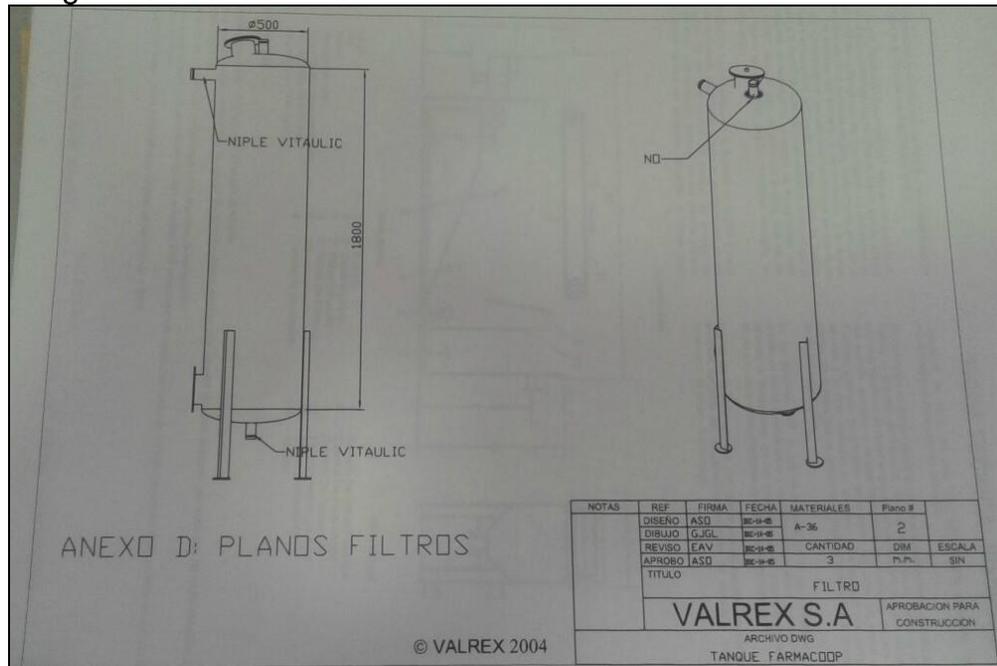
Imagen 24. Planos sistema DAF



Fuente. Laboratorios Coaspharma

- FILTROS MULTIMEDIA Y CARBÓN ACTIVADO

Imagen 25. Planos Filtros



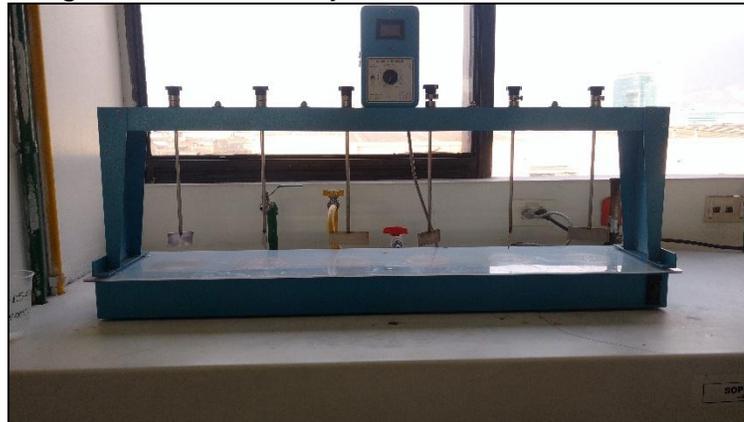
Fuente. Laboratorios Coaspharma

ANEXO C

EQUIPOS UTILIZADOS EN LA EXPERIMENTACIÓN

- Prueba de jarras: La prueba de jarras se desarrolló en un equipo marca Phipps & Bird el cual permite determinar las condiciones óptimas para el tratamiento de agua residual, este equipo consta de seis (6) vasos de precipitado con capacidad de 800mL y agitador mecánico, a través del cual se controla la velocidad de mezclado en rpm.

Imagen 26. Prueba de jarras



- PHmetro: El pHmetro multiparámetro marca Schott se utilizó para mantener un control de pH antes, durante y después del experimento.

Imagen 27. pHmetro multiparámetro



- Balanza analítica: La balanza analítica se utilizó para pesar los reactivos químicos que manejan presentaciones sólidas, como es el caso del hidróxido de sodio, floculantes y sulfato de aluminio.

Imagen 28. Balanza analítica



Fuente. <https://www.tplaboratorioquimico.com>

- Turbidímetro: El turbidímetro de marca Hanna Instruments que maneja un amplio rango de lectura fue utilizado para medir la turbidez del agua cruda y el agua clarificada.

Imagen 29. Turbidímetro



- Termoreactor: Equipo que permite la digestión completa de la muestra manteniendo la temperatura constante durante un lapso de tiempo definido, este se utilizó para la determinación del DQO.

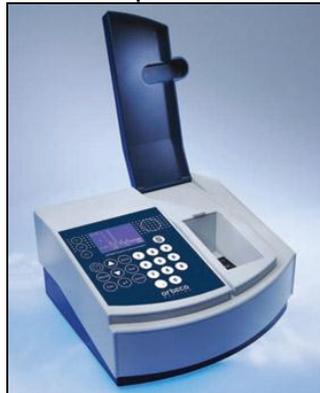
Imagen 30. Termoreactor



Fuente. <http://www.delagua.org/products/catalogue>

- Espectrofotómetro: Equipo de análisis químico que en función de la longitud de onda permite la medición de la concentración para el análisis de DQO.

Imagen 31. Espectrofotómetro



Fuente. <http://www.aguascalombia.com/equipos-analisis-de-agua/espectrofotometros/>

ANEXO D
FICHAS TÉCNICAS REACTIVOS QUÍMICOS

HOJA DE SEGURIDAD II HIDROXIDO DE SODIO

FORMULA: NaOH.

PESO MOLECULAR: 40.01 g/mol

COMPOSICION: Na: 57.48 %; H: 2.52 % y O:40.00%

GENERALIDADES:

El hidróxido de sodio es un sólido blanco e industrialmente se utiliza como disolución al 50 % por su facilidad de manejo. Es soluble en agua, desprendiéndose calor. Absorbe humedad y dióxido de carbono del aire y es corrosivo de metales y tejidos.

Es usado en síntesis, en el tratamiento de celulosa para hacer rayón y celofán, en la elaboración de plásticos, jabones y otros productos de limpieza, entre otros usos.

Se obtiene, principalmente por electrólisis de cloruro de sodio, por reacción de hidróxido de calcio y carbonato de sodio y al tratar sodio metálico con vapor de agua a bajas temperaturas.

NUMEROS DE IDENTIFICACION:

CAS: 1310-73-2

UN: sólido:1823

disolución: 1824

NIOSH: WB 4900000

NOAA: 9073

STCC: 4935235

RTECS: WB4900000

NFPA: Salud:3 Reactividad:1 Fuego: 0

HAZCHEM CODE: 2R

El producto está incluido en : CERCLA, EHS, SARA, RCRA.

MARCAJE:SOLIDO CORROSIVO.

SINONIMOS:

SOSA

SOSA CAUSTICA

LEJIA

Otros idiomas:

HYDROXYDE DE SODIUM (FRANCES)

NATRIUMHYDROXID (ALEMAN)

AETZNATRON (ALEMAN)

NATRIUMHYDROXYDE (HOLANDES)

SODIO(IDROSSIDO DI) (ITALIANO)

En inglés:

ASCARITE

CAUSTIC SODA

COLLO-GRILLREIN

COLLO-TAPETTA

LEWIS-RED DEVIL LYE

SODIUM HYDRATE

SODIUM HYDROXIDE

LYE

SODA LYE

WHITE CAUSTIC

PROPIEDADES FISICAS Y TERMODINAMICAS:

Punto de ebullición: 1388°C (a 760 mm de Hg)

Punto de fusión: 318.4 °C

Índice de refracción a 589.4 nm: 1.433 (a 320 °) y 1.421 (a 420 °C)

Presión de vapor: 1mm (739 °C)

Densidad: 2.13 g/ml (25 °C)

Solubilidad: Soluble en agua, alcoholes y glicerol, insoluble en acetona (aunque reacciona con ella) y éter.

1 g se disuelve en 0.9 ml de agua, 0.3 ml de agua hirviendo, 7.2 ml de alcohol etílico y 4.2 ml de metanol.

pH de disoluciones acuosas (peso/peso): 0.05 %:12; 0.5 %: 13 y 5 %: 14

En la tabla a continuación, se presentan algunas propiedades de disoluciones acuosas de NaOH.

PROPIEDADES DE DISOLUCIONES ACUOSAS DE NaOH

Concentración (% peso/peso)	d_4^{15}	Punto de congelación (°C)	Punto de Ebullición (°C)
5	1.056	-4	102
10	1.111	- 10	105
20	1.222	-26	110
30	1.333	1	115

40	1.434	15	125
50	1.530	12	140

Calor específico: 0.35 cal/g °C (20 °C)

Calor latente de fusión: 40 cal/g

Calor de formación: 100.97 Kcal/mol (forma alfa) y 101.95 Kcal/mol (forma beta)

Calor de transición de la forma alfa a la beta: 24.69 cal/g

Temperatura de transición: 299.6 °C

Energía libre de formación : 90.7 Kcal/ mol (a 25 °C y 760 mm de Hg)

PROPIEDADES QUIMICAS:

El NaOH reacciona con metales como Al, Zn y Sn, generando aniones como AlO_2^- , ZnO_2^- y SnO_3^{2-} e hidrógeno. Con los óxidos de estos metales, forma esos mismos aniones y agua. Con cinc metálico, además, hay ignición.

Se ha informado de reacciones explosivas entre el hidróxido de sodio y nitrato de plata amoniacal caliente, 4-cloro-2-metil-fenol, 2-nitro anisol, cinc metálico, N,N'-bis(trinitro-etil)-urea, azida de cianógeno, 3-metil-2-penten-4-in-1-ol, nitrobenzeno, tetrahidrobórato de sodio, 1,1,1-tricloroetanol, 1,2,4,5-tetraclorobenceno y circonio metálico.

Con bromo, cloroformo y triclorometano las reacciones son vigorosas o violentas.

La reacción con sosa y tricloroetileno es peligrosa, ya que este último se descompone y genera dicloroacetileno, el cual es inflamable.

NIVELES DE TOXICIDAD:

LD₅₀ (en conejos): 500 ml/Kg de una disolución al 10 %.

Niveles de irritación a piel de conejos: 500 mg/ 24 h, severa

Niveles de irritación a ojos de conejos: 4 mg, leve; 1 % o 50 microg/24 h, severo

RQ: 1000

IDLH: 250 mg/m³

México:

CPT: 2 mg/m³

TLV-C: 2 mg/m³

Estados Unidos

Reino Unido:

Periodos largos: 2 mg/m³

Periodos cortos: 2 mg/m³

Francia:

VME: 2 mg/m³

Alemania:

MAK: 2 mg/m³

Suecia:

Límite máximo: 2 mg/m³

MANEJO:

Equipo de protección personal:

Para el manejo del NaOH es necesario el uso de lentes de seguridad, bata y guantes de neopreno, nitrilo o vinilo. Siempre debe manejarse en una campana y no deben utilizarse lentes de contacto al trabajar con este compuesto.

En el caso de trasvasar pequeñas cantidades de disoluciones de sosa con pipeta, utilizar una propipeta, NUNCA ASPIRAR CON LA BOCA.

RIESGOS:

Riesgos de fuego o explosión:

Este compuesto no es inflamable sin embargo, puede provocar fuego si se encuentra en contacto con materiales combustibles. Por otra parte, se generan gases inflamables al ponerse en contacto con algunos metales. Es soluble en agua generando calor.

Riesgos a la salud:

El hidróxido de sodio es irritante y corrosivo de los tejidos. Los casos mas comunes de accidente son por contacto con la piel y ojos, así como inhalación de neblinas o polvo.

Inhalación: La inhalación de polvo o neblina causa irritación y daño del tracto respiratorio. En caso de exposición a concentraciones altas, se presenta ulceración nasal.

A una concentración de 0.005-0.7 mg/m³, se ha informado de quemaduras en la nariz y tracto. En estudios con animales, se han reportado daños graves en el tracto respiratorio, después de una exposición crónica.

Contacto con ojos: El NaOH es extremadamente corrosivo a los ojos por lo que las salpicaduras son muy peligrosas, pueden provocar desde una gran irritación en la córnea, ulceración, nubosidades y, finalmente, su desintegración. En casos mas severos puede haber ceguera permanente, por lo que los primeros auxilios inmediatos son vitales.

Contacto con la piel: Tanto el NaOH sólido, como en disoluciones concentradas es altamente corrosivo a la piel.

Se han hecho biopsias de piel en voluntarios a los cuales se aplicó una disolución de NaOH 1N en los brazos de 15 a 180 minutos, observándose cambios progresivos, empezando con disolución de células en las partes callosas, pasando por edema y llegar hasta una destrucción total de la epidermis en 60 minutos. Las disoluciones de concentración menor del 0.12 % dañan la piel en aproximadamente 1 hora. Se han reportado casos de disolución total de cabello, calvicie reversible y quemaduras del cuero cabelludo en trabajadores expuestos a disoluciones concentradas de sosa por varias horas. Por otro lado, una disolución acuosa al 5% genera necrosis cuando se aplica en la piel de conejos por 4 horas.

Ingestión: Causa quemaduras severas en la boca, si se traga el daño es, además, en el esófago produciendo vómito y colapso.

Carcinogenicidad: Este producto está considerado como posible causante de cáncer de esófago, aún después de 12 a 42 años de su ingestión. La carcinogénesis puede deberse a la destrucción del tejido y formación de costras, mas que por el producto mismo.

Mutagenicidad: Se ha encontrado que este compuesto es no mutagénico.

Peligros reproductivos: No hay información disponible a este respecto.

ACCIONES DE EMERGENCIA:

Primeros Auxilios:

Inhalación: Retirar del área de exposición hacia una bien ventilada. Si el accidentado se encuentra inconciente, no dar a beber nada, dar respiración artificial y rehabilitación cardiopulmonar. Si se encuentra conciente, levantarlo o sentarlo lentamente, suministrar oxígeno, si es necesario.

Ojos: Lavar con abundante agua corriente, asegurándose de levantar los párpados, hasta eliminación total del producto.

Piel: Quitar la ropa contaminada inmediatamente. Lavar el área afectada con abundante agua corriente.

Ingestión: No provocar vómito. Si el accidentado se encuentra inconciente, tratar como en el caso de inhalación. Si está conciente, dar a beber una cucharada de agua inmediatamente y después, cada 10 minutos.

EN TODOS LOS CASOS DE EXPOSICION, EL PACIENTE DEBE SER TRANSPORTADO AL HOSPITAL TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE.

Control de fuego:

Pueden usarse extinguidores de agua en las áreas donde haya fuego y se almacene NaOH, evitando que haya contacto directo con el compuesto.

Fugas o derrames:

En caso de derrame, ventilar el área y colocarse la ropa de protección necesaria como lentes de seguridad, guantes, overoles químicamente resistentes, botas de seguridad. Mezclar el sólido derramado con arena seca, neutralizar con HCl diluido, diluir con agua, decantar y tirar al drenaje. La arena puede desecharse como basura doméstica.

Si el derrame es de una disolución, hacer un dique y neutralizar con HCl diluido, agregar gran cantidad de agua y tirar al drenaje.

Desechos:

Para pequeñas cantidades, agregar lentamente y con agitación, agua y hielo. Ajustar el pH a neutro con HCl diluido. La disolución acuosa resultante, puede tirarse al drenaje diluyéndola con agua. Durante la neutralización se desprende calor y vapores, por lo que debe hacerse lentamente y en un lugar ventilado adecuadamente.

ALMACENAMIENTO:

El hidróxido de sodio debe ser almacenado en un lugar seco, protegido de la humedad, agua, daño físico y alejado de ácidos, metales, disolventes clorados, explosivos, peróxidos orgánicos y materiales que puedan arder facilmente.

REQUISITOS DE TRANSPORTE Y EMPAQUE:

Transportación terrestre:

Marcaje:

Transportación aérea:

Código ICAO/IATA (No. ONU)

sólido: 1823. Sustancia corrosiva.
Disolución: 1824. Sustancia corrosiva.
HAZCHEM Code: 2R.
Transportación marítima:
Número en IMDG: 8125
Clase: 8
Marcaje: corrosivo.

sólido: 1823
disolución: 1824
Clase: 8
Marcaje: corrosivo.
Cantidad máxima en vuelo comercial
sólido: 15 Kg
disolución: 1 l
Cantidad máxima en vuelo de carga:
sólido: 50 Kg
disolución: 30 l



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

FDL013

VIGENCIA
FORM.

REV.

09/10/07

10

F.APROB.HDS

F.REV.HDS

REV.

18/03/14

30-03-15

1

GRE ASOCIADO: NO REGULADO

PÁG: 1/6

PRODUCTO: LIPESA 1550 A

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA EMPRESA

NOMBRE DEL PRODUCTO: LIPESA 1550 A
USO: POLÍMERO NO IÓNICO
FABRICANTE: LIMPIADORES INDUSTRIALES LIPESA, S.A.
RIF: J-08010339-4
DIRECCIÓN:

LIPESA, S.A: Av. Intercomunal, Zona Industrial Corpoindustria, Galpón F-6, El Tigre, Estado Anzoátegui – Venezuela.
Teléfonos de emergencias: 0416-683.11.44 (24 horas) / 0414-8029121. Sistema integrado de emergencia: 911

LIPESA DO BRASIL LTDA: Calçada dos Manacás, 26 Centro Comercial Alphaville 06453-037 Barueri, SP CEP.
Teléfono de emergencia: 55 11 41912940

LIPESA COLOMBIA, S.A.: Carretera Central Bogotá – Tunja. Km. 30. Frente a Bavaria. Tocancipa – Colombia.
Teléfono: PBX (571) 8786600 Fax: ext 102. Teléfono de emergencia: (57-311) 8768578.

LIPQSA ECUADOR: Calle "D" No. 63-253 y Nazacota Puento. Telefono 2532351. Teléfono de emergencia: 098911370/2532351

LIPESA DEL PERÚ SAC: Calle El Estañó Mz B lote 11 Urb. Industrial Infantas Los Olivos. Telf.: 552-3110 / 552-3255.
Teléfono de emergencia: 973870018

Página Web:
www.lipesa.com

2. COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES

SUSTANCIA O MEZCLA: MEZCLA

Nombre Químico / sinónimo	Nº CAS/EINECS	Concentración (%)
Poliacrilamida No-iónica	9003-05-8	88,00 – 100,00

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

PELIGROS A LA SALUD:

Irritante ocular

PELIGROS AMBIENTALES:

No descargar a los desagües y alcantarillas y/o cuerpos de aguas superficiales

MEDIDAS DE SEGURIDAD:

Las soluciones acuosas o el polvo, crean superficies extremadamente resbalosas. Usar los equipos de protección personal recomendados en el apartado 8

PELIGROS ESPECÍFICOS:

CONTACTO CON LOS OJOS: Irritante por contacto prolongado.

CONTACTO CON LA PIEL: Por contacto prolongado puede causar ligera irritación en personas susceptibles.

INHALACIÓN: Sin riesgos especiales que requieran medidas de primeros auxilios

INGESTIÓN: No ingerir. Puede causar irritación de la garganta. El producto no se considera tóxico, basado en pruebas de laboratorios con animales

4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

INHALACIÓN: No requiere medidas especiales de protección. Se recomienda retirar al individuo de la zona de exposición y trasladar a un lugar ventilado.

CONTACTO CON LA PIEL: Deshacerse de la ropa contaminada. Lavar con abundante agua y jabón, aproximadamente 20 minutos, continúe enjuagando con abundante agua si es necesario. En caso de irritación persistente consulte a un médico



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

FDL013

VIGENCIA
FORM.

REV.

09/10/07

10

F.APROB.HDS

F.REV.HDS

REV.

18/03/14

30-03-15

1

GRE ASOCIADO: NO REGULADO

PÁG: 2/6

PRODUCTO: LIPESA 1550 A

CONTACTO CON LOS OJOS: Lavar con abundante agua por lo menos durante 20 minutos, levantar los párpados para lograr una limpieza profunda. Si la irritación persiste consultar a un médico.

INGESTIÓN: No induzca al vomito. En caso de malestar acudir al médico.

NOTAS PARA EL MÉDICO: Tratamiento sintomático.

5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y COMBATE DE INCENDIOS

PELIGROS/ RIESGOS ESPECÍFICOS:

No es inflamable

AGENTE DE EXTINCIÓN:

En caso de incendio utilizar polvo químico seco, espuma estándar, dióxido de carbono o agua pulverizada.

MEDIOS NO ADECUADOS:

No se conoce ninguno

MÉTODOS ESPECÍFICOS:

No son necesarias medidas especiales. Use equipo de respiración aprobada por NIOSH o equivalente y ropa de protección adecuada. Emplee agua en forma de rocío para enfriar los contenedores.

PROTECCIÓN DE LOS BOMBEROS:

Compruebe que utiliza respiradores certificados/ aprobado o un equipo equivalente, trajes contra incendios.

6. MEDIDAS DE CONTROL PARA DERRAMES

PRECAUCIONES PERSONALES:

Las soluciones acuosas o el polvo, crean superficies extremadamente resbalosas. Usar equipo de protección personal. Mantener alejadas a las personas sin protección

PRECAUCIONES AMBIENTALES:

Evitar la dispersión del material derramado a los desagües y alcantarillas y/o cuerpos de aguas superficiales

MÉTODOS DE LIMPIEZA:

No usar agua. Contenga inmediatamente los derrames con materiales inertes (arena, aserrín, tierra, etc.). Después de la limpieza, puede utilizar agua para recoger los restos de producto. Eliminar de acuerdo a las disposiciones locales. Ver apartado 13

Lipesa Colombia: Eliminar de acuerdo a las disposiciones locales, según **Decreto 4741 del 2005**, reglamenta la prevención y el manejo de los residuos peligrosos

7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

MANEJO:

Evitar el contacto con la piel, ojos y ropa. Utilizar guantes de protección, goma/ neopreno. Lávese completamente después del manejo

ALMACENAMIENTO:

Almacene en áreas ventiladas y frescas (0-35 °C). Manténgase el recipiente bien cerrado, alejado de fuentes de calor y de ignición. Tiempo de vida útil: 24 meses a partir de la fecha de fabricación. No fumar en sitios de almacenamiento

8. CONTROL DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

ESTANDARES DE CONTROL (LÍMITES):

Nombre Químico Ingrediente de Riesgo	Limite Máximo permitido (TLV)
Ninguno	ND

CONTROLES DE INGENIERÍA PARA REDUCIR EXPOSICIÓN:

Disponga de sistemas de ventilación de escape general o local

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL:

PROTECCIÓN RESPIRATORIA: Se recomienda usar respirador con filtro para polvo. Elija equipo aprobado por NIOSH.



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

FDL013

VIGENCIA
FORM.
09/10/07REV.
10

F.APROB.HDS

F.REV.HDS

REV.

18/03/14

30-03-15

1

GRE ASOCIADO: NO REGULADO

PÁG: 3/6

PRODUCTO: LIPESA 1550 A

PROTECCIÓN DE LOS OJOS: Protección ocular industrial certificada. Se considera usar por lo menos lentes de seguridad con protección lateral. No usar lentes de contacto cuando se utilice este producto.

**PROTECCIÓN DE LAS MANOS,
PIEL Y CUERPO:** Guantes de goma, ropa con mangas largas (camisas, pantalones, batas), botas de seguridad

RESPECTAR LAS SEÑALES DE SEGURIDAD, SOBRE EL USO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL



MEDIDAS DE HIGIENE PERSONAL:

No almacenar, usar, y/ o consumir alimentos durante el trabajo o manejo de este producto

Retirar los equipos de protección y lavarlos cuidadosamente

Lavar las manos y cara cuidadosamente antes de realizar cualquier otra actividad

Respetar y cumplir las mejores prácticas de seguridad e higiene personal

9. PROPIEDADES FÍSICO Y QUÍMICAS

ESTADO FÍSICO:	Sólido Granular
COLOR:	Blanco
OLOR:	Característico
pH a 25 °C:	5,00 – 8,00 al 0,5%
pH a 25 °C:	5,00 – 7,00 al 0,1%
PUNTO INICIAL DE EBULLICIÓN (°C):	NA
PUNTO FINAL DE EBULLICIÓN (°C):	NA
TEMPERATURA DE DESCOMPOSICIÓN (°C):	>150
PUNTO DE INFLAMACIÓN (°C):	NA
TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN (°C):	ND
PROPIEDADES EXPLOSIVAS:	NA
PRESIÓN DE VAPOR:	ND
DENSIDAD DE VAPOR:	ND
DENSIDAD (Kg/m³):	~ 0,800
SOLUBILIDAD EN AGUA (% PESO):	0,5% Máximo en agua
COEFICIENTE DE PARTICIÓN OCTANO-AGUA:	-2 (Log Pow)
GRAVEDAD ESPECÍFICA (a 25 °C):	NA
ÍNDICE DE REFRACCIÓN:	NA
% SÓLIDOS:	88,00 – 100,00
% SOLVENTES:	NA
VISCOSIDAD BROOKFIELD (cP):	50,0 – 1000,0 al 0,5%
VISCOSIDAD BROOKFIELD (cP):	Máximo 20 al 0,1%

NA: NO APLICA

ND: NO DETERMINADO



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

FDL013

VIGENCIA
FORM.

REV.

09/10/07

10

F.APROB.HDS

F.REV.HDS

REV.

18/03/14

30-03-15

1

GRE ASOCIADO: NO REGULADO

PÁG: 4/6

PRODUCTO: LIPESA 1550 A

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD:

Estable bajo las condiciones de manejo y almacenamiento descritas en la sección 7

CONDICIONES A EVITAR:

Altas temperaturas

MATERIALES A EVITAR:

Agente oxidantes fuertes, pueden causar reacciones exotérmicas

POLIMERIZACIÓN:

No ocurre

PRODUCTOS PELIGROSOS DE DESCOMPOSICIÓN:

No se descompone si se almacena y aplica como se indica, la descomposición puede producir: óxidos de nitrógeno, óxidos de carbono.

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

TOXICIDAD AGUDA:

LD₅₀ Oral (rata) >5000 mg/Kg

EFFECTOS LOCALES:

El producto fue preventivamente clasificado como irritante. No se espera que sea tóxico por inhalación

SENSIBILIZACIÓN:

No ocasiona sensibilización

TOXICIDAD CRÓNICA:

Los estudios no demostraron efectos nocivos a la salud.

OTRA INFORMACIÓN:

No es mutagénico. No es teratogénico.

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

MOVILIDAD:

Datos No disponibles

PERSISTENCIA/ DEGRADACIÓN EN AGUA, AIRE Y TIERRA:

No es fácilmente biodegradable. No permitir que el producto concentrado alcance las vías de agua sin un tratamiento biológico de las aguas servidas.

BIOACUMULACIÓN:

No debe bioacumularse.

ECOTOXICIDAD:

LC₅₀ (peces) Danio Rerio >100 mg/L, 96 horas (OCDE 203)

EC₅₀ (Daphnia) Daphnia magna > 100 mg/L, 48 horas (OCDE 202)

Toxicidad para algas:

IC₅₀(Scenedesmus subspicatus)>100 mg/L, 72 horas (OCDE 201)

Otra información ecológica: Los efectos de este producto en organismos acuáticos son rápidamente mitigados por la presencia de carbón orgánico disuelto en el medio acuático.

13. CONSIDERACIONES SOBRE TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL

MÉTODOS DE DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS:

Se Disponen de acuerdo a las leyes locales, estatales o nacionales establecidas. Puede aplicar incineración o descargar en plantas de tratamiento de efluentes, en ambos casos, debe ser comprobada la vigencia de permisología respectiva avalada por las autoridades ambientales competentes.



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

FDL013

VIGENCIA
FORM.
09/10/07REV.
10

F.APROB.HDS

F.REV.HDS

REV.

18/03/14

30-03-15

1

GRE ASOCIADO: NO REGULADO

PÁG: 5/6

PRODUCTO: LIPESA 1550 A

Si se realiza lavado del área, evitar llegada de aguas de lavado a cuerpos de agua superficial

ELIMINACIÓN DE RECIPIENTES O/ CONTENEDORES:

Los envases o contenedores de los productos Lipesa con pesos menores a 500 Kg., como tambores, carboyas, bidones y sacos no son retornables; es decir, forman parte del producto vendido al cliente, por lo tanto no serán devueltos a LIPESA "bajo ningún concepto". LIPESA se asegurará de que esos envases sean relacionados en el formulario FCS022 (Reporte de Manejo de Desechos) una vez dejados en las plantas o almacenes del cliente.

Queda entendido que el comprador o usuario final procederá a la eliminación de los envases de acuerdo a las normas y leyes vigentes de cada país; siendo conveniente que contacte a las autoridades ambientales para su disposición.

14. INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

Nº DE IDENTIFICACIÓN: UN NO REGULADO

Reglamentación internacional	Nombre del Material	Clase	Grupo de Embalaje	Etiqueta
TERRESTRE (RID/DoT 49 CFR)	No Regulado	ND	NA	-
ACUÁTICO (ADNR)	No Regulado	ND	NA	-
MARÍTIMO (IMDG)	No Regulado	ND	NA	-
AÉREO (IATA-DGR, ICAO-IT)	No Regulado	ND	NA	-

15. REGLAMENTACIONES NACIONALES

REGLAMENTO SGA VIGENTE (Sistema Globalmente Armonizado)

Símbolo(s) peligroso(s):

PICTOGRAMA

Irritante



Atención (Irritante)

Indicaciones Peligrosas (Frasas H):

H316 **Provoca leve irritación cutánea**H320 **Provoca irritación ocular**

Consejos de prudencia (Frasas P):

P235 **Mantener fresco**P403 **Almacenar en un lugar bien ventilado**P302+P352 **Lavar con abundante agua y jabón**P305+P351 **Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos**



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

FDL013

VIGENCIA
FORM.
09/10/07REV.
10

F.APROB.HDS

F.REV.HDS

REV.

18/03/14

30-03-15

1

GRE ASOCIADO: NO REGULADO

PÁG: 6/6

PRODUCTO: LIPESA 1550 A

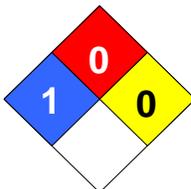
La etiqueta de éste producto está elaborada de acuerdo a la norma vigente COVENIN 3060 y al Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de los Productos Químicos (SGA)

16. OTRA INFORMACIÓN

CLASIFICACIÓN NFPA 704:

TOXICIDAD: 1
INFLAMABILIDAD: 0
REACTIVIDAD: 0
PELIGROS ESPECÍFICOS: -

ETIQUETA NFPA:



RIESGOS A LA SALUD:

0 = MÍNIMO
1 = LIGERAMENTE PELIGROSO
2 = MODERADAMENTE PELIGROSO
3 = SERIAMENTE PELIGROSO
4 = SEVERAMENTE PELIGROSO

El Boletín Técnico y la *Guía de Respuesta en caso de Emergencia* por producto se entregan y notifica al transportista para que sirvan de adiestramiento y conocimiento de los riesgos asociados actividades, de carga / descarga de las sustancias.

* Por ser un producto No Regulado No Aplica Ningún Número de Guía de respuesta en caso Emergencias.

"La aplicación o métodos de manejo, almacenamiento, uso y disposición del producto y/o sus envases están fuera de nuestro control, por lo tanto la empresa no asume y desconoce toda responsabilidad por pérdida, daño u otra situación que esté relacionada con el manejo, uso o disposición del producto y sus envases.

La empresa no asume responsabilidad alguna por daños al comprador o a terceras personas causadas por uso anormal del material y/o sus envases, aun siguiendo procedimientos razonables de seguridad.

Los datos suministrados fueron obtenidos de fuentes confiables, sin embargo, no se expresa ni se implica garantía alguna con respecto a la exactitud de estos datos o los resultados que se obtengan por el uso del material."



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

FDL013	F. APROB. FORM	REV.
	29/11/11	10
F. APROB. HDS	F. REV.HDS.	N° REV. HDS
03/11/09	27/05/15	5
GRE ASOCIADA: NO REGULADO		PÁG. 1/6

PRODUCTO: LIPESA 1547 M

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA EMPRESA

NOMBRE DEL PRODUCTO: LIPESA 1547 M
USO: POLÍMERO ANIÓNICO
FABRICANTE: LIMPIADORES INDUSTRIALES LIPESA, S.A.
RIF: J-08010339-4

DIRECCIÓN:

LIPESA, S.A.: Av. Intercomunal, Zona Industrial Corpoindustria, Galpón F-6, El Tigre, Estado Anzoátegui – Venezuela.
Teléfonos de emergencias: 0416-683.11.44 (24 horas) / 0414-8029121. Sistema integrado de emergencia: 911

LIPESA DO BRASIL LTDA: Calçada dos Manacás, 26 Centro Comercial Alphaville 06453-037 Barueri, SP CEP.
Teléfono de emergencia: 55 11 41912940

LIPESA COLOMBIA, S.A.: Carretera Central Bogotá – Tunja. Km. 30. Frente a Bavaria. Tocancipa – Colombia.
Teléfono: PBX (571) 8786600 Fax: ext 102. Teléfono de emergencia: (57-311) 8768578.

LIPQSA ECUADOR: Calle "D" No. 63-253 y Nazacota Puento. Teléfono 2532351. Teléfono de emergencia: 098911370/2532351

LIPESA DEL PERÚ SAC: Calle El Estañón Mz B lote 11 Urb. Industrial Infantas Los Olivos. Telf.: 552-3110 / 552-3255.
Teléfono de emergencia: 973870018

Página Web:
www.lipesa.com

2. COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES

SUSTANCIA O MEZCLA: SUSTANCIA

Nombre Químico / sinónimo	Nº CAS/EINECS	Concentración (%)
Poliacrilamida Aniónica/ ácido 2-Propenoico, sal de sodio, polímero con 2-propenamida	25987-30-8	87,00 – 100,00

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

PELIGROS A LA SALUD:

Puede causar Irritación ocular

PELIGROS AMBIENTALES:

Los efectos de este producto sobre los organismos acuáticos son mitigados rápida y significativamente a través de hidrólisis y por la presencia de carbono orgánico disuelto en el medio ambiente acuático

MEDIDAS DE SEGURIDAD:

Usar los equipos de protección personal recomendados en el apartado 8

PELIGROS ESPECÍFICOS:

CONTACTO CON LOS OJOS: Provoca irritación ocular

CONTACTO CON LA PIEL: Por contacto prolongado puede causar ligera irritación o enrojecimiento, en personas alérgicas o sensibles

INHALACIÓN: No se conocen efectos por exposición

INGESTIÓN: El producto no se considera toxico, basado en estudios de animales en laboratorios

4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

INHALACIÓN: Se recomienda retirar al individuo de la zona de exposición y trasladar a un lugar ventilado. Consulte al médico en caso de irritación.

CONTACTO CON LA PIEL: Deshacerse de la ropa contaminada. Lavar con abundante agua, continúe enjuagando con abundante agua si es necesario. En caso de irritación persistente consulte a un médico

CONTACTO CON LOS OJOS: Lavar suavemente con abundante agua durante 15 minutos aproximadamente, levantar los párpados para lograr una limpieza profunda. En caso de irritación persistente consulte a un médico.



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

FDL013	F. APROB. FORM	REV.
	29/11/11	10
F. APROB. HDS	F. REV.HDS.	N° REV. HDS
03/11/09	27/05/15	5
GRE ASOCIADA: NO REGULADO		PÁG. 2/6

PRODUCTO: LIPESA 1547 M

INGESTIÓN: En caso de malestar acudir al médico

NOTAS PARA EL MÉDICO: Tratamiento sintomático.

5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y COMBATE DE INCENDIOS

PELIGROS/ RIESGOS ESPECÍFICOS:

No es inflamable

AGENTE DE EXTINCIÓN:

Chorro de agua pulverizada, espuma, dióxido de carbono, medios de extinción en seco.

MEDIOS NO ADECUADOS:

No se conoce ninguno

MÉTODOS ESPECÍFICOS:

No son necesarias medidas especiales. Use equipo de respiración aprobada por NIOSH o equivalente y ropa de protección adecuada. Emplee agua en forma de rocío para enfriar los contenedores.

PROTECCIÓN DE LOS BOMBEROS:

Compruebe que utiliza respiradores certificados/ aprobado o un equipo equivalente, trajes contra incendios.

6. MEDIDAS DE CONTROL PARA DERRAMES

PRECAUCIONES PERSONALES:

Las soluciones acuosas o el polvo, crean superficies extremadamente resbalosas. Usar equipo de protección personal. Mantener alejadas a las personas sin protección

PRECAUCIONES AMBIENTALES:

Evitar la dispersión del material derramado a los desagües y alcantarillas y/o cuerpos de aguas superficiales

MÉTODOS DE LIMPIEZA:

No rociar o lavar con agua. Si el sólido se ha derramado en grandes cantidades, recogerlo inmediatamente amontonando o aspirándolo. Después de limpiar, eliminar las trazas con agua. Eliminar de acuerdo a las disposiciones locales. Ver apartado 13

Lipesa Colombia: Eliminar de acuerdo a las disposiciones locales, según Decreto 4741 del 2005, reglamenta la prevención y el manejo de los residuos peligrosos

7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

MANEJO:

Evitar el contacto con la piel y los ojos. Evitar la formación de polvo. No respirar el polvo. Lávese completamente después del manejo.

ALMACENAMIENTO:

Almacene en Lugar Seco y Fresco (0-35 °C). Evite la exposición a la humedad. Manténgase el recipiente bien cerrado. Evitar la dispersión del polvo. Tiempo de vida útil: 24 meses a partir de la fecha de fabricación (si el producto es guardado en un depósito a temperatura estable situada entre 5° y 30 °C). No fumar en sitios de almacenamiento

8. CONTROL DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

ESTANDARES DE CONTROL (LÍMITES):

Nombre Químico Ingrediente de Riesgo	Limite Máximo permitido (TLV)
Ninguno	-

CONTROLES DE INGENIERÍA PARA REDUCIR EXPOSICIÓN:

Disponga de sistemas de ventilación de escape general o local

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL:

PROTECCIÓN RESPIRATORIA: Se recomienda usar respirador con filtro para polvo. Elija equipo aprobado por NIOSH.



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

FDL013	F. APROB. FORM	REV.
	29/11/11	10
F. APROB. HDS	F. REV.HDS.	N° REV. HDS
03/11/09	27/05/15	5
GRE ASOCIADA: NO REGULADO		PÁG. 3/6

PRODUCTO: LIPESA 1547 M

PROTECCIÓN DE LOS OJOS: Protección ocular industrial certificada. Se considera usar lentes de seguridad con protección lateral. No usar lentes de contacto.

PROTECCIÓN DE LAS MANOS, PIEL Y CUERPO: Guantes (goma/ neopreno), ropa con mangas largas (camisas, pantalones, batas), botas de seguridad

RESPECTAR LAS SEÑALES DE SEGURIDAD, SOBRE EL USO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL



MEDIDAS DE HIGIENE PERSONAL:

- No almacenar, usar, y/ o consumir alimentos durante el trabajo o manejo de este producto
- Retirar los equipos de protección y lavarlos cuidadosamente
- Lavar las manos y cara cuidadosamente antes de realizar cualquier otra actividad
- Respetar y cumplir las mejores prácticas de seguridad e higiene personal

9. PROPIEDADES FÍSICO Y QUÍMICAS

ESTADO FÍSICO:	Sólido
FORMA:	Granular de flujo libre
COLOR:	De Blanco a crema
OLOR:	Inodoro
pH a 25 °C:	6,50 – 7,50 al 0,1% en Agua
PUNTO INICIAL DE EBULLICIÓN (°C):	NA
PUNTO FINAL DE EBULLICIÓN (°C):	NA
TEMPERATURA DE DESCOMPOSICION (°C):	ND
PUNTO DE INFLAMACION (°C):	NA
TEMPERATURA DE AUTOIGNICION (°C):	ND
PROPIEDADES EXPLOSIVAS:	NA
PRESION DE VAPOR:	NA
DENSIDAD DE VAPOR:	NA
DENSIDAD (Kg/m³):	600 – 800
SOLUBILIDAD EN AGUA:	0,5 % en Agua
COEFICIENTE DE PARTICION OCTANO-AGUA:	NA
GRAVEDAD ESPECÍFICA (a 25 °C):	NA
ÍNDICE DE REFRACCIÓN:	NA
% ACTIVO:	NA
% SÓLIDOS:	87,00 – 100,00
% SOLVENTES:	NA
VISCOSIDAD BROOKFIELD (cP) a 25 °C:	*Mínimo 400 al 0,5% en agua *Mínimo 200 al 0,25% en agua *Mínimo 80 al 0,1% en agua
VISCOSIDAD UL (cP):	5,60 – 6,30
RESIDUAL DE ACRILAMIDA (ppm):	0 – 500



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

FDL013	F. APROB. FORM	REV.
	29/11/11	10
F. APROB. HDS	F. REV.HDS.	Nº REV. HDS
03/11/09	27/05/15	5
GRE ASOCIADA: NO REGULADO		PÁG. 4/6

PRODUCTO: LIPESA 1547 M

*Valores medios indicativos. Seleccionar los equipos de disolución sobre la base de una viscosidad 10 veces mayor (fluido no Newtoniano).

NA: NO APLICA ND: NO DETERMINADO

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD:

Estable bajo las condiciones de manejo y almacenamiento descritas en la sección 7

CONDICIONES A EVITAR:

Altas temperaturas, agua y humedad

MATERIALES A EVITAR:

Los agentes Oxidantes pueden causar reacciones exotérmicas

POLIMERIZACIÓN:

No ocurre

PRODUCTOS PELIGROSOS DE DESCOMPOSICIÓN:

La descomposición térmica puede producir: óxidos de nitrógeno y óxidos de carbono

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

TOXICIDAD AGUDA:

LD₅₀ Oral (rata) > 5000 mg/Kg

Los resultados de las pruebas sobre conejos mostraron que este material no es tóxico aún en altos niveles de dosis

EFFECTOS LOCALES:

Las pruebas aplicadas según la técnica Draize mostraron que el material no produce ningún efecto en la córnea o conjuntiva, sólo un leve efecto transitorio de irritación similar a los que todos los materiales granulares tienen sobre la conjuntiva

SENSIBILIZACIÓN:

No Sensibilizante

TOXICIDAD CRÓNICA:

Estudios de alimentación de dos años sobre ratas y perros no revelaron efectos adversos sobre la salud.

Este producto no contiene ninguna sustancia que sea considerada por OSHA como un probable o sospechado carcinógeno humano

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

MOVILIDAD:

Datos no disponibles

PERSISTENCIA/ DEGRADACIÓN EN AGUA, AIRE Y TIERRA:

No permitir que el concentrado alcance las vías de agua sin un tratamiento biológico de las aguas servidas. De acuerdo a su estructura altamente polimerizada no se presenta un valor apreciable de degradación biológica. Por la sustantividad propia del producto se alcanza un alto grado de eliminación en instalaciones biológicas de depuración de aguas servidas, ya que se fija a los lodos activos.

BIOACUMULACIÓN:

No es bioacumulable.

ECOTOXICIDAD:

LC₅₀ (peces) Danio Rerio >100 mg/L, 96 hr (OECD 203)

EC₅₀ (Daphnia) Daphnia magna > 100 mg/L, 48 hr (OECD 202)

IC₅₀, (Algas) Scenedesmus subspicatus > 100 mg/L, 72 hr (OECD 201)

No es hidrolizable



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

FDL013	F. APROB. FORM	REV.
	29/11/11	10
F. APROB. HDS	F. REV.HDS.	N° REV. HDS
03/11/09	27/05/15	5
GRE ASOCIADA: NO REGULADO		PÁG. 5/6

PRODUCTO: LIPESA 1547 M

13. CONSIDERACIONES SOBRE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL

MÉTODOS DE DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS:

Se Disponen de acuerdo a las leyes locales, estatales o nacionales establecidas. Puede aplicar incineración o descargar en plantas de tratamiento de efluentes, en ambos casos, debe ser comprobada la vigencia de permisología respectiva avalada por las autoridades ambientales competentes.

Si se realiza lavado del área, evitar llegada de aguas de lavado a cuerpos de agua superficial

ELIMINACIÓN DE RECIPIENTES O/ CONTENEDORES:

Los envases o contenedores de los productos Lipesa con pesos menores a 500 Kg., como tambores, carboyas, bidones y sacos no son retornables; es decir, forman parte del producto vendido al cliente, por lo tanto no serán devueltos a LIPESA "bajo ningún concepto". LIPESA se asegurará de que esos envases sean relacionados en el formulario FCS022 (Reporte de Manejo de Desechos) una vez dejados en las plantas o almacenes del cliente.

Queda entendido que el comprador o usuario final procederá a la eliminación de los envases de acuerdo a las normas y leyes vigentes de cada país; siendo conveniente que contacte a las autoridades ambientales para su disposición.

14. INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

N° DE IDENTIFICACIÓN: UN NO REGULADO

Reglamentación internacional	Nombre del Material	Clase	Grupo de Embalaje	Etiqueta
TERRESTRE (RID/DoT 49 CFR)	No Regulado	ND	NA	-
ACUÁTICO (ADNR)	No Regulado	ND	NA	-
MARÍTIMO (IMDG)	No Regulado	ND	NA	-
AÉREO (IATA-DGR, ICAO-IT)	No Regulado	ND	NA	-

15. REGLAMENTACIONES NACIONALES

REGLAMENTO SGA VIGENTE (Sistema Globalmente Armonizado)

Símbolo(s) peligroso(s):

Irritante

PICTOGRAMA



Atención (Irritante)

Indicaciones de peligros (Frases H):

H316 **Provoca leve irritación cutánea**

H320 **Provoca irritación ocular**

H335 **Puede irritar las vías respiratorias**

Consejos de prudencia (Frases P):

P264 **Lavarse cuidadosamente después de la manipulación**



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

FDL013	F. APROB. FORM	REV.
	29/11/11	10
F. APROB. HDS	F. REV.HDS.	N° REV. HDS
03/11/09	27/05/15	5
GRE ASOCIADA: NO REGULADO		PÁG. 6/6

PRODUCTO: LIPESA 1547 M

P270 No comer, beber o fumar mientras se manipula este producto

P273 No dispersar en el medio ambiente

P280 Usar guantes PVC u otro material plástico / Ropa de protección/ lentes de seguridad con protección lateral/ respirador contra vapores orgánicos/ Botas de seguridad

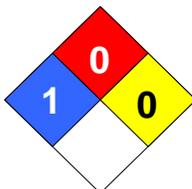
La etiqueta de éste producto está elaborada de acuerdo a la norma vigente COVENIN 3060 y al Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de los Productos Químicos (SGA)

16. OTRA INFORMACIÓN

CLASIFICACIÓN NFPA 704:

TOXICIDAD: 1
INFLAMABILIDAD: 0
INESTABILIDAD: 0
PELIGROS ESPECÍFICOS: -

ETIQUETA NFPA:



RIESGOS A LA SALUD:

0 = MÍNIMO
1 = LIGERAMENTE PELIGROSO
2 = MODERADAMENTE PELIGROSO
3 = SERIAMENTE PELIGROSO
4 = SEVERAMENTE PELIGROSO

El boletín técnico y la *guía de respuesta en caso de emergencia* por producto se entregan y notifica al transportista para que sirvan de adiestramiento y conocimiento de los riesgos asociados actividades, de carga / descarga de las sustancias.

* Por ser un producto no regulado no aplica número de guía de respuesta en caso emergencias.

"La aplicación o métodos de manejo, almacenamiento, uso y disposición del producto y/o sus envases están fuera de nuestro control, por lo tanto la empresa no asume y desconoce toda responsabilidad por pérdida, daño u otra situación que esté relacionada con el manejo, uso o disposición del producto y sus envases.

La empresa no asume responsabilidad alguna por daños al comprador o a terceras personas causadas por uso anormal del material y/o sus envases, aun siguiendo procedimientos razonables de seguridad.

Los datos suministrados fueron obtenidos de fuentes confiables, sin embargo, no se expresa ni se implica garantía alguna con respecto a la exactitud de estos datos o los resultados que se obtengan por el uso del material."



COASPHARMA SAS

900,297,153

HOJAS DE SEGURIDAD PRODUCTOS QUIMICOS

Hoja de Seguridad

SECCION 1...: PRODUCTO QUIMICO E IDENTIFICACION DE LA EMPRESA

Fecha de Elaboración...: 03/06/2014 Fecha de Revisión...: 02/10/2015

Producto...: **110091 PEROXIDO DE HIDROGENO**

Sinónimo...: Dióxido de hidrogeno.

Formula...: H2O2

Número Interno...: 110,091

Número UN...: 0

Clase UN...:

Proveedor...: COASPHARMA SAS

Teléfono...: 3351000 0

SECCION 2...: COMPOSICION E INFORMACION SOBRE INGREDIENTES

Usos...: Blanqueadores de textiles, alimentos, papel, en la producción de químicos, plásticos, farmacéuticos, electro plateado, tratamiento de agua, refinado y limpieza de metales, combustible de cohetes, caucho para espuma, antiséptico, agente neutralizante en la

Componentes

NOMBRE	CAS	TWA	STEL	%
--------	-----	-----	------	---

SECCION 3...: IDENTIFICACION DE PELIGROS

Peligros...: Apariencia: Líquido sin color. Peligro Oxidante fuerte. Corrosivo. Al contacto con otro material puede causar fuego. Puede ser dañoso si es ingerido. Puede causar efectos en el Sistema nervioso central, anomalías en la sangre, irritación severa en los

EFECTOS ADVERSOS POTENCIALES PARA LA SALUD

Inhalación...: Sensación de ardor en la garganta, tos. Posible paro respiratorio, edema pulmonar y muerte en casos severos.

Ingestión...: Corrosivo. Ardor en la garganta, dolor en el pecho, vómito, hemorragias. La formación espontánea de oxígeno en el esófago o estómago puede ocasionar heridas, coma, posible edema cerebral (fluidos en el cerebro) y muerte.

Piel...: Corrosivo a concentraciones mayores del 10%. Blanqueamiento de la piel y picazón.

Ojos...: Corrosivo. Enrojecimiento, dolor, visión borrosa. Puede causar daños irreparables en la retina y eventualmente ceguera. Efectos retardados hasta 1 semana después.

Efectos Crónicos...: El contacto prolongado o repetido con la piel puede causar dermatitis. Los experimentos del laboratorio han dado lugar a efectos múgatenos. El contacto repetido puede causar daño corneo.

SECCION 4...: PROCEDIMIENTOS DE PRIMEROS AUXILIOS

En los casos que se requiera las medidas de Primeros Auxilios deberan ser aplicadas por personal capacitado:

Inhalación...:	Trasladar al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial. No usar el método boca. Si respira con dificultad suministrar oxígeno. 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 esta inconsciente no dar a beber nada.
Piel...:	Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos. Retirar 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 ca

SECCION 5...: MEDIDAS EN CASO DE INCENDIO

Pto de Inflación (°C)...:	N/A.
Temp e Auto Ignición (°C)...:	N/A.
Límitesde Inflamabilidad...:	40 - 100
Peligros Incen/Explosión...:	No inflamable. Con el calor propicia la combustión espontanea de materiales combustibles. Libera oxígeno el cual intensifica y favorece la combustión. En contacto con otros materiales puede causar fuego. Contacto con sustancias oxidables puede provocar co
Medios de Extinción...:	Solo utilizar agua. No utilizar espuma, producto químico seco, Dióxido de carbono o polvo.
Prodctos de la combus...:	N/A.
Precaucion evitar Inc/Exp...:	Mantener alejado de toda fuente de calor. No colocar junto a materiales combustibles, ni impurezas.
Instrucción combatir fue...:	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.

SECCION 6...: MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

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. Ventilar el área. Eliminar toda fuente de ignición. Usar agua en forma de rocío par

SECCION 7...: MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Manejo...:	Usar siempre protección personal así sea corta la exposición o la actividad que va a realizar 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
Almacenamiento...:	Lugares ventilados, frescos y secos. Mantener lejos de fuentes de calor, chispa e ignición. Separar de materiales incompatibles. Rotular los recipientes adecuadamente y mantenerlos bien cerrados. Almacenar protegido de luz y a temperaturas inferiores a 35

SECCION 8...: CONTROLES DE EXPLOSION Y PROTECCION PERSONAL

Controles de Ingenieria...:	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. Sumi
Equipo Protección Pers...:	
Protección Ojos y Rostro...:	Usar las gafas o anteojos de seguridad apropiados para productos químicos según lo descrito por las regulaciones de la OSHA en 29 CFR 1910,133 o en el Estándar Europeo EN166.
Protección de Piel...:	Guantes largos, botas y ropa de protección impermeables al producto.
Protección Respiratoria...:	Respirador con filtro para vapores inorgánicos. Un programa de protección respiratoria que resuelve los requisitos de la OSHA 29 CFR: 1910.134 y del ANSI Z88.2 o del Estándar Europeo EN 149 debe ser seguido siempre que el lugar de trabajo condicione el us
Ptrotección caso EmERGE...:	Equipo de respiración autónomo (SCBA) y ropa de protección TOTAL.

SECCION 9...: PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Apariencia,Olor, Est Fis...:	Líquido sin color, con ligero olor.
Gravedad Especifica Agu...:	1.2 a 20 °C
Punto de ebullición...:	141
Punto de Fusión...:	-11
Densidad Relativa Vapor...:	1.0
Presión Vapor (MM HG)...:	18.3 a 30 C
Viscosidad...:	1.245 a 20 C
PH...:	3.3 (30% sol.)
Solubilidad...:	Soluble en agua y alcohol.

SECCION 10...: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad Química...:	Es estable normalmente si no se contamina pero se descompone lentamente para liberar oxígeno. Inestable con el calor, puede producir presiones peligrosas.
Condiciones a Evitar...:	Sustancias incompatibles, luz, fuentes de ignición, exceso de calor.
incompatibilidad...:	Materiales combustibles, agentes reductores, iones metálicos, materiales oxidables, hierro, cobre, bronce, cromo, cinc, plomo, plata, manganeso.
Prod descomposición P...:	Oxígeno, Gas de hidrogeno, agua.
Polimerización Peligrosa...:	No ocurre.

SECCION 11....: INFORMACION TOXICOLOGICA

DL50 (oral, rata) = 376 mg/kg, Efectos: peritonitis, cambio en la cuenta de leucocitos. DL50 (piel, ratas) = 4.06 g/kg. LC50 (inhalación, ratas) = 2 g/m3 en 4h, Efectos: sobre los pulmones, tórax; embolia pulmonar. No es listado como Carcinógeno por la AC

SECCION 12....: INFORMACION ECOLOGICA

CL50 (trucha) =40 ppm/tns agua salada. CL50 (Daphnia Magna) = 0.007 g/L durante 24h.

SECCION 13....: CONSIDERACIONES DE DISPOSICION

El material derramado puede ser recogido y recuperarse, o diluirse con abundante agua y desecharse según normatividad.

SECCION 14....: INFORMACION SOBRE TRANSPORTE

Etiqueta amarilla de sustancia comburente, clase UN 5.1, grupo II. No transportar con ningún tipo de sustancia química. Proteger los contenedores del daño físico y del calor.

SECCION 15....: INFORMACION 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. Los residuos de esta sustancia están considerados e

SECCION 16....: OTRAS INFORMACIONES

La información relacionada con este producto puede no ser válida si éste es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular.

Bibliog

ANEXO E
REPORTE ANÁLISIS DR. CALDERÓN LABS



ASISTENCIA TÉCNICA AGRÍCOLA
 CONTROL DE CALIDAD
 FOIJAR
 SUELOS
 AGUAS

INFORME

No. Laboratorio 10336

Identificación del documento

FAD-16

VERSIÓN 1

Propietario:	Justine Mariño
Dirección:	Cra 90 Bis No. 76 - 51
Ciudad:	Bogotá

Fecha de Muestreo	2016-10-10
Fecha de Recepción	2016-10-11
Fecha de Análisis	2016-10-20
Orden de Trabajo No.	57136

Información de la Muestra

Identificación	Destino del Agua	Características
Muestra 1 - Agua Cruda	Agua Residual	Líquido turbio color amarillo
Municipio	Finca	
BOGOTÁ CUN	Laboratorio Farmacéutico	

RESULTADOS DEL ANALISIS

Parámetro	Reporte	Unidades	Metodos Analíticos
**DQO:	7410	mg/L O2	Reflujo Cerrado y Colorimétrico SM 5220D

Prohíbe la copia total o parcial del presente informe. Toda copia autorizada deberá llevar este sello en original en cada una de sus páginas. Los presentes resultados analíticos corresponden exclusivamente a la muestra recibida en el Laboratorio y no a otros materiales de la misma procedencia.



Pag. 1/1

Fin del Informe.



Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros marcados con ** según Resolución N° 0310 del 09 de Marzo de 2016

Felipe Calderón Sáenz
 Felipe Calderón Sáenz
 Director General; T.P. 3186

Yolanda Caballero Amargosa
 Yolanda Caballero Amargosa
 Microbiólogo



ASISTENCIA TÉCNICA AGRÍCOLA
 CONTROL DE CALIDAD
 FOIJAR
 SUELOS
 AGUAS

Identificación del documento

FAD-16

VERSIÓN 1

No. Laboratorio 10337

Propietario:	Justine Mariño
Dirección:	Cra 90 Bis No. 76 - 51
Ciudad:	Bogotá

Fecha de Muestreo	2016-10-10
Fecha de Recepción	2016-10-11
Fecha de Análisis	2016-10-20

Orden de Trabajo No. 57136

Información de la Muestra

Identificación	Destino del Agua	Características
Muestra 2 - Agua Tratada	Agua Residual	Líquido color amarillo
Municipio		Finca
BOGOTÁ CUN		Laboratorio Farmacéutico

RESULTADOS DEL ANALISIS

Parámetro	Reporte	Unidades	Metodos Analíticos
DBO5:	914.20	mg/L O2	LBC 23 Respirometría
**DQO:	6419	mg/L O2	Reflujo Cerrado y Colorimétrico SM 5220D
**Sólidos Suspensivos Totales:	64.60	mg/L	Gravimetría - SM 2540 D
Grasas y Aceites:	15.20	mg/L	LBC 52 Extracción Soxhlet
Fenoles:	0.12	mg/L	LBC 301 Colorimetría

Prohibida la copia total o parcial del presente informe. Toda copia autorizada deberá llevar este sello en original en cada una de sus páginas. Los presentes resultados analíticos corresponden exclusivamente a la muestra recibida en el Laboratorio y no a otros materiales de la misma procedencia.



Pag. 1/1

Fin del Informe.



Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros marcados con ** según Resolución N° 0310 del 09 de Marzo de 2016

Justine Mariño
Justine Calderón Sáenz
 Director General; T.P. 3186

Justine Mariño
Justine Calderón Sáenz
 Microbiólogo

ANEXO F

PREPARACIÓN DE LOS REACTIVOS QUÍMICOS

La preparación del neutralizante al 2% se realiza de la siguiente manera;

1. Pese 9 Kg de hidróxido de sodio.
2. Disuelva el hidróxido de sodio en 43 L de agua potable o purificada.
3. Mezcle de manera uniforme (debe tener las precauciones adecuadas ya que este compuesto al reaccionar desprende calor).
4. Verifique el valor de pH que tiene el agua en el tanque de homogenización y adicione el neutralizante de ser necesario

La preparación del coagulante se debe hacer al 10% de la siguiente manera;

1. Pese 7 kg de hidroxiclورو de aluminio (PAC)
2. Disuelva el PAC en 60 L de agua purificada
3. Mezcle de manera homogénea

La preparación del floculante se debe hacer al 0,1% de la siguiente manera;

1. Pese 0,11 kg de floculante aniónico (L1547M)
2. Disuelva el floculante en 110 L de agua purificada
3. Coloque el agitador durante 30 minutos a 100 rpm

Nota: La preparación de estos reactivos químicos debe hacerse de forma diaria.

ANEXO G

PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO

1. Desnatado en trampas de grasa. Esta se debe realizar en el casino, líquidos, sólidos y antibióticos.

Objetivo: Eliminar el material flotante para disminuir la cantidad de sólidos y evitar obstrucción en las bombas.

Frecuencia: Diariamente

Duración del proceso: Media hora por trampa.

Responsable: Operario encargado del mantenimiento de PTAR.

Procedimiento:

1. Levantar las tapas de la trampa de grasa.
2. Retirar los diversos sólidos flotantes que se encuentren la superficie de la trampa de grasas con la nasa de limpieza.
3. Depositar las natas en un balde para medir el volumen que se recolecto.
4. Registrar en el formato "Registro de mantenimiento de la planta de tratamiento de agua residual" el mantenimiento realizado y en observaciones la cantidad de natas obtenidas.
5. Disponer del lodo acumulado como residuo peligroso.

2. Retro lavado de filtros multimedia y filtro de carbón activado.

Objetivo: Eliminar los sólidos retenidos en los medios filtrantes.

Frecuencia: Cada (3) tres días, realizar cuando la diferencia de presión entre el manómetro de entrada y el de salida sea del orden de 5 a 7 m.c.a (metro de columna de agua).

Duración del proceso: Una (1) hora aproximadamente. El tiempo que debe durar el retro lavado depende del grado de suciedad de los filtros, hasta que el agua de retro lavado salga limpia

Responsable: Operario encargado del mantenimiento de PTAR.

Procedimiento:

Revisar la presión de funcionamiento del sistema a través de los manómetros instalados antes y después de los filtros. Cuando esa diferencia de presión es del orden de 5 a 7 m.c.a (metro de columna de agua).

1. , se debe limpiarlos para reestablecer la presión normal de trabajo.
2. Vaciar el tanque de agua tratada.
3. Llenarlo con agua potable.
4. Colocar las válvulas en modo de retro lavado.
5. Prender la bomba de retro lavado.

6. Observar que en el tanque de recepción de retro lavado hasta que el agua salga clara, lo que significa que el medio filtrante ha quedado limpio y el retro lavado ha hecho su función.
7. Apagar la bomba de retro lavado.
8. Colocar las válvulas en el modo normal de operación.
9. Registrar en el el formato “Registro de mantenimiento de la planta de tratamiento de agua residual” el mantenimiento realizado.

3. Limpieza de rejilla de tanque homogenización.

Objetivo: Retirar los sólidos acumulados en la rejilla

Frecuencia: Cada tres (3) días

Duración del proceso: Una (1) hora

Responsable: Operario encargado del mantenimiento de PTAR.

Procedimiento:

1. Desmontar la rejilla del tanque de homogenización.
2. Retirar los sólidos.
3. Depositar los sólidos en un balde para medir el volumen que se recolecto.
4. Registrar en el formato “Registro de mantenimiento de la planta de tratamiento de agua residual” el mantenimiento realizado y en observaciones la cantidad de sólidos obtenidos.
5. Realizar limpieza restregando las paredes y el fondo de la rejilla con abundante agua.
6. Cuando finalice el proceso colocar la rejilla de nuevo en el lugar.
7. Disponer del lodo acumulado como residuo peligroso.

4. Limpieza de filtro de canastilla.

Objetivo: Retirar los sólidos acumulados en la rejilla.

Frecuencia: Semanal

Duración del proceso: Media hora (30 minutos)

Responsable: Operario encargado del mantenimiento de PTAR.

Procedimiento:

1. Abrir el filtro de canastilla con ayuda de un hombre solo
2. Retirar la canastilla
3. Retirar los sólidos.
4. Depositar los sólidos en un balde para medir el volumen que se recolecto.
5. Registrar en el formato “Registro de mantenimiento de la planta de tratamiento de agua residual” el mantenimiento realizado y en observaciones la cantidad de sólidos obtenidos.
6. Lavar la canastilla con abundante agua y jabón.
7. Cuando finalice el proceso colocar la canastilla de nuevo en el lugar.

8. Cerrar el filtro con ayuda de un hombre solo.
9. Disponer del lodo acumulado como residuo peligroso.

5. Retirar lodos de lechos de secado.

Objetivo: Vaciar el tanque de lechos de secado y disponerlos como material peligroso.

Frecuencia: Semanal

Duración del proceso: Dos (2) horas

Responsable: Operario encargado del mantenimiento de PTAR.

Procedimiento:

1. Abrir la válvula de drenaje para sacar los lodos en un balde.
 2. Depositar los lodos en un balde para medir el volumen que se recolecto.
 3. Registrar en el formato "Registro de mantenimiento de la planta de tratamiento de agua residual" el mantenimiento realizado y en observaciones la cantidad de lodos obtenidos.
 4. Disponer del lodo acumulado como residuo peligroso.
- #### 6. Limpieza de trampas de grasa. Esta actividad se debe realizar en casino, líquidos, sólidos y antibióticos.

Objetivo: Garantizar el funcionamiento integral de trampas de grasa.

Frecuencia: Mensual.

Duración del proceso: Dos (2) horas por trampa.

Responsable: Operario encargado del mantenimiento de PTAR.

Procedimiento:

1. Levantar las tapas de la trampa de grasa.
2. Desocupar la trampa de grasa
3. Depositar los lodos en un balde para medir el volumen que se recolecto.
4. Registrar en el formato "registro de mantenimiento de la planta de tratamiento de agua residual" el mantenimiento realizado y en observaciones la cantidad de lodos obtenidos.
5. Realizar limpieza de la trampa de grasa restregando las paredes y piso con abundante agua
6. Cuando finalice el proceso cerrar la tapa de la trampa de grasa
7. Disponer del lodo acumulado como residuo peligroso.

7. Limpieza de DAF.

Objetivo: Retirar los sólidos acumulados en el fondo del DAF.

Frecuencia: Cada dos (2) meses

Duración del proceso: Dos (2) horas

Responsable: Operario encargado del mantenimiento de PTAR.

Procedimiento:

1. Desocupar el DAF
2. Realizar limpieza de la trampa de grasa restregando las paredes y piso con abundante agua y jabón.
3. Registrar en el formato “Registro de mantenimiento de la planta de tratamiento de agua residual” el mantenimiento realizado.

8. Cambio de lechos filtro multimedia y carbón activado.

Objetivo: Renovar los lechos filtrantes.

Frecuencia: Cada seis (6) meses

Duración del proceso: Seis (6) horas

Responsable: Operario encargado del mantenimiento de PTAR.

Procedimiento:

1. Abrir el manhole de salida del filtro.
2. Retirar el medio filtrante y depositarlo en un balde para medir el volumen que se recolecta.
3. Registrar en el formato “registro de mantenimiento de la planta de tratamiento de agua residual” el mantenimiento realizado y en observaciones la cantidad de medio filtrante obtenido.
4. Limpiar el interior del filtro con abundante agua
5. Colocar la tapa del manhole con ayuda de un hombre solo
6. Llenar los filtros multimedia con 25 Kg de cada lecho filtrante; el filtro de carbón activado con 50 Kg, es necesario dejar los filtros inundado con agua el tiempo suficiente (mínimo 24 horas) para que haya desprendido la mayor parte del aire de los poros⁷¹.
7. Disponer de los medios filtrantes viejos como residuo peligroso.

⁷¹ CARBOTECNIA. Retrolavados [en línea] < <http://www.carbotecnia.info/encyclopedia/retrolavados/> > [citado en 5 de noviembre de 2016]

 Fundación Universidad de América	FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA	Código:
	PROCESO: GESTIÓN DE BIBLIOTECA	Versión 0
	Autorización para Publicación en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres	Julio - 2016

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL LUMIERES

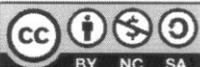
Nosotros **Justine Lizeth Mariño Cuenta** y **Lina Constanza Martínez Niño** en calidad de titulares de la obra **Propuesta para la gestión de vertimientos industriales de Laboratorios Coaspharma S.A.S.**, elaborada en el año **2016**, autorizamos al **Sistema de Bibliotecas de la Fundación Universidad 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 Autores 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	Julio- 2016

	Atribución- no comercial- sin derivar: permite distribuir, sin fines comerciales, sin obras derivadas, con reconocimiento del autor.	<input type="checkbox"/>
	Atribución – no comercial: permite distribuir, crear obras derivadas, sin fines comerciales con reconocimiento del autor.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Atribución – no comercial – compartir igual: 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

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:

AUTORIZO (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 indicaré (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 D.C, a 1 día del mes de Febrero del año 2017.

LOS AUTORES:

Autor 1

Nombres Justine Lizeth	Apellidos Mariño Cuenca
Documento de identificación No 1026290650	Firma 

Autor 2

Nombres Lina Constanza	Apellidos Martinez Niño
Documento de identificación No 1026286375	Firma 