

PROPUESTA DE UNA ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES EN LA SALSAMENTARIA EL BOHEMIO

AURA MARIA CRUZ ANDRADE
CLAUDIA MARCELA SIERRA PARRA

FUNDACION UNIVERSIDAD DE AMERICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERIA QUIMICA
BOGOTA, D.C
2016

PROPUESTA DE UNA ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES EN LA SALSAMENTARIA EL BOHEMIO

AURA MARIA CRUZ ANDRADE
CLAUDIA MARCELA SIERRA PARRA

Proyecto integral de Grado para optar el título de:
INGENIERO QUIMICO

Asesor
Edgar Fernando Moreno Torres
Ingeniero químico U. N

FUNDACION UNIVERSIDAD DE AMERICA
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA QUIMICA
BOGOTA D.C
2016

Nota de aceptación

Orientador. Ing. Edgar Fernando Moreno

Jurado 1. Juan Camilo Celi

Jurado 2. Diana Cuesta

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 Postgrados

Dra. ANA JOSEFA HERRERA VARGAS

Secretario General

Dr. JUAN CARLOS POSADA GARCIA-PEÑA

Decano Facultad de Ingenierías

Ing. JULIO CESAR FUENTES ARISMENDI

Director Programa Ingeniería Química

Ing. LEONARDO de JESUS HERRERA GUTIÉRRES

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 al autor.

DEDICATORIAS

A Dios principalmente por ser mi guía y por permitirme llegar a este punto de mi vida, por proporcionarme las oportunidades y por su infinito amor y bondad.

A mi familia por dame su amor y su apoyo incondicional, a mis abuelitos formar a la persona que soy y por ayudarme a llegar a este punto, a mis padres por su apoyo incondicional por estar en los momentos difíciles, por su apoyo moral y su amor incondicional y por ultimo agradezco a mi hermano por ser en alguien en quien confiar y por fortalecerme con sus consejos.

A mis amigos por su apoyo y ayuda a lo largo de mi carrera.

Aura Cruz.

A Dios, por darme la vida y la oportunidad de realizar cada sueño, estar conmigo en cada paso y darme fuerza para cumplir mis metas, por haber puesto en mi camino a las personas que han sido un apoyo para mí.

A mi mamá, Ana Isabel Parra, por apoyarme en todo el proceso de elaboración del proyecto, y ver siempre las cosas positivas de cada tropiezo, por siempre estar a mi lado y ayudarme lo que necesito.

A Edwin Bolívar Canchala Méndez, por darme su apoyo incondicional, estar a mi lado cuando lo necesito y siempre fortalecerme con palabras de aliento en los momentos difíciles.

A mis amigos que me han apoyado en este proceso, y demás familiares por ayudarme a seguir siempre adelante.

Marcela Sierra.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a.

INDUSTRIA SALSAMENTARIA EL BOHEMIO por permitir el desarrollo de la propuesta de la alternativa para tratar sus aguas residuales y el manejo adecuado para el agua lluvia, principalmente a Nelcy Gutierrez Clopatosky representante de la empresa nos permitió el acceso total a la planta y por el apoyo brindado para la culminación del proyecto.

A la ingeniera Claudia Díaz que nos brindó información sobre la planta y su proceso.

Al ingeniero Rubén Darío Godoy Silva profesor de la universidad nacional por brindar sus conocimientos para el desarrollo del proyecto.

A nuestro orientador Edgar Fernando Moreno Torres por su apoyo en el desarrollo y culminación del proyecto.

A Pablo Enrique Cuervo por su ayuda y asesoría en relación con el desarrollo del proyecto.

A la universidad central por permitirnos el acceso a los laboratorios con el fin de realizar las pruebas para el proyecto.

A nuestras familias por su apoyo financiero y moral en el transcurso en el desarrollo del proyecto

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	22
OBJETIVOS	23
1. MARCO TEORICO	24
1.1 NORMATIVIDAD	24
1.2 PARAMETROS EVALUADOS EN LA NORMA	25
1.3 TRATAMIENTOS DE AGUAS	26
1.3.1 Tratamiento primario	27
1.3.2 Tratamiento secundario	31
2. GENERALIDADES	34
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	34
2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	34
2.3 BALANCE HÍDRICO DE LA EMPRESA	49
3. DIAGNÓSTICO DE AGUAS EN LA EMPRESA	53
3.1. SITUACIÓN ACTUAL DEL VERTIMIENTO	53
3.1.1 Manejo del agua residual y su posterior tratamiento	53
3.1.2 Características de agua residual que se genera en la organización Salsamentaría el Bohemio	56
3.2 SITUACION ACTUAL DE AGUA LLUVIA	71
3.2.1 Características de agua lluvia almacenada por la Salsamentaria el Bohemio.	73
4. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA SALSAMENTARIA EL BOHEMIO	78
4.1 ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO	78
5. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN LA SALSAMENTARIA EL BOHEMIO	87
5.1 SELECCION DE LA ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	87
5.1.1 Alternativas de tratamiento	87
5.1.2 Criterios de selección	90
5.1.3 Calificación para la matriz de selección	97
5.2 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO DE AGUA LLUVIA EN LA SALSAMENTARIA EL BOHEMIO	99
5.2.1 Alternativas para el tratamiento de aguas lluvia.	99
5.2.2 Criterios y selección de la alternativa de tratamiento de aguas lluvia.	100

6. DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO SELECCIONADA A NIVEL LABORATORIO	103
6.1 AGUAS DE VERTIMIENTO	103
6.1.1 Proceso de oxidación con peróxido de hidrogeno (alternativa propuesta).	103
6.1.2 Proceso con el rompedor de emulsiones	115
6.1.3 Proceso DAF	121
6.2 AGUAS LLUVIA	122
6.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS	127
6.3.1 Análisis de valores obtenidos del tratamiento de aguas residuales con peróxido de hidrogeno.	127
6.3.2 Análisis de resultados para agua lluvia	132
7. COSTOS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	135
7.1 INGRESOS	135
7.2 EGRESOS	136
7.3 FLUJO DE CAJA	138
7.4 VALOR PRESENTE NETO (VPN)	138
8. CONCLUSIONES	139
9. RECOMENDACIONES	142
BIBLIOGRAFIA	144
ANEXOS	148

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Resumen del balance hídrico del agua de vertimiento	51
Tabla 2. Resultados por intervalos de los parámetros tomados en la caja de inspección	60
Tabla 3. Informe de resultados del laboratorio con técnica de análisis	61
Tabla 4. Comparación de resultados con la resolución 0631 de 2015	63
Tabla 5. Comparación de resultados 2014 y 2015 con la resolución 0631 de 2015.	65
Tabla 6. Parámetros para la calidad de agua de vertimiento	66
Tabla 7. Parámetros para reúso según resolución 1207 de 2014	69
Tabla 8. Caracterización de la calidad de aguas lluvia	74
Tabla 9. Parámetros para reúso según la Resolución 1207 de 2014	75
Tabla 10. Tabla de caudal agua lluvia, día lunes.	76
Tabla 11. Tabla de caudales agua lluvia, día martes.	76
Tabla 12. Niveles de calificación	90
Tabla 13. Niveles de costos	90
Tabla 14. Costo promedio de la alternativa 1 de agua residual	90
Tabla 15. Costo promedio de la alternativa 2 de agua residual	91
Tabla 16. Costo promedio de la alternativa 3 de agua residual	91
Tabla 17. Costo promedio de la alternativa 4 de agua residual	91
Tabla 18. Costo promedio de la alternativa 5 de agua residual	91
Tabla 19. Costo promedio de la alternativa 6 de agua residual	92
Tabla 20. Niveles de eficiencia	92
Tabla 21. Eficiencia promedio de la alternativa 1 de agua residual	93
Tabla 22. Eficiencia promedio de la alternativa 2 de agua residual	93
Tabla 23. Eficiencia promedio de la alternativa 3 de agua residual	93
Tabla 24. Eficiencia promedio de la alternativa 4 de agua residual	93
Tabla 25. Eficiencia promedio de la alternativa 5 de agua residual	94
Tabla 26. Eficiencia promedio de la alternativa 6 de agua residual	94
Tabla 27. Criterios para la selección del tratamiento	97
Tabla 28. Calificación de la alternativa 1 de agua residual	97
Tabla 29. Calificación de la alternativa 2 de agua residual	97
Tabla 30. Calificación de la alternativa 3 de agua residual	98
Tabla 31. Calificación de la alternativa 4 de agua residual	98
Tabla 32. Calificación de la alternativa 5 de agua residual	98
Tabla 33. Calificación de la alternativa 6 de agua residual	98
Tabla 34. Cuadro de comparación de las 6 alternativas de agua residual	98
Tabla 35. Costo promedio de la alternativa 1 de agua lluvia	100
Tabla 36. Eficiencia promedio de la alternativa 1 de agua lluvia	101
Tabla 37. Costo promedio de la alternativa 2 de agua lluvia	101
Tabla 38. Eficiencia promedio de la alternativa 2 de agua lluvia	101
Tabla 39. Comportamiento del hipoclorito en el agua	123

Tabla 40. Comportamiento del hipoclorito al agregarlo la segunda vez	124
Tabla 41. Parámetros de vertimientos de proceso de laboratorio vs antes del proceso, agua de vertimiento	128
Tabla 42. Parámetros de reúso de proceso de laboratorio vs antes del proceso, agua de vertimiento	131
Tabla 43. Resultados del proceso para agua lluvia, comparados con la resolución 1207 del 2014.	132
Tabla 44. Costos de estudio	135
Tabla 45. Ingresos de la propuesta	136
Tabla 46. Costos de equipos para la propuesta	136
Tabla 47. Costos de reactivos para la propuesta	137
Tabla 48. Costos de servicio público para la propuesta	137

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Información del vertimiento	57
Cuadro 2. Preservación de las muestras	61
Cuadro 3. Ventajas y desventajas de la sedimentación	78
Cuadro 4. Ventajas y desventajas de la oxidación con peróxido	79
Cuadro 5. Ventajas y desventajas del rompedor de emulsiones	80
Cuadro 6. Ventajas y desventajas de agentes acidificantes y alcalinizantes	80
Cuadro 7. Ventajas y desventajas del proceso DAF	81
Cuadro 8. Ventajas y desventajas de la trampa de grasa	81
Cuadro 9. Ventajas y desventajas del tratamiento biológico	82
Cuadro 10. Ventajas y desventajas de filtros biológicos.	82
Cuadro 11. Ventajas y desventajas de la filtración	83
Cuadro 12. Ventajas y desventajas del carbón activado	84
Cuadro 13. Ventajas y desventajas de la desinfección	85
Cuadro 14. Clasificación de los procesos	89
Cuadro 15. Alternativas de tratamiento de agua residual	89
Cuadro 16. Alternativa de tratamiento de agua lluvia	100

LISTA DE GRAFICAS

	pág.
Grafica 1. Variación de pH cada 15 minutos	57
Grafica 2. Variación de temperatura cada 15 min	58
Grafica 3. Variación de caudal cada 15 min	58
Grafica 4. Variación del caudal cada 15 min, día lunes.	59
Grafica 5. Variación del caudal cada 15 min, día martes	60
Grafica 6. Variación de pH cada 15 min, 2014.	64
Grafica 7. Variación de temperatura cada 15 min, 2014.	64
Grafica 8. Variación del caudal cada 15 min del 2014	65
Grafica 9. Variación de caudal cada 30 min agua lluvia, día lunes	76
Grafica 10. Variación de caudal cada 30 min agua lluvia, día martes.	77
Grafica 11. Comportamiento del cloro libre y el pH, con adición de hipoclorito de sodio.	124
Grafica 12. Comportamiento del cloro y pH, segunda aplicación	125

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Características de las grasas animales	24
Figura 2. Procesos de rompimiento de emulsiones.	29
Figura 3. Cuarto frio de materias primas	35
Figura 4. Equipo formador de hielo	35
Figura 5. Molino TAGA	36
Figura 6. Molino Butcher boy	36
Figura 7. Molino de condimentos.	36
Figura 8. Cutter Castell vall	37
Figura 9. Tumbler DORIT	37
Figura 10. Mezcladora Castell vall	37
Figura 11. Mezcladora II	38
Figura 12. Tanque termoencogido	38
Figura 13. Embutidora elitecno	39
Figura 14. Embutidora handtmann	39
Figura 15. Inyectadora DORIT	39
Figura 16. Emulsificadora KF	40
Figura 17. Amarradora talsa	40
Figura 18. Tanque de cocción	40
Figura 19. Caldera	41
Figura 20. Compresor de aire sullair	41
Figura 21. Cámara de cocción	41
Figura 22. Marmita	42
Figura 23. Cámara II-Maurer	42
Figura 24. Tina de enfriado	42
Figura 25. Secador sullair	43
Figura 26. Cuarto de congelación	43
Figura 27. Porcionadora Patty O Mattic	44
Figura 28. Sierra birio	44
Figura 29. Clipteadora poly clip	44
Figura 30. Tajadora Hobart.	45
Figura 31. Tajadora Bizerba	45
Figura 32. Selladora al vacío VC 999	45
Figura 33. Selladora al vacío super vac	46
Figura 34. Loteadora neumática y compresor de aire	46
Figura 35. Empacadora al vacío Komet	46
Figura 36. Cuarto frio de producto terminado	47
Figura 37. Diagrama de producción de la Salsamentaría el Bohemio	48
Figura 38. Balance mensual del agua de la empresa.	50
Figura 39. Canaletas parte superior e izquierda de la empresa	54
Figura 40. Canaletas parte inferior y derecha de la empresa	54
Figura 41. Filtro para pretratamiento	55

Figura 42. Compartimiento 1 -2	55
Figura 43. Compartimiento 3-4	55
Figura 44. Compartimiento 4 filtro	55
Figura 46. Tanque de agua lluvia.	72
Figura 47. Tubería de entrada	72
Figura 48. Tubería de salida	72
Figura 49. Interconexión de tubería de entrada	72
Figura 50. Salida del agua lluvia	73
Figura 51. Medidor de nivel	73
Figura 52. Metodología del proceso de oxidación con peróxido de hidrogeno	103
Figura 53. Agua de vertimiento	105
Figura 54. Agua a tratar con peróxido de hidrógeno	107
Figura 55. Reacción del peróxido de hidrogeno con el agua.	107
Figura 56. Apariencia del agua filtrada con carbón activado	108
Figura 57. Agua tratada en un recipiente de 13 L	109
Figura 58. Kit comparador de pH y cloro colorimetro.	110
Figura 59. Agua con peróxido y rompedor de emulsiones	111
Figura 60. Agua a tratar para el 1 replica	111
Figura 61. Proceso de filtración 1 replica	112
Figura 62. Agitación del peróxido de hidrogeno 1 replica	112
Figura 63. Alcalinización de la muestra (izquierda), disolución de hidróxido de sodio (derecha) 1 replica	113
Figura 64. Filtración con carbón activado 1 réplica	113
Figura 65. Filtro de antracita	114
Figura 66. Filtro de arena sílice	114
Figura 67. Filtro de granate	114
Figura 68. Filtro de cascarilla de arroz	115
Figura 69. Metodología del rompedor de emulsiones	116
Figura 70. Rompedor de emulsiones (izquierda), prueba de botella (derecha)	117
Figura 71. Primera botella con 1,5 mL RE	117
Figura 72. Segunda botella con 2 ml RE	118
Figura 73. Tercera botella con 3 ml de RE	118
Figura 74. Cuarta botella con 4 mL de RE	119
Figura 75. Test de jarras, con rompedor de emulsiones.	120
Figura 76. Finalización de prueba de Jarras con el rompedor de emulsiones	120
Figura 77. Metodología del proceso DAF	121
Figura 78. Prototipo DAF	121
Figura 79. Proceso DAF en el agua a tratar	122
Figura 80. Resultado del proceso DAF	122
Figura 81. Agua lluvia	122
Figura 82. Prueba de cloro y pH.	123

Figura 83. Diagrama de bloques alternativa de tratamiento de agua de tratada	131
Figura 84. Diagrama de bloques alternativa de tratamiento de agua lluvia.	133
Figura 85. Flujo de caja de un año para el proyecto	138

LISTA DE ECUACIONES

	pág.
Ecuación 1. Determinar volumen de las alícuotas	56
Ecuación 2. Cálculo de caudal	59
Ecuación 3. Cálculo de disoluciones o concentraciones	104
Ecuación 4. Cálculo de volumen	104
Ecuación 5. Cálculo de concentración	105
Ecuación 6. Conversión de concentración p/p a p/v	106
Ecuación 7. Presión hidrostática	126

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A Parametros de las resoluciones	149
ANEXO B Diagrama de la empresa	151
ANEXO C Ficha tecnica de los refrigerantes	152
ANEXO D Fichas tecnicas	154
ANEXO E Tabulacion de datos	177
ANEXO F Resultados originales de las caracterizaciones	181
ANEXO G Calculos de eficiencia	1819
ANEXO H Cotizaciones	190
ANEXO I Tanque de agua lluvia	196
ANEXO J Costos	197

GLOSARIO

CaCO₃: Carbonato de calcio, unidad de medida en parámetros como acidez, alcalinidad y dureza.

Cl: Cloro, unidad de medida para cloruros.

CLIPTAR: cerrar apretando con un clip de aluminio las bolsas o fundas con embutidos para sellarlos.

COLMATAR: denominada comúnmente colmatación, es la acumulación de sedimentos que no permiten el paso del efluente.

CUTTEADO: es proceso de mezcla para obtener una pasta final en la cual se adicionan los ingredientes para lograr una mejor distribución.

Fe: Hierro, unidad de medida para hierro.

FIAMBRES: son los productos genéricos obtenidos de los cortes de la carne de cualquier especie animal, reducidos hasta un tamaño no menor de 12 mm, podrán contener hasta un 20% de carnes finamente molidas.

NMP: Número más probable, unidad de medida en la determinación de microorganismos.

P: Fosforo, unidad de medida para el fosforo u ortofosfatos.

pH: Potencial de hidrogeno, medida de iones hidrogeno disuelto en el agua.

PRODUCTOS CÁRNICOS CURADOS: es aquel que fue sometido a la acción de los agentes de curación en las cantidades especificadas en la Norma de Aditivos Alimentarios.

SO₄: Sulfato, unidad de medida de los sulfatos en el agua.

TANQUE DE TERMO ENCOGIDO: empaca una gran variedad de productos individualmente o en grupos, con un material termoencogible. Diseñado para mejorar la presentación de los productos.

UNT: Unidad nefelométría de turbidez, unidad de medida de la turbidez en un fluido.

Pa: Pascal, unidad de presión del Sistema Internacional de Unidades. Es la presión que ejerce una fuerza de 1 newton sobre una superficie de 1 metro cuadrado normal a la misma.

V: Voltio, unidad derivada que forma parte del Sistema Internacional, se utiliza para expresar el potencial eléctrico, la tensión eléctrica y la fuerza electromotriz.

W: Watt, unidad de potencia del Sistema Internacional de Unidades. Es el equivalente a 1 julio por segundo (1 J/s).

Bar: Unidad de presión aproximadamente igual a una atmósfera (1 atm).

PSI: Unidad presión que significa libra-fuerza por pulgada cuadrada.

RPM: revoluciones por minuto, unidad de frecuencia que indica el número de rotaciones completadas cada minuto por un cuerpo que gira alrededor de un eje.

ESPECTROFOTOMETRÍA: medición de la cantidad de energía radiante que absorbe o transmite un sistema químico en función de la longitud de onda.

RESUMEN

En el presente trabajo de grado se desarrolla el diseño conceptual del sistema de tratamiento de aguas residuales y agua lluvia en la industria Salsamentaria el Bohemio, para el mejoramiento de la calidad del agua para vertido y su posible reúso en la empresa. Según la Resolución 1207 del 2014, para descargas sanitarias y agua contra incendio. Se plantea para lavado de pisos, equipos, trampa de grasa y canaletas, para ello se determina su viabilidad según las características cualitativas y parámetros de la Resolución 2115 del 2007, para agua potable. Es necesario conocer la situación actual de la empresa y las características del agua a tratar para identificar los contaminantes presentes y evaluar parámetros según la Resolución 0631 de 2015, para vertimiento, con la caracterización del agua se seleccionan las diferentes alternativas de mejoramiento, teniendo en cuenta factores como el costo de implementación, la eficiencia, espacio y mantenimiento. Se obtiene como alternativa más recomendada la oxidación con peróxido de hidrogeno, la cual se somete a experimentación, también se propone un prototipo del proceso DAF y rompedor de emulsiones a nivel laboratorio. Posteriormente se analizan los parámetros medidos, tanto cuantitativa como cualitativamente del proceso de oxidación con peróxido de hidrógeno, con el fin de conocer si la alternativa se ajusta a las características de la planta y buscando brindar un impacto positivo en los factores económico y ambiental.

Para el agua lluvia se determinan los parámetros, características y su método de recolección y con ello se plantea una alternativa de tratamiento, para poder ser utilizada en la empresa, esta se evalúa según la resolución 1207 de 2014.

Se realiza un análisis financiero de la propuesta y se presentan algunas recomendaciones para implementar en el proceso del agua de vertimiento, basadas en los resultados obtenidos, se proponen también recomendaciones para la implementación del agua lluvia.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso importante a nivel ambiental e industrial, hace parte de procesos como materia prima y/o como insumo, además de ser fundamental para la vida en el planeta, es necesario, en la medida en que sea posible, disminuir la carga contaminante que posea el agua de vertimiento. Por lo cual en el presente trabajo se desarrolla una propuesta de tratamiento para el agua de vertimiento del proceso y el agua lluvia, para ello se realiza el diseño conceptual de la propuesta. La Salsamentaria el Bohemio debe cumplir con el valor de los parámetros del agua de vertimiento dados en la Resolución 0631 del 2015, evitar una sanción y evitar descargas peligrosas para el medio ambiente, con un tratamiento adecuado del agua, se ve una oportunidad de poder reusarla, la resolución 1207 del 2014, establece los parámetros que son necesarios cumplir para poder aprovechar el agua de vertimiento tratada, dentro de la empresa.

La Industria Salsamentaria el Bohemio se encarga principalmente de producir productos cárnicos, los cuales generan un efluente de agua residual que pasa por una trampa de grasa antes de ser vertida al alcantarillado, se propone una alternativa de tratamiento para el agua de desecho de la planta, evaluando la situación actual de la empresa y las alternativas opcionales para el tratamiento del agua, se evalúa solo a nivel conceptual, para determinar la viabilidad de aplicar la alternativa en la empresa; se realiza a nivel laboratorio, para analizar los resultados obtenidos.

El tratamiento de las aguas residuales de la empresa, que incluye agua de vertimiento y agua lluvia, consiste en la reducción de los parámetros de la resolución 0631 del 2015 (DBO₅, DQO, grasas y aceites, SST, SSED, cloruros y sulfatos), para agua de vertimiento, también se busca que con la alternativa se cumplan los parámetros de la Resolución 1207 del 2014 para descargas sanitarias y sistema de redes contra incendios (*Coliformes termotolerantes*, *Helmintos parásitos humanos*, *Salmonella SP*), como una oportunidad de aprovechamiento del agua de vertimiento y el agua lluvia, se comparan los parámetros del agua residual y el agua lluvia con la Resolución 2115 del 2007 para agua potable, para evaluar la posibilidad de usar el agua en lavado de suelos, cabe aclarar que no se busca potabilizar el agua, los parámetros tomados de la Resolución para agua potable, se toman como puntos de referencia para analizar la viabilidad de aprovechar el agua de tratamiento para lavado.

Se lleva a cabo el diseño conceptual de la propuesta, para determinar su funcionamiento a nivel laboratorio, y determinar el cumplimiento tanto de la resolución 0631 del 2015 para vertimiento y 1207 del 2014 para reúso, también se determinara si es posible el aprovechamiento para el lavado pisos y equipos, igualmente se evalúa el tratamiento para agua lluvia.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Proponer una alternativa de tratamiento de aguas residuales en la empresa Salsamentaría el Bohemio.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar el diagnóstico actual de la operación de la empresa.
2. Evaluar las alternativas propuestas para tratar el agua.
3. Desarrollar el diseño conceptual de la propuesta.
4. Realizar un análisis financiero de la propuesta.

1. MARCO TEORICO

El agua, es un recurso necesario para todos los seres vivos, fundamental en la mayoría de procesos industriales; las aguas residuales generadas de toda industria debe ser examinadas, para evaluar su impacto ambiental, este tipo de aguas tiene un alto contenido de contaminantes, derivados del proceso de limpieza en planta y el proceso de producción, la carga de contaminantes varía dependiendo la actividad industrial que se realiza. Si el agua residual necesita de un tratamiento y este no se realiza la carga tóxica puede ser peligrosa tanto para la comunidad y el ecosistema.

La industria cárnica abarca los sitios de sacrificio animal, las fábricas de productos elaborados y las fábricas de aprovechamiento de subproductos cárnicos como la sangre, partes de los animales, piel, vísceras, entre otros. En Colombia se procesa y transforma la carne de bovino, vacuno, carne de res, de cerdo y de pollo, según estudios hechos por el ministerio de agricultura de FEDEGAN. La Salsamentaria el Bohemio entra en esta categoría ya que procesa dichas carnes, el procedimiento para la elaboración de estos productos genera un impacto negativo sobre el agua residual debido a los desechos que generan las carnes, los aditivos y demás productos que se agreguen en el proceso, al trabajar la empresa con carnes como materia prima, generan grasas al procesarlas. A continuación, (figura 1) se muestran las características de las grasas que más se generan en una salsamentaria.

Figura 1. Características de las grasas animales¹

Materia prima	Densidad (g/ml)	Acidez (mg KOH/g)	Indice de yodo (g de yodo/100 g)	Indice de peróxido (meq de peróxido/kg)
Grasa vacuna	0,920	3,06	33,01	2,61
Grasa de cerdo	0,886	1,13	128,25	3,16
Grasa de pollo	0,876	2,77	47,92	14,27

1.1 NORMATIVIDAD

En Colombia se emitió una nueva resolución, que presiona a las industrias a tratar el agua antes de ser desechada al cuerpo de agua como vertimiento. La nueva norma del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible “*establece los*

¹ TEJADA TOVAR, Candelaria. OBTENCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE DIFERENTES TIPOS DE GRASA RESIDUAL DE ORIGEN ANIMAL [base de datos en línea] No 36 (enero –junio 2013), pag 19. [citado el 25 de marzo de 2016] disponible en < <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n36/n36a02.pdf>>

valores límites máximos permisibles que deberán cumplir los vertimientos puntuales a las aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público” (Resolución No. 0631 del 17 de marzo de 2015), la cual identifica los parámetros y valores permisibles a tener en cuenta, dependiendo de la actividad que realice la empresa, para el caso de la industria Salsamentaria el Bohemio, esta se debe regir por el sector de actividades de ganadería, en el artículo 6 de la norma, en el ítem de ganadería de bovinos y porcinos, beneficio dual. Se selecciona este artículo debido a que se enfoca en el vertimiento de aguas residuales no domésticas en el sector de agroindustria y ganadería, y la empresa realiza productos cárnicos derivados de porcinos y bovinos, beneficio se refiere a la obtención de productos derivados, como se muestra en el anexo A figura 1. Según la norma, los parámetros evaluados para la empresa son: el pH, demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos totales (SST), sólidos sedimentables (SSED), cloruros, sulfatos y grasas y aceites. No se escoge el artículo 12 referido a actividades de elaboración de productos alimenticios y bebidas, debido a que se basa en el procesamiento y conservación de pescados, crustáceos y moluscos, procesamiento y conservación de frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos, elaboración de productos de molinería, almidones y productos derivados de almidón, elaboración de chocolate y productos de confitería, de macarrones, fideos, productos elaborados para animales, maltas y cervezas, productos lácteos, elaboración de aceites y grasas de origen animal y vegetal y café soluble.

Se plantea poder usar el agua residual tratada en la empresa, para ello se tiene en cuenta la Resolución No.1207 de 2014, para uso en descargas de aparatos sanitarios y sistemas de redes contra incendios como se observa en el anexo A figura 2, según la norma, los parámetros evaluados para el reúso de agua son: pH, *coliformes termotolerantes, helmintos parásitos humanos, protozoos parásitos humanos, salmonellas*, cloruros y sulfatos, se evalúan igualmente parámetros organolépticos como el olor y color para determinar la viabilidad de reusar el agua en sitios que no entren en contacto con los alimentos, como el lavado de pisos, fachada, lavado de las canaletas y el lavado de la trampa aunque no se estipula en la norma o en otra.

1.2 PARAMETROS EVALUADOS EN LA NORMA

- pH. Medida de acidez o de alcalinidad de una sustancia, los números a partir del 0 al 6 indican soluciones ácidas, 7 indica soluciones neutras, y de 8 a 14 indican soluciones básicas.
- Demanda química de oxígeno (DQO). Determina el oxígeno consumido por la presencia de sustancias químicas tanto orgánicas como inorgánicas en el cuerpo de agua que son susceptibles a ser oxidadas.

- Demanda biológica de oxígeno (DBO). Determina la cantidad de oxígeno que los microorganismos consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas.
- Sólidos suspendidos totales (SST). Material particulado que se mantiene en suspensión en la corriente de agua, estos son la cantidad de residuos que son retenidos en un filtro y posteriormente secado.
- Sólidos sedimentables (SSED). Volumen de las partículas sólidas que se depositan por la fuerza de la gravedad en un recipiente donde el líquido permanece inmóvil durante 60 min.
- Grasas y aceites. Sustancias de origen vegetal o animal, esterres formados por moléculas de ácidos grasos y una molécula de glicerol, pueden ser sólidos (grasas) o líquidos (aceites).
- Cloruros. Determinación de él ion cloruro presente en el agua, el cual genera sales muy solubles en el agua.
- Sulfatos. Determinación del ion sulfato presente en el agua, esta genera sales moderadamente solubles en el agua
- Coliformes termotolerantes. Son bacterias que son capaces de fermentar la lactosa, indicador de contaminación animal, la mayor especie en el grupo es la *E. Coli*, produce enfermedades en el ser humano.
- *Helminthos parásitos humanos*. Son gusanos parásitos que viven dentro o fuera de sus huéspedes alimentándose de sus nutrientes.
- *Protozoos parásitos humanos*. son seres vivos unicelulares simples, son causantes de enfermedades en los seres humanos pueden ser leves como mortales.
- *Salmonellas*. Son bacterias móviles que viven en el intestino humano o animal, causa graves enfermedades e infecciones pueden pasar del intestino al torrente sanguíneo posiblemente causando la muerte pero comúnmente es una recuperación sin tratamiento.

1.3 TRATAMIENTOS DE AGUAS

El tratamiento de aguas se puede dividir en cuatro etapas:

- Tratamiento preliminar. Puede incluir varios procesos unitarios para eliminar las características indeseables del agua como remover partículas grandes por tamices, grillas y rejas, o disminuir su tamaño por trituradoras o pre-aireación para eliminar olores y remoción de grasas.
- Tratamiento primario. Aquí ocurre la remoción de sólidos fácilmente sedimentables antes del tratamiento biológico se utilizan cuencas o cámara sedimentables o procesos auxiliares como flotación, floculación y tamices de malla fina.

- Tratamiento secundario. Ocurre la purificación de aguas mediante descomposición de materia orgánica suspendida y disuelta por la acción microbiana ya sea aerobios o anaerobios.
- Tratamiento terciario. Acondiciona el agua para las condiciones en las que se va a desarrollar y aprovechar por el hombre como suprimir contaminantes específico como los fosfatos de detergentes.

Principalmente se utilizarán los siguientes tratamientos para el agua a tratar en la industria salsamentaría el bohemio:

1.3.1 Tratamiento primario. El objetivo del tratamiento primario es la reducción del contenido de sólidos en suspensión del agua residual, aquí ocurre la remoción de sólidos fácilmente sedimentables antes del tratamiento biológico, habitualmente se utiliza la sedimentación o decantación primaria, mezcla, coagulación-floculación, separación sólido-líquido, filtración, precloración, etc.

1.3.1.1 Proceso de flotación por aire disuelto (DAF). Hace parte de los tratamientos primarios, es un proceso de separación de partículas sólidas y líquidas presentes en el agua, utilizando microburbujas generadas por una solución saturada de agua-aire a presión en un espacio donde se encuentre el agua a tratar, permitiendo que al ascender las microburbujas, las partículas presentes en el agua se adhieran a ellas formando un conjunto de densidad menor al agua, causando que floten formando así una capa de material y consiguiendo la separación de partículas de menor densidad que el agua, y con ellos una efectiva remoción de sólidos suspendidos, aceites y grasas y materia orgánica particulada².

El proceso de flotación depende entonces de la eficiencia de la disolución del aire en el efluente. El sistema utiliza un tanque de saturación en el cual se inyecta aire a un volumen de agua para luego despresurizarlo dentro de la cámara de flotación.

Es una tecnología ampliamente desarrollada se aplica desde aguas con altos contenidos de grasas y aceites hasta aguas con sólidos en suspensión difícilmente decantables, es utilizado principalmente en los pre tratamientos de aguas residuales, industriales y de procesos, tales como mataderos, la industria de madera, industria láctea, industria cárnica, entre otras, su eficiencia aumenta si precede a un tratamiento de coagula-floculación.

² ECOPRENEUR, líderes en soluciones ambientales. Sistemas de flotación por aire disuelto (DAF).

Esta tecnología puede trabajar en un rango de temperatura de 15 a 40°C, tiene una vida útil hasta de 20 años y se requiere un filtrado preliminar para poder aplicar este proceso³.

1.3.1.2 Rompedor de emulsiones. Una emulsión es una mezcla entre dos líquidos inmiscibles, en el cual uno de los dos líquidos está disperso en el otro en forma de pequeñas gotas, esto ocurre gracias a la presencia de los dos líquidos inmiscibles, una agitación y la presencia de un agente emulsionante o emulsificador que estabilice la emulsión. Sus fases son la fase continua que está en mayor cantidad, donde esta dispersada la fase dispersa que está en menor cantidad.

Para formar emulsión puede ser por mezcla, bombeo o por la adición de calor, existen dos clases de emulsiones las directas y las inversas:

Emulsión directa o aceite en agua: La fase continua es el agua o un electrolito y la fase dispersa es un aceite o una mezcla de aceites, se caracteriza por comportarse con las características del agua o como electrolitos.

Emulsión inversa o agua en aceite: la fase continua sería el aceite y la fase dispersa el agua o electrolitos. Estas emulsiones se comportan en función de su fase continua, es decir como aceites.

Las emulsiones pueden ser rotas por medios químicos y/o térmicos esta hace parte de los tratamientos primarios.

- El método más común es el craqueo ácido por medio de un agrietamiento ácido, en el que el pH de las aguas es reducido a 2 o 3 mientras se mezcla, seguido por flotación.
- Rompimiento por medio térmico, ya sea calentamiento o refrigeración esto se logra al ajustar el pH o la adición de un coagulante.
- Rompimiento químico, una emulsión involucra el uso de un desemulsificante, con el cual se obtiene la separación de aceite y agua, esto puede ser aplicado en un amplio rango de temperaturas para conseguir el resultado deseado.

Rompimiento de la emulsión. La desemulsificación o separación aceite – agua ocurre principalmente en dos etapas, la floculación y la coalescencia.

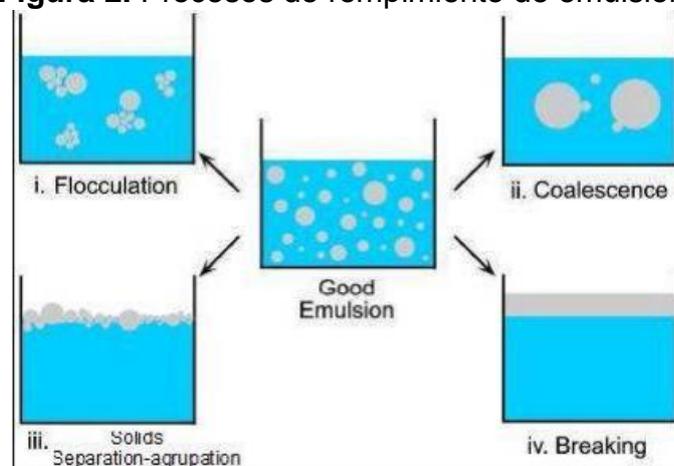
La coalescencia ocurre cuando 2 o más gotas se hacen una dentro de una esfera homogénea, continúa formando esferas más grandes hasta que la fase de aceite sea separada del agua. La desestabilización de este tipo de emulsión involucra básicamente tres pasos llamados floculación, seguido por la sedimentación de las grasas, debido a la diferencia de densidades y finalmente la coalescencia de las gotas individuales de aceite, teniendo como resultado 3 fases una sedimentable, una acuosa y otra flotable.

³ CHILE.FUNDACION CHILE. Tecnologías de flotación por aire disuelto DAF

El procedimiento experimental para romper la emulsión es por medio de una prueba de botella, para observar la dosificación en la cual rompe la emulsión y la separación de los aceites del agua, luego se procede a realizar una prueba de jarras, para determinar la velocidad en la cual se decanta y flotan las emulsiones.

- Floculación. Es la aglomeración de partículas desestabilizadas para formar flóculos de mayor tamaño, para que sedimenten a una mayor velocidad.
- Coalescencia. Para “romper” estas emulsiones las gotas floculadas tienen que aglomerarse lo mismo que los sólidos (coalescer). Esto produce la eliminación de la película gruesa de líquido de la fase continua que separa las gotas de agua y partículas sólidas en un agregado.

Figura 2. Procesos de rompimiento de emulsiones.



Fuente. Tesis, desemulsificación de tanques

En la figura 2 se observa mejor la muestra de una emulsión de aceite en agua, para entender mejor los procesos de floculación y coalescencia ya antes explicados y el resultado final.

1.3.1.3 Filtración. Paso de un fluido a través de un medio poroso que retiene la materia que se encuentra en suspensión, hace parte de los tratamientos primarios, en instalaciones de filtración de estaciones de agua el medio generalmente es arena, o carbón activado en grano, los flóculos o microflóculos provienen de etapas como decantación o coagulación, uno de los parámetros más indicativos del comportamiento del filtro es la turbidez del agua filtrada, para conseguir velocidades de filtración constante se pueden utilizar filtros que operen a nivel constante o filtros de nivel variable.

- **Filtro de cascara de nuez.** Se usa comúnmente en el tratamiento del agua producida para reducir el contenido de petróleo, aceites y sólidos en el agua, utiliza como medio filtrante la cascara de nuez, con el proceso de fluidización permite retirar los contaminantes y el aceite del medio filtrante utilizando bajos volúmenes de agua⁴.

Tiene una alta remoción de aceites (>95%), remueve los sólidos suspendidos e hidrocarburos insolubles en un 98%, se puede dosificar químicos para mejorar la remoción, remueve gotas de aceites hasta 8 micras y tiene un sistema de regeneración específico con una mezcla de agua/gas que permite eliminar el aceite del medio para volver a filtrar, la filtración dura alrededor de unos 16 min⁵.

- **Filtro de polipropileno.** Es un filtro fabricado en 100% en polipropileno, adecuado para filtrar agua, aminas y un amplio rango de soluciones químicas, tiene una estructura de plisado profundo, alta capacidad de retención de sólidos, filtra partículas mayores desde 1 a 40 micras como lodo, óxido, arena fina, tiene una duración aproximada de 6 meses, soporta una temperatura máxima de 65°C y una presión de 3 atm, y un rango de caudal de 50 a 70 m³/h⁶.

1.3.1.4 Oxidación con peróxido de hidrogeno. El peróxido de hidrógeno (H₂O₂), es un compuesto químico ampliamente usado en el tratamiento de aguas, es un tratamiento primario, principalmente con el objetivo de remover materia orgánica, es un oxidante muy potente y versátil, que es seguro y efectivo tiene un potencial de oxidación de 1,8V, la característica selectiva del peróxido de hidrogeno favorece su uso en diferentes aplicaciones.

Principalmente las aplicaciones del peróxido de hidrogeno son el control de olores, el control de corrosión, eliminación de la DBO₅ y DQO, la oxidación inorgánica en la cual oxida cianuros, nitritos entre otros, la oxidación orgánica, oxidación de metales y desinfección, mejora los resultados del tratamiento cuando se combina con otros tratamientos como ozono, ultravioleta entre otros.

Al reaccionar con las grasas empieza una auto-oxidación ya que el peróxido agrega oxígeno que reacciona con las grasas oxidando los ácidos grasos transformándolos en acetonas y aldehídos al ser estos menos densos que el agua consiguen flotar para posteriormente ser retirados.

⁴ EDOSPINA, Filtros de cáscara de nuez.

⁵ GRUPO ISLA. Filtro de cáscara de nuez

⁶ FLUYTEC, Cartuchos de polipropileno plisado (alto caudal)

El proceso Fenton, es un ejemplo de proceso de oxidación avanzada que permite degradar la materia orgánica, haciéndola más inocua facilitando su eliminación o posterior vertido, esta reacción se basa en las características de los metales principalmente en la transferencia de oxígeno, el cual produce radicales altamente reactivos de hidroxilo (OH^*), esto se hace en condiciones ácidas usando peróxido de hidrogeno al estar catalizado con un metal de transición generalmente de hierro, para finalizar se debe agregar un floculante para eliminar los residuos producidos por el proceso para luego ser filtrado.

1.3.2 Tratamiento secundario. El objetivo de los tratamientos biológicos es la eliminación de contaminación orgánica, se llevan a cabo mediante la intervención de microorganismos que actúan sobre la materia orgánica e inorgánica, suspendida, disuelta y coloidal que existente en el agua residual, transformándola en sólidos sedimentables para ser separados con facilidad. El desarrollo de este tratamiento está influenciado por dos factores: 1. La magnitud de la superficie de contacto entre el agua residual y los microorganismos debe ser lo más extensa posible y 2. La aportación de oxígeno, con el fin de favorecer el desarrollo de los microorganismos que digieren la materia orgánica. Algunos de los tratamientos más utilizados son los lodos activados, biodiscos, eliminación aerobia, eliminación anaerobia, trampas de grasa, humedales artificiales, lagunas de estabilización, tratamientos con microorganismos, etc. A continuación se definirán los procesos que pertenecen a este tipo de tratamiento:

1.3.2.1 Desinfección. La desinfección del agua es la extracción, desactivación o eliminación de los microorganismos patógenos presentes en el agua, esto supone el final de la reproducción y crecimiento de estos microorganismos, puede ser tratamiento secundario o terciario, al no retirar estos microorganismos es susceptible a causar enfermedades al ser humano, esto se logra mediante desinfectantes químicos y/o físicos. Estos agentes también extraen contaminantes orgánicos del agua, que son los nutrientes de los microorganismos.

Los compuestos químicos utilizados para la desinfección del agua son: Cloro, hipoclorito de sodio, dióxido de cloro entre otros.

Las técnicas de desinfección más comunes son: por calor, por vapor, ultravioleta, radiación electrónica, sonido, entre otros.

La desinfección es un proceso selectivo: no destruye todos los organismos presentes en el agua y no siempre elimina todos los organismos patógenos, por eso requiere procesos previos que los eliminen mediante la coagulación, sedimentación y filtración.

Teóricamente, la acción desinfectante de las sustancias químicas se realiza en dos etapas:

a) La penetración de la pared celular.

b) La reacción con las enzimas, inhibiendo el metabolismo de la glucosa y, por tanto, provocando la muerte del organismo.

- **Pastillas de cloro.** Las pastillas triple acción incorporan plaguicidas y decantador (floculante). Contiene un 90% de cloro activo en forma de ácido tricloroisocianúrico, ácido bórico o sulfato de cobre como plaguicida y sulfato de alúmina como decantador. Esta mezcla de aditivos le permite ejercer una triple acción, impidiendo el desarrollo de microorganismos patógenos, crecimiento de algas y floculación de partículas en suspensión. Es de disolución lenta, por lo que la liberación de los componentes se hace de forma gradual⁷.
- **Hipoclorito de sodio.** Es un compuesto que se utiliza en la desinfección del agua, también es utilizada a gran escala en la purificación de superficies, blanqueamiento, eliminación de olores y desinfección del agua, es fácil de transportar y almacenar, es de fácil disolución, pero también es una sustancia peligrosa y corrosiva.

1.3.2.2 Tratamientos biológicos. Es un tratamiento secundario, que consiste en la estabilización de la materia orgánica presente en el agua residual, mediante la acción de biomasa activa, especialmente de bacterias, actúan a través de procesos de absorción biológica, que efectúan las bacterias a través de su membrana citoplasmática con reacciones bioquímicas que permiten utilizar los sólidos disueltos como fuente de energía, de tal manera que sean transformados en sólidos estabilizados, es decir, usan la fracción soluble o disuelta de la materia orgánica, generalmente se usan bacterias y se han venido usando microalgas para remover los nutrientes que traen las aguas residuales, pueden eliminar la mayoría del nitrógeno inorgánico y parte del fósforo por absorción celular directa. De acuerdo con la forma en los microorganismos utilizan el oxígeno para la realización de sus funciones metabólicas, las bacterias pueden ser aeróbicas, anaeróbicas o facultativas.

1.3.2.3 Filtros biológicos. Es un tratamiento secundario, son filtros que utilizan materiales orgánicos como empaque como por ejemplo madera, pasto, piedras, paja etc. Son llamados también biofiltros.

El efluente es rociado en la superficie del biofiltro, el cual fluye por el medio filtrante quedando en ella la materia orgánica, la cual es consumida por la actividad microbiológica oxidándola y degradándola.

⁷ INDUSTRIAS L Y F, pastillas de cloro Disponible en http://www.industriaslyf.com./pastilla_cloro.php>

El agua fluye por el medio filtrante reteniendo los materiales orgánicos por medio de la filtración, adsorción, absorción e intercambio iónico.

Es sencilla su implementación y no es necesario tratamientos previos para pasar por el biofiltro, así como no necesita la adición de ningún otro aditivo, coagulantes o nutriente, solo debe llegar a una condiciones óptimas para la supervivencia de organismos vivos.

1.3.2.4 Trampas de grasa. Pertenece a los tratamientos secundarios, son pequeños tanques de flotación natural en donde los aceites y las grasas, con densidad inferior a la del agua, se mantienen en la superficie del tanque para ser fácilmente retenidos y retirados, deben ubicarse lo más cerca posible de la fuente de generación de las aguas residuales. El funcionamiento en teoría es simple, las corrientes de aguas residuales fluyen a la trampa de grasa y contienen materia orgánica y sólidos, la grasa y aceite flotan en la superficie y otros sólidos pesados caen al fondo a través de una serie de deflectores de aguas, el agua limpia fluye desde la salida de la trampa hacia la tubería para el desecho de las aguas residuales.

1.3.2.5 Filtros naturales. Filtración por medios granulares, es la forma más económica y eficiente de separar sólidos suspendidos, dichos medios filtrantes puede ser carbón activado, arena, grava, entre otros. Estos tienen que tener un mantenimiento constante.

- **Carbón activado.** Tiene un poder de adsorción debido a su gran porosidad, es una sustancia natural y buena para el filtrado de agua, hace parte de los tratamientos terciarios, existen dos tipos, el granular y en polvo, las partículas al filtrar se adhieren a la superficie granular del carbón, así remueve los contaminantes presentes. La filtración por carbón activado es muy utilizada en el tratamiento de aguas residuales debido a su gran capacidad de adsorción de diversos elementos, más la posibilidad de limpieza del lecho filtrante con gran facilidad, el carbón activado físicamente se presenta en polvo o en grano, formado por gran número de poros de tamaños similares que se dividen según su tamaño en macro poros y micro poros; los lechos de carbón activado se instalan en columnas de filtrado actuando como filtro y adsorbente⁸.

⁸ VEO VERDE, construcción de filtros naturales para aguas residuales

2. GENERALIDADES

En este capítulo se realiza la descripción del proceso realizado por la Salsamentaría el Bohemio y los equipos utilizados en la elaboración de sus productos cárnicos, también se presenta el balance hídrico de la empresa.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

- **Industria Salsamentaría el Bohemio Ltda.** Es una organización dedicada a la producción y comercialización de alimentos de derivados cárnicos, que incluyen salchichas tradicionales, jamones, mortadelas, salchichones, hamburguesas, chorizos, cábanos y especialidades como morcilla, costilla, longaniza, entre otros. La capacidad técnica y operativa de la organización está orientada a ofrecer productos de calidad que satisfagan los requisitos y expectativas del cliente, para poder obtener beneficios económicos para la empresa y los que trabajen para ella, cuenta con un equipo capacitado, y sigue los estándares de calidad según las normas vigentes.

La planta está ubicada en carrera 40 #17 A-30 en Bogotá, situada en el sector industrial de la ciudad. En la actualidad la planta trabaja 8 horas cada día. Las labores realizadas en la planta son todos los días, de laborables de lunes a viernes y los días sábados se realiza el aseo general de la planta. Con una producción aproximada de 500Kg de producto fabricados, el agua proveniente de producción y lavado es desechada directamente al alcantarillado.

La planta por seguridad y organización se encuentra dividida en secciones en donde se llevan a cabo los procesos de producción de la empresa, para la fabricación de los productos, entre ella está la adecuación de materia prima, inyección y masajeo, mezclado, cutteado y embutido entre otros, (Ver anexo B, distribución de la planta).

2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO:

1. **Recepción de materias primas.** Se reciben las materias primas necesarias para iniciar el proceso de producción y se revisa que cumplan con las especificaciones requeridas, se registran y se almacenan en bodega. Las materias primas e insumos rechazados son devueltos al proveedor.
2. **Adecuación.** Una vez revisadas las materias primas se ubican en el área, el proceso de adecuación se realiza sacando del cuarto frío las canastas para evitar contaminación y se registra el formato de movimiento de materia

prima, al terminar el proceso de adecuación se almacenan en los cuartos fríos.

3. Almacenamiento. Se almacenan en refrigeración y congelación de materias primas, se almacena en bodegas los condimentos, aditivos y empaques y almacenan el hielo en el formador de hielo hasta su utilización. El equipo que se utiliza en este proceso es descrito a continuación:

- **cuarto frio materias primas.** Es una máquina para conservar las materias primas que lleguen a la empresa de uso continuo, tiene un tablero de control y conexiones eléctricas, con aspas, bases de motor y con compresor hermético. con potencia de 220 Voltios, una presión de succión de 30 Pa y utiliza un refrigerante llamado refrigerante 22 (Especificaciones: ver Anexo C figura 1).

Figura 3. Cuarto frio de materias primas



4. Pesado. Se pesan las materias primas necesarias para la producción en canastas cerradas para después llevarlas a la etapa de molido, el hielo se pesa y se lleva a cutteado, también se pesan los aditivos y condimentos, se almacenan en bolsas plásticas especificando para qué productos son y se entregan a cutteado y mezclado. El equipo que se utiliza en este proceso es descrito a continuación:

- **Formador de hielo.** construido en acero inoxidable produce hielo capacidad de 262 kg por 24 horas y un voltaje de 220 voltios.

Figura 4. Equipo formador de hielo



5. **Molienda.** Se arma el molino y se coloca la materia prima en la tolva del molino, se ubica la canasta en la salida del molino para recoger la materia prima molida y se verifica que la materia prima caiga dentro de la canasta, se entrega la materia prima al auxiliar de manufactura. Los equipos que se utilizan en este proceso son descritos a continuación:

- **Molino TAGA.** Es una máquina para moler carne, tiene un sistema de alimentación automático con dos velocidades, es de uso continuo, tiene discos, cuchillas, carcasa y un molino sin fin. Con una potencia de 220 W.

Figura 5. Molino TAGA



- **Molino BUTCHER BOY.** Es una máquina para moler carne, tiene un sistema de alimentación manual, con una velocidad de molino, con un disco 160, cuchillas y tornillo sin fin. Con una potencia de 220 W.

Figura 6. Molino Butcher boy



- **Molino de condimentos:** Construida en hierro, se usa en preparación de alimentación manual, tritura condimentos y posee un tamiz, voltaje de 220 W.

Figura 7. Molino de condimentos.



6. **Cutteado.** Se colocan las materias primas en el equipo, se agregan los condimentos y hielo y se entrega la pasta para mezclar o embutir. Los equipos utilizados en el proceso son descritos a continuación:

- **Cutter catell vall.** Maquina en acero inoxidable sirve para moler y emulsificar carnes, posee cuchillas 2 velocidades es operación manual capacidad 75 litros producción máxima 380 kg/h.

Figura 8. Cutter Castell vall



- **Tumbler DORIT.** Es una máquina para masajeo de carnes, con un sistemas automático de vacío fabricado en acero inoxidable y control automático con una potencia de 220 W y capacidad de 50 litros.

Figura 9. Tumbler DORIT



7. **Mezclado.** Se colocan las carnes y se enciende la mezcladora, alternando el sentido de la mezcla, se agregan los productos obtenidos en el cutteado y los condimentos, se entrega la pasta a embutir. Los equipos utilizados en el proceso son descritos a continuación:

- **Mezcladora castell vall.** Máquina de acero inoxidable, sirve para homogenizar pastas es de uso continuo, con un voltaje de 220 W. Capacidad 50 litros.

Figura 10. Mezcladora Castell vall



- **Mezcladora II:** Equipo industrial que mezcla por medio de agitación de sólidos y líquidos, su uso es continuo, se encuentra en el área de inyección y masajeo, su voltaje es de 220 V. Está construida en acero inoxidable.

Figura 11. Mezcladora II



8. **Alistamiento de empaques.** Los empaques se deben alistar según la programación de producción, se debe alistar el hilo para el proceso de amarrar. El equipo utilizado en el proceso es descrito a continuación:

- **Tanque termoencogido VC 999.** El termo encogido es una técnica utilizada sobre empaques flexibles y uso de calor para dar forma a productos como etiquetas, el tanque termo encogido trabaja a 220 W, y una presión de 6 a 8 bar, es de uso continuo, se ubica en el área de empaque, está construido en acero inoxidable, su función es termoencoger utilizando empaque termoencogible.

Figura 12. Tanque termoencogido



9. **Embutido.** Se arma la embutidora y se carga la tolva, se embute el producto en los empaques adecuados. Los equipos utilizados en el proceso son descritos a continuación:

- **Embutidora elitecno.** Máquina para la elaboración de productos cárnicos, son picados y se embute en piel de tripa de cerdo, con un voltaje de 200 W.

Figura 13. Embutidora elitecno



- **Embutidora handtmann f10.** Máquina en acero inoxidable combinado con aluminio, sirve para embutir los productos cárnicos, posee filtros, funcionamiento automático de uso continuo, voltaje de 220 W.

Figura 14. Embutidora handtmann



- **Inyectadora DORIT.** Máquina fabricada en acero inoxidable, funciona para inyectar salmuera, voltaje 220 W.

Figura 15. Inyectadora DORIT



- **Emulsificadora KF.** Equipo utilizado para convertir mezclas en soluciones acuosas, su uso es continuo, se ubica en el área de inyección y masajeo, su voltaje es de 220 V y está construido en acero inoxidable.

Figura 16. Emulsificadora KF



10. Amarrado/Cortado. El producto se amarra con hilo y se corta dependiendo el producto. El equipo utilizado en el proceso es descrito a continuación:

- **Amarradora talsa.** Máquina diseñada para porcionar embutidos (chorizo, salchicha), es de operación manual y continua.

Figura 17. Amarradora talsa



11. Cocción. Para la cocción en tanques se utiliza agua en el proceso, en el equipo asignado se introduce el producto y se retira a etapa de enfriado cuando haya terminado el proceso de cocción. Para la cocción en cámara se revisa el nivel de agua en la caldera y se abren las válvulas de salida de vapor para sus sitios de uso, según procedimiento de producción, se introduce el producto y se cierra la cámara de cocción, al terminar la actividad se retiran los productos cocidos y se pasan a la etapa de ahumado o enfriado según el producto. Los equipos utilizados en el proceso son descritos a continuación:

- **Tanque de cocción.** Tanque utilizado para la cocción de productos cárnicos, (ver figura 18) produce vapor, su uso es continuo, se ubica en el área de cocción, está construido en acero inoxidable.

Figura 18. Tanque de cocción



- **Caldera.** Es un equipo utilizado para generar vapor, a través de una transferencia de calor, es de uso continuo, está ubicada en el área de cocción, la presión de diseño es 200 PSI, la presión de trabajo de 125 PSI, produce vapor a una presión de 80 PSI, su funcionamiento es automático y trabaja a 220 W, y trabaja con gas natural.

Figura 19. Caldera



- **Compresor de aire sullair BE 10H C2-H.** La presión del aire generado es 120 PSI, es una máquina utilizada para comprimir aire seco y no contaminante, su uso es continuo, se ubica en el cuarto de mantenimiento-zona compresores tercer piso, trabaja a 220 W y una velocidad de 1740 RPM.

Figura 20. Compresor de aire sullair



- **Cámara de cocción.** Máquina con estructura de acero inoxidable, diseñada para cocinar productos cárnicos de operación manual, posee dos cámaras, la cámara 1 alcanza una temperatura de 40 °C y la cámara 2 alcanza una temperatura de 80 °C, presión 100 psi. Voltaje de 220 W.

Figura 21. Cámara de cocción



- **Marmita.** Es un recipiente cubierto con una tapa que está ajustada (ver figura 22) para aprovechar el vapor, es una olla metálica, se identifica con el ancestral caldero metálico. Su uso es continuo, se ubica en el área de cocción y calienta el agua de cocción a temperaturas de 80 a 90°C, está construida en acero inoxidable.

Figura 22. Marmita



- **Cámara II – Maurer.** Cámara ubicada en el área de cocción, construida en acero inoxidable, trabaja a 220V, con ejecución mecánica.

Figura 23. Cámara II-Maurer



12. Enfriado. Los productos se introducen a un tanque con agua y hielo por un tiempo de 20 a 30 minutos aproximadamente. Los equipos utilizados en el proceso son descritos a continuación:

- **Tina de enfriamiento.** Máquina de acero inoxidable, se usa para bajar la temperatura de los productos, con una capacidad de 1,5 m³.

Figura 24. Tina de enfriado



- **Secador sullair.** Equipo que enfría y seca el aire a alta presión por medio de una unidad de refrigeración y filtro automático, se encuentra en el cuarto de compresores, trabaja a 115 V.

Figura 25. Secador sullair



13. Ahumado. Los productos se pasan al proceso de ahumado frío directo, con el fin de dar sabor y color al producto final, se realiza en los cuartos ahumadores por un periodo de 20-24 horas.

14. Almacenamiento de producto. Los productos se llevan al cuarto de refrigeración, para su posterior porcionado. El equipo utilizado en el proceso es descrito a continuación:

- **Cuarto de congelación.** Es una máquina para conservar los productos terminados en canastas independientes de uso continuo, semi hermético con dos motores, aspas y bases de motor con una potencia de 5 HP, una presión de 178 Pa y utiliza un refrigerante llamado refrigerante 502 (Ver anexo C, figura 2).

Figura 26. Cuarto de congelación



15. Porcionado, desamarrado y/o tajado. Una parte del producto se deja a granel y la otra se porciona dependiendo de las necesidades del cliente y se pasa a la etapa de empaque, otra parte del producto se desamarra para pasar a empaque y la otra se taja delgado para realizar por paquetes. El procedimiento se realiza dependiendo la demanda del producto. El equipo utilizado en el proceso es descrito a continuación:

- **Porcionadora Patty- O Mattic.** Es una máquina diseñada para porcionar hamburguesas, tiene un sistema neumático de empuje y fabricada en acero inoxidable, voltaje de 120 W.

Figura 27. Porcionadora Patty O Mattic



16. Empaque. Se empaquen los productos dependiendo de su presentación comercial a granel, por peso o por unidades. Los equipos utilizados en el proceso son descritos a continuación:

- **Sierra virio.** máquina de acero inoxidable, se usa para corte de carnes uso continuo, voltaje de 200 W.

Figura 28. Sierra birio



- **Clipteadora poly clip.** máquina de funcionamiento neumático, sirve para clipar empaque de mortadela, cervecero. Etc.

Figura 29. Clipteadora poly clip



- **Tajadora Hobart.** Equipo utilizado para tajear carnes, de uso continuo, trabaja a 110 W, se ubica en el área de empaques, construida en aluminio con cuchilla en acero inoxidable.

Figura 30. Tajadora Hobart.



- **Tajadora Bizerba.** De uso continuo, ubicada en el área de empaque, trabaja a 120W, elaborada en aluminio, cuchilla en acero inoxidable, es un equipo utilizado para tajear productos cárnicos procesados, es de operación manual.

Figura 31. Tajadora Bizerba



- **Selladora al vacío VC 999.** El sellado al vacío extiende la vida útil de los alimentos, también retarda el crecimiento de las bacterias contaminantes. La selladora trabaja a 220W, 5 a 6 bar, su uso es continuo, se ubica en el área de empaque, su funcionamiento es automático, sella al vacío con diferentes tipos de empaques, cantidades y producto.

Figura 32. Selladora al vacío VC 999



- **Selladora al vacío, super vac.** De uso continuo, ubicada en el área de empaque, trabaja a 220 W. Sella al vacío producto en bolsas para vacío.

Figura 33. Selladora al vacío super vac



- **Loteadora neumática y compresor de aire.** Máquina que divide los productos en lotes para venta, trabaja a 110V, su uso es continuo, se ubica en el área de empaque, está fabricada en acero inoxidable y aluminio.

Figura 34. Loteadora neumática y compresor de aire



- **Empacadora al vacío Komet.** Máquina para empacar al vacío, su construcción es en acero inoxidable. Es de uso continuo, está ubicada en el área de empaques. Trabaja a 220V.

Figura 35. Empacadora al vacío Komet



- 17. Almacenamiento de producto terminado.** Los productos terminados son almacenados en cuarto frío a temperatura de refrigeración, de ahí se toman los productos para su despacho. El equipo utilizado en el proceso es descrito a continuación:

- **Cuarto frío de producto terminado.** Cuarto en donde se almacena el producto terminado para su preservación, su uso es continuo, se ubica en el área de empaque, es un compresor abierto, con capacidad de 2.5 a 3 HP, motor a 220 V, motor condensador, 30 Pa presión baja, 225 Pa presión alta, usa gas refrigerante 22 (Anexo C figura 1).

Figura 36. Cuarto frio de producto terminado

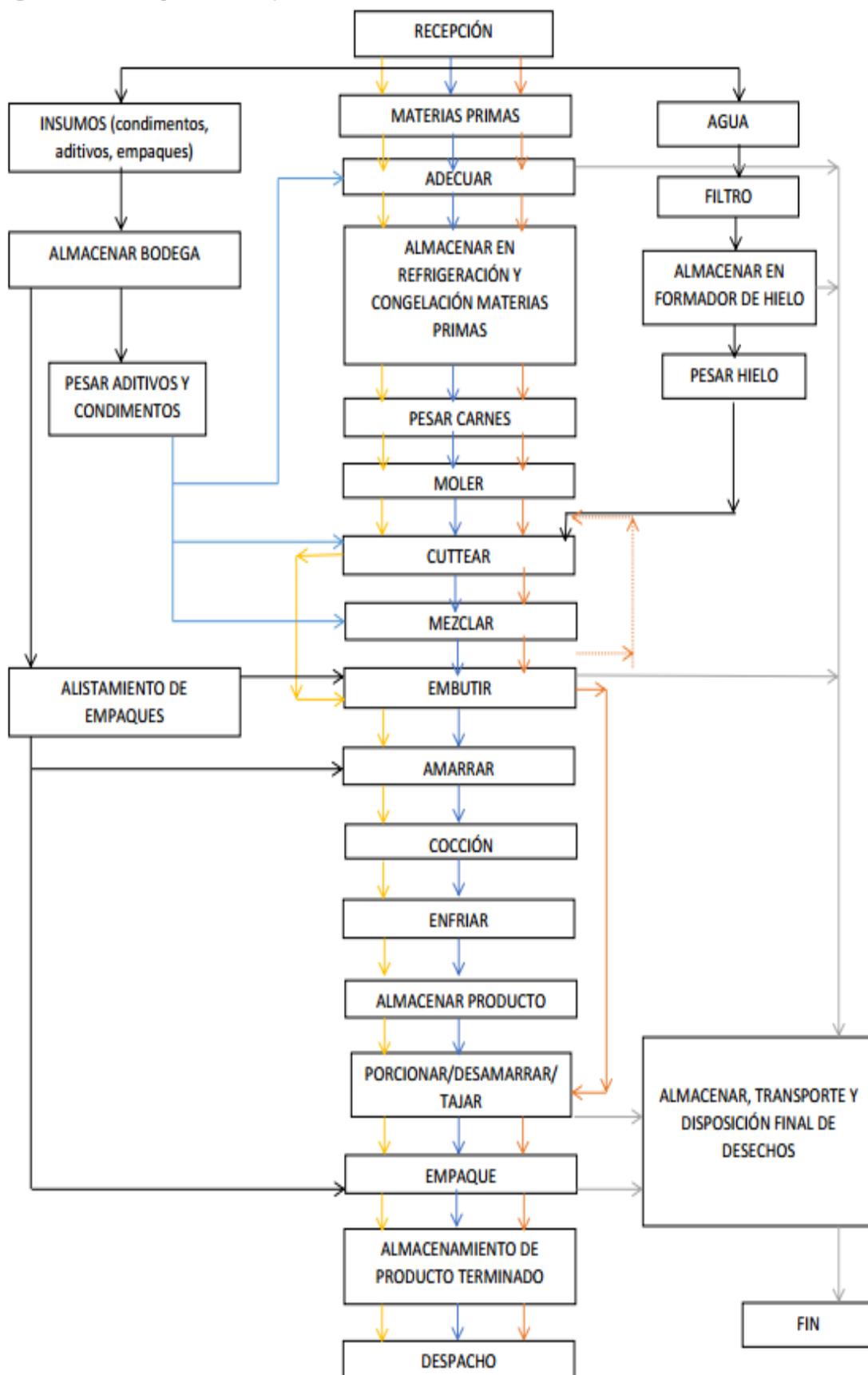


18. Despacho.

- **Transporte y distribución.**
- **Almacenamiento, transporte y disposición final de desechos.** Los residuos del proceso son almacenados en la nevera de producto no conforme, las aguas residuales son pasadas por las canaletas hacia una trampa de grasa y posteriormente desechada al exterior.

En la producción de la Salsamentaría el Bohemio se emplean los equipos mencionados con anterioridad y la diferencia entre productos se basa en las materias primas utilizadas, tiempos de retención y requerimientos, en la figura 37 se puede observar el diagrama de producción de la empresa.

Figura 37. Diagrama de producción de la Salsamentaría el Bohemio



- Salchicha súper perro, maxi, perrito y suiza.
- Salchicha campesina.
- Salchicha Bohemio.
- Desperdicios.
- Reproceso.

Fuente. Industria Salsamentaria el Bohemio.

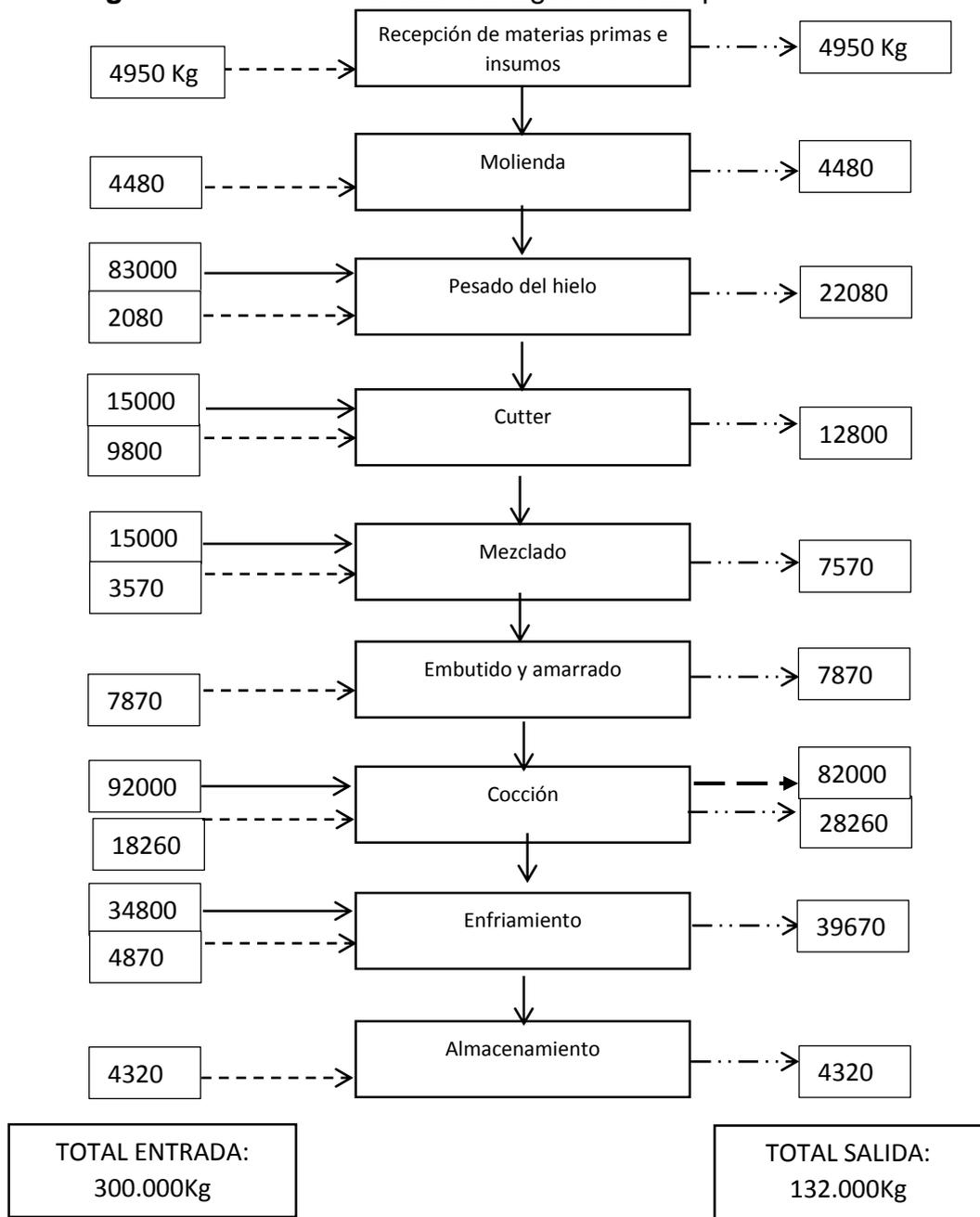
En la figura 37 se muestra el diagrama de producción, en el cuál se resumen los productos que la salsamentaria produce, las flechas color amarillo representan el proceso para la producción de Salchicha súper perro, maxi, perrito y suiza; las flechas color azul representan el proceso para la producción de salchicha campesina; las flechas color rojo representan el proceso para la producción de salchicha Bohemio, las flechas color gris representan los desperdicios y las flechas color naranja los reprocesos.

Como se puede ver en el diagrama las materias primas, los insumos y el agua son las entradas, los insumos se almacenan en bodega, posteriormente se pesan los aditivos y condimentos que son necesarios para los procesos de adecuación, cutteado y mezclado, otros se van a alistamiento de empaques para los procesos de embutido, amarrado y empaque final, las flechas de colores como anteriormente se mencionó representan el proceso para cada producto, el agua pasa por un proceso de filtrado y se lleva el formador de hielo, en donde después de ser pesado pasa al proceso de cutteado. Existe un reproceso de agua de mezclado a cutteado; desde el proceso de adecuación se presentan desperdicios, en embutido, en el formador de hielo, en el porcionado y empaque los cuales se almacenan y son desechados, los desechos de agua se presentan en cada proceso y se pueden apreciar en el balance de agua de la empresa que se presenta a continuación.

2.3 BALANCE HÍDRICO DE LA EMPRESA

El balance de agua se realiza en base el agua empleada mensualmente para los requerimientos de producción y el lavado de los equipos, estos datos fueron tomados tanto del balance que proporcione la empresa y estimaciones, las flechas de punteo continuo representan la entrada para el lavado de equipos, las flechas sin punteo representan la entrada de agua en el proceso y las flechas raya doble punto representan la salida de agua de los procesos, como se muestra en la figura 38, las unidades se presentan en kilogramos:

Figura 38. Balance mensual del agua de la empresa.



-----> Entrada lavado de equipos

————> Entrada requerimiento

-----> Salida

———▶ Vapor de agua

Fuente. Industria Salsamentaria el Bohemio.

El consumo mensual de agua es de 300m³, aproximadamente un 20% del agua es destinada al lavado de equipos de planta y un 80% al requerimiento de cada equipo, la entrada total para lavado de equipos es 60.200 Kg, para el requerimiento de equipos es 239.800 Kg y la salida total en agua de la planta es 132.000 Kg. Parte del agua que entra al proceso de cocción es transformado en vapor de agua, la estimación de vapor de agua se basa en la diferencia entre lo que entra de agua para proceso y lavado, y la salida en agua de desecho, sin embargo es sólo una estimación, debido a que parte del agua se consume en el proceso de cocción para el alimento y puede seguir para la etapa de enfriado. Como se puede ver en la figura 38, en el diagrama de balance de agua de la empresa, se indica el proceso de producción con sus principales etapas, en donde salen y entran las corrientes de agua del proceso, se observa en la figura 38 que en el proceso entra una corriente de agua para el requerimiento de los equipos que se necesita para la producción, está señalada en el diagrama con una flecha de línea continua, ese requerimiento es el que necesita cada equipo para la producción durante un mes; para el lavado y desinfección de los equipos se utiliza igualmente agua, esta corriente se refleja en el diagrama al entrar en todas las etapas del proceso con una flecha segmentada con líneas. En la figura 38 igualmente se indican las corrientes de salida, que están representada por una flecha segmentada por líneas y dos puntos, estas representan el efluente que sale tanto del lavado de equipos como lo que no se utiliza en el proceso. En la etapa de enfriamiento se observa que todo lo que entra para el requerimiento sale del proceso ya que en esa etapa el agua es para bajar la temperatura y no hace parte del producto. Igualmente en la figura 38 se observa en la parte inferior el total de las corrientes entrada y es total de las corrientes de salida hay una diferencia ya que el agua que sobra es el agua que se utilizó en el proceso, o es parte del producto terminado, o el agua que sale como vapor, aproximadamente se desecha entre 4000 y 5500 kg de agua residual al día. A continuación se muestra la tabla 1 que resume el balance hídrico de la empresa:

Tabla 1. Resumen del balance hídrico del agua de vertimiento

PROCESO	ENTRADA AGUA (kg)			AGUA QUE SE UTILIZA EN EL PROCESO (Kg)	AGUA RESIDUAL (Kg)		
	Lavado	Proceso	Total		Agua residual de proceso	Agua residual de lavado	Total salida
Recepción de materias primas e insumos	4.950	0	4.950	0	0	4.950	4.950
Molienda	4.480	0	4.480	0	0	4.480	4.480
Pesado de hielo	2.080	83.000	85.080	63.000	20.000	2.080	22.080
Cutteado	9.800	15.000	24.800	12.000	3.000	9.800	12.800
Mezclado	3.570	15.000	18.570	11.000	4.000	3.570	7.570
Embutido y amarrado	7.870	0	7.870	0	0	7.870	7.870
Cocción	18.260	92.000	110.260	0 (VA)	10.000	18.260	82.000 (VA) 28.260
Enfriamiento	4.870	34.800	39.670	0	34.800	4.870	39.670
Almacenamiento	4.320	0	4.320	0	0	4.320	4.320
TOTAL	60.200	239.800	300.000	86.000	71.800	60.200	132.000

Fuente. Industria Salsamentaria el Bohemio.

En la tabla anterior se muestra en resumen el balance hídrico de la empresa, las entradas, las salidas y el agua que hace parte del proceso y producto terminado, y el agua que se desecha, mensualmente, como se mencionó anteriormente la salida de vapor de agua es una estimación que se hace tomando en cuenta el agua residual en la corriente de salida. La diferencia entre entrada (300.000 Kg) menos la salida (132.000 Kg) da 168.000 Kg, en el resumen del balance hídrico el agua aproximada consumida en el proceso es de 86.000 Kg, en el agua consumida de cocción hay un valor de 0, debido a que está expresado numéricamente en la salida de vapor de agua (VA), con un valor aproximado de 82.000 Kg, el valor consumido en el proceso (86.000 Kg), más el valor aproximado de vapor de agua (82.000 Kg) se estima como el agua que no sale como residual, con un valor de 168.000 Kg.

3. DIAGNÓSTICO DE AGUAS EN LA EMPRESA

En este capítulo se analizan las condiciones del agua residual de vertido que genera la empresa y el agua lluvia recolectada, se realizan caracterizaciones para su análisis.

3.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL VERTIMIENTO

3.1.1 Manejo del agua residual y su posterior tratamiento. La empresa Salsamentaria el Bohemio cuenta con filtros en las canaletas que llevan el agua hasta una trampa de grasa, en donde se retiene por semana aproximadamente de 5 a 10 kg de grasa. El agua residual producida por la industria Salsamentaria el Bohemio principalmente se debe al lavado de equipos, instalaciones y pisos de la planta, su gasto es relativamente constante durante el día de producción pero no desecha la misma cantidad durante las labores, ya que esta no depende solamente del proceso de elaboración del producto, sino también del lavado de los equipos.

El lavado de equipos se realiza con agua potable y un detergente y desengrasante llamado AV21 Green biodegradable (ver anexo D, figura 1), este proceso finaliza hasta eliminar todos los residuos de grasa y suciedad presentes, esto mismo ocurre con el lavado de pisos o instalaciones como las canaletas.

El proceso de lavado se realiza de forma continua durante el día, tanto en los pisos como en los equipos. El lavado de pisos y equipos se realiza al comienzo de cada actividad para eliminar tanto la suciedad, como los gruesos resultantes del proceso, como las grasas y al finalizar cada actividad o al cambiar de producción, durante el día se limpian y se desinfectan las máquinas y se vuelve a lavar al terminar la jornada laboral, esto se realiza durante la semana de lunes a viernes, durante las 8 horas de producción. El sábado se procede a hacer el aseo general en la planta donde lavan y desechan los residuos en la trampa de grasa.

La empresa cuenta con canaletas por donde fluye el agua desechada, tanto del proceso como del lavado, haciendo que el agua fluya en dirección a la trampa de grasa, cuenta con 7 compartimientos que tienen rejillas para que fluya el agua por las canaletas, distribuidos por la planta como se muestra en las figuras 39 y 40, cada una de ellas poseen un filtro que retienen sólidos (Figura 41), excepto las últimas que conectan a la trampa de grasa.

La trampa de grasa que tiene la empresa retira aproximadamente 250 mg/L de grasa, que se desecha durante el día de producción por método de flotación, esta trampa cuenta con 4 compartimientos, en el compartimiento por donde se alimenta el agua está a 52 cm a nivel del piso de la trampa, la conexión que tiene el compartimiento 1 al 2 está a una altura de 5 cm a nivel del piso de la

trampa(Figura 42), la conexión del compartimiento 2 y 3 es por medio de una tubería, comienza desde el nivel del piso de la trampa y sube hasta una altura de 36 cm, esta conexión se presenta también en los compartimientos 3 al 4 (Figura 43), este flujo se produce gracias a la presión que ejerce el agua para pasar de compartimiento a compartimiento, al final de la trampa hay un filtro con un separación de 0,5 cm (Figura 44), con este no retiene la suficiente cantidad de grasas para poder cumplir la norma, ya que en una nueva caracterización realizada se obtuvo un valor de 41mg/L para grasas y aceites esto causaría una sanción por el incumplimiento de la Resolución 0631 del 2015, también cabe resaltar que la trampa de grasa ha estado en la empresa durante ya casi 20 años, esto afecta su eficiencia y los valores de vertimiento, por lo cual en el efluente final tendrá un porcentaje significativo de grasas y sólidos suspendidos que se desechan al alcantarillado.

Figura 39. Canaletas parte superior e izquierda de la empresa



Figura 40. Canaletas parte inferior y derecha de la empresa



Figura 41. Filtro para pre tratamiento.



Figura 42. Compartimiento 1 -2



Figura 43. Compartimiento 3-4



Figura 44. Compartimiento 4 filtro



Para la limpieza del sistema que conecta con la trampa de grasa, se comienza por las canaletas y filtros, transportando los residuos que quedan de grasa y suciedad, luego se dispone hacer el lavado en la trampa de grasa de forma manual, recogiendo la grasa para luego desecharla, después se limpia la trampa de grasa con el detergente-desengrasante y con agua potable del

acueducto utilizando mangueras, baldes, cepillos, entre otros implementos de limpieza.

Como se mencionó al principio del capítulo, semanalmente se extrae de la trampa de grasa entre 5 a 10 kg de grasa, para su posterior disposición, la empresa recurre al servicio que el acueducto presta para la recolección de residuos sólido (grasas), para no desecharla al alcantarillado directamente.

3.1.2 Características de agua residual que se genera en la organización Salsamentaría el Bohemio. Se realizó un muestreo de los efluentes de las actividades normales de la organización durante 10 horas continuas, el muestreo y recolección de muestras se realizó en la única caja de inspección externa que tiene la empresa. Dicho análisis lo realizó el laboratorio ANALQUIM LTDA. Se monitorearon las características del vertimiento cada 15 minutos durante los momentos de descarga, midiendo pH, temperatura y caudal, adicionalmente se midieron los sólidos sedimentables cada hora.

Para la caracterización se requirió recolectar una muestra representativa de la actividad, para tal fin se obtuvo una muestra compuesta, esta muestra se forma por las alícuotas o submuestras, estas se tomaron cada 30 min midiendo el caudal, se estimó el volumen de cada alícuota con la ecuación 1, luego se calcula la suma de caudales, se determinó que el volumen necesario teniendo en cuenta los parámetros a medir que fue de 2500 ml de muestra, para esto se tomaron 18 alícuotas durante el día para conseguir la muestra compuesta .

Ecuación 1. Determinar volumen de las alícuotas

$$Vi = \frac{V}{\sum_i^n Qi} x Qi$$

Vi: Volumen de cada alícuota o porción de muestra (mL)

V: Volumen total a componer (mL)

Qi: Caudal de cada muestra individual (L/s)

La muestra puntual es para el análisis del parámetro de grasas y aceites, se recogió una sola muestra en el mismo lugar de la recolección de alícuotas, pero sólo en un momento determinado, que representa la composición de la fuente en ese instante, esta muestra puntual la realiza Analquim LTDA basado en el procedimiento de toma de muestra del Ideam, también porque al hacer una toma compuesta de grasas y aceites y homogeneizarla puede perder grasas y otros compuestos, es decir, que pueden haber pérdidas de contaminantes al hacer la mezcla.

En el cuadro 1 se muestra la información de vertimiento actual de la empresa en caja de inspección.

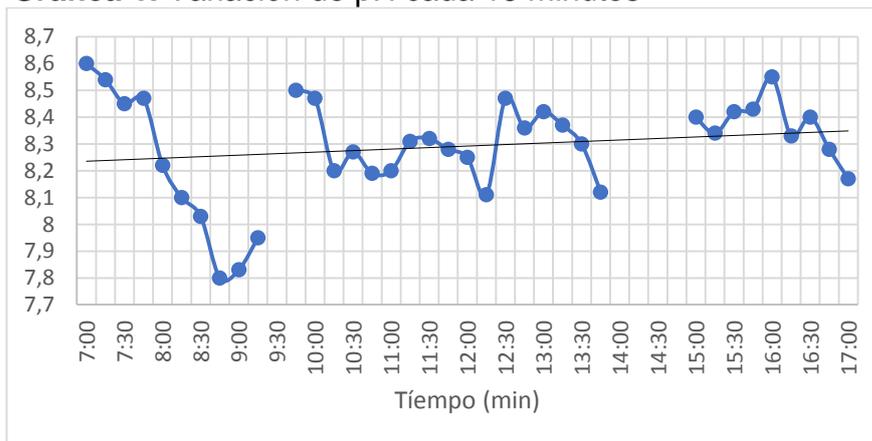
Cuadro 1. Información del vertimiento

Caudal Promedio	0,109L/s equivale a 6,54 L/min
Origen de la descarga	Lavado de máquinas , equipos y proceso
Tipo de descarga	Intermitente
Tiempo de la descarga	10 horas aproximadamente
Frecuencia de la descarga	Diario
Tipo de muestra	Compuesta
Número de alícuotas registradas	15 alícuotas
Volumen total monitoreado	Volumen monitoreado muestra compuesta : 2500ml Volumen muestra puntal : 1000 ml Volumen total monitoreada : 3500 ml

Fuente. Laboratorio Analquim LTDA.

A continuación se relacionan los datos tomados, en una gráfica de pH, temperatura y caudal respectivamente, los valores tabulados se encuentran en el anexo E tabla 1, como se observa en las gráficas los datos son tomados cada 15 minutos.

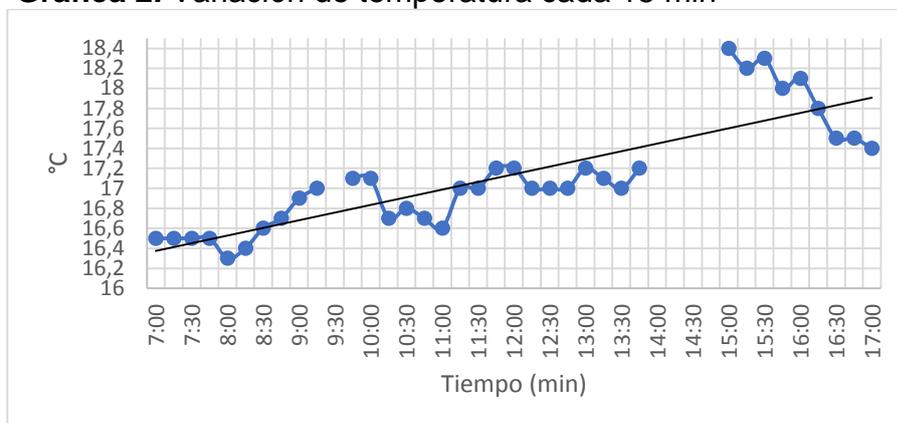
Gráfica 1. Variación de pH cada 15 minutos



Los valores medidos del pH, tomados de la caja de inspección externa en la empresa Salsamentaria el Bohemio, se muestran en la gráfica 1, los datos tabulados se encuentra en anexo E tabla 1. De estos se puede observar las unidades de pH a la salida de la planta en relación con las horas de la jornada laboral diaria en la empresa, se puede analizar que el rango de pH durante la jornada esta entre 7,8 y 8,6, A las 9:30 no presenta valor, ya que no hay vertimiento, igualmente ocurre de las 14 a 15 horas ya que es la hora del almuerzo y se para la actividad laboral. El agua de vertimiento se encuentra dentro del rango de 6-9, aceptable en la Resolución 0631 del 2015, se agregó una línea de tendencia para observar el comportamiento que presentan los datos, nos indica que en el día tiene tendencia a aumentar el pH sin embargo, es casi constante.

Los valores de pH se tomaron cada 15 minutos durante 10 horas, la técnica que se utilizó para medir el pH fue la técnica de electrometría donde registra la actividad de los iones hidrógeno por medio de un potenciómetro.

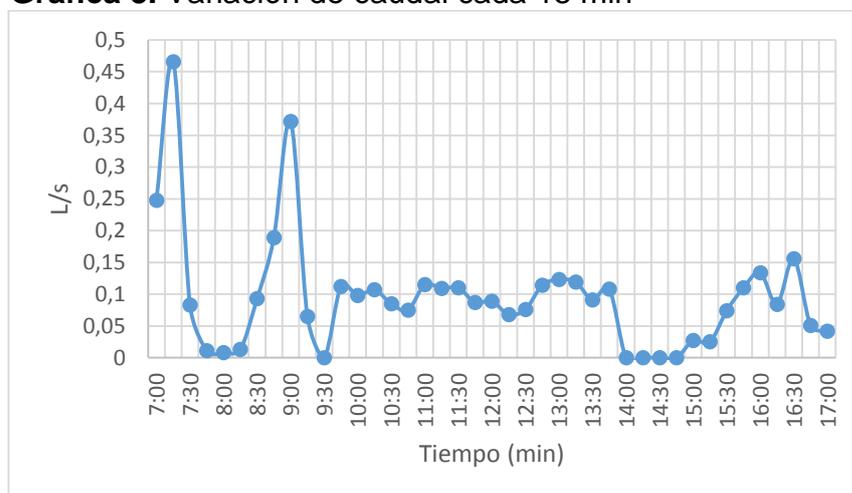
Grafica 2. Variación de temperatura cada 15 min



Los valores tomados en la caja de inspección de la temperatura se muestran en la gráfica 2 y los datos tabulados se encuentra en el Anexo E figura 1, como se observa en la gráfica la temperatura fluctúa de acuerdo con el clima, sin embargo ésta temperatura está en un rango de 16 a 18,5°C, según la Resolución 0631 del 2015 este parámetro no se mide, pero es necesario conocerlo para tratar el agua, ya que esta puede influir tanto en los organismos presentes, en la precipitación, y en los procesos que se pueden aplicar en el agua, también se observa que a las 9:30 como de 14 a 15 horas no hay vertido por lo cual no se puede tomar los valores, se observa la línea de tendencia para observar mejor el comportamiento este va aumentando a medida que transcurre en tiempo, es un aumento de 2°C .

La técnica utilizada para medir la temperatura es por medio de un sensor de temperatura en un potenciómetro, en la muestra recolectada.

Grafica 3. Variación de caudal cada 15 min



Se tomaron valores de caudal en la empresa, en la caja de inspección externa, estos datos se observan en la gráfica 3 y los datos tabulados se encuentra en el Anexo E, figura 1, se puede analizar mediante la gráfica 3 que el valor del caudal no es constante en las primeras horas de la mañana, ya que deben lavar los equipos para ser utilizados durante la jornada laboral, este lavado se realiza de las 7 a las 9:30 horas, el primer pico se debe a los equipos que se utilizaran primero, mientras que segundo pico son los demás equipos mientras ya se ha comenzado con la producción, también se observa que no hay vertimiento a la 9:30 horas por lo cual no se puede tomar valores, después de la 9:30 horas se observa que tienen un caudal constante, el cual se ve interrumpido de 14 a 15 horas, ya que es la hora de almuerzo, por lo cual no hay vertimiento, para el final de la jornada vuelve a ser constante el caudal y estas últimas horas principalmente se dan para terminar la producción y lavar los equipos .

El caudal se midió con la técnica volumétrica, esta consiste en medir un volumen y el tiempo que transcurrió para llenar el volumen, luego se calcula el caudal con la ecuación 2:

Ecuación 2. Cálculo de caudal

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

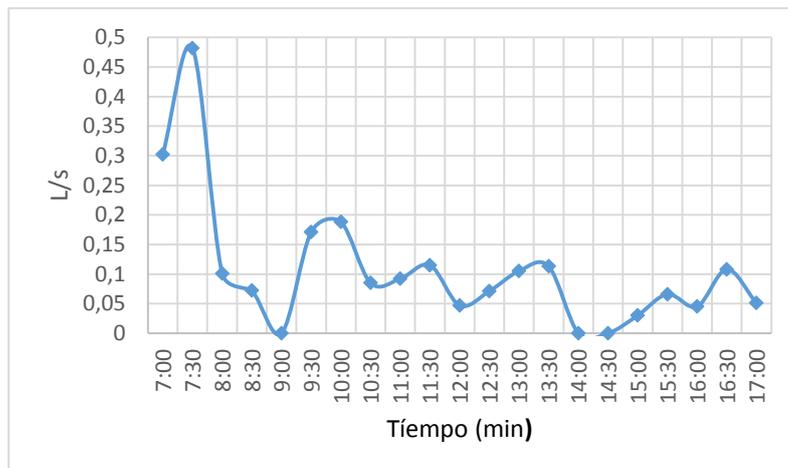
Q: Caudal en litros por segundo (L/s)

V: Volumen en litros (L)

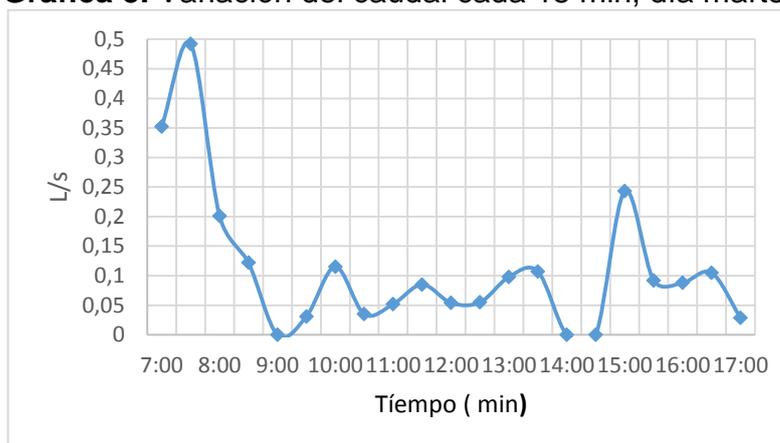
t: Tiempo en segundos (s)

Se procedió adicionalmente a tomar el caudal por dos días seguidos, llamados “día lunes” y “día martes”, siguiendo la misma técnica volumétrica, tomándolo cada media hora, a continuación se muestran los datos obtenidos en las gráficas 4 y 5, los datos están tabulados en el anexo E, tabla 2 y tabla 3 respectivamente.

Gráfica 4. Variación del caudal cada 15 min, día lunes.



Grafica 5. Variación del caudal cada 15 min, día martes



Con los datos obtenidos en las gráficas 4 y 5, se observa que tienen un comportamiento similar al obtenido por el laboratorio Analquim LTDA en septiembre del 2015, igualmente los picos obtenidos al inicio de la jornada son debido al lavado de equipos que se hacen cada día, cuando el valor es 0 en la gráficas 4 y 5 es debido a que paran la operación a la 9:00, se les da un descanso de 30 min a los empleados de la planta , igualmente de las 14 a 15 horas ya que es la hora del almuerzo, el flujo del agua es debido tanto a producción como a lavado de algún equipo para cambiar de producción.

Con lo anterior, los intervalos que se presentan en la planta según los datos tomados en el análisis son los que se muestran a continuación:

Tabla 2. Resultados por intervalos de los parámetros tomados en la caja de inspección

CONDICIONES	INTERVALOS
pH	7.80-8.60
Temperatura	16.3-18.4°C
Solidos sedimentales	<0.1-0.1
Caudal	Promedio 0.109 L/s
Alícuotas	Sumatoria 2490 ml

Fuente. Laboratorio Analquim LTDA.

La tabla 2 muestra los resultados por intervalos de los parámetros tomados.

Estas muestras se realizaron como muestras compuestas en la única caja exterior de inspección de la empresa, para grasas y aceites se realizó una muestra puntual, la muestra compuesta como se mencionó anteriormente está conformada por las alícuotas recolectadas, se refrigeran con el fin de evitar su alteración hasta finalizar la jornada. Las muestras obtenidas fueron envasadas en los respectivos recipientes debidamente rotulados y preservados; después se transportaron al laboratorio para realizar los análisis.

Para la preservación, los recipientes utilizados para las muestras y el volumen para determinar cada parámetro se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro 2. Preservación de las muestras⁹

Parámetros	Recipiente	Volumen de muestra(ml)	Tipo de muestra	Preservación
-DQO	Frasco vidrio ámbar	500	Compuesta	H ₂ SO ₄
-Fenoles	Garrafa plástica			
-DBO ₅		2000	Compuesta	Refrigeración aprox. 4 °C
-sólidos suspendidos totales				
-Tensoactivos				
-Grasa y aceites	Frasco de vidrio	1000	Puntual	HCl

Fuente. Laboratorio Analquim LTDA, informe de parámetros.

Después de hacer el seguimiento continuo de la toma, la preservación y refrigeración la muestra se codifica, se embala y se transporta hasta la recepción en el laboratorio para su posterior análisis.

En la tabla 3 se presenta el informe de los resultados del laboratorio con técnica de análisis que se utilizó.

Tabla 3. Informe de resultados del laboratorio con técnica de análisis

Ensayo	Técnica de análisis	Resultados
DBO ₅	Incubación 5 días (electrométrico)	112 mg/L
DQO	Reflujo abierto	264 mg/L
Fenoles	Directo(4- aminoantipirina)	<0,07 mg/L
Grasas y aceites	Extracción Soxhlet	30 mg/L
In situ caudal	Volumétrico	0,109 L/s
In situ pH	Electrométrico	7,8-8,6 unidades
In situ sólidos sedimentables	Volumétrico (cono Imhoff)	<0,1-0,1 ml/L
In situ temperatura	Termómetro	16,3-18,4°C
Sólidos suspendidos totales	Gravimétrico (secado a 105°C)	52 mg/L
Tensoactivos aniónicos	Colorímetro(SAAM)	2,77 mg/L SAAM

Fuente. Laboratorio Analquim LTDA.

- La técnica utilizada para determinar el DBO₅ en la muestra de agua residual, es una incubación por 5 días, es un procedimiento experimental tipo bioensayo, que mide el oxígeno requerido por los organismos en sus procesos metabólicos al consumir la materia orgánica presente en el agua residual. Las condiciones estándar para este ensayo incluye incubación en la oscuridad a 20°C por 5 días¹⁰.
- La técnica utilizada para determinar el DQO, es decir, las sustancias orgánicas e inorgánicas oxidables presentes en la muestra, se realiza por medio reflujo abierto con una solución fuertemente ácida, con un exceso de

⁹ L.S Clesceri, A.R. Greenberg, R.R Trussell. Standart methods for the examination of wáter and wastewater, 22 ed.

¹⁰ Navarro, Maria Olga, 4 de junio de 2007. Versión 2, demanda bioquímica de oxígeno 5 días, incubación y electrometría.

dicromato de potasio en presencia de sulfato de plata, que actúa como catalizador y se adiciona sulfato mercúrico para remover la interferencia de cloruros, después de la digestión, el remanente de dicromato de potasio sin reducir se titula con sulfato ferroso de amonio; se usa como indicador final el complejo ferroso de ortofenantroleína (ferroína). La materia orgánica oxidable se calcula en términos de oxígeno equivalente¹¹.

- Para determinar los fenoles en la muestra, se utiliza una técnica directa utilizando 4 aminoantipirina, esta sustancia es muy sensible ya que los compuestos fenólicos reaccionan con el 4 aminoantipirina a pH básico de ferricianuro potásico, para formar un compuesto coloreado de antipirina susceptible a una determinación espectrofotométrica a 510 nm¹².
- La técnica utilizada para determinar las grasas y aceites en la muestra, es separar la fase sólida o viscosa por filtración sobre una matriz sólida absorbente, después de la extracción en un aparato soxhlet con solvente orgánico, se pesa el residuo que queda de la evaporación del solvente, para determinar el contenido de grasas y aceites, pero esta determinación incluye sustancias de características similares¹³.
- La técnica utilizada para determinar los sólidos sedimentables es el volumétrico, se agrega a un cono Imhoff agua residual por un tiempo determinado de 30 minutos, se deja sedimentar los sólidos y con ellos se puede determinar los sólidos en función de un volumen¹⁴.
- La técnica para determinar los sólidos suspendidos en el agua residual fue el método gravimétrico, que se basa en la retención de las partículas sólidas en un filtro de fibra de vidrio, a través del cual se hace pasar una muestra homogénea; el residuo que queda detenido se seca a 103-105°C. El incremento en el peso del filtro representa la cantidad de sólidos suspendidos totales¹⁵.
- El método para determinar los tensoactivos aniónicos es el colorimétrico con azul de metileno (SAAM), comprende de tres extracciones sucesivas desde un medio acuoso ácido con exceso de azul de metileno, a una fase

¹¹ Laboratorio de Química Ambiental Ideam, Demanda química de oxígeno, Método de reflujo abierto.

¹² L.S Clesceri, A.R. Greenberg, R.R Trussell. Standart methods for the examination of wáter and wastewater, 22 ed.

¹³ Bojaca, Rocio del Pilar, 28 de diciembre de 2007, determinación de grasas y aceites en aguas por el método soxhlet

¹⁴ Ideam, Instructivo para la toma de muestras de aguas residuales, pag 4.

¹⁵ Hernández, Ana Maria, 2 de agosto de 2007, sólidos suspendidos totales en agua secados a 103 – 105 °C.

orgánica de cloroformo, seguida del color azul mediante espectrofotometría a 652 nm¹⁶.

Con los métodos anteriormente mencionados, se determinan los parámetros del agua residual, para ser comparados con la norma, los parámetros de pH, temperatura y caudal se explican en las gráficas 1, 2 y 3 respectivamente.

Los resultados obtenidos de la muestra de agua realizados por el laboratorio Analquim LTDA, comparados con los valores de los parámetros de la tabla de sector de ganadería de bovinos y porcinos beneficio dual, de la Resolución 0631 del 17 de Marzo de 2015 para vertimientos, se muestran en la tabla 4, los resultados originales puedes visualizarse en el anexo F, figura 1.

Tabla 4. Comparación de resultados con la resolución 0631 de 2015

Parámetro	Unidades	Valor obtenido en laboratorio	Resolución 0631/2015	Cumplimiento normativo
DBO ₅	mg/L	112	450	Cumple
DQO	mg/L	264	800	Cumple
Fenoles	mg/L	<0,07	N.E	N/A
Grasas y aceites	mg/L	30	30	Cumple (valor límite)
Solidos suspendidos totales	mg/L	52	225	Cumple
Tenso activos	mg/L	2,77	N.E	N/A
Caudal	L/s	0,109	N.E	N/A
pH	Unidades	7,80-8,60	6-9	Cumple
Solidos sedimentables	mL/L	<0,1-0,1	5	Cumple
Temperatura	°C	16,3-19,4	N.E	N/A

Fuente. Laboratorio Analquim LTDA

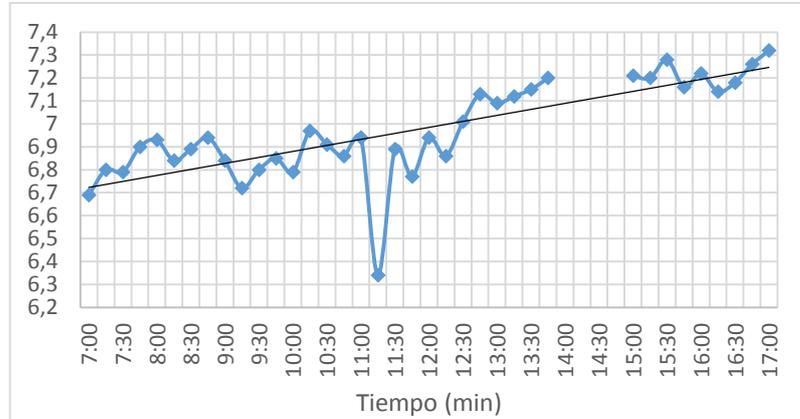
Según la tabla anterior, en la comparación de los datos obtenidos y la Resolución 0631 del 2015, se observa que se cumplen todos los parámetros pero el valor de grasas y aceites está en el valor límite, es un agua con presencia de materia orgánica debido al proceso, en la Resolución 0631 del 2015 no se exigen los parámetros de fenoles y tensoactivos, sin embargo en la Resolución 3957 del 2009, el valor máximo de fenoles es de 0,2 mg/L, y de tensoactivos de 10 mg/L, estos dos parámetros cumplen para la Resolución anterior.

A continuación se observa un dato histórico de una caracterización que se hizo en el 2014 por la empresa, esta se elaboró por el laboratorio ANALQUIM LTDA, se realizó con los mismos procedimiento de la caracterización anteriormente mencionada, los datos tabulados se muestran en el anexo E,

¹⁶ Rodriguez, Carlos Hernan. 31 de agosto de SAAM.

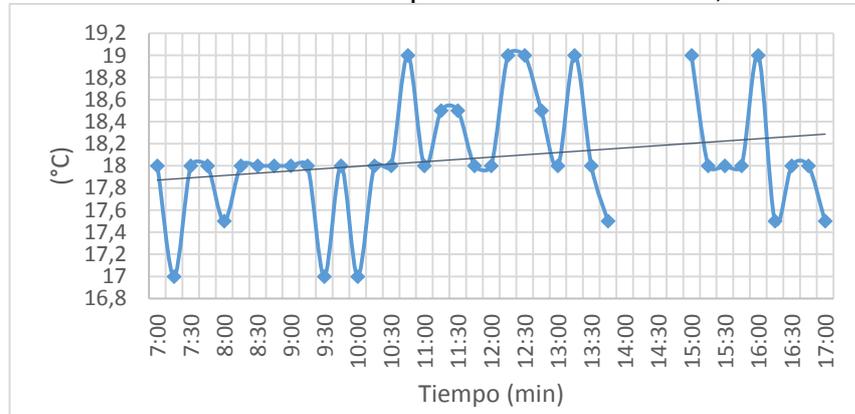
tabla 4. Con los datos tomados de pH, temperatura y caudal se realizaron las respectivas gráficas para visualizar mejor el comportamiento de los parámetros.

Gráfica 6. Variación de pH cada 15 min, 2014.



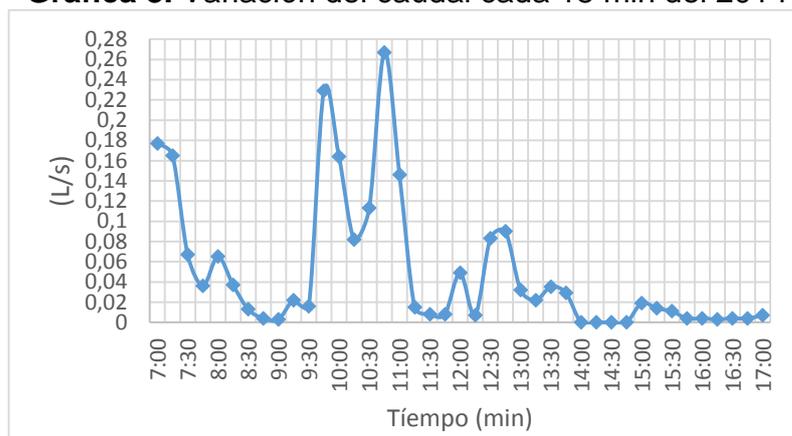
En la gráfica 6 se pueden visualizar los datos del pH, en ella se observa que está en un rango de 6 a 7,5, con ello se puede analizar que el pH ha cambiado a lo largo del último año, ya que ha subido de rango, según la última caracterización el pH esta entre 7,8 y 8,6, se adicione una línea de tendencia para observar el comportamiento de los datos el cual aumenta pero solo máximo en 1 unidad.

Gráfica 7. Variación de temperatura cada 15 min, 2014.



En la gráfica 7 se aprecian los datos en relación con temperatura tomada en la caracterización, se evidencia el rango en el cual están los datos, que es de 16 a 19°C, comparándolo con la caracterización actual se observa que el rango es estable ya que paso de un rango de 16-19°C a 16-18,5°C.

Grafica 8. Variación del caudal cada 15 min del 2014



En la gráfica 8 se muestran los datos tomados en la caracterización del caudal, como se evidencia en la gráfica 8 el caudal no es constante, ya que la necesidad de agua varía en cada proceso y el gasto del agua para lavar los equipos y el piso nos es igual en cada momento del día, pues estos tienen diferentes tamaños, por lo cual la cantidad de agua varía al lavar cada equipo, los picos generalmente son del lavado de equipos y el restante es lo que se desecha en la producción, así que no se puede comparar con la actual caracterización porque no se hizo el mismo procedimiento y no es automatizado el gasto de agua sino manual.

Para la preservación de las muestras, se siguió el procedimiento que se explicó en la caracterización actual, en el cuadro 2, se utilizaron las mismas técnicas de la tabla 2, para obtener el resultado de los parámetros medidos, en la tabla 5 se observan los datos medidos del 2014, comparados con la Resolución actual y con los resultados del 2015, la caracterización original puede visualizarse en el anexo F, figura 2.

Tabla 5. Comparación de resultados 2014 y 2015 con la resolución 0631 de 2015.

Parámetro	Unidades	Valor obtenido en laboratorio 2014	Valor obtenido en laboratorio 2015	Resolución 0631/2015	Cumplimiento normativo
DBO ₅	mg/L	156	112	450	Cumple
DQO	mg/L	223	264	800	Cumple
Fenoles	mg/L	<0,07	<0,07	N.E	N/A
Grasas y aceites	mg/L	12	30	30	Cumple
Sólidos suspendidos totales	mg/L	43	52	225	Cumple
Tenso activos	mg/L	7,59	2,77	N.E	N/A
Caudal	L/s	0,089	0,109	N.E	N/A
pH	Unidades	6,34-7,34	7,80-8,60	6-9	Cumple
Sólidos sedimentables	mL/L	<0,1	<0,1-0,1	5	Cumple
Temperatura	°C	17-19	16,3-19,4	N.E	N/A

En la tabla 5 se exponen los valores obtenidos en el laboratorio en el año 2014, como se observa, para esa fecha se cumplían tanto la Resolución 3957 del 2009 y la actual Resolución 0631 del 2015, al comparar los resultados obtenidos tanto en la caracterización del 2014 y la del 2015 se analiza que los valores de algunos parámetros han aumentado con respecto al año anterior, los parámetros que aumentaron son el DQO que paso de 223 a 264, aumentó un 18%, las grasas y aceites aumentaron de 12 a 30, un 150%, los sólidos suspendidos que pasaron de 43 a 52, aumentó un 21% y los sólidos sedimentables que aumentaron de <0,1 a <0,1-0,1, con respecto al DBO₅ disminuyó de 156 a 112, un 28% y los tensoactivos disminuyeron de 7,59 a 2,77 un 64% , para los tensoactivos esta disminución se debe a que cambiaron el detergente que utilizaban por uno biodegradable, los parámetros de pH, temperatura y caudal se analizaron anteriormente en las gráficas 6, 7, y 8.

Se realizó una segunda caracterización del agua, con diferentes parámetros a los ya realizados, para tener mayor información sobre el agua residual y con ello poder conocer características que permitan plantear la alternativa de tratamiento, también se realizó un análisis de grasa tanto en la entrada como en la salida para obtener el porcentaje de remoción de la trampa de grasa y saber cuánta grasa retira, esta caracterización se mandó a realizar en el laboratorio de Analquim LTDA, el cual proporcionó los envases de preservación para el análisis, se puede visualizar la caracterización original en el anexo F, figura 3, se debe aclarar que el análisis de grasas salió erróneo ya que la forma en que se tomó la muestra no era la adecuada, por lo cual se mandan a analizar las grasas de entrada y de salida nuevamente, las caracterizaciones originales se pueden visualizar en el anexo F figura 4 y 5 respectivamente, los resultados de los parámetros se comparan con la resolución 2115 del 2007 para agua potable.

Tabla 6. Parámetros para la calidad de agua de vertimiento

Parámetro	Unidades	Resultados	Resolución 2115 del 2007	Cumplimiento normativo
Acidez total	mg/L CaCO ₃	11	50	Cumple
Alcalinidad total	mg/L CaCO ₃	48	200	Cumple
Conductividad eléctrica	µm/cm	174,7	1000	Cumple
Dureza cálcica	mg/L CaCO ₃	38	N.E	N/A
Dureza de magnesio	mg/L CaCO ₃	<4	N.E	N/A
Dureza total	mg/L CaCO ₃	39	300	Cumple
Hierro	mg/L Fe	0,49	0,3	Incumple
Fosfatos	mg/L P	1,02	0,5	Incumple
pH		7,2	6,5-9	Cumple
Turbiedad	UNT	89,2	1-5	Incumple
Grasas y aceites antes de la trampa	mg/L	291	N.E	N/A
Grasas y aceites después de la trampa	mg/L	41	N.E	N/A

Fuente. Laboratorio Analquim LTDA.

Los anteriores parámetros de la tabla 6 se determinaron para tener un mejor análisis en la calidad del agua y se compararon con la calidad del agua potable, para tener un referente de cada parámetro, a pesar de que no se busca potabilizar el agua sino realizar un tratamiento para reúso, a continuación se explica por qué se determinó cada parámetro y su análisis según lo que se obtuvo.

- Se determina la alcalinidad, para conocer la medida en la cual el agua neutraliza los ácidos y para tener en cuenta que la presencia de iones bicarbonato, carbonato y presencia de sales de ácidos débiles, su presencia puede producir CO₂ en el vapor de calderas que es muy corrosivo y también puede producir espumas, y arrastre de sólidos con el vapor de caldera, se encuentra asociada al pH, la dureza y los sólidos disueltos, el valor obtenido es bajo¹⁷, cumple con la norma de agua potable, lo cual indica que es un valor aceptable para vertido.
- Se determina la acidez, para conocer la capacidad de neutralizar bases que tiene el agua y donar protones, es responsable de la corrosión, debido principalmente a la presencia de CO₂ que no está combinado, también interfiere en procesos biológicos, las aguas ácidas presentan concentraciones elevadas de metales, sólidos disueltos y sulfatos, al ser baja la acidez del agua se puede determinar que las concentraciones de sulfatos y metales pesados son bajas, lo cual evita su oxidación y también es indicador de la poca cantidad de CO₂ presente en el agua, cumple con la norma de agua potable.
- La conductividad se determina para conocer su capacidad para conducir la electricidad, el agua pura casi no posee conductividad, la conductividad es por causa de las impurezas, iones y sales presentes en el agua, la conductividad del agua en los sistemas continentales varían entre 50 y 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}^{18}$, según lo obtenido el agua está dentro del rango de agua potable.
- Se determina la dureza para determinar la presencia de sales de calcio y magnesio, mide la capacidad del agua para producir incrustaciones y el efecto que tiene en los tensoactivos para bajar su rendimiento, según el dato obtenido el agua es un agua blanda lo cual indica que contiene pocas sales disueltas y potencia la acción de jabones y detergentes, igualmente cumple con la norma de agua potable.
- Se determina el hierro ya que es un catión importante desde el punto de vista de contaminación, también puede darle al agua sabor, olor y color

¹⁷ este rango se determinó según los rangos tomas de Kervern 1989.

¹⁸ Fuentes, Francisco. Massol-Deya, Arturo. Parámetros Físico-químicos: conductividad, Pág. 2.

indeseable, aparece en dos formas ion ferroso y como ion férrico, afecta la potabilidad del agua y a nivel industrial causa incrustaciones no estaría dentro del rango de agua potable ya que es un valor de 0,3 y se obtuvo un valor de 0,49 pero cumpliría para reuso para la caldera y torres de enfriamiento.

Se determinan los fosfatos debido a que están presentes con ion fosfato y forma sales que son muy poco solubles, precipitan fácilmente como fosfato de calcio, esta contribuye a la alcalinidad del agua, también son nutrientes de la vida acuática y en grandes cantidades evitan el crecimiento de algunas plantas, en el agua no suelen haber más de 1,02 ppm, el agua está en el límite comparada con agua potable, lo ideal sería bajar este parámetro pero para reusarla y verterla no interfiere este resultado.

- Se determina la turbiedad para medir el grado de claridad que posee el agua, esta se presenta debido a las partículas en suspensión y materia orgánica, un valor que determina la calidad del agua, ya que a una mayor turbidez absorbe la luz de sol, el agua se vuelve más caliente y se reduce el oxígeno del agua, el agua tiene un valor alto de turbidez ya que el agua potable debe tener entre 1 y 5 UNT.
- Se determinan las grasas y aceites, tanto a la entrada de la trampa de grasa, como a la salida, para conocer el porcentaje de remoción de la trampa, la trampa de grasa retira un 86% de las grasas y aceites del agua, con respecto a la Resolución 0631 del 2015, la trampa no cumple con el objetivo de retirar la suficiente cantidad de grasas y aceites en el agua, para poder ser vertida, pues deja pasar 41 mg/L de grasas y aceites y el máximo permisible es 30 mg/L.

Se realiza una caracterización según la Resolución 1207 del 2014 para el reuso del agua, tanto para descargas de aparatos sanitarios y sistemas de redes contra incendios, también para analizar la viabilidad de ser utilizada para lavado de pisos, en la tabla 7 se presenta la caracterización, la caracterización original se visualiza en el anexo F, figura 3.

Tabla 7. Parámetros para reúso según resolución 1207 de 2014

Parámetro	Unidades	Valor obtenido en laboratorio	Resolución 1207/2014	Cumplimiento normativo
pH		7,2	6-9	Cumple
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	42x10E5	1,0XE(+3)	No cumple
Helminos parásitos humanos	Huevos/L	0	1,0	Cumple
Salmonella	NMP/100ml	0	1,0	Cumple
Cloruros	mg/L Cl ⁻	12	300	Cumple
Sulfatos	mg/LSO ₄	439,8	500	Cumple

Fuente. Laboratorio Analquim LTDA

Según la tabla 7 se puede ver que el agua residual cumple con la mayoría de parámetros para poder reusarla en descargas sanitarias y redes contra incendios, pero no cumple con los *coliformes termotolerantes*, en este parámetro se tiene en cuenta la *e-coli*, que es perjudicial para la salud humana, por lo cual se debe realizar una desinfección para cumplir con la norma, también se tiene en cuenta el color y el olor del agua ya que esta es de un color amarillento y un olor ofensivo leve debido al proceso de producción, esto es por la descomposición de compuestos presentes en el agua, compuestos provenientes de la grasa animal, y la presencia de sulfatos, teniendo en cuenta estos parámetros y su debido proceso se podrá finalmente reusar. La *e-coli* proviene principalmente del tracto gastrointestinal de los animales, carne picada cruda o poco cocida, debido a que la empresa trabaja con productos cárnicos y son cuidadosos e higiénicos con el manejo de sus productos, pudo haberse contaminado la muestra, que es tomada de la caja de inspección donde solamente se vierte agua procedente de la planta, lo cual pudo haber alterado el valor, también es posible un error en el procedimiento y/o resultados de este parámetro por parte de laboratorio que realizó el análisis, cabe aclarar que el agua negra no se trata en este trabajo de grado, solamente la de proceso, el valor de los *coliformes termotolerantes* para aguas de proceso cárnico es elevado, por lo que, como se mencionó anteriormente se realiza desinfección para retirar posible carga contaminante, sin embargo lo más probable es que el valor de los *coliformes termotolerantes* sea erróneo.

Los métodos que se utilizaron para poder obtener los anteriores parámetros son:

- La acidez total y la alcalinidad total se midieron a partir de la titulometría, la cual es un tipo de titulación volumétrica en donde se mide el volumen de una solución exacta de concentración conocida, necesaria para reaccionar con el analito, el analito debe reaccionar completamente con la solución valorante en proporciones estequiométricas¹⁹.

¹⁹ Universidad Jorge Tadeo Lozano, GUIA No 4.1- Determinación de la acidez y la alcalinidad, y determinación de cloruro, pág. 3

- La dureza cálcica total se midió con EDTA, en la cual el ácido etilendiaminotetraacético y sus sales de sodio forman un complejo de quelato soluble al ser añadido a soluciones con algunos cationes metálicos, cuando se añade al agua con concentraciones de calcio y magnesio se combina inicialmente con el calcio, la dureza total se define como la suma de las concentraciones de calcio y magnesio, ambos expresados como carbonato de calcio, en miligramos por litro²⁰.
- Los cloruros se midieron a partir del método argentométrico, el cual se basa en el método Mohr, sobre una muestra de agua ligeramente alcalina, con pH entre 7 y 10, se añade solución de AgNO₃ valorante y disolución indicadora K₂CrO₄. Los cloros precipitan con el ion Ag⁺ formando un compuesto insoluble de color blanco, cuando todo el producto ha precipitado se forma cromato de plata, el cual es color rojo ladrillo e indica el fin de la valoración²¹.
- Los *coliformes termotolerantes* se determinaron mediante la filtración por membrana, la cual consiste en medir el número de *coliformes* presentes mediante la filtración de volúmenes específicos de la muestra a través de filtros de membrana, generalmente son de ésteres de celulosa que retienen los *coliformes* y otras bacterias, posteriormente se incuban las membranas vueltas hacia arriba en un medio selectivo²².
- La conductividad eléctrica y el pH se miden a partir del método electrométrico, en el cuál para la medición del pH se mide el potencial generado por un electrodo de vidrio que es sensible al ion hidrógeno, este potencial es comparado contra un electrodo de referencia, para la determinación de la conductividad en el laboratorio es la resistencia, en ohmios, es el inverso de la resistencia específica, el intervalo de aplicación del método para la conductividad es 10 a 10000 (o 50000) $\mu\text{mho/cm}$.
- Para la determinación de hierro por el método de llama por absorción atómica, se toman en cuenta parámetros como longitud de onda, ancho de banda y corriente de lámpara con el fin de cuantificar el analito de interés (Fe)²³.

²⁰ Rodriguez, Carlos Hernan. 31 de agosto de 2007, dureza total en agua con edta por volumetría.

²¹ Universidad de la guajira. Protocolo para la determinación de cloruros .pag 5.

²² Sanabria Suarez, Doris. 12 de julio de 2007, Conductividad eléctrica por el método electrométrico en aguas

²³ Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, Determinación de metales y sus compuestos iónicos espectrofotometría de absorción atómica

- Para la determinación de los *huevos de Helminto* se usó el método modificado de Baileger, el cual requiere reactivos económicos y concentra la mayoría de especies presentes en las aguas residuales, su uso está difundido en la mayoría de laboratorios²⁴.
- Para la determinación de ortofosfatos-fosfatos se usó el método de colorimetría-cloruro estañoso, este método se basa en la reacción del fósforo contenido en la muestra como ortofosfato con el ácido molibdico para formar ácido 12-molibdofosfórico el cual es reducido por el cloruro de estaño a azul de molibdeno que absorbe 690nm, la intensidad del color azul formado depende de la concentración de fosfatos adicionados al heteropoliácido²⁵.
- La *salmonella SP* fue determinada por método de aislamiento e identificación en placa, en el cuál se realiza el aislamiento del cultivo, se seleccionan colonias, se realiza frotis y tinción de gram²⁴.
- Los sulfatos se determinaron a partir del método turbidimétrico, el cual permite determinar hasta 40mg/L de sulfatos, si la muestra tiene una concentración mayor se debe realizar dilución, las aguas que presenten alta turbiedad deben ser tratadas previamente por centrifugación o filtración para su clarificación y análisis²⁶.

3.2 SITUACION ACTUAL DE AGUA LLUVIA

La empresa cuenta con un tanque de almacenamiento de agua lluvia que se encuentra en el 2 piso de la planta, con un volumen de 5100 L (imagen 45) en las figuras 46 y 47 se observa la tubería de entrada y de salida respectivamente, el agua lluvia es recogida por las canaletas que se encuentran en el techo de la planta y es transportada por dos tuberías que se conectan antes de llegar al tanque (imagen 48), cuenta con una salida por el fondo del tanque, la tubería de salida llega hasta el 1 piso de la planta donde es recogida (imagen 49), cuenta también con una medidor de nivel (imagen 50), es una tubería de salida en parte superior de tanque, cuando llega a este nivel se desecha el agua por dicha tubería, al no utilizar el agua con frecuencia esta adquirió un olor desagradable por lo cual la empresa decidió agregar 2 litros de hipoclorito de sodio, aunque aún no utilizan el agua en la empresa.

²⁴ Ayres , Rachel M. Análisis de aguas residual para su uso en agricultura, organización mundial de la salud 1997, pág. 3

²⁵ Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales Ideam, temas ambientales, fosforo total método colorimetría cloruro estañoso ,pag 5

²⁶ Severiche, Carlos A. evaluación analítica para la determinación de sulfatos en aguas por método turbidimétrico modificado, pag 7

Figura 45. Tanque de agua lluvia.



Figura 46. Tubería de entrada



Figura 47. Tubería de salida



Figura 48. Interconexión de tubería de entrada



La interconexión (Figura 48) es importante de mencionar, ya que antes del tanque se requiere un filtro para retirar sólidos, por lo cual se debe tener en cuenta que hay dos tuberías que llenan el tanque, estas afectarían la presión a la que se verá sometido el filtro para poder fluir el agua lluvia al tanque.

Figura 49. Salida del agua lluvia



Figura 50. Medidor de nivel



El medidor de nivel (figura 50) controla el nivel del agua que entra al tanque de agua lluvia, teniendo como volumen final 5100 L y no 6000 L, sin el medidor las canaletas de la planta y las tuberías de entrada del tanque colapsarían por la cantidad de agua, este también ayuda a que el tanque no esté hermético, sino que entre el agua en contacto con el oxígeno, en la figura 50 el medidor es la tubería verde.

3.2.1 Características de agua lluvia almacenada por la Salsamentaria el Bohemio. El agua lluvia es almacenada en un tanque de 6000 litros, pero solo tiene capacidad de 5100 litros debido al medidor de nivel, dicho tanque tiene dos entradas, un tubo de nivel y una salida, en el momento de tomar la muestra al agua se le había adicionado 2 litros de hipoclorito de sodio, el caudal se midió mediante el método volumétrico, cada media hora durante 3 horas, los resultados de la caracterización que se mandó a realizar en el laboratorio de Analquim LTDA, se muestran en la tabla 8, el laboratorio proporcionó los envases de preservación para el análisis de los parámetros, la caracterización original puede visualizarse en el anexo F, figura 6, los parámetros se comparan con la resolución 2115 de 2007 de agua potable, para tener un referente:

Tabla 8. Caracterización de la calidad de aguas lluvia

Ensayo	Resultado	Resolución 2115 de 2007	Cumplimiento normativo
Acidez total	29 mg/L CaCO ₃	50	Cumple
Alcalinidad total	144 mg/L CaCO ₃	200	Cumple
Conductividad eléctrica	1030 μ S/cm a 25°C	1000	Incumple
Dureza cálcica	25 mg/L CaCO ₃	N.E	N/A
Dureza de magnesio	4 mg/L CaCO ₃	N.E	N/A
Dureza total	29 mg/L CaCO ₃	300	Cumple
Hierro	0.73 mg/L Fe	0,3	Incumple
Ortofosfatos-fosfatos	<0.03 mg/L P	0,5	Cumple
pH	7.50 Unidades	6,5-9	Cumple

Fuente. Laboratorio Analquim LTDA.

Estos parámetros se determinaron por las mismas razones que explicaron en el agua de vertimiento, también para tener un mejor análisis de la calidad del agua, igualmente se hizo una comparación con la normativa del agua potable para tener un referente.

- Para la alcalinidad el valor obtenido es medio, según el rango de alcalinidad el resultado está entre los valores de 75-150 mg/L²⁷ CaCO₃, puede contener sales disueltas de ácidos débiles o bicarbonatos, aun así cumple con la norma para agua potable.
- Se determinó la acidez por la capacidad de neutralizar bases y es responsable de corrosión, pues las aguas acidas presentan concentraciones elevadas de metales, sólidos disueltos y sulfatos, el valor de la acidez es baja (29 mg/L) lo cual es indicador de la baja presencia de metales, sulfatos y sólidos, cumple con el agua potable.
- La conductividad del agua en los sistemas continentales varía entre 50 y 1500 μ S/cm²⁸, el agua analizada está en 1030 μ S/cm el agua está dentro del rango para el agua lluvia pero no para agua potable, este tiene un valor alto debido a que se agregó demasiado hipoclorito de sodio, el cual pudo haber aportado iones cloruro.
- Según la dureza total el agua es un agua blanda, lo cual indica que contiene pocas sales disueltas, potencia la acción de jabones y detergentes y cumple con la norma de agua potable.

²⁷ este rango se determinó según los rangos tomas de Kervern 1989

²⁸ Fuentes, Francisco. Massol-Deya, Arturo. Parámetros Físico-químicos: conductividad, Pag 2.

- El hierro en el agua no está dentro del rango de agua potable, la cual tiene un valor máximo de hierro de 0,3 y se obtuvo un valor de 0,73 mg/L Fe, pero cumpliría para reuso para la caldera y torres de enfriamiento.
- Los fosfatos en el agua lluvia tienen baja presencia, según lo obtenido cumple con la normativa del agua potable. El pH también cumple con agua potable.
- El pH del agua es ligeramente alcalino (debido a la presencia de soda cáustica en el hipoclorito de sodio agregado, el valor de pH aumenta) y cumple con la Resolución 2115 del 2007, para agua potable.

Para obtener mayor información para el reuso del agua lluvia de la empresa, se caracterizó según la Resolución 1207 del 2014, como se observa en la tabla 9, este análisis se mandó a realizar en el laboratorio de Analquim LTDA, se tomó las muestras en envases dados por ellos para su preservación.

Tabla 9. Parámetros para reuso según la Resolución 1207 de 2014

Parámetro	Unidades	Valor obtenido en laboratorio	Resolución 1207/2014	Cumplimiento normativo
pH		7,5	6-9	Cumple
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	0	1,0*E(+3)	Cumple
Helminthos parásitos humanos	Huevos/L	0	1,0	Cumple
Protozoos paracitos humanos	Quistes/L	0	1,0	Cumple
Salmonella	NMP/100 ml	0	1,0	Cumple
Cloruros	mg/L Cl ⁻	245.3	300	Cumple
Sulfatos	mg/LSO ₄	<0,5	500	Cumple

Fuente: Laboratorio Analquim LTDA.

Según los datos obtenidos, el agua lluvia puede reusarse en la planta para descargas sanitarias, agua contra incendios y lavado de suelos, pero se debe controlar el olor que presenta ya que por su inactividad y al no homogeneizar el hipoclorito de sodio en el agua, tiene un olor penetrante debido al cloro excesivo presente en el agua, no hay presencia de microorganismos patógenos, posiblemente no hay carga en esta agua y/o fueron eliminados con la desinfección realizada. Los sólidos no se caracterizaron debido a que en la muestra tomada, cualitativamente no se veía presencia de sólidos ni de turbiedad mayor a la del agua potable, por lo cual se asumió que su contenido en ese momento no era significativo, esto pudo ser debido a que ya se había abierto la llave de salida con anterioridad y los sólidos que sedimentaron pudieron haber salido, sin embargo en condiciones normales y de apertura de la llave por primera vez, pueden haber presencia de sólidos en el agua lluvia.

- Se determinan los iones cloruros en el agua porque pueden generar sales solubles y dar sabor salado al agua, además pueden causar corrosión, los cloruros presentes pudieron ser causados por el hipoclorito de sodio agregado, cumplen para reúso.
- Se determinan los iones sulfatos porque altos niveles pueden ser tóxicos, son constituyentes disueltos del agua lluvia, cumplen para reúso.

Los métodos que se utilizaron para determinar estos parámetros son los mismos métodos que se mencionaron en el análisis del agua de vertimiento.

Se tomaron los valores de caudal de la salida del agua lluvia, cada media hora, por 3 horas durante dos días, los valores obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 10. Tabla de caudal agua lluvia, día lunes.

Hora	Caudal (L/s)
8:00	0,234
8:30	0,234
9:00	0,233
9:30	0,234
10:00	0,235
10:30	0,234

Grafica 9. Variación de caudal cada 30 min agua lluvia, día lunes

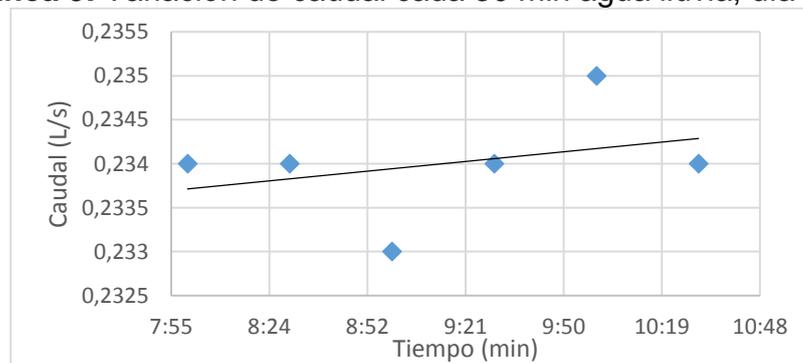
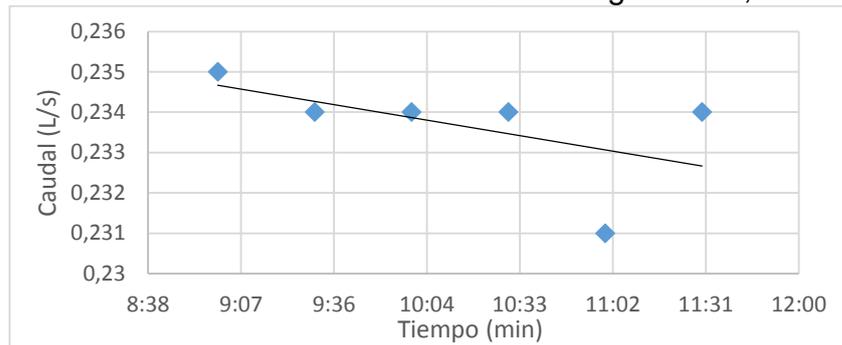


Tabla 11. Tabla de caudales agua lluvia, día martes.

Hora	Caudal (L/s)
9:00	0,235
9:30	0,234
10:00	0,234
10:30	0,234
11:00	0,231
11:30	0,234

Grafica 10. Variación de caudal cada 30 min agua lluvia, día martes.



Como podemos ver en las tablas (10 y 11) y las gráficas (9 y 10), el comportamiento del caudal de salida de aguas lluvias en el tanque de almacenamiento es prácticamente constante, pero se tiene en cuenta que el caudal baja por que la cantidad del agua en el tanque va disminuyendo, los valores máximos de caudal que se presentan en las gráficas 9 y 10 pueden darse debido a errores en la toma del tiempo de llenado del recipiente, estos errores son debidos a la falta de sincronización al abrir la llave de salida de agua lluvia y detener el cronometro, sin embargo, el valor que se presenta con mayor frecuencia (moda) es de 0,234 L/s, como se puede observar es un caudal mayor que el de vertimientos ya que en vertimiento es 0,0109 L/s .

4. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA SALSAMENTARIA EL BOHEMIO

En este capítulo se describen las alternativas para el mejoramiento de las características del efluente generado por la empresa y el agua lluvia, teniendo en cuenta el diagnóstico del agua y la legislación ambiental vigente.

4.1 ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO

Las alternativas de tratamiento pretenden reducir el valor de los parámetros comparados con la Resolución 0631 del 2015 de aguas residuales y cumplir con los parámetros para la Resolución 1207 del 2014 de reúso, por lo cual se tendrán en cuenta los parámetros actuales de la empresa, como la temperatura, la acumulación de grasa, el pH, contaminantes presentes en el agua y la generación de olores, a continuación se describen las alternativas de tratamiento propuestas para el agua residual de la empresa y el agua lluvia, se mencionan sus ventajas y desventajas.

- **SEDIMENTACIÓN.** Remoción por efecto gravitacional de las partículas en suspensión en un fluido, la condición necesaria para ello es que la densidad del sólido sea mayor que la del fluido. La técnica de separación es por gravedad simple o sedimentación²⁹.

Cuadro 3. Ventajas y desventajas de la sedimentación

Ventajas ³⁰	Desventajas ³⁰
<p>Para separadores naturales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La separación por gravedad es un método económico ya que no utiliza reactivos. • No requiere energía para la separación, solo se consume por concepto de bombeo de alimentación. • Sin necesidad de ser operado por personal capacitado. • Sistemas compactos, de simple implementación y mantención. 	<ul style="list-style-type: none"> • La separación natural se utiliza como etapa de pre tratamiento, ya que necesita tiempo de reacción (o residencia dentro del equipo) para lograr la remoción, razón por la que es mayormente usado para procesos de bajo caudal. • Si los sólidos son de baja densidad y poco flocculantes, los equipos de sedimentación simple deben ser de gran envergadura y necesitan de

Cuadro 3³⁰. (Continuación)

²⁹ UNIVERSIDAD NACIONAL. Lección 36: proceso de transferencia de sólidos, sedimentación fundamentos.

³⁰ CHILE.FUNDACION CHILE. Separación por gravedad simple y acelerada.

<p>Para separación acelerada, separador centrifugo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recuperación rápida y eficiente a bajo costo. • Bajo costo de inversión, operación y mantenimiento. • Es una operación no contaminante, ya que no emplea reactivos químicos ni aditivos que puedan contaminar el medio ambiente. • vida útil 20 años • eficiencia de 95 % <p>Generalmente son construidos con piezas de acero inoxidable resistentes a la corrosión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • alto tiempo de residencia, resultando bajos porcentajes de remoción a muy altos costos de inversión. • La sedimentación acelerada son equipos mecánicos que necesitan de alimentación eléctrica continua y de mantenimiento por parte de personal capacitado.
--	--

- **OXIDACION CON PERÓXIDO DE HIDRÓGENO.** Compuesto químico que es ampliamente usado en tratamiento de aguas, es un agente oxidante, de gran alcance y versatilidad, con un potencial de oxidación de 1,8 Voltios, para mejorar los resultados del tratamiento puede ser combinado con otros tratamientos como ozono, ultravioleta, entre otros, si el agente contaminante es difícil de oxidar puede requerir un catalizador, como hierro³¹.

Cuadro 4. Ventajas y desventajas de la oxidación con peróxido

Ventajas ³²	Desventajas ³²
<ul style="list-style-type: none"> • Oxidación de agentes contaminantes en el agua como orgánicos, y metales. • Es seguro de utilizar. • Es muy versátil, confiable y de gran alcance. • Compatible con el medio ambiente ya que no deja residuos. • Se utiliza extensamente en los procesos de tratamiento de agua. • Controla olor y corrosión. • Retira DBO y DQO. • Es muy selectivo. • Actúa como desinfectante. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es corrosivo. • Producto costoso a nivel industrial. • No es muy estable, influyen los ambientes húmedos.

³¹ LENNTECH. Peróxido de hidrogeno.

³² URGENTIA. Hipoclorito sódico vs peróxido de hidrogeno

- **ROMPEDOR DE EMULSIONES.** Rompe químicamente una emulsión, involucra el uso de un desemulsificante, su propósito principal es romper la emulsión y poder obtener por separado la grasa y aceites del agua, este proceso ocurre principalmente por dos etapas, la floculación y la coalescencia³³.

Cuadro 5. Ventajas y desventajas del rompedor de emulsiones.

Ventajas ³³	Desventajas ³³
<ul style="list-style-type: none"> • Se puede prevenir la formación de emulsiones, agregando la dosis óptima de desemulsificación en una etapa temprana. 	<ul style="list-style-type: none"> • La sobredosificación de desemulsificadores puede generar emulsiones aún más difíciles de romper. • Para reducir costos del tratamiento químico generalmente es necesario el uso de energía adicional como el calentamiento o electricidad, sino es fácil su separación. • Produce más desechos en el tratamiento.

- **AGENTES ACIDIFICANTES Y ALCALINIZANTES.** Se utiliza un agente acidificante para bajar el pH del agua, para poder separar las grasas y aceites del agua, se agrega un agente alcalinizante que sube el pH del agua, para poder cumplir con la norma y poder desecharla como vertimiento.

Cuadro 6. Ventajas y desventajas de agentes acidificantes y alcalinizantes.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Al acidificar el agua le aporta el poder de quitar manchas. • al bajar el pH a un rango de 3-4 actúa como un desemulsificador separando las grasas y aceites del agua. • al subir el pH se cumple con la normativa actual 	<ul style="list-style-type: none"> • Se necesitan reactivos para aplicar el proceso. • Se genera un costo diario debido a que se deben agregar dosificaciones para subir y bajar el pH. • Se debe verificar siempre el pH al cual se desea llegar.

³³ FIGUEROA JACHILLA, Vanessa Carina. Desemulsificación de tanques de slop por tratamiento en frío en refinería la pampilla. Lima, Perú, 2009. Pág. 26-27 Trabajo de grado ingeniería petroquímica.

- **PROCESO DAF (FLOTACIÓN POR AIRE DISUELTO).** Es un proceso de separación de partículas sólidas como las de suspensión y partículas líquidas como grasas y aceites, consiste en unir las partículas presentes en el agua por medio de pequeñas burbujas de aire, para que estas formen un conjunto de densidad menor que la del agua y floten, de esta forma se consigue la separación, puede llegar a una eliminación del 95% y una reducción de DBO del 40%³⁴.

Cuadro 7. Ventajas y desventajas del proceso DAF

Ventajas ³⁵	Desventajas ³⁵
<ul style="list-style-type: none"> • Separación de sólidos en el agua. • Mejora la eficiencia adicionar polímeros y otros floculantes • Requiere menos tiempo que la decantación y permite una mayor carga de sólidos en el agua. • Alta eficiencia en la remoción de sólidos. • Remoción de microorganismos y precipitados difíciles de sedimentar. • Alta tasa de separación. • Más eficiente para remoción de DBO₅ que otros procesos de separación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensible a variaciones de temperatura, sólidos en suspensión, recargas hidráulicas, variaciones químicas y fisicoquímicas, comparado con procesos de sedimentación. • Costos operacionales elevados cuando existe un control riguroso automático de parámetros.

- **TRAMPA DE GRASA.** Una trampa de grasa es un dispositivo especial, que generalmente se utiliza para eliminar grasas y aceites por flotación y solidos de gran tamaño presentes en el agua residual³⁶.

Cuadro 8. Ventajas y desventajas de la trampa de grasa

Ventajas ³⁷	Desventajas ³⁷
<ul style="list-style-type: none"> • Estas unidades se diseñan en función de la velocidad de flujo o el tiempo de retención hidráulica (TRH), actúa como separador de grasas y aceites. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizan la separación de grasa y aceites del agua, sin embargo no realizan una separación completa.

³⁴ ECOPRENEUR, Sistemas de flotación pro aire disuelto (DAF).

³⁵ CHILE.FUNDACION CHILE. Tecnologías de flotación pro aire disuelto DAF

³⁶ CALVACHE WILMA, Chavez Maribel, Tratamiento de aguas: Tratamiento primario y parámetros hidráulicos, trampa de grasa, En la universidad central de Ecuador. Pag 1

³⁷ COLOMBIA.UNIVERSIDAD NACIONAL .Lección 37: trampa de grasa.

- **TRATAMIENTO BIOLÓGICO.** Es un proceso en el cuál se utilizan microorganismos para llevar acabo la eliminación de compuestos indeseables en el agua residual, principalmente la eliminación de la grasa residual, usando su actividad metabólica.

Cuadro 9. Ventajas y desventajas del tratamiento biológico

Ventajas ³⁸	Desventajas ³⁸
<ul style="list-style-type: none"> • Reduce la necesidad de limpiezas frecuentes. • Disminuye la acumulación de grasa y aceite. • Controla los olores. • Evita las obstrucciones de las líneas de drenaje. • Facilita las tareas de limpieza. • Promueve la remoción de DBO y DQO. 	<ul style="list-style-type: none"> • El biotratamiento con bacterias es preventivo y rara vez corrige problemas de fondo como diseños deficientes o tiempos de retención limitados. • Para que el tratamiento sea exitoso es indispensable instalar rejillas y mallas en todos los puntos de captación de agua.

- **FILTROS BIOLÓGICOS.** Sistema de tratamiento de medio fijo utiliza empaques como paja, madera, etc. Son llamados “biofiltros”³⁹, el efluente pasa por el filtro donde se retiene la materia orgánica y es consumida por la actividad microbiológica, oxidándola y degradándola.

Cuadro 10. Ventajas y desventajas de filtros biológicos.

Ventajas ⁴⁰	Desventajas ⁴⁰
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema ecológico que permite el reúso de las aguas tratadas. • Produce lodos estables que pueden ser utilizados como abono natural. • Alta eficiencia en el tratamiento de sólidos y líquidos orgánicos. • Eliminación de agentes patógenos sin necesidad de etapa posterior de cloración. • Bajos costos de operación, mantenimiento y limpieza. • No requiere suministro de oxígeno, aireación natural. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere de grandes volúmenes de reactor para su implementación. • No resiste periodos sin alimentación. Necesidad de suministrar nutrientes. • Requiere de un proceso de adaptación-arranque complejo. • No soporta variaciones grandes de carga ni de caudal.

³⁸ COLOMBIA.BIODYNE WORLD .Byodine 301

³⁹ JARAMILLO, Álvaro Orozco Bioingeniería de aguas residuales, Madrid, España 2015. filtros bilógicos pág. 533

⁴⁰ CHILE.FUNDACION CHILE. Tecnología de biofiltros.

Cuadro 10. (Continuación)

<ul style="list-style-type: none"> • Tiene una eficiencia de 97%. • Vida útil de 20 años. • No requiere usuarios expertos. 	
---	--

El filtro biológico que se utilizaría sería un filtro con empaque de piedras, por las cuales se deja fluir el agua para que con el tiempo en el medio filtrante (piedras), crezcan microorganismos, los cuales tratarían al agua de manera biológica, alimentándose de los compuestos del agua residual.

- **FILTRACIÓN.** Proceso de separación de sólidos del agua, ocurre cuando la mezcla sólidos-líquido pasa a través de un medio más o menos poroso, el cual retendrá los sólidos y permite en paso del líquido, la filtración depende del tamaño de los sólidos con relación a los poros del filtro⁴¹.

Cuadro 11. Ventajas y desventajas de la filtración

Ventajas ⁴²	Desventajas ⁴²
<ul style="list-style-type: none"> • Las rejillas finas (2-6mm) pueden proveer incluso un tratamiento primario. • Es un método de separación físico simple, ya que por medio de la gravedad y el uso de rejillas o filtros se separan las mezclas en base a un tamaño de partícula. • El filtro de rejilla es económico de instalar y es de mantenimiento económico. • Eficiencia de 99% en sólidos grasas y arenas. • Vida útil 20 de años. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hay tamaños de partícula que pasan a través de los filtros y rejillas. Cuando se trata de otras moléculas es un complemento de método de separación. • Si el filtro utilizado es de membrana como el de polipropileno su costo es económico, pero su mantenimiento es caro ya que se debe extraer para limpiarlo.

- ❖ **FILTRO DE POLIPROPILENO.** Es un filtro fabricado en 100% en polipropileno, adecuado para filtrar agua, aminas y un amplio rango de soluciones químicas, tiene una estructura de plisado profundo, alta capacidad de retención de sólidos, filtra partículas desde 1 a 40 micras, como lodo, óxido, arena fina, tiene una duración aproximada de 6 meses, soporta un temperatura máxima de 65°C y una presión de 3 atm, y un rango de caudal de 50 a 70 m³/h⁴³.

⁴¹ GALVIN, Rafael Marin .Tratamiento y depuración industrial de aguas. Madrid, España. 2014 pag. 175

⁴² CHILE.FUNDACION CHILE. Tecnologías de filtración preliminar.

⁴³ FLUYTEC, Cartuchos de polipropileno plisado (alto caudal)

❖ **FILTRO DE CÁSCARA DE NUEZ.** Se usa comúnmente en el tratamiento del agua producida para reducir el contenido de petróleo, aceites y sólidos en el agua, utiliza como medio filtrante la cáscara de nuez, con el proceso de fluidización permite retirar los contaminantes y el aceite del medio filtrante utilizando bajos volúmenes de agua⁴⁴.

Tiene una alta remoción de aceites (>95%), remueve los sólidos suspendidos e hidrocarburos insolubles en un 98%, se pueden dosificar químicos para mejorar la remoción, remueve gotas de aceites hasta 8 micras y tiene un sistema de regeneración específico con una mezcla de agua/gas que permite eliminar el aceite del medio para volver a filtrar, la filtración dura alrededor de unos 16 min⁴⁵.

• **FILTROS NATURALES.** Es una filtración por medios granulares, es la forma más económica y eficiente de separar sólidos suspendidos, dichos medios filtrantes puede ser carbón activado, arena, grava, antracita entre otros. Estos tienen que tener un mantenimiento constante.

❖ **CARBÓN ACTIVADO.** Sustancia de origen vegetal que tiene poder de adsorción, debido a su gran porosidad, es una sustancia natural y buena para el filtrado de agua, existen dos tipos, en granular y en polvo, las partículas al filtrar se adhieren a la superficie granular del carbón así remueve los contaminantes presentes⁴⁶.

Cuadro 12. Ventajas y desventajas del carbón activado

Ventajas ⁴⁷	Desventajas ⁴⁷
<ul style="list-style-type: none"> • Presenta una efectiva retención de metales pesados, fosfatos, nitratos o toxinas. • Especial para remoción del mal olor, sabor o color desagradable. • Remueve plaguicidas y compuestos orgánicos volátiles. • Gran capacidad de remoción. • Fácil de operar. • Su uso es ampliamente usado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento frecuente. Eso hace que el mantenimiento tenga un alto costo. • Esta tecnología no destruye los contaminantes y eventualmente se requiere de otra tecnología que si lo haga. • Generan residuos que deben ser dispuestos en vertederos controlados.

⁴⁴ EDOSPINA, Filtros de cáscara de nuez.

⁴⁵ GRUPO ISLA. Filtro de cáscara de nuez.

⁴⁶ VEO VERDE, construcción de filtros naturales para aguas residuales.

⁴⁷ LENNTECH. Adsorción carbón activado

- **DESINFECCIÓN.** Se refiere a la destrucción de los microorganismos que pueda contener el agua, sean o no patógenos, por medio del bloqueo de actividades enzimáticas y producción de daños al microorganismo⁴⁸.
Los productos químicos utilizados para la desinfección son: cloro, dióxido de cloro, hipoclorito de sodio, ozono, entre otros. Tratamientos físicos como la luz ultravioleta, radiación electrónica, calor, entre otros⁴⁹.

Cuadro 13. Ventajas y desventajas de la desinfección.

Ventajas ⁵⁰	Desventajas ⁵⁰
<ul style="list-style-type: none"> • Elimina microorganismos y gérmenes. • Los desinfectantes tienen un bajo costo y están ampliamente disponibles.¹² • Favorece la coagulación y elimina sustancias inorgánicas reductoras. • En la actualidad la cloración es más eficiente en términos de costo que la radiación UV o la desinfección con ozono. • El cloro residual que permanece en el efluente del agua residual, puede prolongar el efecto de desinfección. La desinfección con cloro es confiable y efectiva para un amplio espectro de organismos patógenos. • El cloro es efectivo en la oxidación de ciertos compuestos orgánicos e inorgánicos. • permite un control flexible de la dosificación. • El cloro puede eliminar ciertos olores molestos durante la desinfección. 	<ul style="list-style-type: none"> • El cloro residual, aún a bajas concentraciones, es tóxico para los organismos acuáticos. • Todas las formas de cloro son muy corrosivas y tóxicas. Como consecuencia, el almacenamiento, el transporte y el manejo presentan riesgos. • El cloro oxida ciertos tipos de materiales orgánicos del agua residual, generando compuestos más peligrosos (como los metanos trihalogenados [MTH]). • El cloro residual es inestable en presencia de altas concentraciones de materiales con demanda de cloro, por lo cual pueden requerirse mayores dosis para lograr una desinfección adecuada. • Algunas especies parásitas han mostrado resistencia a dosis bajas de cloro, incluyendo los <i>ocistos de Cryptosporidium parvum</i>, los quistes de <i>Entamoeba histolytica</i> y <i>Giardia lamblia</i>. • Se desconocen los efectos a largo plazo de la descarga de compuestos de la dechloración al medio ambiente.

⁴⁸ GALVIN, Rafael Marín .Tratamiento y depuración industrial de aguas. Madrid, España. 2014 pág. 189.

⁴⁹ LENNTECH. Introducción a la desinfección del agua.

⁵⁰ ESPAÑA.UNIVERSIDAD DE SALAMANCA. Unidad 4, capítulo 3 precloración

- ❖ Pastillas de cloro: Son muy estables en el ambiente, al entrar en contacto con calor no tienen ningún cambio, no reaccionan con ningún componente del agua, no tienen fecha de vencimiento, se diluyen en el agua lenta y totalmente, liberan los componentes de forma gradual y tienen una acción prolongada, no modifican el pH del agua, se deben mantener alejadas de fuentes de ignición y materiales combustibles, al agregar exceso de pastillas de cloro son corrosivas y nocivas para la salud⁵¹.

- ❖ Hipoclorito de sodio: El hipoclorito de sodio al entrar en contacto con las grasas produce una reacción de saponificación, debido a la presencia de soda cáustica en él. Es muy inestable ya que al entrar en contacto con el aire el cloro se evapora, por eso se debe mantener guardado, bien sellado y no debe entrar en contacto con el medio ambiente durante un tiempo prolongado, al entrar en contacto con calor el hipoclorito de sodio se desintegra, si se agrega en exceso llega a ser muy corrosivo y nocivo para la salud, se diluye fácil y rápidamente en el agua⁵².

⁵¹ INDUSTRIAS L Y F, pastillas de cloro

⁵² LENNTECH. Desinfectantes hipoclorito de sodio

5. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN LA SALSAMENTARIA EL BOHEMIO

En este capítulo se evalúan las alternativas de tratamiento para el agua residual y el agua lluvia, seleccionadas a partir de las características y contaminantes presentes en el agua, y la revisión bibliográfica de cada alternativa disponible para el tratamiento, se realiza por medio de una matriz de selección mediante 4 criterios, costos, eficiencia, mantenimiento y espacio, esta matriz indicará el procedimiento más adecuado para aplicar al agua.

5.1 SELECCION DE LA ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Teniendo en cuenta la caracterización de agua, y en base a las alternativas planteadas se elegirá por medio de una matriz de selección cualitativa, la alternativa para tratar el agua residual de la empresa, teniendo en cuenta la infraestructura de esta y los requerimientos de tratamiento.

5.1.1 Alternativas de tratamiento. De acuerdo a las características presentes en el agua residual en el capítulo 3 y el mejoramiento del efluente de agua, se describen a continuación las alternativas de tratamiento del agua:

- **Sedimentación:** Es la separación de sólidos presentes en un fluido por gravedad, dichos sólidos deben tener una densidad mayor a la del fluido.
- **Oxidación con peróxido de hidrógeno:** Compuesto químico que es ampliamente usado en tratamiento de aguas, es una agente oxidante, de gran alcance y versatilidad. (Ficha técnica anexo D, figura 2).
- **Rompedor de emulsiones:** Producto químico que rompe la emulsión presente en el fluido, para poder obtener por separado las grasas y aceites del agua. (Ficha técnica anexo D, figura 3).
- **Agentes acidificantes y alcalinizantes:** Productos químicos que modifican el pH del agua.
 - ❖ Agente acidificante: Ácido clorhídrico, baja el pH. (Ficha técnica anexo D figura 4).
 - ❖ Agente alcalinizante: Hidróxido de sodio, sube el pH (Ficha técnica anexo D figura 5)

- **Proceso DAF (Flotación por aire disuelto):** Proceso de separación de partículas sólidas contenidas en el agua, por medio de pequeñas burbujas de aire, para que formen un conjunto de densidad menor y floten.
- **Trampa de grasa:** Dispositivo utilizado para separar residuos sólidos y grasas y aceites del agua residual, tiene la opción de adición de microorganismos para mejorar el proceso.
- **Tratamientos biológicos:** Tratamientos los cuáles utilizan microorganismos para llevar a cabo la eliminación de compuestos indeseables en el agua residual, usando su actividad metabólica, para este tratamiento se propone utilizar el Byodine 301, su ficha técnica se encuentra en el anexo D, figura 6.
- **Filtros biológicos:** Filtros que utilizan por empaque materiales orgánicos, el agua fluye por medio del filtro, quedando retenida la materia orgánica, la cual es consumida por la actividad de los microorganismos, oxidándola o degradándola.
 - ❖ Filtro con empaque de piedras, por las cuales se deja fluir el agua residual, creciendo en el medio filtrante microorganismos, los cuales tratan de manera biológica el agua.
- **Filtración:** Proceso mediante el cual se retienen partículas en un elemento tipo tamiz o filtro, por el cual fluye el agua residual. Filtro de cascara y nuez, filtro de malla metálica y filtro de carbón activado:
 - ❖ **Filtro de malla metálica:** Entrelazado liso de acero inoxidable, diámetro de hilo de 2 a 0,06 mm y distancia entre los alambres de 0,5 mm⁵³.
 - ❖ **Filtro de cascara de nuez:** Retira por medio del medio filtrante de cascara de nuez, contaminantes del agua como sólidos y grasas.
 - ❖ **Filtro de carbón activado:** Sustancia de origen vegetal que tiene un poder de adsorción debido a su gran porosidad, es una sustancia natural y buena para el filtrado de agua. (Ver anexo H figura 3).
- **Desinfección:** Adición de productos químicos o procesos físicos al agua residual, con el objetivo de la extracción, desactivación o eliminación de los microorganismos patógenos, para este proceso se plantea utilizar el

⁵³ MADRID. Mallas man, telas metálicas para uso industrial.

hipoclorito de sodio por su rápida disolución, su ficha técnica se encuentra en el anexo D figura 7.

Los anteriores procesos clasificados en tratamientos primarios, secundarios y terciarios, se muestran a continuación en el cuadro 14:

Cuadro 14. Clasificación de los procesos

TRATAMIENTOS PRIMARIOS	TRATAMIENTOS SECUNDARIOS
Proceso DAF Filtración Rompeador de emulsiones Agentes acidificante y alcalinizantes Oxidación con peróxido de hidrogeno Sedimentación	Filtros biológicos Tratamientos biológicos Trampa de grasa
	Filtro de carbón activado (Tratamiento terciario) Desinfección (Tratamiento terciario)

De acuerdo a las operaciones unitarias mencionadas con anterioridad se proponen seis alternativas para el tratamiento del agua residual, las cuales se muestran en el cuadro 15:

Cuadro 15. Alternativas de tratamiento de agua residual

ALTERNATIVA 1	Filtración por filtro de cáscara de nuez – Desinfección con hipoclorito de sodio
ALTERNATIVA 2	Rompeador de emulsiones-trampa de grasa – sedimentación – filtración con malla - filtración con carbón activado – desinfección con hipoclorito de sodio.
ALTERNATIVA 3	Proceso DAF - filtración de malla – desinfección con hipoclorito de sodio
ALTERNATIVA 4	Filtro biológico – desinfección con hipoclorito de sodio
ALTERNATIVA 5	Trampa de grasa - tratamiento biológico – filtración de malla – desinfección con hipoclorito de sodio
ALTERNATIVA 6	Trampa de grasa(flotación, filtración) – acidificación con ácido clorhídrico – oxidación con peróxido de hidrógeno - filtración con malla - alcalinización con hidróxido de sodio - filtración con carbón activado – desinfección con hipoclorito de sodio

Para la desinfección se recomienda usar hipoclorito de sodio, aunque pueda producir reacción de saponificación con las grasas, debido a que tiene una fácil y rápida disolución y el proceso no cuenta con el suficiente tiempo de retención para que se diluya la pastilla de cloro, si se siguen las recomendaciones del hipoclorito de sodio, esta sustancia es estable para el proceso, se debe tener en cuenta la cantidad ya que en exceso es corrosivo y nocivo para la salud, su precio en el mercado es económico y es de fácil uso con las medidas preventivas.

Para la selección de la alternativa de tratamiento se utiliza una matriz de selección bajo la metodología Kepner&Tregoe, la cual se basa en la valoración

y priorización de riesgo, se apoya en un listado de objetivos y una asignación de valores.

5.1.2 Criterios de selección. Los criterios de selección para las alternativas de tratamiento se basan en los costos, eficiencia, espacio y mantenimiento de cada una, a cada criterio se le asigna un valor correspondiente al nivel de importancia dentro del tratamiento.

Para evaluar cada alternativa se utiliza una calificación de 0 a 5, siendo 5 el valor más alto, como se indica a continuación en la tabla 12:

Tabla 12. Niveles de calificación

NIVEL	CALIFICACIÓN
Muy bueno	5
Bueno	4
Regular	3
Malo	2
Muy malo	1
Deficiente	0

- **Costos.** Se evalúan las 6 alternativas para el tratamiento del agua residual buscando encontrar la que genere menores costos de implementación y operación. Se asigna el valor de calificación en esta sección dependiendo del rango de precios establecido para la matriz, según criterio de la empresa.

Tabla 13. Niveles de costos

Muy bueno	Menor a \$5.000.000
Bueno	Entre \$8.000.000 y \$5.000.000
Regular	Entre \$20.000.000 y \$8.000.000
Malo	Entre \$50.000.000 y \$20.000.000
Muy malo	Entre \$100.000.000 y \$50.000.000
Deficiente	Mayor o igual a \$100.000.000

Se evalúan los posibles costos de cada alternativa teniendo en cuenta las operaciones unitarias en cada una de ellas, y las cantidades estimadas a usar en un mes, a continuación se muestran los resultados:

- Alternativa 1:

Tabla 14. Costo promedio de la alternativa 1 de agua residual

FILTRACION	filtro de cascara de nuez	15.000.000
DESINFECCION	hipoclorito 1 galon:10.500	10.500
	COSTO TOTAL	\$15.010.500,00

- Alternativa 2:

Tabla 15. Costo promedio de la alternativa 2 de agua residual

ROMPEDOR DE EMULSIONES	Rompedor y bomba	5 litro:2.200	252.000
TRAMPA DE GRASA	X		X
FILTRACION	Filtro de agua en acero inoxidable: \$275.000 - \$228.000+ Filtro de carbon : \$1618200		2.152.112
DESINFECCION	hipoclorito 1 galon:10.500		10.500
	COSTO TOTAL		\$2.414.612,00

En este proceso en la trampa de grasa se realiza tanto el proceso por flotación, como de sedimentación que genera el rompedor de emulsiones, para luego pasarlo por el filtro y retirar los sólidos restantes.

- Alternativa 3:

Tabla 16. Costo promedio de la alternativa 3 de agua residual

PROCESO DAF	flotacion aire disuelto		21.890.000
FILTRACION	Filtro de agua en acero inoxidable: \$275.000 - \$228.000		275.000
DESINFECCION	hipoclorito 1 galon:10.500		10.500
	COSTO TOTAL		\$22.175.500,00

Para el proceso DAF se tiene en cuenta tanto el proceso de flotación, como sedimentación, en el equipo se retiran los residuos generados por el proceso, se realizó una cotización para este equipo, se encuentra en el anexo H figura 1.

- Alternativa 4:

Tabla 17. Costo promedio de la alternativa 4 de agua residual

FILTRO BIOLOGICO	relleno piedras		200.000
DESINFECCION	hipoclorito 1 galon:10.500		10.500
	COSTO TOTAL		\$210.500,00

Se propone un filtro biológico, en donde el costo de implementación es muy bajo, pero el costo del tiempo para realizar la propuesta es alto para obtener un resultado aceptable para el tratamiento, se debe tener en cuenta el costo del control de las variables a manejar, por lo cual su calificación en vez de 5 es 3.

- Alternativa 5:

Tabla 18. Costo promedio de la alternativa 5 de agua residual

TRAMPA DE GRASA	X		X
TRATAMIENTO BIOLOGICO	Biodyne 301 Agroindustrial Mantenimeineto del microorganismo	Litro: \$9.500 Minimo :\$700.000	704.750,00
FILTRACION	Filtro de agua en acero inoxidable: \$275.000 - \$228.000		275.000
DESINFECCION	hipoclorito 1 galon:10.500		10.500
	COSTO TOTAL		\$990.250,00

Se propone la adición de Biodyne 301 Agroindustrial (anexo D, figura 1), sin embargo, la empresa ya había cotizado con otros microorganismos que tenían un elevado costo, debido a la facilidad de operación no se hará un estudio para determinar que microorganismo sería la mejor opción, también se tiene en

cuenta el procedimiento que se debe hacer por una persona que sepa manejar los microorganismos durante toda la jornada laboral, se estima un salario mínimo para el empleado. Por estas razones, se reduce la calificación de 5 a 3 en esta alternativa.

- Alternativa 6:

Tabla 19. Costo promedio de la alternativa 6 de agua residual

TRAMPA DE GRASA	X		2.500.000
ACIDIFICAR	Acido muriatico	500ml:4.900	119.600
OXIDACION	Peroxido de hidrogeno	Litro :3.500 galon:13.000	75.000
FILTRACION	Filtro de agua en acero inoxidable: \$275.000 - \$228.000		250.000
ALCALINIZAR	Hidroxido de sodio	1 kilo : 4000	68.000
FILTRACION	Carbon activado	1 kilo: 5500+soporte: 30.000	1.618.200
DESINFECCION	hipoclorito	1 galon:10.500	10.500
	COSTO TOTAL		\$4.641.300,00

Para este proceso la trampa de grasa incluye la flotación de grasas y aceites y sólidos disueltos en el agua, se tiene en cuenta que esta trampa cuenta con un filtro, también se tienen en cuenta los costos para el control de pH, la dosificación de los compuestos y los cambios requeridos en la empresa.

- **Eficiencia.** Se evalúan las 6 alternativas para el tratamiento de aguas residuales, buscando encontrar la que permita un mejor tratamiento del agua teniendo en cuenta su caracterización. Teniendo en cuenta la eficiencia, se establece un rango de calificación según criterio de la empresa, el cual es mostrado a continuación en la tabla 19:

Tabla 20. Niveles de eficiencia

Muy bueno	90%-100%
Bueno	85%-90%
Regular	80%-85%
Malo	75%-80%
Muy malo	60%-75%
Deficiente	<60%

Debido a que se busca disminuir los valores de los contaminantes del agua, los cuáles no presentan un valor elevado, se asignaron las eficiencias de acuerdo a lo anteriormente mencionado, es decir, a un agua de vertimiento que no presenta un alto grado de contaminación, a continuación se muestran las eficiencias de cada alternativa, las cuáles se calcularon realizando un promedio de las eficiencias de cada operación unitaria para tener un valor general de cada proceso:

- Alternativa 1:

Tabla 21. Eficiencia promedio de la alternativa 1 de agua residual

		EFICIENCIA
FILTRACION ⁵⁴	filtro cascara de nuez	95%
DESINFECCION ⁵⁵	hipoclorito de sodio	98%
EFICIENCIA TOTAL		97%

- Alternativa 2:

Tabla 22. Eficiencia promedio de la alternativa 2 de agua residual

		EFICIENCIA
ROMPEDOR DE EMULSIONES ⁵⁶	Directo	85%
TRAMPA DE GRASA ⁵⁷	X	21%
FILTRACION	Filtro malla ⁵⁸ 90% Filtro de carbón activado ⁵⁹ : 96%	96%
DESINFECCION ⁵⁵	hipoclorito de sodio	98%
EFICIENCIA TOTAL		75%

- Alternativa 3:

Tabla 23. Eficiencia promedio de la alternativa 3 de agua residual

		EFICIENCIA
PROCESO DAF ⁶⁰	X	90%
FILTRACION ⁵⁸	filtración de malla	90%
DESINFECCION ⁵⁵	hipoclorito de sodio	98%
EFICIENCIA TOTAL		93%

- Alternativa 4:

Tabla 24. Eficiencia promedio de la alternativa 4 de agua residual

		EFICIENCIA
FILTRO BIOLOGICO ⁶¹	filtro con relleno piedras	90%
DESINFECCION ⁵⁵	hipoclorito de sodio	98%
EFICIENCIA TOTAL		94%

⁵⁴ GRUPO ISLA. Filtro de cáscara de nuez

⁵⁵ BARRENECHA, Ada. DESINFECCION , Capitulo 10

⁵⁶ Según el fabricante

⁵⁷ Calculo en anexo F

⁵⁸ MADRID. Mallas man, telas metálicas para uso industrial.

⁵⁹ Aquanova, agua pura a toda hora. Filtro de carbón activado

⁶⁰ Ver Anexo G , Figura 1.

⁶¹ CHILE.FUNDACION CHILE. Tecnología de biofiltros.

- Alternativa 5:

Tabla 25. Eficiencia promedio de la alternativa 5 de agua residual

		EFICIENCIA
TRAMPA DE GRASA ⁶³	X	21%
TRATAMIENTO BIOLÓGICO ⁶²	Biodyne 301	98%
DESINFECCION ⁶⁸	hipoclorito de sodio	98%
FILTRACION ⁶⁶	filtro de malla	90%
EFICIENCIA TOTAL		77%

- Alternativa 6:

Tabla 26. Eficiencia promedio de la alternativa 6 de agua residual

		EFICIENCIA
TRAMPA DE GRASA ⁶³	X	21%
ACIDIFICANTE ⁶⁴	ácido clorhídrico	100%
OXIDACION ⁶⁵	peróxido de hidrogeno	97%
FILTRACION ⁶⁶	filtro de malla	90%
ALCALINIZAR ⁶³	hidróxido de sodio	100%
FILTRACION ⁶⁷	filtro de carbón activado	96%
DESINFECCION ⁶⁸	hipoclorito de sodio	98%
EFICIENCIA TOTAL		86%

- **Espacio.** Se evalúan las 6 alternativas teniendo en cuenta la infraestructura con la que cuenta la empresa, para la implementación de la alternativa de tratamiento. Debido a que se busca realizar la alternativa dentro de la trampa de grasa (espacio aproximado 3,47 m de largo, 68,3 cm de ancho y 1 m de profundidad), antes o después de esta, pero ocupando un espacio reducido, se evalúan cualitativamente los equipos que sean requeridos.
- **Alternativa 1.** Para el proceso de filtración por cascara de nuez, se utiliza un equipo llamado filtro de cascara y nuez, debido a que su uso es principalmente en la industria petrolera, no se encuentra un filtro para las características del agua a nivel industrial para poder adquirirlo, por lo cual se procedería a diseñarlo, el espacio aproximado que ocuparía en la planta sería de 2 metros de alto, 1,5 metros de ancho (diámetro del filtro) y un

⁶² COLOMBIA.BIODYNE WORLD .Biodyne 301.

⁶³ Calculo en anexo F

⁶⁴ Se propone dicha eficiencia ya que solo afecta en subir y bajar el pH

⁶⁵ LENNTECH. Peróxido de hidrogeno

⁶⁶ MADRID. Mallas man, telas metálicas para uso industrial

⁶⁷ Aquanova, agua pura a toda hora. Filtro de carbón activado

⁶⁸ BARRENECHA, Ada. DESINFECCION , Capitulo 10

tanque con un volumen de 2 litros, en donde se desinfectaría el agua, esta alternativa podría implementarse, sin embargo por ser un sólo equipo el que ocupe 1,5 m de ancho, se le da una calificación de 3.

- **Alternativa 2.** Esta alternativa necesita un espacio de 1 metro de largo, 1 metro de ancho y 1,5 metros de alto, para un equipo de homogenización, una bomba y las conexiones de tubería para ser agregado el rompedor, para los siguientes procesos se aprovecharía la trampa de grasa que ya está instalada, por lo cual su calificación es de 4, ya que el tanque de homogenización se debe ubicar cerca de la entrada de la trampa y no hay un espacio optimo por lo cual se procedería a realizar modificaciones de espacio en la empresa. .
- **Alternativa 3.** Para esta alternativa se necesita un equipo DAF, que se debe construir con unas dimensiones de 2 metros de ancho, 1,4 metros de largo y 1,9 metros de alto según las características del agua (estas dimensiones se tomaron de una cotización realizada para el proceso, se observa en el anexo H, figura 1), en el equipo se implementa un filtro para la remoción de sólidos en el agua y para la desinfección se podría utilizar la trampa de grasa ya implementada o un tanque de 2 litros, se asigna un valor de 3, porque sería necesario realizar modificaciones en la empresa, para ajustar el espacio necesario para la propuesta.
- **Alternativa 4.** Para esta alternativa es posible utilizar la trampa de grasa para ubicar filtro biológico, en uno de los compartimientos de la trampa se colocaría el relleno de piedras, y en otro se realizaría la desinfección, se asigna un valor de 4, debido a que sería necesario modificar la trampa de grasa, pero no requeriría un espacio exterior a ella.
- **Alternativa 5.** En esta alternativa se propone agregar el Biodyne 301 como tratamiento biológico directamente en el filtro de la trampa de grasa y las tuberías, se da un valor de 4, debido a que no sería necesario adecuar espacio antes o después de la trampa de grasa, sin embargo se tendría que modificar la trampa para que realice flotación y filtración en 3 compartimientos y en el 4 compartimiento poder implementar la desinfección.
- **Alternativa 6.** Para esta alternativa se podrían utilizar los 4 compartimientos de la trampa de grasa, para realizar los procesos de acidificación, oxidación, alcalinización y sus respectivas filtraciones, se agregaría igualmente un sistema de mezcla para su homogenización, y después pasa a un tanque de almacenamiento para guardar el agua tratada y desinfectarla, se deben

utilizar tanques que separen cada proceso (pueden ser proporcionados por la empresa, es decir, tanques que ya posean, por eso no entran en la categoría de costos), dentro de la trampa de grasa como se acaba de proponer, o después de ella, por lo cual en la opción que se siga se deberá contemplar una adecuación de espacio, para esta alternativa, se da un valor de 3.

- **Mantenimiento y operación.** Se evalúan las 6 alternativas teniendo en cuenta su operación y mantenimiento, además de su impacto ambiental, para asignar una calificación, como se muestra a continuación:
- **Alternativa 1.** Para este proceso se requiere de una limpieza sencilla para retirar compuestos que quedaron en el relleno de cáscara de nuez en el momento de la filtración, en la desinfección se debe realizar una correcta dosificación hipoclorito de sodio que se agregue al agua, también se realiza una limpieza en el tanque de desinfección. En esta alternativa el impacto ambiental es bajo, ya que los residuos producidos son controlados, se da un valor de 4.
- **Alternativa 2.** Para esta alternativa se debe tener control en la dosificación del rompedor de emulsiones, se requiere mantenimiento para el filtro de carbón activado, ya que este puede colmatarse o desgastarse por su uso, por lo cual se cambiaría cada cierto tiempo, se debe realizar la limpieza de cada equipo, los desechos se producen por sedimentos y grasas producto del rompedor de emulsiones, por lo cual le da un valor de 3.
- **Alternativa 3.** La operación y mantenimiento de esta alternativa, se basa en el control del funcionamiento y los desechos generados en el equipo DAF, la dosificación de cloro para la desinfección y la limpieza de cada uno de los equipos, los desechos deben ser controlados, por ello tiene un bajo impacto ambiental, se asigna un valor de 3.
- **Alternativa 4.** El mantenimiento de esta alternativa se basa en la limpieza del tanque de desinfección, ya que el filtro biológico al dejar crecer los microorganismos no se debe limpiar, la alimentación del tratamiento biológico se llevaría a cabo por una persona que tenga conocimiento en este tipo de tratamientos, en costos se incluyó en la calificación el control de los parámetros. Esta alternativa tiene un bajo impacto ambiental, por lo cual le da un valor de 5.
- **Alternativa 5.** La operación y mantenimiento de esta alternativa, se basa en la dosificación y control del tratamiento biológico que se lleva a cabo, por

medio del producto de byodine 301, también en la limpieza de los equipos presentes en esta alternativa, tiene un bajo impacto ambiental, por lo cual le da un valor de 4.

- **Alternativa 6.** El control y mantenimiento de esta alternativa, se basa en el control del pH, las dosificaciones de productos químicos necesarios, la limpieza y eliminación de los residuos generados por el proceso, también se tiene en cuenta que el impacto ambiental es bajo ya que los residuos generados pueden ser controlados por lo cual le da un valor de 3.

En convenio con la Salsamentaria el Bohemio y sus requerimientos, la empresa asignó los valores de los criterios de la matriz. A continuación en la tabla 26 se muestra el valor asignado a cada criterio para realizar la matriz de decisión:

Tabla 27. Criterios para la selección del tratamiento

CRITERIO	VALOR (%)
Costo	40
Eficiencia	30
Espacio	20
Mantenimiento	10
TOTAL	100

5.1.3 Calificación para la matriz de selección. Para realizar la matriz de decisión, se evalúan las 6 alternativas, multiplicando el valor porcentual de cada criterio por la calificación asignada a cada alternativa, para obtener el valor total de cada una, el procedimiento se utiliza para cada alternativa, como se presenta a continuación:

- Alternativa 1:

Tabla 28. Calificación de la alternativa 1 de agua residual

CRITERIO	VALOR	ALTERNATIVA 1	PUNTUACIÓN
Costos	40%	3	1,2
Eficiencia	30%	5	1,5
Espacio	20%	3	0,6
Mantenimiento	10%	4	0,4
PUNTUACIÓN VALOR ALTERNATIVA 1			3,7

- Alternativa 2:

Tabla 29. Calificación de la alternativa 2 de agua residual

CRITERIO	VALOR	ALTERNATIVA 2	PUNTUACIÓN
Costos	40%	5	2
Eficiencia	30%	2	0,6
Espacio	20%	4	0,8
Mantenimiento	10%	3	0,3
PUNTUACIÓN VALOR ALTERNATIVA 2			3,7

- Alternativa 3:

Tabla 30. Calificación de la alternativa 3 de agua residual

CRITERIO	VALOR	ALTERNATIVA 3	PUNTUACIÓN
Costos	40%	2	0,8
Eficiencia	30%	5	1,5
Espacio	20%	3	0,6
Mantenimiento	10%	3	0,3
PUNTUACIÓN VALOR ALTERNATIVA 3			3,2

- Alternativa 4:

Tabla 31. Calificación de la alternativa 4 de agua residual

CRITERIO	VALOR	ALTERNATIVA 4	PUNTUACIÓN
Costos	40%	3	1,2
Eficiencia	30%	5	1,5
Espacio	20%	4	0,8
Mantenimiento	10%	5	0,5
PUNTUACIÓN VALOR ALTERNATIVA 4			4

- Alternativa 5:

Tabla 32. Calificación de la alternativa 5 de agua residual

CRITERIO	VALOR	ALTERNATIVA 5	PUNTUACIÓN
Costos	40%	3	1,2
Eficiencia	30%	2	0,6
Espacio	20%	4	0,8
Mantenimiento	10%	4	0,4
PUNTUACIÓN VALOR ALTERNATIVA 5			3

- Alternativa 6:

Tabla 33. Calificación de la alternativa 6 de agua residual

CRITERIO	VALOR	ALTERNATIVA 6	PUNTUACIÓN
Costos	40%	5	2
Eficiencia	30%	4	1,2
Espacio	20%	3	0,6
Mantenimiento	10%	3	0,3
PUNTUACIÓN VALOR ALTERNATIVA 6			4,1

Obtenidos los puntajes por alternativa, se comparan, y se elige la alternativa con mayor valor, para el tratamiento del agua residual como se muestra a continuación:

Tabla 34. Cuadro de comparación de las 6 alternativas de agua residual

CRITERIO	VALOR	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Costos	40	1,2	2	0,8
Eficiencia	30	1,5	0,6	1,5
Espacio	20	0,6	0,8	0,6
Sostenibilidad	10	0,4	0,3	0,3
SUMATORIA		3,7	3,7	3,2

Tabla 34. (Continuación)

ALTERNATIVA 4	ALTERNATIVA 5	ALTERNATIVA 6
1,2	1,2	2
1,5	0,6	1,2
0,8	0,8	0,6
0,5	0,4	0,3
4	3	4,1

Como se observa en la tabla 33, la alternativa 6 muestra el valor más alto, por lo cual fue elegida por tener un bajo costo, una buena eficiencia para el agua a tratar, espacio adecuado para posible implementación y una fácil operación y mantenimiento. Seleccionada la alternativa, se realiza el procedimiento experimental para analizar los resultados que tenga sobre el agua residual a tratar.

5.2 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO DE AGUA LLUVIA EN LA SALSAMENTARIA EL BOHEMIO

Teniendo en cuenta la caracterización del agua lluvia, el método de almacenamiento del agua y su infraestructura, se describen las alternativas para el tratamiento. (En el anexo I se presenta el dibujo del tanque).

5.2.1 Alternativas para el tratamiento de aguas lluvia.

- **Filtración:** Proceso mediante el cual se retienen partículas en un elemento tipo tamiz o filtro, por el cuál fluye el agua residual. Filtro de micro bolsa y filtro de polipropileno.
- ❖ Filtro de micro bolsa plástica: Adecuada para la retención de turbidez y solidos suspendidos, garantiza la remoción del material particulado. (ver anexo H, figura 2).
- ❖ Filtro de polipropileno: Filtro 100% de polipropileno, tiene una alta capacidad de retención de sólidos y filtra partículas desde 1 a 40 micras. (Ver anexo H, figura 4).
- **Desinfección:** Adición de productos químicos o procesos físicos al agua residual, con el objetivo de la extracción, desactivación o eliminación de los microorganismos patógenos.
- **Sedimentación:** Es la separación de solidos presentes en un fluido por gravedad, dichos solidos deben tener una densidad mayor a la del fluido.
- ❖ Se propone piso inclinado dentro del tanque de agua lluvia

De acuerdo a las operaciones unitarias mencionadas con anterioridad, se proponen dos alternativas para el tratamiento del agua residual, las cuales se muestran a continuación, estas se pueden encontrar en el anexo I, en donde está el dibujo del tanque de agua lluvia con la especificación de las alternativas:

Cuadro 16. Alternativa de tratamiento de agua lluvia

ALTERNATIVA 1	Filtración con filtro de polipropileno – desinfección con hipoclorito de sodio
ALTERNATIVA 2	Sedimentación – desinfección con hipoclorito de sodio - filtración con filtro de polipropileno

Para este tratamiento se recomienda usar las pastillas de cloro ya que son más estables al medio ambiente y no se desintegran con facilidad en los cambios de temperatura, aunque son de lenta disolución, son más económicas que el hipoclorito de sodio, también se debe tener en cuenta la cantidad ya que si se agregan en exceso llegan a ser corrosivas y perjudiciales para la salud. El hipoclorito de sodio se diluye con mayor velocidad, pero requiere de una buena agitación para que se distribuya por toda el agua, es el desinfectante que ya se utiliza en la empresa, experimentalmente se trabajará con el hipoclorito de sodio. La decisión de utilizar uno u otro producto es de la empresa (La ficha técnica de las pastillas de cloro se presenta en el anexo D, figura 8). Las pastillas de cloro se venden por canecas de 35 pastillas con un valor de 30.000 pesos.

5.2.2 Criterios y selección de la alternativa de tratamiento de aguas lluvia. Se plantea para la primera alternativa, una filtración en la entrada y salida del tanque, ya que el agua posee sólidos, estas partículas son arrastradas de las canaletas en el techo, las cuales al no ser limpiadas y al haber épocas de sequía, acumulan suciedad en ellas, se propone también una desinfección, debido a que se busca que el agua se pueda reusar en la planta, por lo cual se debe prevenir la presencia de microorganismos patógenos, también se realiza la desinfección por el olor presente en el agua, porque al estar almacenada y fuera de funcionamiento genera olores desagradables, para ello se proponen las pastillas de cloro para la desinfección, o el hipoclorito de sodio.

Los costos para la implementación y mantenimiento son:

Tabla 35. Costo promedio de la alternativa 1 de agua lluvia

DESINFECCION	pastillas de cloro unidad \$500	30.000
FILTRACION	Filtro de agua de polipropileno: \$490.268	980.000
	COSTO TOTAL	1.010.000

La eficiencia para el tratamiento que se propone es la siguiente:

Tabla 36. Eficiencia promedio de la alternativa 1 de agua lluvia

		EFICIENCIA
DESINFECCION ⁶⁹	pastillas de cloro	98%
FILTRACION ⁷⁰	filtro de polipropileno	96%
EFICIENCIA TOTAL		97%

Para la segunda alternativa se plantea un piso en desnivel en el tanque de aguas lluvia, para que los sólidos presentes en el agua se sedimenten en el tanque y se acumulen en un solo lugar, se propone hacer una bifurcación en la tubería de salida, en la cual en la tubería de la parte de abajo se permita el paso del agua por medio de una válvula, para que en dicha corriente salgan los sólidos que sedimentaron en el tanque; la segunda tubería, ubicada en la parte de arriba de la bifurcación de salida, permite el paso por medio de una válvula de la corriente de agua libre de sólidos, la cual se utilizaría en la planta, las válvulas se utilizan para alternar el paso de la corriente, es decir primero se deja salir el agua que contiene sólidos, se cierra, y después se permite el paso del agua a utilizar. Se plantea desinfección con pastillas de cloro o hipoclorito de sodio en el tanque, para eliminar microorganismos y prevenir olores ofensivos.

Los costos para la implementación y mantenimiento son:

Tabla 37. Costo promedio de la alternativa 2 de agua lluvia

SEDIEMNTACION	Piso inclinado dentro tanque de agua lluvia \$2'000.000	2.000.000
DESINFECCION	pastillas de cloro uni dad \$500	30.000
FILTRACION	Filtro de agua de polipropileno: \$490.268	980.000
COSTO TOTAL		3.010.000

La eficiencia para el tratamiento es:

Tabla 38. Eficiencia promedio de la alternativa 2 de agua lluvia

		EFICIENCIA
SEDIEMNTACION	piso inclinado	80%
DESINFECCION	pastillas de cloro	98%
BIFURCACION	Bifurcación en la tubería	95%
EFICIENCIA TOTAL		91%

⁶⁹ BARRENECHA, Ada. DESINFECCION, Capitulo 10

⁷⁰ Anexo H figura 4

En el anexo I se presentan las dos alternativas propuestas en el tanque de agua lluvia. Con lo anterior se determina que la opción seleccionada es la primera alternativa, debido a que los costos son bajos en comparación con la segunda alternativa (la primera se diferencia por ser \$2'000.000 menos que la segunda), como se observa en las tablas 35 y 37, la eficiencia es mejor en la primera alternativa como se observa en las tablas 36 y 38. En la alternativa seleccionada no se deben hacer cambios en la infraestructura del tanque, solo se modificarían las tuberías de entrada y salida para colocar los filtros.

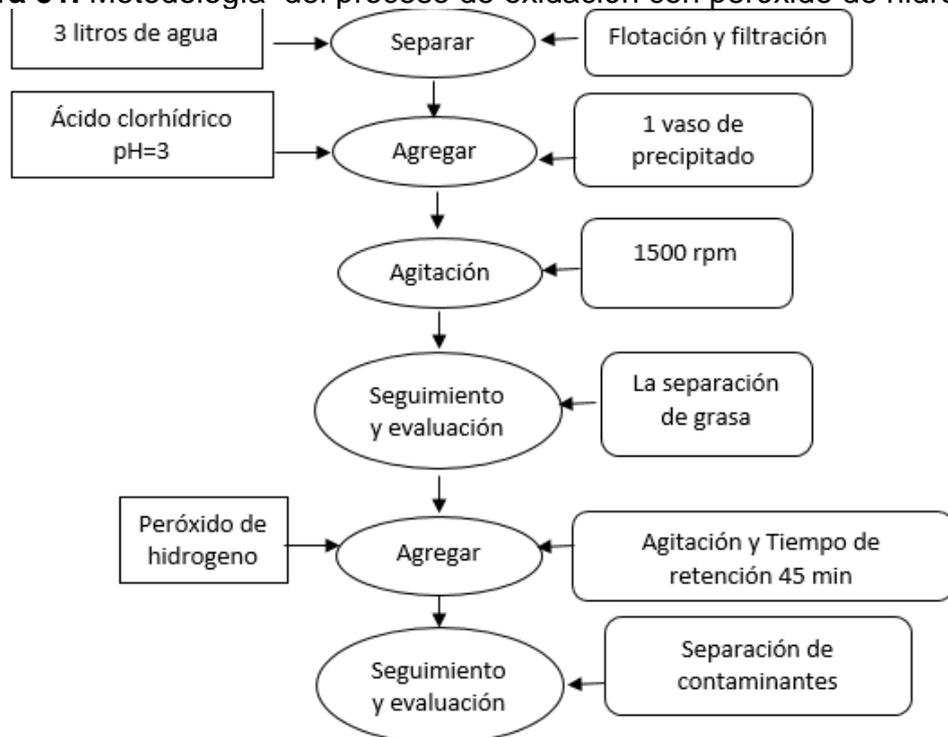
6. DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO SELECCIONADA A NIVEL LABORATORIO

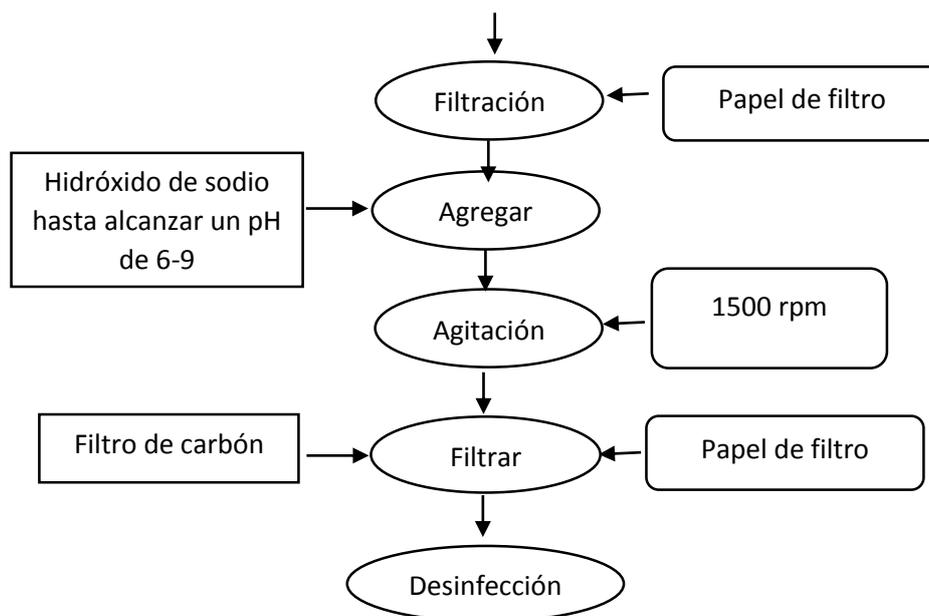
Este capítulo detalla el procedimiento experimental de la alternativa de tratamiento, que incluye el proceso para tratar el agua de vertimiento y el agua lluvia de la Salsamentaria el Bohemio, incluye los resultados y el análisis de resultados obtenidos.

6.1 AGUAS DE VERTIMIENTO

6.1.1 Proceso de oxidación con peróxido de hidrogeno (alternativa propuesta). Se realizan disoluciones de hidróxido de sodio e hipoclorito de sodio antes de comenzar el proceso. Inicialmente se realiza un proceso de separación de sólidos suspendidos, en 3 litros de agua residual, por medio de flotación y filtración, luego se procede a bajar el pH a 3 con ácido clorhídrico, para que el peróxido de hidrógeno tenga un mejor comportamiento como agente oxidante, se realiza agitación para tener una buena homogenización de la mezcla, después se agrega el peróxido de hidrógeno, se agita, y se deja reaccionar durante 45 min, pasado el tiempo se espera separación de impurezas, producto de la oxidación de componentes en el agua y luego se filtra, a continuación se procede a agregar el hidróxido de sodio hasta lograr un pH de 7, se filtra utilizando un filtro de carbón activado y finalmente se agrega el hipoclorito de sodio para desinfectar.

Figura 51. Metodología del proceso de oxidación con peróxido de hidrogeno





Fuente. Propia.

CÁLCULOS:

6.1.1.1 Primera experimentación.

1. Preparación de disoluciones. Se preparan disoluciones de hipoclorito de sodio e hidróxido de sodio por efectos de cálculos, es decir, son tan pequeñas las cantidades que se necesitan de compuesto puro, que se diluyen para tener mayor exactitud al agregarlos en volumen al proceso y hacer más sencillos los cálculos, se preparan disoluciones al 1% p/v, es decir:

$$1\% \frac{P}{V} \left[\frac{g}{ml} \right]$$

Se preparan disoluciones en 100 ml de solución, obteniendo una concentración de:

$$\frac{1000mg}{0,1L} = 10.000 mg/L.$$

Ecuación 3. Cálculo de disoluciones o concentraciones

$$V1 * C1 = V2 * C2$$

En donde V1 es el volumen de la dilución que se quiere hallar, C1 el valor de la dilución al 1% p/v o de compuesto puro, V2 en este caso el volumen del recipiente (jarra) que se utiliza y C2 la concentración estimada (La concentración que se desea que resulte, o se estime sea la correcta) en partes por millón, entonces:

Ecuación 4. Cálculo de volumen

$$V1 = \frac{C2 * V2}{C1}$$

En el caso del ácido clorhídrico al 13% y el peróxido de hidrógeno al 50%, se agregan cantidades del compuesto sin diluir debido a que son medibles en mililitros.

Si es necesario hallar la concentración 2, se utiliza la ecuación 5 para hallar las ppm resultantes en la jarra en donde se encuentra la muestra, de la siguiente manera:

Ecuación 5. Cálculo de concentración

$$C2 = \frac{V1 * C1}{V2}$$

El volumen a tratar en el primer experimento es de 3.000 mL.

Las características cualitativas del agua a tratar se pueden observar en la figura 53:

Figura 52. Agua de vertimiento



Como se observa en la figura 53, la muestra de agua presenta turbiedad, posiblemente debido a materia orgánica, sólidos en suspensión y grasas, tiene un olor ofensivo leve, que puede ser debido a la descomposición de la materia orgánica debido al proceso que maneja la salsamentaria, presenta un color amarillento que puede ser causado por la presencia de hierro o por la materia orgánica presente, en las caracterizaciones del capítulo 3 se aprecian las propiedades que tiene el agua residual.

2. Filtración. Antes de comenzar con el proceso, se filtra, para remover impurezas que interfieran con el experimento, en un filtro de papel, que retiene partículas de 3 a 5 μm , se realiza con la ayuda de un papel filtro y un embudo plástico.

3. Acidificación, pH 3. Se acidifica hasta llegar a un pH de 3, para buscar desestabilizar las emulsiones de grasas y aceites que puedan estar presentes y con ello determinar si se hace otro experimento de acidificación para desestabilización de emulsiones. El hierro en el agua puede actuar como catalizador en medio ácido, en la descomposición de materia orgánica con peróxido de hidrógeno, en medio ácido el peróxido de hidrógeno actúa también como oxidante. Para 3L de muestra se acidifica con 10,5 mL de ácido clorhídrico al 13% para lograr un pH de 3, se realiza agitación con un motor de 12 V a 1500 rpm, y posteriormente se agrega peróxido de hidrógeno para realizar la oxidación de contaminantes en el agua.
4. Aplicación del peróxido de hidrógeno. Generalmente los fabricantes de reactivos expresan la concentración de los líquidos en porcentajes peso/peso (%p/p), sin embargo por práctica es más fácil determinar %p/v porque los recipientes manejados en el experimento son volumétricos, por lo que se usa la siguiente ecuación:

Ecuación 6. Conversión de concentración p/p a p/v

$$\% \frac{p}{V} = \text{Densidad} * \% \frac{p}{p}$$

Debido a que comercialmente los porcentajes están dados en %p/p (g/g) se multiplica por la densidad, para efectos de cálculos de la concentración.

Se agrega peróxido de hidrógeno con el fin de determinar experimentalmente si es una buena opción para oxidar grasas, DBO₅ y DQO, partiendo de la base de agregar la cantidad equivalente a la DBO₅, en este caso 112 mg/L, aplicando la ecuación 4 se agregó inicialmente 0,562 ml de peróxido de hidrógeno al 50%, como se muestra a continuación:

Peróxido de hidrógeno 50%, Densidad: 1.196 g/cm³

$$\left(1,196 \frac{g}{mL}\right) (0,5) = 0,598 \text{ g/ml}$$

$$V1 = \frac{(112 \frac{mg}{L})(3000mL)}{(598000 \frac{mg}{L})} = 0,562 \text{ mL } H_2O_2$$

Se realiza la agitación con peróxido de hidrógeno una muestra de 600 ml de agua, aplicando 0,11 ml de peróxido de hidrógeno (la cantidad equivalente a esta muestra), debido a que por el tamaño de la jarra se facilitaba su agitación, después de este proceso la muestra de agua presenta el aspecto que se ve la figura 54:

Figura 53. Agua a tratar con peróxido de hidrógeno



Debido a que con 0.562 mL de peróxido de hidrógeno para 3L (0,11 ml para 600 ml), con agitación de un minuto y medio a 1500 rpm aproximadamente y tiempo de retención de 45 minutos no se observa separación de ningún componente, se agregaron 11,5 ml, en este valor se aprecia una separación después de la agitación y reposo en 3 L, la concentración presente en el agua se halla mediante la ecuación 5 como se muestran a continuación:

$$C2 = \frac{(11,5\text{mL})(598000 \text{ mg/L})}{3000\text{mL}} = 2292,33 \text{ ppm } H_2O_2.$$

Después de haber agregado la cantidad descrita para 3L de agua, y posterior agitación se observó una leve capa superficial de impurezas, debido a la oxidación realizada, como se observa en la muestra de agua tomada, a continuación:

Figura 54. Reacción del peróxido de hidrogeno con el agua.



Antes de agregar la cantidad de 11,5 mL, se observaba una mezcla homogénea, en la figura 55 presentada se observa una capa de impurezas en la superficie, a pesar de que con el valor de la DBO₅ del agua no se logró dicha separación hay que tener en cuenta de que el agua se dejó un día de reposo lo que pudo haber causado un leve aumento de materia orgánica, lo que causó que el peróxido de hidrógeno actuara a ppm más elevadas. Después de haber agregado el peróxido de hidrógeno se realiza otra

filtración para retirar la capa de posiblemente grasa y sólidos que se presenta en la superficie de la muestra.

5. Alcalinización, pH 7. Se alcaliniza para llegar a un pH neutro, para que sea un agua apta para verter y para reúso. Debido a que el hidróxido de sodio que se usa en el laboratorio tiene apariencia de escamas sólidas, se decide diluir en agua, se realiza una dilución al 1% y se agregan 27 mL de hidróxido de sodio al 99% diluido a la muestra de agua de 3 L. Utilizando las cintas de pH Merck se va midiendo el aumento del pH progresivamente de 3 hasta llegar a 7.
6. Filtración con carbón activado. Debido a la presencia de olores, posiblemente por la descomposición de la materia orgánica contenida en la muestra de agua, se utilizó un filtro con carbón activado, este adsorbe compuestos, por su pequeño tamaño de poro (con radio inferior a 1nm) y es ampliamente utilizado en la purificación de aguas, se utilizó en un embudo plástico con un papel filtro y debido a la pequeña muestra a tratar se utilizaron aproximadamente 3 cucharadas de carbón activado, después de pasar por el filtro el agua tomó la apariencia que se muestra en la figura 56:

Figura 55. Apariencia del agua filtrada con carbón activado



En la figura 56 se muestra la comparación cualitativa de agua potable (a la izquierda de la imagen), el agua tratada saliendo de la filtración (en el centro) y el agua antes de pasar por el filtro con carbón activado (a la derecha), la turbiedad de la muestra que sale después de la filtración (imagen del centro) disminuye, sin embargo no llega a ser como la del agua potable, después de la filtración progresiva el agua tratada se va depositando en un contenedor plástico de 13 L, como se muestra en se muestra en la figura 57:

Figura 56. Agua tratada en un recipiente de 13 L



En la figura 57 se observa que en la imagen de la izquierda se ve el agua tratada con mayor claridad que la otra, se montaron más filtros con carbón activado sin embargo con el uso de algunos filtros el agua adquirió la turbiedad de la imagen de la derecha, es posible que algunos filtros no hayan quedado con suficiente carbón activado y/o que debido a que se filtró varias veces pudieron haberse desgastado, no se realizó nuevamente la filtración debido a la falta de disponibilidad de tiempo para hacerlo (la muestra de agua debía llevarse a su análisis correspondiente en los laboratorios de Analquim. para obtener los resultados cuantitativos del proceso), se realiza posteriormente una nueva prueba, en laboratorio, que se analiza cualitativamente.

7. Desinfección. En el agua residual de la Salsamentaria el Bohemio hay presencia de *coliformes termotolerantes*, por lo cual se realiza una desinfección con hipoclorito de sodio al 15%, (las generalidades del desinfectante pueden observarse en el anexo D, figura 7), con acidificación y oxidación con peróxido de hidrogeno puede haber una eliminación de microorganismos patógenos, sin embargo se realiza desinfección para corroborar la eliminación completa y para proponer la cantidad a aplicar de hipoclorito para aguas de estas características y por si no se decide hacer acidificación ni oxidación.

Por normatividad se busca una concentración máxima en agua potable de 0,3 a 2,0 mg/L (se usa como base el agua potable en este parámetro debido a que es la ideal en cloro para el lavado), se realiza la dilución buscando 3 ppm para superar el valor máximo de cloro libre residual en agua potable para que se prolongue el efecto de desinfección, pero sin aplicarlo en exceso, para saber cuánto agregar en volumen se utilizó la ecuación 4, como se muestra a continuación:

$$V1 = \frac{(3 \frac{mg}{L})(2850mL)}{(10.000 \frac{mg}{L})(0,15)} = 5,7 mL NaClO.$$

La ecuación anterior presenta una corrección, debido a que se realizó una dilución al 1% de hipoclorito de sodio en agua, se multiplica por el 15% equivalente al hipoclorito de sodio puro la concentración inicial, la cantidad a agregar de dilución de hipoclorito a la muestra de 2,85 litros es de 6 mL, a los 3 litros iniciales se extraen 150 mL para realizar una prueba descrita más adelante.

El carbón activado retira cloro libre en el agua, por esta razón primero se realizó la filtración con carbón activado y después se realizó la desinfección con hipoclorito de sodio al 15%. Para evaluar la cantidad correcta, se utiliza un kit comparador de pH y cloro colorímetro presentado en la figura 58:

Figura 57. Kit comparador de pH y cloro colorímetro.



La forma de manejo del kit, es agregar aproximadamente 3 mL de agua hasta llegar a unas marquillas en los tubos de vidrio, para hallar la concentración en ppm de cloro libre se agregan 5 gotas de la solución líquida OTO, y para hallar el pH se agregan 5 gotas de la solución líquida de PHENOL RED, vertidos los contenidos se agita y posteriormente se deja en reposo 10 segundos, después se compara el color que presenta el interior del tubo con los colores de cada lado para determinar los parámetros. Con el kit, se presentó 3ppm de Cloro y un pH final de 6,8, se realizó la medición justo después de haber agregado el hipoclorito de sodio, a pesar de que las ppm de cloro están fuera de la Resolución para el agua potable, para cloro libre, se estima que este cloro residual prolongue la desinfección del agua, debido a que se va consumiendo hasta alcanzar una concentración de 2 ppm en un momento determinado. Para obtener 2 ppm de cloro libre desde el comienzo, se realiza el siguiente cálculo:

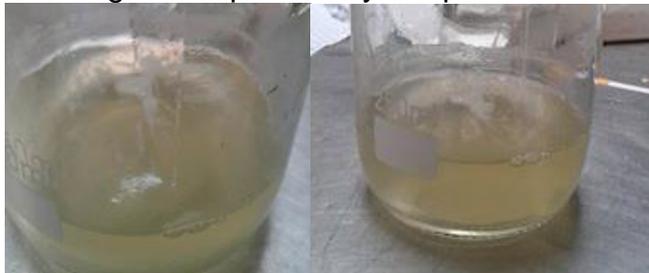
$$V1 = \frac{(2 \frac{mg}{L})(2850mL)}{(10.000 \frac{mg}{L})(0,15)} = 3,8 mL NaClO.$$

La ecuación anterior, da como resultado un volumen de hipoclorito de sodio de 3,8 ml para 2850 ml de agua, para obtener en la medición 2 ppm de cloro libre para desinfección, sin cloro residual. En el procedimiento se utilizaron 5,7 ml de hipoclorito de sodio.

8. Experimento con rompedor de emulsiones en el proceso de oxidación. No se mandó a realizar un análisis de laboratorio para determinar presencia de emulsiones en el agua, por esto mismo se decide aplicar un rompedor de emulsiones directo con efecto coagulante el cual fue un prototipo para ensayo para determinar si hay presencia de emulsiones, y funciona.

En 150 mL de muestra de agua tomada antes de pasar por la desinfección, se agregan 2 gotas (0,15 mg) de rompedor de emulsiones para determinar si funciona, debido a que no se cuenta en ese momento con una prueba de botella ni un test de jarras se agregan las gotas arbitrariamente, se observa que hay rompimiento de emulsiones, este rompedor de emulsiones trabaja a pH de 7, por lo que podría formar parte de la alternativa propuesta, justo después del proceso de alcalinización, se muestran en la figura 59 las muestra con el rompedor de emulsiones:

Figura 58. Agua con peróxido y rompedor de emulsiones



La sustancia blanca que se ve flotando en la superficie del agua en la figura 58 son grasas desemulsionadas, debido a que el proceso fue realizado después de haber agregado el peróxido de hidrógeno se deduce que aún hay presencia de grasas, por lo que se recomienda utilizar un rompedor de emulsiones como parte del proceso ya que se demostró por experimentación que ayuda a disminuir el valor de grasas en la muestra de agua.

6.1.1.2 Segunda experimentación. Se realizó la misma práctica en un laboratorio, para determinar si es posible con este método retirar la turbiedad en su totalidad con la alternativa propuesta, se siguieron los mismos pasos con un volumen menor, el volumen a tratar en el segundo experimento es 400 mL, como se muestra en la figura 60:

Figura 59. Agua a tratar para el 1 replica



1. Preparación de disoluciones. Se prepararon las disoluciones de hidróxido de sodio al 99% y el hipoclorito de sodio al 15%, en disoluciones al 1%, como se realizó en el procedimiento anterior.
2. Filtración. Se filtra para no tener partículas que interfieran en el procedimiento, como se muestra en la figura 61:

Figura 60. Proceso de filtración 1 replica



En este caso se utiliza una bomba al vacío para hacer más rápido el proceso de filtración.

3. Acidificación. Para 400 mL de muestra se acidificó con ácido clorhídrico al 13% con 1.5 mL hasta bajar el pH a 3.
4. Aplicación de peróxido de hidrógeno. Se agregó peróxido de hidrógeno hasta que después de agitación se observara una separación, se agregaron 2 mL, la concentración se halla por medio de la ecuación 5 como se observa a continuación:

Densidad: 1,196 g/cm³.

$$C2 = \frac{(2\text{mL}) \left(598000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right)}{400\text{mL}} = 2990 \text{ ppm peróxido de hidrógeno.}$$

La agitación del peróxido de hidrogeno y la solución se realiza en una jarra de test de jarras a 100 rpm, con un tiempo de minuto y medio, como se muestra a continuación:

Figura 61. Agitación del peróxido de hidrogeno 1 replica



En este experimento no se observa una separación de impurezas tan clara como el anterior, hay que tener en cuenta que se pasó de una agitación de 1500 rpm a 100 rpm, por lo cual la eficiencia del peróxido de hidrógeno pudo haber bajado (los procesos de acidificación, oxidación con peróxido de hidrógeno y alcalinización necesitan de buena agitación para un buen mezclado con el agua).

5. Alcalinización. Debido a que no se observa una separación clara de impurezas en la muestra, se dejan en tiempo de retención de 45 minutos 250 mL de muestra, y se extraen 150 mL para seguir con el proceso, se procede entonces a alcalinizar con solución de hidróxido de sodio hasta llegar a un pH de 7, se requiere de solo un mililitro para alcanzar dicho pH.

Figura 62. Alcalinización de la muestra (izquierda), disolución de hidróxido de sodio (derecha) 1 replica



Después de 45 minutos no se observa más separación de impurezas en la muestra de 250 mL.

6. Filtración con carbón activado. Se vuelve a filtrar con carbón activado para evaluar si es posible disminuir la turbiedad, como se ve a continuación:

Figura 63. Filtración con carbón activado 1 réplica



Debido a que el agua sigue siendo turbia, se recomienda tener un mejor uso del carbón activado y realizar el análisis a nivel industrial, en el primer experimento se presentó una menor turbiedad, se utilizó un filtro de embudo plástico con una mayor cantidad de carbón activado y un menor espacio

por lo que el tiempo de contacto entre el carbón activado y el agua fue mayor.

La turbiedad puede ser causada por materia orgánica, partículas en suspensión y disueltas, de tamaños coloidales hasta microscópicos, para eliminar la turbiedad se recomienda realizar procesos de coagulación y floculación, sin embargo se opta por una filtración por cuestiones operativas y porque el agua no presenta una turbiedad muy elevada.

Se recomienda probar filtros como el de antracita, el cual es un carbón mineral de color negro brillante de gran dureza, es muy usado como medio de filtración para clarificación de agua en usos potables o industriales, se observa en la figura 65:

Figura 64. Filtro de antracita



También se recomienda la arena sílice, es una combinación de sílice con oxígeno, son utilizadas como lechos filtrantes en potabilización generalmente después de la decantación, debido a que se retiraron las grasas de gran tamaño e incluso emulsiones se recomienda estudiar su efecto sobre esta agua, se muestra en la figura 66:

Figura 65. Filtro de arena sílice



El granate es una alternativa ya que es un medio filtrante de densidad y dureza altas, le da capacidad de retener partículas de hasta 15 micrones, se muestra en la figura 67:

Figura 66. Filtro de granate



También se recomienda usar la cascarilla de arroz, su capacidad adsorbente es atribuida a la naturaleza de sus componentes, lignina, algunas proteínas, celulosa y hemicelulosa, permite la remoción de metales en solución hasta en un 80%, se muestra en la figura 68 a continuación:

Figura 67. Filtro de cascarilla de arroz

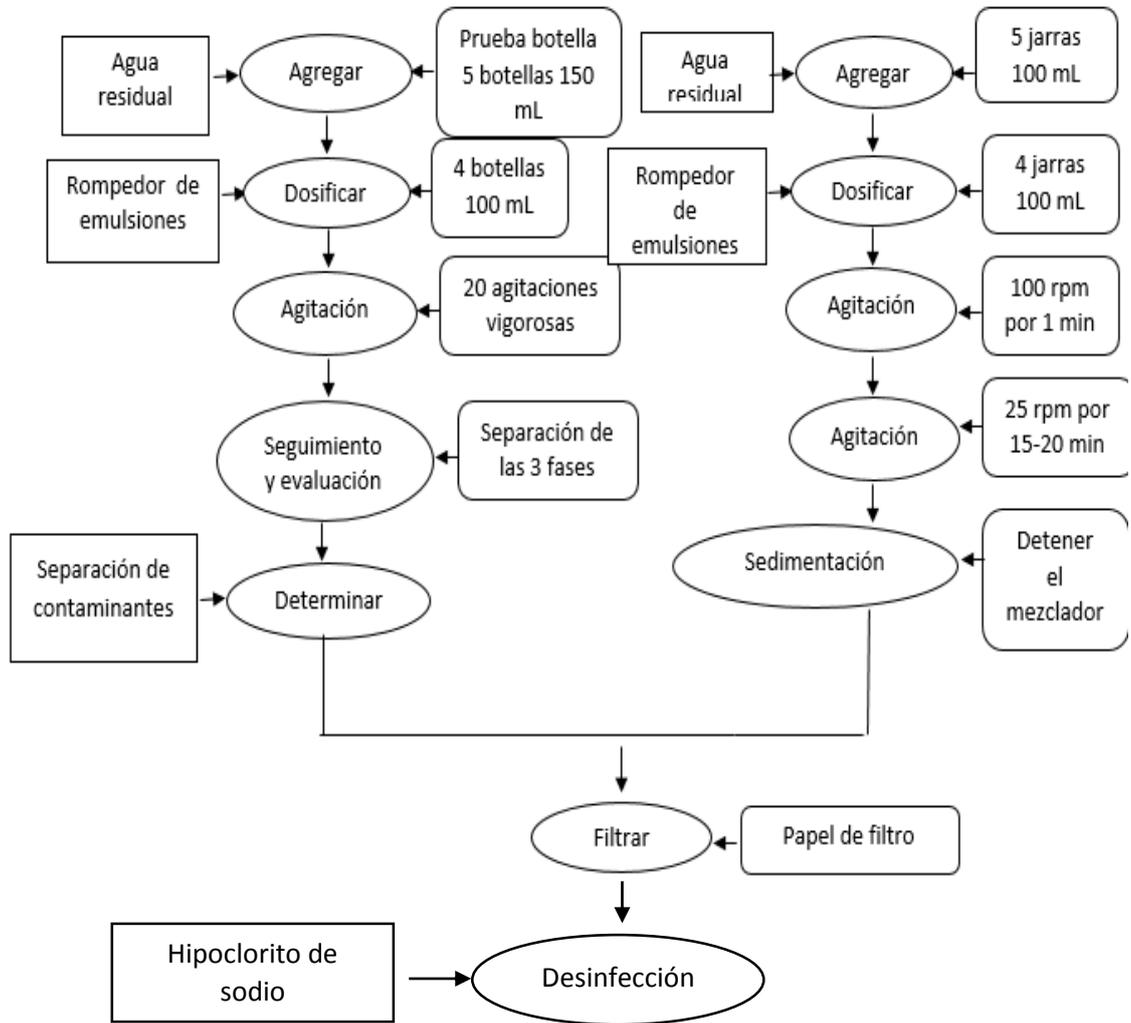


En el laboratorio se utilizó un filtro al vacío de mayor tamaño que el embudo utilizado en el primer experimento y se agregó una menor cantidad de carbón activado, con el cual no se alcanzó una turbiedad como la del agua potable, se recomienda tener cuidado con el manejo del filtro de carbón activado para eliminar la turbiedad y realizar un estudio de uso de los medios filtrantes anteriormente mencionados y contemplar la posibilidad de coagulación-floculación. También se observa que el agua adquirió un color aparentemente blanco, por lo que se puede deducir que se agregó exceso de peróxido de hidrogeno.

6.1.2 Proceso con el rompedor de emulsiones. La primera parte se realiza con una prueba de botella, en donde se preparan 5 botellas de 150 mL de agua, luego se procede a dosificar en 4 botellas diferentes dosis del rompedor de emulsiones, previamente diluido al 1%, según el fabricante la concentración óptima resultante en la botella va de 10 mg/L a 30 mg/L de rompedor de emulsiones 10%, a una de las botellas no se le agrega nada (botella patrón), se homogeniza mediante 20 agitaciones vigorosas, luego se inicia el seguimiento y evaluación de la separación de las tres fases.

Para la segunda parte se realiza el procedimiento con el test de jarras, se llenan 5 jarras con el agua a tratar, una de ellas es la muestra patrón, a las otras 4 se le añade el rompedor de emulsiones con diferentes dosis (las mismas dosis de la prueba de botella que representa una mejor separación), se procede a agitar a 100 rpm por un minuto y después se reduce la velocidad de agitación a 25 rpm y se continúa agitando de 15 a 20 minutos, para la formación de flóculos, luego se procede a apagar el mezclador para observar la sedimentación de impurezas. Finalmente se retiran los residuos mediante filtración y se realiza la desinfección con hipoclorito de sodio.

Figura 68. Metodología del rompedor de emulsiones

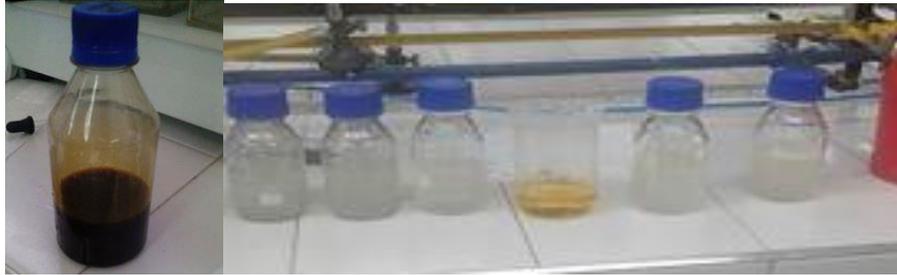


Fuente. Propia.

CÁLCULOS:

1. Preparación de disolución. Se prepara una disolución de rompedor de emulsiones al 1% con agua des ionizada para mayor precisión en los cálculos.
2. Prueba de botella. Para la prueba de botellas, se usan 5 botellas, según recomendaciones del fabricante se hace el cálculo con concentraciones de botella entre 10 y 30 ppm, a continuación en la figura 70 se muestra el rompedor de emulsiones y la prueba de botella:

Figura 69. Rompedor de emulsiones (izquierda), prueba de botella (derecha)



En la imagen del lado izquierdo se muestra la foto del rompedor de emulsiones directo 10% que se mandó a fabricar, según especificaciones del fabricante tiene efecto coagulante, por lo que se someterá a pruebas de botella y test de jarras para probar su utilidad en la muestra de agua a tratar y sus especificaciones para su implementación a nivel industrial, en la imagen del lado derecho están las botellas para la prueba y el rompedor de emulsiones diluido al 1%.

A continuación se muestran los cálculos según la ecuación 3 para determinar el volumen a aplicar a cada botella y las imágenes después del procedimiento:

- En la primera botella:

$$V1 = \frac{(10 \frac{mg}{L})(150mL)}{(10.000 \frac{mg}{L})(0,1)} = 1,5 mL RE$$

Figura 70. Primera botella con 1,5 mL RE



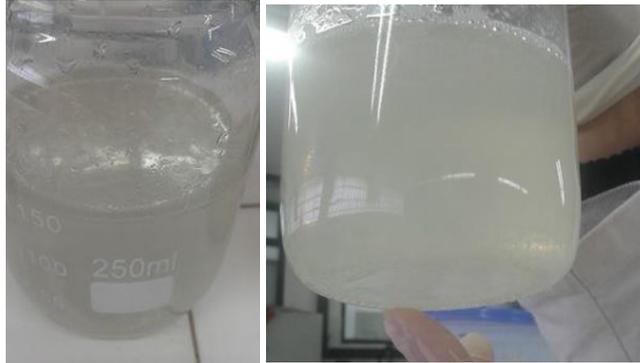
Con un volumen de 1,5 mL de rompedor de emulsiones se observa rompimiento de emulsión, se aprecia en la foto del lado izquierdo la cama con las impurezas flotando, se observa también que coalescieron, es decir que las partículas de la emulsión se unieron y flotaron, debido a que el rompedor de emulsiones tiene un efecto coagulante y floculante, se observa

partículas sedimentadas en el fondo del frasco, a esta concentración es posible que actúe el efecto coagulante.

- En la segunda botella:

$$V1 = \frac{(13,3 \frac{mg}{L})(150mL)}{(10.000 \frac{mg}{L})(0,1)} = 2 \text{ mL RE}$$

Figura 71. Segunda botella con 2 ml RE



Con un volumen de 2mL se observa flotación de las emulsiones, sin embargo se observa una sedimentación menor.

- En la tercera botella:

$$V1 = \frac{(20 \frac{mg}{L})(150mL)}{(10.000 \frac{mg}{L})(0,1)} = 3 \text{ mL RE}$$

Figura 72. Tercera botella con 3 ml de RE

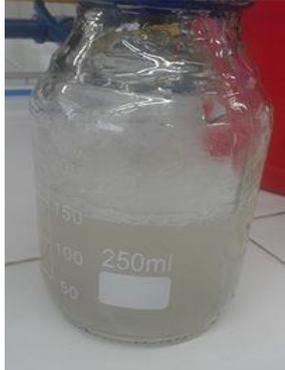


Con un volumen de 3 ml se observa una separación mayor a los volúmenes de las botellas anteriores, sin embargo no se observa sedimentación se partículas.

- En la cuarta botella:

$$V1 = \frac{(26,7 \frac{mg}{L})(150mL)}{(10.000 \frac{mg}{L})(0,1)} = 4 mL RE$$

Figura 73. Cuarta botella con 4 mL de RE



Con un volumen de 4 mL se observa una separación menor que con 3 mL y no se observa sedimentación de partículas.

Comparando las 4 botellas y la botella en blanco, se observa que el rompedor de emulsiones actúa mejor como rompedor a volumen de dilución de 3 mL, es decir, a 20 ppm en 150mL, sin embargo con un volumen de 1,5 mL no se presenta una separación amplia de emulsiones, pero sí de sedimentación de partículas, para determinar de otra forma si con 20 ppm es posible que el efecto coagulante actúe sobre el agua, se realiza un test de jarras que se describe a continuación, debido a que el rompedor de emulsiones fue realizado externamente no es posible realizar un análisis de las causas del efecto coagulante y de rompimiento, solo es posible analizar en este trabajo de grado a que concentraciones es funcional en el proceso.

3. Prueba de botella floculación y coalescencia. El rompedor de emulsiones tiene efecto coagulante, se determinará si a la concentración de 20 ppm coagula sólidos en suspensión y emulsiones de grasas, para ello se realizó un test de jarras, cada jarra con 400 mL de muestra, en 150 mL de muestra la cantidad ideal para romper la emulsión es de 3ml, por lo que para 400 ml de muestra se aplican volúmenes entre los 8 y 9 mL. Arbitrariamente se propuso aplicar para las 6 jarras 8, 8.2, 8.4, 8.5, 8.7 y 9mL, se aplicó al tiempo estos volúmenes de rompedor de emulsiones diluido, el test de jarras de observa en la figura 75.

Figura 74. Test de jarras, con rompedor de emulsiones.



La velocidad rápida fue de 100 rpm por un tiempo de 1 minuto y medio, y la velocidad lenta de 40 rpm en 20 minutos.

Al finalizar la prueba se estableció que a estos volúmenes el rompedor de emulsiones no funciona como efecto coagulante, la imagen se muestra a continuación:

Figura 75. Finalización de prueba de Jarras con el rompedor de emulsiones



Debido a que después de un tiempo de espera de aproximadamente de 45 minutos no se observó floculación y sedimentación, se determina que no tiene efecto coagulante a dichos volúmenes, debido a que en exceso se inhibe el coagulante, lo que quiere decir que en 3 ppm el componente activo está en el rango óptimo para rompimiento de grasas, pero no para coagulación, por ese motivo no se hallan las ppm en cada jarra.

4. Filtración y desinfección. Se toma como base 3 ppm para hallar el volumen de dilución de hipoclorito de sodio al 15%, como se muestra a continuación:

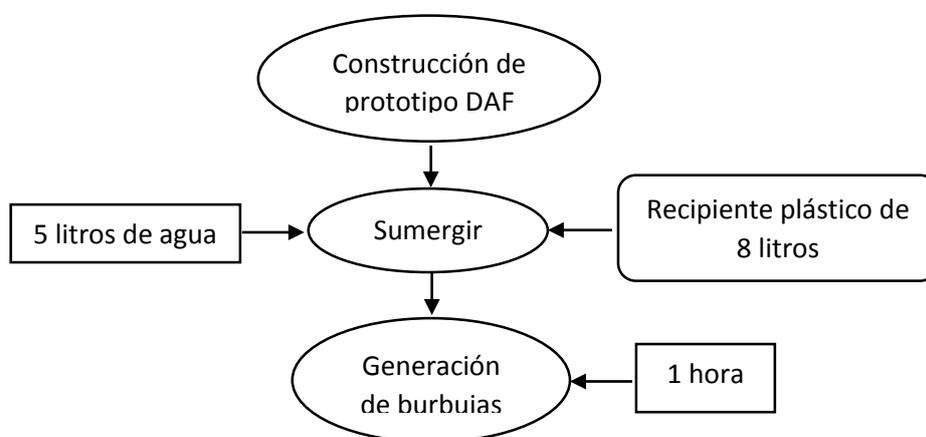
$$V1 = \frac{(3 \frac{mg}{L})(150mL)}{(10.000 \frac{mg}{L})(0,15)} = 0,3 mL NaClO.$$

Para 150 mL se realiza una desinfección con 0,3 ml de disolución de hipoclorito de sodio con cloro libre residual y posteriormente se realiza una filtración.

6.1.3 Proceso DAF. Se construyó un prototipo de difusor, buscando simular el equipo DAF, para que genere burbujas en el agua lo más pequeñas posibles, se fabricó con 30 cm de tubo PVC, el cual se dividió en 3 partes, cada una de 10 cm, se conectaron por una “T”, dos de los tubos se taparon en sus extremos y se les hizo agujeros, para generar burbujas, se dejó un abertura en un tubo por el cual se ingresa una manguera que conecta con una bomba de pecera que genera aire y genera las burbujas.

Después de tener construido el prototipo de DAF se procede a sumergirlo en 5 litros de agua residual a tratar, se enciende la bomba para que se generen las burbujas y se deja 1 hora aproximadamente, se observa cualitativamente la flotación de las impurezas.

Figura 76. Metodología del proceso DAF



Fuente. Propia.

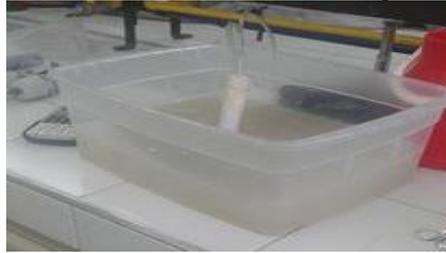
A continuación se muestra el prototipo DAF en la figura 78:

Figura 77. Prototipo DAF



Este DAF se puso a prueba en 5 litros de agua, como se muestra en la figura 79:

Figura 78. Proceso DAF en el agua a tratar



Después de 40 minutos se observa la flotación de impurezas como se muestra en la figura 80:

Figura 79. Resultado del proceso DAF



Como se puede observar, este proceso de flotación es efectivo para retirar impurezas, es un DAF construido únicamente para observar cualitativamente la flotación, pero para eliminar la turbidez no es muy efectivo el prototipo propuesto, por lo cual se recomendaría un proceso de filtración, antes o después del equipo, también se recomienda añadir al proceso un coagulante-floculante para que pueda retirar una mayor cantidad de sólidos y disminuir la turbidez del agua, hay que tener en cuenta que al ser un prototipo, no llega a la eficiencia que daría un equipo de laboratorio, aunque se tiene presente que a nivel industrial estos equipos son muy efectivos.

6.2 AGUAS LLUVIA

Teniendo en cuenta la caracterización del agua lluvia, se plantea una modificación en el sistema de almacenamiento (en las tuberías de entrada y salida) y una desinfección, el agua es apta para el lavado de la planta, se tomaron dos muestras para análisis cualitativos dos días seguidos, como se observa en la imagen 81:

Figura 80. Agua lluvia



Las imágenes anteriores muestran que el agua lluvia tiene muy pocos o nulos sólidos en suspensión, la presencia de sólidos varía dependiendo de las condiciones ambientales y de las condiciones del techo de la planta en donde se encuentran las canaletas. Según la caracterización realizada, en la cual el agua había sido desinfectada con 2L de hipoclorito de sodio, no se presentan microorganismos. Se debe realizar una buena desinfección, se realiza un estudio de cantidades de hipoclorito de sodio a agregar y tiempos de consumo de cloro del hipoclorito de sodio al 15%.

Con el kit comparador de pH y cloro colorímetro, se determinó el pH y el cloro antes de realizar la desinfección, como se muestra a continuación en la figura 82:

Figura 81. Prueba de cloro y pH.



En la figura 83 se observa el resultado de la prueba realizada con el kit de piscina obteniendo que el nivel de cloro es 0,3 y el pH está entre 6,8 y 7,2, con las cintas de pH Merck, el pH da entre 6,8 y 6,9 de pH, el pH inicial es aproximadamente 6,8.

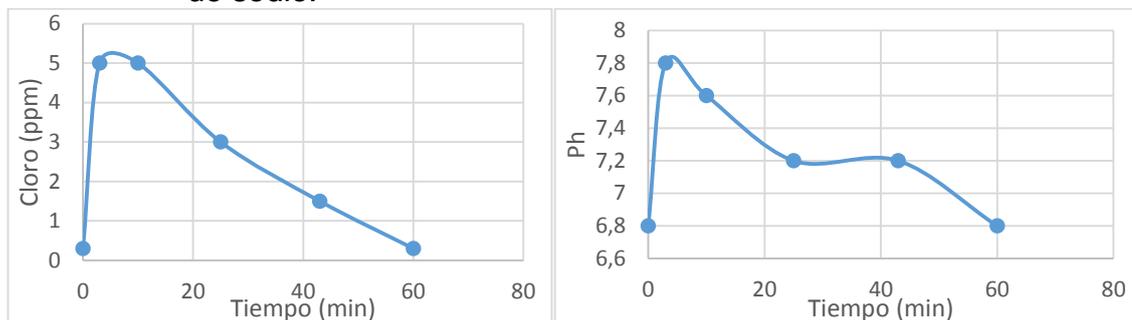
1. Análisis pH y cloro con hipoclorito de sodio al 15%. Se seleccionó un intervalo de tiempo arbitrariamente para estudiar el comportamiento de consumo del hipoclorito de sodio, los datos se muestran en la tabla 39 (volumen a tratar, 13 litros):

Tabla 39. Comportamiento del hipoclorito en el agua

Primera curva.

Medición	Hora	tiempo (min)	Cantidad agregada(ml)	Cloro(ppm)	pH
1	11:00	0	0	0,3	6,8
2	11:03	3	0,01	5	7,8
3	11:10	10	0	5	7,6
4	11:25	25	0	3	7,2
5	11:43	43	0	1,5	7,2
6	12:00	60	0	0,3	6,8

Grafica 11. Comportamiento del cloro libre y el pH, con adición de hipoclorito de sodio.



Se observa que al agregar 0.01 ml de hipoclorito de sodio al 15 %, la concentración de cloro sube por encima de las 3 ppm, por efectos de gráfica se colocó 5, pero en realidad significa >3 (mayor a 3), el cual es el mayor valor que se presenta en la gráfica 11, después de 25 minutos la concentración de cloro baja a 3 ppm que es medible en el kit y después de 18 min el cloro baja a 1,5 ppm en donde se recomienda agregar una nueva dosificación de hipoclorito de sodio.

Inicialmente se tiene el pH de 6,8 tomado con el kit, al agregar el hipoclorito de sodio llega a 7,8 y después de 7 minutos el pH baja a 7,6, a los 15 minutos baja a 7,2 y se estabiliza por 18 minutos, cuando el cloro ha terminado de consumirse después de 60 minutos, contados desde la aplicación el pH vuelve a 6,8.

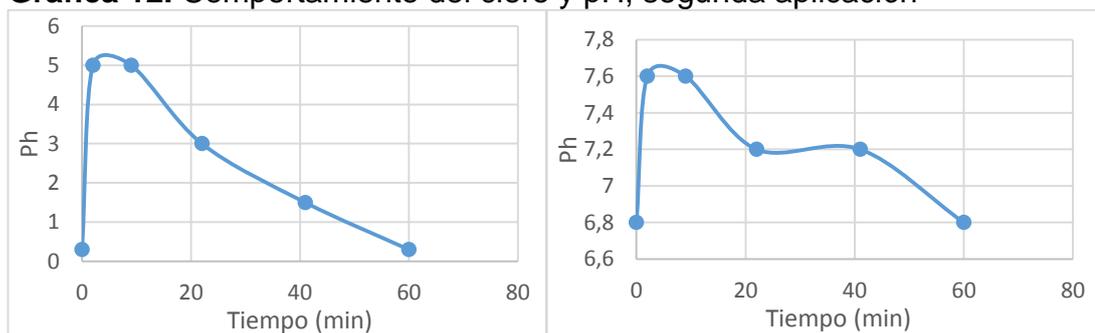
En el momento en que el pH y el cloro vuelven a su estado inicial se vuelve a adicionar una cantidad de 0,01 ml de hipoclorito de sodio al 15%, para analizar un segundo comportamiento, los datos se muestran la tabla 40:

Tabla 40. Comportamiento del hipoclorito al agregarlo la segunda vez

Segunda curva.

Medición	Hora	tiempo (min)	Cantidad agregada(ml)	Cloro(ppm)	pH
1	11:48	0	0	0,3	6,8
2	11:50	2	0,01	5	7,6
3	11:57	9	0	5	7,6
4	12:10	22	0	3	7,2
5	12:29	41	0	1,5	7,2
6	12:48	60	0	0,3	6,8

Grafica 12. Comportamiento del cloro y pH, segunda aplicación



Se inicia un comportamiento a condiciones iniciales de cloro de 0,3 ppm, y se agregan 0,01 ml, lo cual causa que el cloro quede por encima de los 3 ppm, el cual es el mayor valor presentado en la gráfica 12, a los 22 min el valor de la concentración es de 3 ppm de cloro, pasados 19 minutos la concentración llega a 1,5 y a los 60 minutos después de la aplicación, se termina de consumir el cloro.

El comportamiento del pH varía del primer análisis, pues en este caso ya no sube a 7,8 sino que se queda en 7,6, en donde se presenta el mayor valor de la gráfica 12 durante 9 min, después de 13 minutos el pH llega a 7,2, y después de transcurrir 38 minutos el pH vuelve a 6,8.

El hipoclorito de sodio se consume aproximadamente en 60 minutos, en un recipiente de 13 L con 0,01 mL de hipoclorito de sodio al 15%, se quiere mantener un cloro residual de 1-1,5 ppm, por lo cual se calcula la cantidad necesaria para mantener desinfectada el agua lluvia en el tanque por una semana, el cálculo se muestra a continuación:

Volumen del tanque de agua lluvia: 5100 litros.

La cantidad de hipoclorito de sodio al 15% que se debe agregar al tanque de agua para que se consuma en 60 min es:

$$V_{NaClO} = \frac{0,01 \text{ mL} * 5100L}{13 L} = 3,92 \text{ mL NaClO}$$

Como se observa en las gráficas 11 y 12, aproximadamente a los 42 minutos se tiene un cloro residual de 1,5 ppm, para saber cuánto hipoclorito de sodio al 15% agregar para una semana y tener un cloro residual de 1,5 ppm, se realiza el siguiente cálculo:

Minutos en una semana: 10080 min

$$V_{NaClO} = \frac{3,92 \text{ mL} * 10080 \text{ min}}{42 \text{ min}} = 938,4 \text{ mL NaClO}$$

En una semana, con 10080 minutos, se deberían agregar como mínimo 940 ml de hipoclorito de sodio para que se obtenga al final una concentración de 1,5

ppm, que es lo ideal según la Resolución 2115 del 2007. Se aconseja utilizar pastillas de cloro según recomendaciones del fabricante, semanalmente es aconsejable agregar 1 pastilla de cloro en el tanque de aguas lluvia.

2. Cálculo de presiones para filtro. Para implementar los filtros en el tanque de agua lluvia, se procede a conocer la presión en donde se van a colocar, para conocer cuál es la caída de presión que debe presentar el filtro, permitiendo que el agua fluya, y no evite el paso del agua al tanque y del tanque a la salida.

Se plantea implementar un filtro de cartucho de polipropileno en la tubería de entrada del tanque de agua lluvia, para evitar que entren sólidos, aunque este flujo depende de la precipitación de agua, por lo cual este filtro es opcional. Se plantea en la tubería de salida del tanque de agua lluvia un filtro de polipropileno para eliminar sólidos presentes, que no hayan sido retirados en la entrada (si se implementa un filtro en la tubería de entrada), por esto se calculan las presiones a superar en el filtro.

Ecuación 7. Presión hidrostática

$$P = \rho * g * h$$

En donde:

$\rho = \text{Densidad}$

$g = \text{Gravedad}$

$h = \text{Altura}$

La presión a superar en la entrada de la tubería de agua lluvia es:

$$P = 1000 \frac{Kg}{m^3} * 9,8 \frac{m}{s^2} * 1,1 m = 10780 Pa = 0,11 atm$$

Se tomó 1,1 m ya que es la altura de la tubería de entrada, desde el techo hasta el tanque, como son dos tuberías que se interconectan, se suman las dos alturas de 55 cm cada una, teniendo como resultado 1,1 m, se halla de esta forma porque si se obstruye el filtro, esta sería la presión máxima a la que estaría sometido el filtro a la entrada para poder dejar pasar el agua.

La presión a superar en la salida del tanque de agua lluvia utilizando la ecuación 7 es:

Primero se calcula la presión que genera el agua del tanque de agua lluvia hasta la tubería de salida:

$$P = 1000 \frac{Kg}{m^3} * 9,8 \frac{m}{s^2} * 1,38 m = 13524 Pa = 0,133 atm$$

Después se calcula la presión de la tubería de salida, sumando solo el recorrido en forma vertical:

$$P = 1000 \frac{Kg}{m^3} * 9,8 \frac{m}{s^2} * 2,68m = 26264Pa = 0,2492 atm$$

Se suman estas dos presiones para poder hallar la presión máxima que debe superar el filtro para no obstruirse:

$$Pt = 13524 + 26264 = 39788 Pa = 0,3926 atm$$

Con estas presiones se puede concluir que se debe implementar un filtro que tenga una menor caída de presión de las calculadas, para la entrada tiene que ser una caída de presión menor a 0,11 atm y para la salida de agua lluvia una caída de presión menor a 0,39 atm, para que pueda circular el agua por las tuberías del tanque de agua lluvia, en el caso que no se encuentre un filtro con una caída de presión menor a las presiones ya mencionadas, se recomienda optar por la implementación de una bomba, buscando aumentar la presión de entrada al filtro, para que no se presentes obstrucciones.

6.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.3.1 Análisis de valores obtenidos del tratamiento de aguas residuales con peróxido de hidrogeno. Se mandó a analizar en el laboratorio de Analquim LTDA el agua tratada con peróxido de hidrógeno, estas muestras se recogieron en envases dados por el laboratorio para preservarlos según el Ideam, para determinar si el tratamiento cumple con la Resolución 0631 del 2015 y la Resolución 1207 del 2014 y evaluar si sería apta para la lavado de suelos, equipos, trampa de grasa y canaletas en la empresa. En la tabla 41 se muestran los valores obtenidos del proceso con peróxido de hidrógeno y los valores antes del proceso, la caracterización original de estos datos se pueden encontrar en el anexo D, figura 7 y figura 1 respectivamente.

En la tabla 41 se visualizan los parámetros de reúso para descargas sanitarias, del proceso con peróxido de hidrógeno y los datos antes del proceso.

Tabla 41. Parámetros de vertimientos de proceso de laboratorio vs antes del proceso, agua de vertimiento

Parámetro	Unidades	Valor proceso con peróxido	Resolución n0631/2015	Cumplimiento normativo	Valor antes del proceso
DBO ₅	mg/L O ₂	74	450	Cumple	112
DQO	mg/L O ₂	176	800	Cumple	264
Grasas y aceites	mg/L	28	30	Cumple	41
Sólidos sedimentables	ml/L	<0,1	5	Cumple	<0,1-0,1
Sólidos suspendidos totales	mg/L	36	225	Cumple	52
pH	Unidades	7	6-9	Cumple	7,8-8,6
Cloruros	mg/L Cl ⁻	130,1	300	Cumple	12
Sulfatos	mg/L SO ₄ ⁻²	<5,0	500	Cumple	439,8
Turbiedad	UNT	83,4			89,2

Fuente: Laboratorio Analquim LTDA

Análisis de datos obtenidos por el proceso de oxidación con peróxido de hidrógeno:

Debido a que es necesario conocer el valor actual de grasas y aceites, para evaluar la remoción de la trampa de grasa, se determina nuevamente éste parámetro, se siguen manteniendo los valores de vertimiento de la caracterización del 2015, lo que significa que los porcentajes de remoción que se darán a continuación son aproximados, pues es posible que el valor de los parámetros evaluados haya cambiado (disminuido, aumentado o permanece constante).

- El valor de las grasas y aceites bajó de 41 mg/L a 28 mg/L, teniendo como dato de entrada a la trampa de grasas y aceites 291 mg/L, el proceso planteado tiene una remoción de grasas del 90,4%, es mayor a la trampa de grasa, que tiene un porcentaje de remoción de 85,9%, con el proceso la empresa cumpliría con la Resolución para vertimientos; el proceso al trabajar en conjunto con la trampa de grasa puede ayudar a bajar el parámetro de grasas ya obtenido por el proceso. La separación de grasas y aceites del agua se dio debido a las filtraciones que se realizaron en el proceso, posible separación por acidificación, debido a que en las emulsiones de grasas y aceites de productos cárnicos, las proteínas solubilizadas actúan como agentes emulsificantes, la alteración del pH causa desnaturalización de la proteína lo que causa que no pueda cumplir con sus funciones, el peróxido de hidrógeno aportó oxígeno al agua, que pudo haber contribuido a la auto oxidación de las grasas. Debido a que el valor reportado (28 mg/L) es cercano al obtenido de la trampa de grasa (41 mg/L), lo más probable es que las grasas y aceites hayan sido retiradas con las filtraciones realizadas.

- El valor de los sólidos sedimentables es constante tanto en el proceso planteado como en el valor actual ya que está en un rango de $<0,1$ mg/L en los dos análisis realizados, estos datos cumplen con la norma de vertimientos.
- El pH con la trampa de grasa es ligeramente alcalino (7,8 – 8,6), sin embargo cumple con la Resolución de vertimiento, en el proceso planteado se logra un pH neutro (7), debido a que se controla con el hidróxido de sodio.
- Los cloruros suben de 12 mg/L Cl^- a 130,1 mg/L Cl^- , cuando el hipoclorito de sodio se disuelve en agua, se descompone lentamente, originando sodio, cloruros y radicales hidroxilos. Se pueden obtener por reacción de una base (hidróxido de sodio) y un ácido (ácido clorhídrico), la reacción de neutralización entre un ácido y una base, produce sal y agua, el cloruro de sodio se puede disociar en el agua como iones cloruro y sodio.
- También se puede observar que en el proceso solo bajo la turbiedad de 89, 2 UNT a 83,4 UNT, esto es debido a que se agregó exceso de peróxido de hidrógeno lo que dio una tonalidad lechosa aumentando su turbiedad, debido a que el peróxido de hidrógeno actúa como agente blanqueador. Se debe tener en cuenta que el diseño de los filtros de carbón activado a nivel laboratorio no fue el óptimo y que el análisis de turbiedad se pidió hacerlo a Analquim fuera del tiempo estipulado para determinarla. El peróxido de hidrógeno puede descomponerse en la superficie del carbón activado, durante la descomposición del peróxido de hidrógeno la superficie del carbón activado se modifica químicamente, oxidándose, si exceso de peróxido de hidrógeno llega a la superficie del carbón activado, puede aumentar su número de poros provocando pérdida de material.
- El valor de la DBO_5 con el proceso planteado fue de 74 mg/L O_2 , en producción este valor llega hasta 112 mg/L O_2 , el porcentaje de remoción es de 34%, la DQO obtenida con el procedimiento fue de 176 mg/L O_2 , en producción este valor llega hasta 264 mg/L O_2 , con un porcentaje de remoción de 33%. El proceso con el peróxido de hidrógeno logró disminuir el valor de estos parámetros, sin embargo no en su totalidad, al seguir habiendo materia orgánica en el agua tratada, no se recomienda utilizarla para lavado, solo para descargas sanitarias. El peróxido de hidrógeno es muy inestable y se descompone lentamente en oxígeno y agua, pero presencia de iones metálicos, como hierro, pueden catalizar su descomposición, es soluble en agua en todas las proporciones.

- El valor de los sólidos suspendidos totales con el procedimiento es de 36 mg/L, en producción es de 52 mg/L, con un porcentaje de remoción del 31%, Debido a las filtraciones realizadas se disminuyó la carga de este parámetro en el agua.
- Los resultados de los sulfatos obtenidos son de <5.0 mg/L SO₄, sin embargo en producción llegan hasta 439.80 mg/L SO₄. Si se genera una condición anaerobia (ocurre cuando la transferencia de oxígenos al agua es reducida), afecta al agua ya que al presentar un estado anaerobio los organismos presentes en el agua no tiene suficiente oxígeno disuelto para su metabolismo, esta condición permite que los microbios conocidos como sulfatos reductores prosperen utilizando el ion sulfato como fuente de del oxígeno para su metabolismos, esto permite que genere subproductos como los es el sulfuro de hidrógeno, este subproducto tiene una solubilidad baja en agua, y es el precursor del olor a huevos putrefactos en el agua⁷¹. Al agregarle oxígeno al agua por medio del peróxido de hidrógeno, este oxígeno permite que los organismos presentes no utilicen el ion sulfato sino el oxígeno para su metabolismo, como los sulfatos son muy solubles en agua y no es ni oxidante ni reductor lo que le facilita formar sales con metales en altos y bajos estados de oxidación, además no inicia reacción redox con ningún ion presente. Generalmente se utiliza cal para subir el pH del agua a 10,5 y hacer que los sulfatos precipiten en forma de lodos, aunque en este proyecto no se utilizó cal, estando en un pH de 3 se agregó peróxido de hidrógeno y después se alcalinizó hasta 7, es posible que con el aumento de pH en el tratamiento los sulfatos hayan precipitado y sido removidos con filtración, sin embargo puede haberse presentado un error por parte del laboratorio de Analquim en su determinación⁷².

El proceso con el peróxido de hidrógeno logró disminuir los parámetros como se visualiza en la tabla 41, sin embargo no retiró con totalidad las grasas, DQO y DBO₅, lo ideal para reúso para lavado de pisos sería que estos parámetros llegarán a cero, sin embargo no se logró, por lo cual esta agua tratada se recomienda usar para vertimiento y descargas sanitarias.

⁷¹ ELECTRO QUIMICA MEXICANA. control de H₂S

⁷² MARTINEZ, Edgar. Remoción de sulfatos de drenajes ácidos de minería de carbón para producción de yeso sintético

Tabla 42. Parámetros de reúso de proceso de laboratorio vs antes del proceso, agua de vertimiento

Parámetro	Unidades	Valor obtenido en laboratorio	Resolución n1207/2014	Cumplimiento normativo	Valor antes del proceso
pH		7,2	6-9	Cumple	7,2
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	0	1,0*E(+3)NMP /100ml	Cumple	42x10E5
Helminthos parásitos humanos	Huevos/L	0	1,0	Cumple	0
Protozoos paracitos humanos	Quistes/L	0	1,0	Cumple	0
Salmonella	NMP/100 ml	0	1,0	Cumple	0
Cloruros	mg/L Cl ⁻	130,1	300	Cumple	12
Sulfatos	mg/LSO ₄	<5.0	500	Cumple	439,8

Análisis de los datos contenidos en la tabla 42:

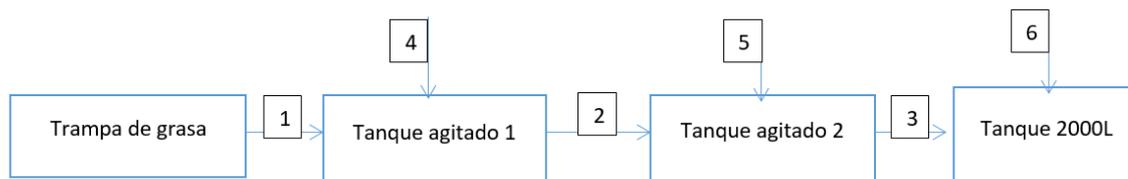
- Se realizó una desinfección con hipoclorito de sodio, con el peróxido de hidrógeno el cual actúa como desinfectante, pudieron haberse retirado los microorganismos presentes en el agua. Se propone también la desinfección con hipoclorito de sodio para proponer la cantidad a agregar, en caso que no se decida utilizar peróxido de hidrógeno.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, no es posible lavar el piso, ni equipos, porque el agua tratada contiene una cantidad significativa de grasas y aceites (28 mg/L), al realizar un lavado utilizando agua con contenido de grasas y aceites, DBO₅ y DQO puede resultar la superficie de lavado con aspecto viscoso, presentar olores ofensivos y ensuciamiento aún mayor.

No se realizó una caracterización más detallada de los compuestos presentes en el agua, porque el agua proviene de un proceso orgánico, se puede determinar que el agua no presenta metales pesados, hidrocarburos ni otros compuestos peligrosos.

El proceso a nivel industrial se plantearía como se observa en la figura 83.

Figura 82. Diagrama de bloques alternativa de tratamiento de agua de tratada



En la figura 82 se propone la propuesta de la alternativa de tratamiento, se inicia el proceso con la trampa de grasa, de la cual se extrae la cantidad de

agua que se desee a tratar en el día, debido a que la trampa de grasa tiene un tiempo de retención alto (3 h), se utiliza el agua directamente de ella, en la corriente 1 se utiliza una bomba para llevar el agua al tanque agitado 1, estando el agua en el tanque agitado se aplica para 1500L de agua 5 L de ácido clorhídrico 13% y se agita durante 50 segundos, posteriormente se agrega 4,5 L peróxido de hidrógeno 50% y se agita durante minuto y medio, después se deja de 40 minutos a una 1 hora. Pasado el tiempo descrito se retiran manualmente las grasas e impurezas presentes en el agua, y se pasa al tanque agitado 2 a través de la tubería señalada como 2, se utiliza una válvula para permitir el paso del agua y un filtro de malla para retener sólidos, en el tanque agitado 2 se aplican 0,166 Kg de hidróxido de sodio para alcalinizar y dejar más tiempo de retención para sedimentar sólidos, y dejar que floten grasas si aún hay presencia, en la tubería señalada como 3, se pone un filtro con carbón activado para ayudar a retirar olor y color, dando paso al agua con una válvula, el agua llega al tanque de 2000L para realizar una desinfección con 33 mL de hipoclorito de sodio 15% y terminar el tratamiento.

6.3.2 Análisis de resultados para agua lluvia

Para el agua lluvia se mandó a realizar el análisis de los parámetros de la resolución 1207 de 2014, en el laboratorio de Analquim LTDA, tomando las muestras en los envases proporcionados por el laboratorio para su preservación según el Ideam.

En la tabla 43 se muestran los valores obtenidos después de aplicar el proceso de filtración y determinar la dosis de hipoclorito de sodio en el tanque de agua lluvia y los valores actuales del agua, las caracterizaciones originales se puede encontrar en el anexo D, figura 8 y figura 6.

Tabla 43. Resultados del proceso para agua lluvia, comparados con la resolución 1207 del 2014.

Parámetro	Unidades	Valor obtenido en laboratorio	Resolución n1207/2014	Cumplimiento normativo	Valor antes del proceso
pH		7,2	6-9	Cumple	
Coliformes termotolerantes	UFC/100ml	0	1,0*E(+3)NM P/100ml	Cumple	0
Helmintos parásitos humanos	Huevos/L	0	1,0	Cumple	0
Protozoos paracitos humanos	Quistes/L	0	1,0	Cumple	0
Salmonella	NMP/100ml	0	1,0	Cumple	0
Cloruros	mg/L Cl ⁻	14	300	Cumple	245,3
Sulfatos	mg/LSO ₄	<5	500	Cumple	<5
Conductividad	μS/cm	107	-	-	1030

Como se observa en la tabla 43, el agua no presenta microorganismos, debido a la adición de hipoclorito de sodio, también se observa que los sulfatos tienen un valor $<5 \text{ mg/L SO}_4$, antes de cambiar la dosificación de hipoclorito y después de cambiarla. Los cloruros bajaron a 14 mg/L Cl^- debido a que se bajó la dosificación de hipoclorito de sodio, esto también causó que la conductividad del agua bajara de 1030 a $107 \mu\text{S/cm}$.

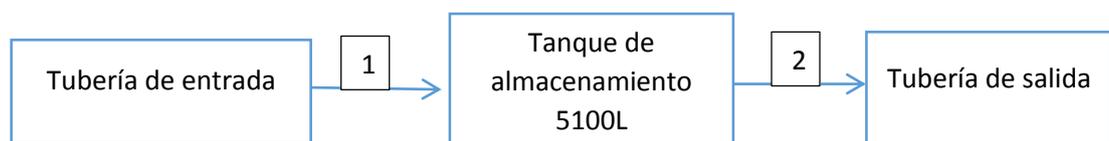
Con lo anterior se puede determinar que el agua lluvia es apta para reúso, según el cumplimiento de la resolución 1207 de 2014, aplicando los filtros para la retención de sedimentos y agregando la dosis correcta de hipoclorito de sodio.

Las características del agua lluvia la hacen utilizable para uso doméstico e industrial, debido a que para actividades como lavado no se necesita la calidad del agua potable, sin embargo debe estar libre de materia orgánica y microorganismos patógenos, no se realizó un estudio de DBO_5 ni DQO porque que esta agua llega directamente desde la precipitación del agua de las nubes hasta las canaletas, no hace parte de ningún proceso industrial y su claridad no indica presencia de estos parámetros, al cumplir con la resolución 1207 del 2014 la hace apta para descargas sanitarias, sin embargo se recomienda para su uso en lavado de suelos. Debido a que no se realizó una caracterización de parámetros para agua potable, no se recomienda lavar equipos que estén en contacto con alimentos.

El agua lluvia puede reemplazar al agua potable, su dureza total es de 29 mg/L CaCO_3 lo cual indica que es un agua blanda y puede proporcionar un ahorro en detergentes y jabones, un agua dura tiene iones cargados positivamente que inactivan los tensoactivos. Históricamente el agua lluvia se ha empleado para bañarse, beber y cocinar directamente con ella, sin embargo actualmente se recomienda hacer un tratamiento preliminar a estos usos para adaptarla a las garantías sanitarias que se requieran.

El proceso a nivel industrial se plantearía como se observa en la figura 84.

Figura 83. Diagrama de bloques alternativa de tratamiento de agua lluvia.



En la figura 83 se muestra el diagrama de bloques a nivel industrial del sistema de tratamiento de aguas lluvia propuesto, en el que después de entrar el agua lluvia por la tubería, pasa por un filtro de cartucho de 3" de diámetro, en el diagrama, representado por el cuadro con el 1 que representa un filtro, es

opcional, ya que el flujo de agua depende de las precipitaciones el agua y un filtro podría obstaculizar el paso del fluido, posteriormente llega al tanque de almacenamiento de 5100 L de la empresa, en donde se realiza la desinfección con hipoclorito de sodio al 15%, 1 L semanal, y sedimentan los sólidos en suspensión, en el momento en que la empresa desee utilizar el agua lluvia para lavado, se deja fluir por la tubería de salida, pasando por un filtro de cartucho de polipropileno de 3" de diámetro, en el diagrama, representado con el cuadro con el 2, para finalmente quedar a disposición de la empresa, los filtros se ubican entre las tuberías de entrada y salida, es decir, se adapta la tubería para colocar los filtros de cartucho de polipropileno. Esta alternativa puede encontrarse en el anexo H, en donde se observa el dibujo del tanque con la alternativa planteada.

7. COSTOS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Éste capítulo muestra la viabilidad de la alternativa de tratamiento propuesta. Para evaluar el proyecto se utiliza el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR), para un año, herramienta con la que se evalúa el valor actual del flujo de caja y la rentabilidad que genera la puesta en marcha del proyecto de tratamiento de aguas residuales propuesto.

Tabla 44. Costos de estudio

Ítems	Precio por unidad (\$)	Cantidad (horas)	Total
Talento humano			
Investigadores (2)	4.000	1.000	4.000.000
Fungibles			
Análisis de laboratorio	1.277.250		1.277.250
Papel	15.000	2 resmas	30.000
Tinta	150.000	2 cartuchos	300.000
<i>Total fungibles</i>			5.607.250
Otros gastos			
Transporte	20.000	24 viajes	400.000
Servicio Laboratorio	100.000	2 practicas	800.000
<i>Total otros gastos</i>			1.200.000
COSTO TOTAL DEL PROYECTO (\$)			\$10.807.250

EL costo de los investigadores es asumido por las dos estudiantes que realizan el trabajo de grado como se observa en la tabla 44, razón por la que no se toma para el cálculo de la TIR y VPN. Las estudiantes dedicaron aproximadamente 4 horas diarias durante un año y para calcular el costo se tomó el valor del salario mínimo mensual (\$689.454).

7.1 INGRESOS

Se calculan los ingresos que genera la propuesta de tratamiento de aguas, teniendo en cuenta los siguientes ítems:

- **Costos de oportunidad:** Representa el valor de la multa a la que se expone la empresa al incumplir la resolución 0631 del 2015; dependiendo de la gravedad de la falta, basándose en el código penal colombiano, (“El presente código penal se halla construido sobre la base del texto disponible al público en la página del Senado de la República de Colombia (dirección electrónica: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2000/ley_0599_2000.html”), ley 599 del 2000, en el cuál en el título XI, “De los delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente”, el artículo 332 de contaminación ambiental (modificado por el artículo 34 de la ley 1453 del 2011) asigna un valor que va de 140 a 50.000 salarios mínimos legales

mensuales vigentes. Para el cálculo se estima el monto mínimo de la sanción aunque este puede variar dependiendo de la gravedad de la contaminación.

- Tasa de retribución: Representa el valor de ahorro mensual de agua en la empresa, teniendo en cuenta el agua lluvia para lavado de suelos y el agua de vertimiento tratada para reúso en descargas sanitarias.

En la tabla 45 se muestra el valor de los ingresos, en el ANEXO I se muestran las consideraciones tomadas para realizar la tabla 45

Tabla 45. Ingresos de la propuesta

Ingresos	Valor mensual (\$)	Valor anual (\$)
Costo de oportunidad	8.043.642	96.523.700
Tasa de retribución	39.227	470.729
Ingresos		\$96.994.429

7.2 EGRESOS

Representan las salidas de dinero mensuales que genera el proyecto, correspondientes a:

- Costo equipos: Corresponden al valor de adquisición de los equipos que se toma como la inversión inicial del proyecto, como se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 46. Costos de equipos para la propuesta

EQUIPO	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS	Empresa proveedora	COSTO x unidad (Pesos)	COSTO TOTAL
Filtro de cartucho de polipropileno	2		Aquanova	214.368	428.736
Tanque homogeneizador	1	2000L	Homecenter	588.900	588.900
Tanque (tanque agitado)	2	1000L, acero inox	Ajover	2.300.000	4.600.000
Agitador industrial (tanque agitado)	2	220 V, 1400 rPm	Traxco	795.000	1.590.000
Bomba	1	Q = 30 GPM 1/2HP	Ignacio Gomez SAS (IHM)	453.560	453.560
Tubería (PVC) 2"	2m		Ferretería	4.500	9.000
Filtro de carbon activado	1		Aquanova	1.877.112	1.877.112
Filtro con grava y arena	1		Aquanova	1.226.236	1.226.236
Válvula de bola	2		Apolo	300.000	600.000
COSTO TOTAL					\$11.373.544

- Costos obra mecánica: Costos que implican la instalación y unión de todos los equipos, en la tubería del tanque de agua lluvia, la instalación de los filtros tiene un valor de \$100.000.

Para unir la estructura de los 2 tanques agitados en un taller de ornamentación tendría un costo aproximado de \$120.000.

- Reactivos: Corresponden al valor de la adquisición de los reactivos necesarios mensualmente para el desarrollo de proceso, los cuales se muestran en la siguiente tabla (47):

Tabla 47. Costos de reactivos para la propuesta

Reactivo	Cantidad (kg)	Cantidad (L)	Costo(1 litro)	Costo total
Ácido clorhídrico 13%		408	3.000	1.224.000
Peróxido de hidrógeno 50%		360	3.250	1.170.000
Hidróxido de sodio	12		4.000	48.000
Hipoclorito de sodio 15%		2,4	2.625	6.300
Pastillas de cloro		4	500	2.000
Costo total				\$2.450.300

- **Servicios públicos:** Representan el gasto de energía en consumo, en Kw, de la bomba y los agitadores que se utilizan en el proceso, teniendo en cuenta que el valor del Kw/h es de \$418, se hace el cálculo teniendo en cuenta que la bomba trabaja 2 horas diarias, y cada agitador una hora, este costo se muestra en la tabla 50.

Tabla 48. Costos de servicio público para la propuesta

Equipo	Gasto de energía (Kw/h)	Gasto de energía (Kw/mes)	Costo (\$)
Bomba (110V)	0,373	17,904	7.484
Motor de tanque agitado (220V)	0,37	8,88	7.424
Costo total			\$14.908

- **Mantenimiento:** Incluye el valor aproximado de cambio de filtros en el año, suponiendo que se cambian dos veces al año, el valor del cambio sería de \$3.332.084 en el mes que se haga el cambio, y el costo de mantenimiento de la bomba y los agitadores cada 3 meses sería aproximadamente de \$100.000 en el mes que se realice el mantenimiento. Los detalles de estos cálculos se aprecian en el anexo I figura 1.
- **Depreciación:** No se incluye el valor de la depreciación de los equipos en el flujo de caja mensual del proyecto, porque este rubro no constituye desembolso en dinero.
- **Pago del préstamo:** Si la empresa decide ejecutar el proyecto, podría recurrir a un préstamo de \$6.000.000 a una tasa de 17,76% efectivo anual, pagaderos en cuotas mensuales de \$546.000, estimados utilizando una calculadora financiera que compara las tasas de diferentes bancos y tomando la tasa más baja del mercado (entidad bancaria Coltefinanciera), para utilizarlos como parte de la inversión inicial en la compra de equipos. La diferencia con el total de la inversión inicial requerida la asumiría la empresa con recursos propios. Ver Anexo I, figura 1.

7.3 FLUJO DE CAJA

Es el informe financiero que detalla los ingresos y egresos de dinero que tiene el proyecto durante un año. Los ingresos y egresos especificados en este capítulo se suman por mes para mostrar el flujo de caja en un año, como se muestra en la figura 84 a continuación, ver ANEXO I figura 1:

Figura 84. Flujo de caja de un año para el proyecto

Items	Flujo de caja (en miles de pesos)												
	MES 0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	
INGRESOS	8.071	8.071	8.071	8.099	8.099	8.071	8.071	8.071	8.099	8.099	8.099	8.071	
EGRESOS	11.594	3.011	3.011	3.021	3.011	3.011	6.353	3.011	3.011	3.021	3.011	3.011	6.353
UTILIDAD	-11.594	5.060	5.060	5.050	5.088	5.088	1.718	5.060	5.060	5.078	5.088	5.088	1.718

7.4 VALOR PRESENTE NETO (VPN)

El VPN permite calcular el valor presente neto de los flujos de caja mensuales a un periodo de 12 meses, utilizando una tasa de descuento que corresponde al interés del préstamo. La fórmula se muestra a continuación en la ecuación 6:

Ecuación 6. Calculo del VPN

$$VPN = \frac{\sum R_t}{(1+i)^t} = 0$$

En donde:

t = Periodos contemplados en el proyecto, 12 meses.

i = Tasa de descuento, 17,76%.

R o F = Ingresos mensuales

$$VPN = -Inversion + \frac{\sum_{1-12} Utilidad}{(1+i)^t}$$

La fórmula está expresada en miles de pesos, por lo tanto el valor de VPN es,

VPN = \$37.911.884.

La VPN da un valor positivo, que indica la viabilidad del proyecto, ver ANEXO H, figura 2.

7.5 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La tasa interna de retorno calculada sobre el ingreso neto mensual da como resultado la tasa de rentabilidad del proyecto, la cual es 41,31%, que comparada con la tasa del préstamo de 17,96%, es mayor, por lo que confirma la viabilidad del proyecto, con las variables planteadas, el caculo de la TIR se muestra en el ANEXO I, figura 2.

8. CONCLUSIONES

- Para el objetivo general del presente trabajo se propone una alternativa de tratamiento de aguas residuales en la empresa Salsamentaria el Bohemio, la cual incluye tratamiento del agua residual del proceso y el agua lluvia que se almacena, se realizaron las caracterizaciones de cada tipo de agua para analizar los valores de los parámetros y plantear posibles procesos para tratar el agua, se comparan con los valores permisibles de la Resolución 2115 del 2007 para agua potable, para tener una referencia de la calidad del agua. Se investiga y evalúa la alternativa propuesta, además de compararla con otras opciones, el agua de vertimiento tratada cumple con la Resolución 0631 del 2015 y la Resolución 1207 del 2014 para descargas sanitarias y redes contra incendios, en la cual también cumple el agua lluvia.
- Se realizó el diagnóstico de la empresa, en donde se describe la operación actual de la empresa y el recorrido del agua desde el proceso hasta llegar al vertimiento, se muestra el balance hídrico y se presenta una tabla que resume dicho balance, para una mejor comprensión. Se realizó el diagnóstico del agua de vertimiento y se determinó que la empresa está en riesgo de sanción según la norma 0631 del 2015, la cual tiene como límite permisible de grasas y aceites 30 mg/L, en el año 2015 el valor al que llegó la empresa fue de 30 mg/L y en el 2016 de 41 mg/L, se debe por lo tanto mejorar la trampa de grasa (o cambiarla) o implementar un sistema de tratamiento, sistema también evaluado para cumplir con la resolución 1207 del 2014 en descargas sanitarias y redes contra incendios y ser posible para reúso en lavado de suelos. Se realizó el análisis del agua de vertimiento, comparado con la Resolución 2115 del 2007 para agua potable, en donde incumple tanto para hierro, fosfatos y turbiedad, esto se realiza para tener mayor información de la calidad del agua. Se realizó el análisis de calidad del agua lluvia con la Resolución para agua potable, esta incumple en hierro y conductividad, debido a que no se busca tratar el agua lluvia para consumo humano, es posible utilizarla en lavado de suelos y equipos que no tengan contacto con alimentos. Para la Resolución 1207 de 2014 en descargas sanitarias y redes contra incendios, el agua lluvia cumple con todos los parámetros.
- Se evaluaron 6 diferentes alternativas que pueden ser planteadas para el tratamiento del agua de vertimiento del proceso en la empresa, según los parámetros y características presentes en ella. Se tomaron en cuenta las ventajas y desventajas de cada alternativa y se utilizó una matriz de decisión para elegir una de ellas, los factores que se tuvieron en cuenta en la matriz de decisión fueron, el costo de la implementación, la eficiencia, el espacio ocupado, su operación y mantenimiento, la opción seleccionada en

la empresa según la evaluación realizada es el proceso de oxidación con peróxido de hidrógeno. Para el agua lluvia se evaluaron 2 alternativas teniendo en cuenta que se necesita controlar los sólidos presentes en el agua y la dosificación del desinfectante, por lo cual el proceso que se propone implementar es la filtración para la retención de sólidos y la desinfección con hipoclorito de sodio.

- Se realizó el tratamiento con peróxido de hidrógeno para el agua residual del proceso, a nivel laboratorio, sin embargo, el tratamiento no fue suficiente para eliminar toda la carga contaminante de grasas y aceites, DBO₅ y DQO, por lo cual no se recomienda realizar el lavado de suelos en la planta, el agua tratada cumple con la resolución 0631 del 2015 para vertimiento, y para reúso en descargas sanitarias según la resolución 1207 del 2014. Se realizó un experimento con un prototipo de rompedor de emulsiones directo, el cual pudo retirar grasas y aceites utilizando volumen de 3 ml de rompedor de emulsiones diluido al 1% en 150 ml de agua, este volumen se determinó utilizando una prueba de botella. Se realizó un análisis cualitativo del prototipo del proceso DAF el cual separó sólidos en suspensión, pero no disminuyó turbiedad, este equipo es muy utilizado a nivel industrial en tratamientos de agua.

Para la alternativa seleccionada de tratamiento de agua residual de proceso, oxidación con peróxido de hidrogeno, se propone un sistema de 3 tanques agitados de 2000 L, interconectados por tuberías por las cuales fluye el agua, la trampa de grasa de la empresa se ubica en la entrada de la planta, a esta trampa llega el agua transportada por las canaletas ubicadas en el área de producción, en el área en donde está ubicada la trampa de grasa, se guardan camionetas y motos de la empresa, y debido a que la trampa de grasa se ubica allí, es el único espacio que se contaría para desarrollar la alternativa, la bomba, los tanques, tuberías y filtros ocuparían el espacio que se está describiendo, sin embargo, camionetas y motos no podrían ubicarse en esa área, lo que significa que si la empresa quiere implementar la alternativa, debe hacer un estudio de espacio en la empresa en general, para reubicar los vehículos.

Se determinó la dosificación adecuada de hipoclorito de sodio para desinfectar el agua lluvia, la cual es calculada a partir de una curva de cloro, se propone una dosificación de 940 ml - 1 L de hipoclorito de sodio, se planteó un sistema de filtración por lo cual se calcularon las presiones a las que está sometida tanto la entrada como la salida del tanque de agua lluvia, para seleccionar un filtro que tenga menor caída de presión, que las presiones calculadas, si esto no es posible se propone adicionar una bomba para el aumento de la presión, se recomienda utilizar esta agua para lavado de suelos, fachada, canaletas trampa de grasa y equipos que no tengan contacto directo con alimentos.

Para la alternativa seleccionada para el tratamiento de agua lluvia, desinfección y filtración, no se necesitaría modificar espacio dentro de la planta, debido a que se propone realizar la desinfección dentro del tanque de almacenamiento de agua lluvia que tiene la empresa, y adicionar filtros de cartucho de polipropileno a las tuberías de entrada y salida del tanque de agua lluvia. El tanque de agua lluvia se ubica en el segundo piso, en donde no hay más equipos que estén funcionando, en caso de ser necesaria una bomba para transportar el agua lluvia, no se necesitaría modificar el espacio en el segundo piso.

- Se realizó el análisis de costos del tratamiento propuesto, utilizando el flujo de caja proyectado a un año, en cual el VPN dio positivo, de \$37.911.884, y una TIR del 41,31% lo que indica la viabilidad del proyecto.

9. RECOMENDACIONES

- Para el proceso planteado se recomienda evaluar otras alternativas de filtración, para remplazar el carbón activado, algunos filtros que proponen debido a sus características son, antracita, arena sílice, granate y cascarilla de arroz.
- Se recomienda evaluar la alternativa propuesta a concentraciones menores de peróxido de hidrógeno, es posible que se halla agregado experimentalmente una concentración mayor a la requerida para este tipo de agua haciendo que este compuesto se inhibiera, presentara una elevada turbiedad y no siguiera reaccionando, se recomienda evaluar si a concentraciones menores el peróxido de hidrógeno es más eficiente para retirar DBO₅ y DQO.
- Se recomienda el uso del rompedor de emulsiones para retirar grasas y aceites del agua de vertimiento, se podría evaluar individualmente, o como parte complementaria del proceso seleccionado, después de la alcalinización con hidróxido de sodio, se deben realizar más estudios con el rompedor de emulsiones, debido a que el evaluado en este proyecto fue un prototipo.
- Se recomienda trabajar la alternativa planteada en conjunto con la trampa de grasa, para un mejor resultado de eliminación de grasas y aceites del agua de vertimiento, en el proyecto se realizó la alternativa en el primer compartimiento, por lo que se recomienda evaluarla en el cuarto compartimiento de la trampa de grasa.
- Se recomienda el planteamiento de un tratamiento biológico, ya que con el tiempo de retención de la trampa (3 h) y las características del agua residual, puede ser un proceso adecuado para obtener mejores resultados, se recomienda evaluar si con el proceso biológico hay una eliminación total de DBO₅ y DQO.
- Se recomienda el uso de Byodine 301 en la trampa de grasa, para mejorar la separación de grasas y aceites, debido a que con la alternativa propuesta no se logró eliminar las grasas y aceites en su totalidad.
- Se recomienda realizar una caracterización de agua potable, para el agua tratada con peróxido de hidrogeno si se decide implementar esta alternativa para lavado de suelos, y del agua lluvia si se decide utilizar para el lavado de equipos que entren en contacto directo con alimentos.

- Se recomienda utilizar para el prototipo del proceso DAF un coagulante - floculante para la eliminación eficiente de sólidos presentes en el agua, materia orgánica y turbidez.

BIBLIOGRAFIA

AYRES, Rachel M. Análisis de aguas residual para su uso en agricultura, organización mundial de la salud, E.E.U.U: OMS, 1997. 3p.

BIODYNE WORLD .Byodine 301. {En línea}. {8 marzo de 2016}. Disponible en: (http://www.biodyne-bogota.com/agr_trampas_de_grasa.html)

BOJACA, Roció Del Pilar, “Determinación de grasas y aceites en aguas por el método soxhlet”, {en línea}. {28 de diciembre de 2007}. Disponible en: (<http://www.ideam.gov.co>)

CALVACHE, Wilma. CHAVEZ, Maribel, Tratamiento de aguas: Tratamiento primario y parámetros hidráulicos, trampa de grasa .Quito: universidad central de Ecuador, 2008. p1

CONDORCHEM. Tratamiento de las aguas residuales en industria cárnica. {En línea}. {18 marzo de 2016}. Disponibilidad en: (<http://blog.condorchem.com/es/tratamiento-aguas-residuales-industria-carnica/#.V1Qz5o-cHIU>)

FUNDACION CHILE. Separación por gravedad simple y acelerada. {En línea}. {8 marzo de 2016}. Disponible en: (http://www.sinia.cl/1292/articles-49990_16.pdf)

FUNDACION CHILE. Tecnología de biofiltros. {En línea}. { 8 marzo de 2016}. Disponible en: (http://www.sinia.cl/1292/articles-49990_07.pdf)

FUNDACION CHILE. Tecnologías de filtración preliminar. {En línea}. {8 marzo de 2016}. Disponible en: (http://www.sinia.cl/1292/articles-49990_15.pdf)

FUNDACION CHILE. Tecnologías de flotación pro aire disuelto DAF. {En línea}. {8 marzo de 2016}. Disponible en: (http://www.sinia.cl/1292/articles-49990_03.pdf).

ECOPRENEUR, líderes en soluciones ambientales. Sistemas de flotación pro aire disuelto (DAF). {En línea}. {10 marzo de 2016} .Disponible en: (<http://www.ecopreneur.cl/productos/sistemas-de-flotacion-daf/>)

EDOSPINA, tecnología del agua. Filtros de cáscara de nuez. {En línea}. {8 marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.edospina.com/index.php/agua-residual/desarenado/213-filtros-de-cascara-de-nuez>)

FIGUEROA JACHILLA, Vanessa Carina. Desemulsificacion de tanques de slop por tratamiento en frio en refinería la pampilla. Lima, 2009. 26-27 p. Trabajo de grado ingeniería petroquímica. Universidad nacional de ingeniería. Facultad de ingeniería de petróleo, gas natural y petroquímica. {En línea}. Disponible en: (http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/990/1/figueroa_jv.pdf)

FLUYTEC, filtration technologies. Cartuchos de polipropileno plisado (alto caudal). {En línea}. {8 marzo de 2016}. Disponible en: ([http://www.fluytec.com/pdf/cart_pp_plisds\(esp\).pdf](http://www.fluytec.com/pdf/cart_pp_plisds(esp).pdf))

FUENTES, Francisco. Massol-Deya, Arturo. Parámetros Físico-químicos: conductividad, {en línea}. Disponible en: (<http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-conductividad.pdf>)

GALVIN, Rafael Marin .Tratamiento y depuración industrial de aguas. Madrid: Diaz de santos, 2014. 175p

GRUPO ISLA. Filtro de cáscara de nuez. {En línea}. {8 marzo de 2016}. Disponible en: (<http://grupoislas.net/productos/oferta/filtros-de-cascara-de-nuez/>)

HERNÁNDEZ, Ana Maria, 2 de agosto de 2007, sólidos suspendidos totales en agua secados a 103 – 105 °C. {En línea}. Disponible en: (<http://www.ideam.gov.co>)

HERNANDEZ ARIZALA, Diana Marcela; LEAL ROJAS, Paula Catherin. Ingeniería básica de un sistema para el tratamiento de aguas residuales en cárnicos rico jamon, Bogotá, 2003. Trabajo de grado Ingeniería Química. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química

IDEAM. Demanda bioquímica de oxígeno 5 días. {En línea}. {19 marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Bioqu%C3%ADmica+de+Ox%C3%ADgeno.pdf/ca6e1594-4217-4aa3-9627-d60e5c077dfa>)

IDEAM. Demanda química de oxígeno por reflujos cerrados y volumetría. {En línea}. {19 marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Qu%C3%ADmica+de+Ox%C3%ADgeno.pdf/20030922-4f81-4e8f-841c-c124b9ab5adb>)

IDEAM, Instructivo para la toma de muestras de aguas residuales, {en línea}. Disponible en: (<http://www.ideam.gov.co>)

INGENIERIA Y CONSULTORIA AMBIENTAL. Soluciones de sostenibilidad, Nueva norma de vertimientos: Datos a tener en cuenta. {En línea}. {30 marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.ambientalmente.com/noticias/74-nueva-norma-de-vertimientos-datos-a-tener-en-cuenta>)

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Documentación. Presentación de tesis trabajos de grado y otros trabajos de investigación. NTC 1486. Sexta actualización, Bogotá: el instituto, 2008

_____. Referencias bibliográficas, contenido, forma y estructura. NTC 5613. Bogotá: el instituto, 2008, p. 12

Referencias documentales para fuentes de información electrónica. NTC 4490. . Bogotá: el instituto, 1998, p. 12

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, meteorología y estudios ambientales Ideam, temas ambientales, fosforo total método colorimetría cloruro estañoso, Bogota: IDEAM. 5p

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, Determinación de metales y sus compuestos iónicos espectrofotometría de absorción atómica, {en línea}. Disponible en: (http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/MetodosAnalisis/Ficheros/MA/MA_025_A92.pdf)

JARAMILLO, Álvaro Orozco. Bioingeniería de aguas residuales, filtros biológicos, Madrid: Varios, 2015. 533p

LENNTECH. Desinfectantes hipoclorito de sodio. {En línea}. {20 marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/quimica/desinfectantes-hipoclorito-de-sodio.htm>)

LENNTECH. Adsorción carbón activado. {En línea}. {8 marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.lenntech.es/adsorcion-carbon-activado.htm>)

LENNTECH. Introducción a la desinfección del agua. {En línea}. {9 marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/introduccion/introduccion-desinfeccion-agua.htm>)

LENNTECH. Peróxido de hidrogeno. {En línea}. {8 marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.lenntech.es/peroxido-de-hidrogeno.htm>)

L.S Clesceri, A.R. Greenberg, R.R, Trussell. Standart methods for the examination of wáter and wastewater, E.E.U.U: Board memos on section, 2015.

QUIMOTECNICA, S.A de C.V. conceptos físico químicos sobre emulsiones. {En línea}. {9 marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.emulsioninversa.com/2012/01/13/conceptos-fisico-quimicos-sobre-emulsiones/>)

RODRIGUEZ, Carlos Hernan. Tensoactivos aniónicos en agua – método SAAM, {en línea}. {9 marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.ideam.gov.co>)

SANABRIA SUAREZ, Doris. Conductividad eléctrica por el método electrométrico en aguas, {en línea}. {9 marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.ideam.gov.co>)

SEVERICHE, Carlos A. evaluación analítica para la determinación de sulfatos en aguas por método turbidimétrico modificado, {en línea}. {7 marzo de 2016} 7p, Disponible en: (<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4694214.pdf>)

STANDARD Methods for the Examination of Water and Wastewater. Análisis microbiológico del agua. {En línea}. {7 marzo de 2016} Disponible en: (<https://quimiambientalutp.files.wordpress.com/2012/05/analisis-microbiolc3b3gico-del-agua.pdf>)

TEJADA TOVAR, Candelaria. Obtención De Biodiesel A Partir De Diferentes Tipos De Grasa Residual De Origen Animal. {En línea}. {25 marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n36/n36a02.pdf>)

UNIVERSIDAD Jorge Tadeo Lozano, GUIA No 4.1- Determinación de la acidez y la alcalinidad, y determinación de cloruro, {en línea}, {7 marzo de 2016}. Disponible en: (http://avalon.utadeo.edu.co/comunidades/estudiantes//ciencias_basicas/analitica_instrumental/guia_4_1.pdf)

UNIVERSIDAD NACIONAL .Lección 37: trampa de grasa. {En línea}. {9 marzo de 2016. disponible en (http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358039/ContenidoLinea/leccion_37_trampa_de_grasas.html)

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA. Unidad 4, capitulo 3 precloracion. {En línea}. { 8 marz de 2016}. Disponible en (http://aulavirtual.usal.es/aulavirtual/demos/etap/unidades/curso/uni_04/u4c3s1.htm)

URGENTIA. Sanidad ambiental. Hipoclorito sódico vs peróxido de hidrogeno. {En línea}. {11 marzo. 2016}. Disponible en: (<http://www.plagasalicante.es/wp-content/uploads/2015/05/HIPOCLORITO-SODICO-vs-PER%20XIDO-DE-HIDR%20GENO.pdf>)

VEO VERDE, construcción de filtros naturales para aguas residuales. {En línea}. {7 marzo de 2016}. Disponible en: (<https://www.veoverde.com/2013/11/construccion-de-filtros-naturales-para-aguas-residuales/>)

ANEXOS

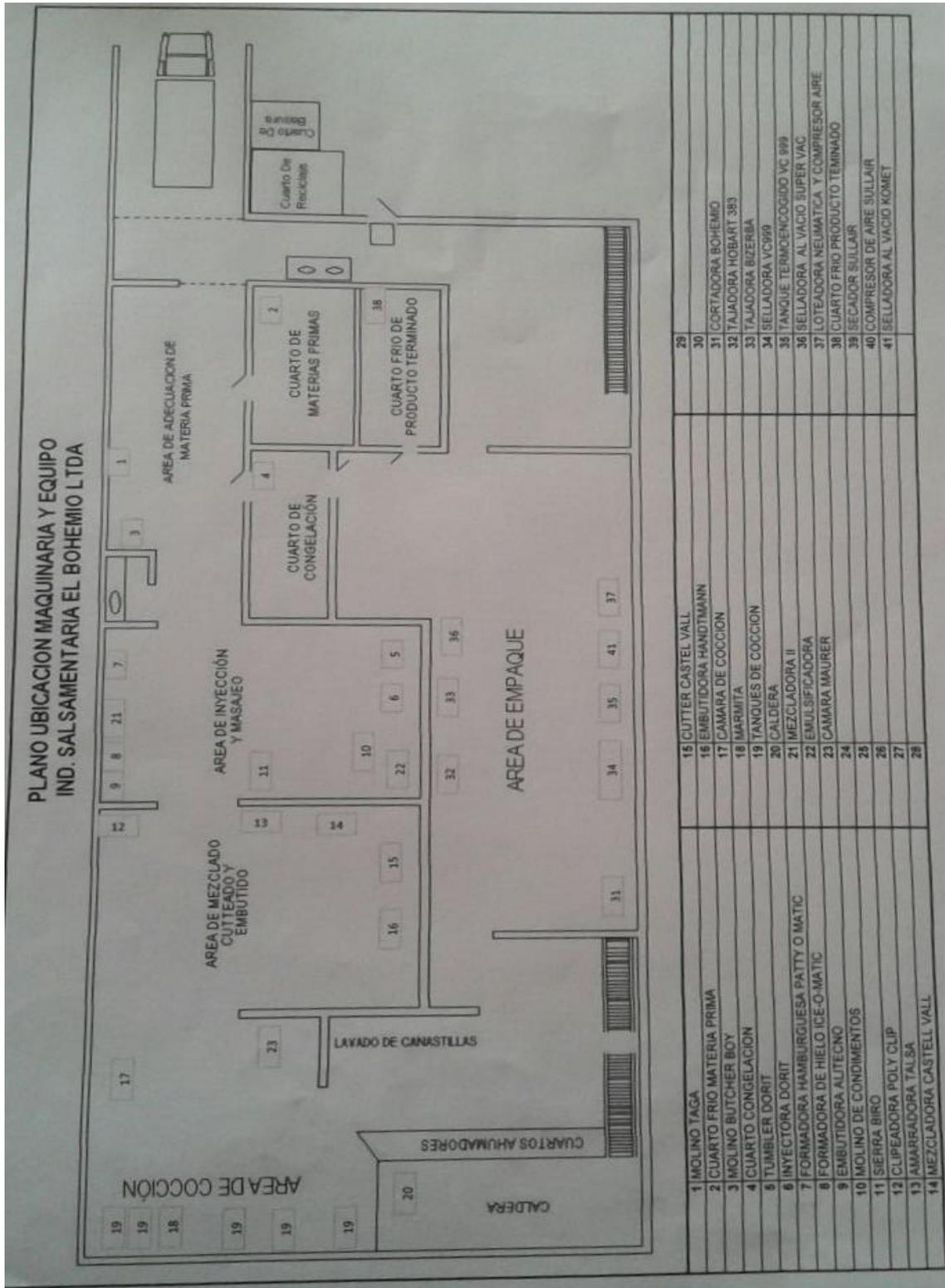
ANEXO A
PARÁMETROS DE LAS RESOLUCIONES
Figura 1. Resolución 0631 de 2015
SECTOR GANADERIA

PARÁMETRO	UNIDADES	GANADERIA DE BOVINOS Y PORCINOS	GANADERIA DE AVES DE CORRAL	GANADERIA DE AVES DE CORRAL
		BENEFICIO DUAL (BOVINOS Y PORCINOS)	INCUBACIÓN Y CRÍA	BENEFICIO
Generales				
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	6,00 a 9,00	6,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	800,00	400,00	650,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L O ₂	450,00	200,00	300,00
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	225,00	200,00	100,00
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L	5,00	5,00	2,00
Grasas y Aceites	mg/L	30,00	20,00	40,00
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Compuestos de Fósforo				
Ortofosfatos (P-PO ₄ ³⁻)	mg/L	Análisis y Reporte		Análisis y Reporte
Fósforo Total (P)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Compuestos de Nitrógeno				
Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	Análisis y Reporte		Análisis y Reporte
Nitritos (N-NO ₂)	mg/L	Análisis y Reporte		Análisis y Reporte
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₃)	mg/L	Análisis y Reporte		Análisis y Reporte
Nitrógeno Total (N)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Iones				
Cloruros (Cl ⁻)	mg/L	600,00	250,00	250,00
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg/L	500,00	250,00	250,00
Otros Parámetros para Análisis y Reporte				
Acidez Total	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Dureza Cálctica	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	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	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte

Figura 2. Resolución 1207 de 1014 USO INDUSTRIAL

Variable	Unidad de Medida	Valor Límite Máximo Permissible			
		Intercambio de calor en torres de enfriamiento y en calderas	Descarga de Aparatos Sanitarios	Limpieza mecánica de vías y Riego de vías para el control de material particulado	Sistemas de redes contraincendio
FISICOQUÍMICOS					
pH	Unidades de pH	6,0 – 9,0	6,0 – 9,0	6,0 – 9,0	6,0 – 9,0
MICROBIOLÓGICOS					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1,0*E(+3)	1,0*E(+4)	1,0*E(+3)	1,0*E(+1)
Helmintos Parásitos Humanos	Huevos y Larvas/L	0,1	1,0	1,0	0,1
Protozoos Parásitos Humanos	Quistes/L	0,0	1,0	1,0	1,0
<i>Salmonella sp.</i>	NMP/100 ml	1,0	1,0	1,0	1,0
QUÍMICOS					
Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno (BTEX)	mg/L	0,001		0,001	
Esteres Ftalatos	mg/L	0,005		0,005	
Fenoles	mg/L	0,002		0,002	
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	mg/L	0,01		0,01	
Biocidas					
2,4 D ácido	mg/L	0,0001		0,0001	
Durón	mg/L	0,0001		0,0001	
Glifosato	mg/L	0,0001		0,0001	
Mancozeb	mg/L	0,0001		0,0001	
Propineb	mg/L	0,0001		0,0001	
Iones					
Cianuro Libre	mg CN/L	0,05			
Cloruros	mg Cl/L	300,0		300,0	300,0
Fluoruros	mg F/L	1,0			
Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /L	500,0		500,0	500,0
Metales					
Aluminio	mg Al/L	5,0		5,0	

ANEXO B DIAGRAMA DE LA EMPRESA



ANEXO C

FICHAS TÉCNICAS DE LOS REFRIGERANTES

Figura 1. Refrigerante R-22



FICHA TÉCNICA

REFRIGERANTE R-22

El gas refrigerante **R22** es un hidroclorofluorocarbono (HCFC) ampliamente usado en todos los sectores de la refrigeración y climatización. Tiene un bajo valor de ODP y unas excelentes propiedades termodinámicas que hacen que este refrigerante sea idóneo para aplicaciones de alta y media temperatura en instalaciones fijas, transporte refrigerado y aire acondicionado.

El **R22** se podrá utilizar como refrigerante puro en la recarga de instalaciones existentes hasta el año 2010. A partir de esta fecha estará prohibido su utilización, y únicamente estará permitido el uso de **R22** reciclado hasta el año 2015. Actualmente ya existen sustitutos directos del **R22** como son el R417A, R422A y R422D (consultar sus correspondientes fichas técnicas). Debido a sus excelentes propiedades termodinámicas el **R22** se utiliza como componente en mezclas de refrigerantes como el R403B, el DI36, DI44, etc., para aplicaciones de media y baja temperatura.

Formula Química

CHCIF₂

Número Ashrae		R22
Peso Molecular		86.47
Temperatura de ebullición	°C	-40.8
Temperatura de congelación	°C	-160
Temperatura crítica	°C	96.15
Presión crítica	bar	49.88
Densidad crítica	kg/l	0.513
Densidad del líquido (25°C)	kg/l	1.19
Presión de vapor (25°C)	bar	10.44
Conductividad térmica del líquido (25°C)	W/m.K	0.0868
Conductividad térmica del vapor (25°C, 1.013 bar)	W/m.K	0.0113
Solubilidad en agua (25°C, 1.013 bar)	%	0.30
Viscosidad del líquido (25°C)	mPas	0.178
Viscosidad del vapor (25°C)	mPas	0.0127
Límite de inflamabilidad en el aire	% vol	ninguno

Compatibilidad con materiales:

El **R22** es un refrigerante muy estable y se puede utilizar con la mayoría de los materiales usados normalmente en la refrigeración: sin embargo se deben evitar metales como magnesio, zinc, y aleaciones de aluminio con contenidos de magnesio superiores al 2%. El **R22** es compatible con la mayoría de plásticos y elastómeros, pero normalmente su comportamiento con estos materiales dependerá también de la temperatura de trabajo y del tipo de aceite utilizado. Como norma general la

compatibilidad del **R22** con el Neopreno, la Goma Butílica y la Buna S es buena; entre los plásticos, el PVC, el Nylon y el PTFE son los más recomendables para utilizar con **R22**.

El **R22** es miscible con los aceites minerales, alquilbencénicos y poliolésteres (POE).

Toxicidad y almacenamiento:

El **R22** es una sustancia con muy poca toxicidad. El valor del LC50 (4 horas) en ratas es de 219.000 ppm. El valor del TLV de 1.000 ppm (8horas – TWA) es recomendado por ACGIH (1998-1999). Los envases de **R22** deben almacenarse en lugares frescos, secos y ventilados alejados de fuentes de calor. En caso de fuga de R22 los vapores son más pesados que el aire y se acumularán a nivel del suelo.

Gráfica de presiones del R22

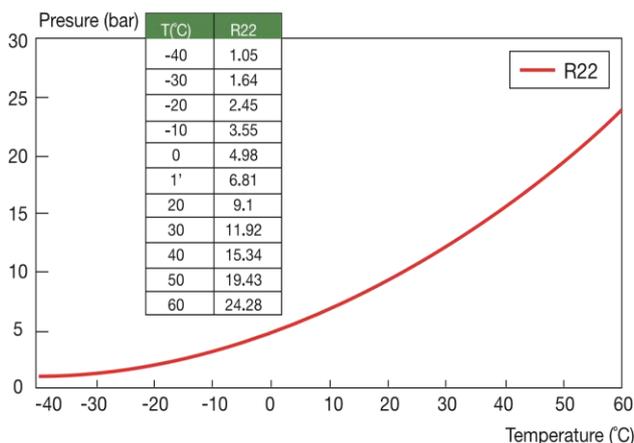


Figura 2. Refrigerante R-502

UNITOR

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

1 Identificación de la sustancia o preparado y de la sociedad/empresa

Nombre del Producto: REFRIGERANT R-502
Hoja de datos nº: R-502 2. 0. 1
Uso de la sustancia o preparado: refrigerante
Suministrado: Wilhelmsen Maritime Services AS
Dirección del suministrador: Willem Barentszstraat 50
3165 AB Rotterdam-Albrandswaard, The Netherlands
Fabricante: Wilhelmsen Maritime Services AS, Business Group Refrigeration

2 Composición/información sobre los componentes

Nombre químico	Concentración Símbolo	CAS No.	EC No.	Riesgos*	
Chlorodifluoromethane (R-22)	48.8	75-45-6	200-871-9	59	N
Chloropentafluoroethane (R-115)	51.2	76-15-3	204-673-3	59	N

*Vea la Sección 16

3 Identificación de los peligros

- Olor: Olor de fragancia parecida al
- Aspecto: Gas licuado presionizado
- Contacto con los ojos: Puede causar
- Contacto con la piel: Posible congelación de las zonas
- Inhalación: Puede causar mareos, confusión, dolor de cabeza o estuor. En casos de producir
- Peligroso para la capa de ozono (R59)



Peligroso para el medio

- Olor: Olor de fragancia parecida al éter
- Aspecto: Gas licuado presionizado
- pH - no pertinente
- Punto de ebullición -45.6 °C a 760 mm Hg
- Vapour pressure 760 kPa @ 25 °C
- Densidad del vapor (aire = 1) 3.9
- Punto de congelación < -100 grados C a 760 mm Hg
- Insoluble en agua
- Densidad 1240 kg/m³ a 20 grados C
- No inflamable

ANEXO D
FICHAS TECNICAS
Figura 1. Detergente AV-21 GREEN



***PRODUCTOS Y SOLUCIONES PARA LOS SECTORES DE
ALIMENTOS, MANTENIMIENTO, INSTITUCIONAL,
LAVANDERIA, TEXTIL E INDUSTRIA EN GENERAL.***



DETERGENTE AV – 21 GREEN

Detergente especial para el lavado de utensilios de cocina como menaje, ollas, cubiertos, bandejas, cristalería, impartiendo brillo y limpieza significativa. Funciona a la vez de manera apreciable en el lavado de paredes, pisos, equipos y estructuras con elevados niveles de grasa en plantas de procesamiento de alimentos. Biodegradable.

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS

Líquido con colorante. Olor

CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS

Característico o con fragancia

pH (Solución al 1%) 9.8 – 10.5 DENSIDAD (g/cm³) 1.00 – 1.02
ALCALINIDAD (% NaOH) 0 – 0.5

PROPIEDADES Y USOS.

Mezcla de tensoactivos biodegradables, agentes alcalinos y secuestrantes que trabajando sinérgicamente imparten limpieza y brillo apreciables sobre utensilios y superficies. Gracias a sus propiedades no reporta niveles de SAAM ni fenoles en aguas residuales lo cual permite cumplir con los parámetros ambientales establecidos por la ley. Reemplaza perfectamente a la crema lavalosa, detergente en polvo y el jabón en barra (habitualmente usado para dar brillo a ollas y mesones) productos que tradicionalmente son utilizados para satisfacer las necesidades de limpieza en casinos y restaurantes. Para la limpieza de hornos, planchas y parrillas se sugiere el uso del producto **AV-30**.

DOSIFICACION

La dosificación a utilizar es la siguiente:

**LOZA, CRISTALERÍA, CUBIERTOS,
MESONES, BANDEJAS.**

15 ml a 20 ml de producto
por litro de agua.

Preparar en el lavaplatos el volumen necesario para el servicio. Se sugiere cambiar la preparación cuando el nivel de espuma haya desaparecido.



**PRODUCTOS Y SOLUCIONES PARA LOS
SECTORES DE ALIMENTOS, MANTENIMIENTO,
INSTITUCIONAL, LAVANDERIA, TEXTIL E
INDUSTRIA EN GENERAL.**



PISOS, SILLAS Y MESAS. Utilizar la dosis acorde al estado del utensilio o área a lavar.

Baja suciedad. 30 mililitros de producto por litro de agua.

Alta Suciedad. 50 mililitros de producto por litro de agua

PLANTAS DE ALIMENTOS. Utilizar la dosis acorde al nivel de suciedad.

Baja suciedad 1:200 en agua.

Alta Suciedad 1:15 a 1:40 en agua.

MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO

Mantener fuera del alcance de los niños. Evite el contacto con los ojos y la piel. Mantenga el recipiente bien cerrado. En caso de contacto con la piel u ojos, enjuague con suficiente agua por 15 minutos. En caso de ingestión tome mucho agua o leche. No induzca al vómito. Llame a un médico. Se recomienda mantenerlo en lugares frescos; teniendo presente los cuidados elementales para el uso del producto químico

La información suministrada en esta ficha técnica está basada en la experiencia y conocimientos actuales y debe interpretarse como orientativa. Las indicaciones sugeridas no deben tomarse como absolutas, pues los resultados pueden variar de acuerdo con los materiales empleados y las condiciones del proceso.



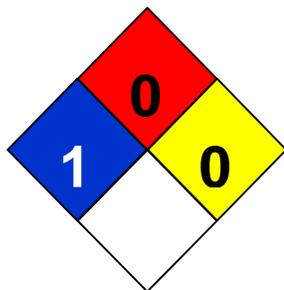
**PRODUCTOS Y SOLUCIONES PARA LOS
SECTORES DE ALIMENTOS, MANTENIMIENTO,
INSTITUCIONAL, LAVANDERIA, TEXTIL E
INDUSTRIA EN GENERAL.**



HOJA DE SEGURIDAD

ROTULO NFPA

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD



DETERGENTE AV 21 GREEN

SECCION 1

IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y

LA COMPANIA. NOMBRE DEL

PRODUCTO: AV-21 GREEN NOMBRE

DEL FABRICANTE: DETER RICO S.A.S.

DIRECCION: Calle 23B No.

108-40 CIUDAD Y PAIS:

Bogotá D.C., Colombia.

TELEFONOS EN CASO DE EMERGENCIA: (57)-(1) 2988629 – Cel. 3107694058

COMPONENTES PELIGROSOS: Referirse al numeral 2.

SECCION 2.

COMPOSICION, INFORMACION SOBRE LOS COMPONENTES PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS.

CAS No.	COMPONENTE	PORCENTAJE	TWA	STEL	CANCERIGENO
10213-79-3	METASILICATO DE SODIO	1,0 A 2,0	15 ppm	NO ESTABLECIDO	NO

SECCION 3.

IDENTIFICACION DE PELIGROS.

Inhalación: En exceso puede causar dolor de cabeza.

Ingestión: Irritante. En exceso puede causar quemaduras.

Piel: Puede causar irritación.

Ojos: Irritante al contacto con el producto.



**PRODUCTOS Y SOLUCIONES PARA LOS
SECTORES DE ALIMENTOS, MANTENIMIENTO,
INSTITUCIONAL, LAVANDERIA, TEXTIL E
INDUSTRIA EN GENERAL.**



SECCION 4.

MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS.

Inhalación:	Trasladar al aire fresco.
Ingestión:	Lavar la boca con agua. Beber agua abundante. No inducir al vómito. Buscar atención médica inmediatamente.
Piel:	Retirar la ropa y calzado contaminados. Lavar la zona afectada con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. 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 producto. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica.

SECCION 5.

MANEJO Y ALMACENAMIENTO.

Almacenamiento: Lugares ventilados, frescos y secos. Rotular los recipientes adecuadamente.

Materiales de empaque compatibles: Acero inoxidable o plástico.

Manipulación: Usar siempre protección personal así sea corta la exposición o la actividad que realice con el producto; usar guantes de caucho o nitrilo. Si se realiza reempaque del producto asegurarse de hacerlo en envases apropiados libres de cualquier otro producto y realizarlo con los elementos adecuados. Mantener estrictas normas de higiene, no fumar ni comer en el sitio de trabajo. Leer las instrucciones de la etiqueta antes de usar el producto.

SECCION 6.

CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCION PERSONAL.

Uso normal: Guantes de nitrilo y/o caucho. Gafas contra salpicadura; visera y delantal si la aplicación es a gran escala. Botas de seguridad o de caucho.

Control de emergencias: Traje de protección completo.

Controles de ingeniería: Debe disponerse de duchas, estaciones lava ojos o en su efecto acceso a una fuente de agua cercana.

Protección respiratoria: Si el uso es el indicado en la ficha técnica no requiere protección respiratoria.

SECCION 7.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS Líquido con colorante. Olor característico o con fragancia

pH (Solución al 1%) 9.8 – 10.5

DENSIDAD (g/cm³) 1.00 – 1.02

ALCALINIDAD (% NaOH) 0 – 0.5



**PRODUCTOS Y SOLUCIONES PARA LOS
SECTORES DE ALIMENTOS, MANTENIMIENTO,
INSTITUCIONAL, LAVANDERIA, TEXTIL E
INDUSTRIA EN GENERAL.**



SECCION 8.

ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD.

Estabilidad: Estable bajo condiciones normales.

Incompatibilidades o materiales a

Evitar: Ácidos fuertes, agentes oxidantes ácidos ya que neutralizan sus propiedades.

SECCION 9.

INFORMACION TOXICOLOGICA.

No hay estudios toxicológicos del producto.

SECCION 10.

INFORMACIÓN ECOLÓGICA.

Producto certificado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogota (EAAB) en cuanto a su biodegradabilidad del 99,97%.

Figura 2. Ficha técnica del peróxido de hidrogeno

 <p>cimpa s.a.s. Insumos y tecnología para la Industria alimentaria</p>	<p>FICHA TÉCNICA PEROXIDO DE HIDROGENO 50% TECNICO</p>	CI-260 / 011
		Versión 001
		Página 1 de 3
		Fecha de Emisión: 04-07-13

Descripción

Líquido pesado, incoloro. Generalmente se vende en solución acuosa de distintas concentraciones. Es fundamentalmente inestable. La descomposición es lenta con material puro pero catalizada por muchas impurezas, especialmente impurezas metálicas. La solución comercial contiene comúnmente un inhibidor.

Es insoluble en alcohol y agua.

Áreas de aplicación

Blanqueo de fibras de celulosa: el peróxido de hidrogeno de calidad grado técnico se utiliza en el blanqueo de fibras de celulosa de maderas, y no madera (bagazo, bambú, cascarilla de arroz y otros); en la industria de la pulpa y el papel, en la pulpa blanqueada, semiblanqueada, pulpa mecánica, químico termo-mecánica y en el reciclaje de papel usado.

Blanqueo de fibras naturales y sintéticas: en la industria textil sirve como blanqueador de fibras naturales y sintéticas y como agente desengomante.

Tratamiento de aguas residuales: eliminación de carga orgánica DQO. DBO. COT; debido a su alto poder de oxidación es empleado en el tratamiento de efluentes para mejorar el DQO, turbidez, color y eliminar otros contaminantes como sulfuros, bisulfuros, cianuros, etc.

El peróxido de hidrogeno reacciona con muchos compuestos, sin embargo algunas veces es necesario agregar algún catalizador, alterar el pH y/o proporcionar el tiempo adecuado para la oxidación de los productos contaminantes no deseados.

Eliminación de colorantes: en la industria azucarera, reduce el color en el proceso de producción del azúcar refinado. Adicionalmente, se utiliza en la reducción de la actividad de microorganismos en los jugos, que dan como resultado un aumento en el rendimiento del proceso.

Tratamiento de efluentes industriales de la industria alimenticia y textil, etc.

Desinfección y esterilización: el peróxido de hidrógeno, se utiliza en la industria alimenticia en las aplicaciones tradicionales de proceso de blanqueo, en los procesos de esterilización de equipos y empaques.

 Insumos y tecnología para la Industria alimentaria	FICHA TÉCNICA PEROXIDO DE HIDROGENO 50% TECNICO	CI-260 / 011
		Versión 001
		Página 1 de 3
		Fecha de Emisión: 04-07-13

Beneficios

Se usa ampliamente para desinfección, esterilización y asepsia. Tiene una buena eficacia contra hongos, virus, esporas bacterianas y bacterias especialmente Gram (+). Actúa gracias a su potente actividad oxidante la cual se incrementa en la fase gaseosa.

Se elaboran desinfectantes ecológicos basados en Peróxido de hidrogeno para usos hospitalarios y en la industria alimenticia.

Dosis

Se utiliza en concentraciones que varían entre 3 y el 30%. Según el producto a elaborar y su formulación.

Composición

Peróxido de hidrogeno.

Especificaciones físico-químicas

H2O2	50 – 50.50 wt %
pH	< 2.5
Gravedad específica a 20°C	1.195 – 1.198
H2O2 gramos / litro a 20°C	598 – 604
Estabilidad (95°C, 16h)	< 10 %
Peso molecular	34.02 g/mol
Apariencia:	solución acuosa de peróxido de alta pureza, bajos residuos , ligeramente estabilizados,
claro	libre de partículas sólidas, olor
ligeramente	

Almacenamiento

Almacene en los recipientes originales, con ventilación, o en instalaciones especiales para el almacenamiento a granel. Mantenga alejado del sol y del calor. Almacene en un área fresca, seca y a prueba de incendios, lejos de fuentes de calor incluyendo fricción e impacto. Almacenar en temperaturas no mayores a 30°C lo cual asegura una vida útil de 1 año.

Embalaje

Garrafa por 30 kg.

 cimpa [®] s.a.s. Insumos y tecnología para la Industria alimentaria	FICHA TÉCNICA PEROXIDO DE HIDROGENO 50% TECNICO	CI-260 / 011
		Versión 001
		Página 1 de 3
		Fecha de Emisión: 04-07-13

Pureza y legislación

Deben siempre consultarse las regulaciones locales en materia de alimentación referentes a la situación de este producto, ya que la legislación sobre su uso puede variar de un país a otro. Podemos facilitar más información sobre el estado legal de ese producto a petición.

Seguridad y manipulación

La hoja de seguridad del material está disponible según se requiera.

País de origen

Colombia.

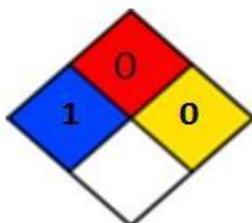
Figura 3. Ficha técnica del rompedor de emulsiones



Ficha Técnica
ROMPEDOR INVERSO

DESEMULSIFICANTE

Descripción El ROMPEDOR DIRECTO es un producto químico líquido viscoso, color café oscuro y altamente soluble en agua. Corrosiva, ataca metales y aleaciones como el zinc, aluminio, cobre, plomo, bronce y latón. Reacciona violentamente con bases como el hidróxido de sodio e hidróxido de potasio. No es inflamable.



Principales Usos Se utiliza especialmente en las siguientes industrias:

AGUAS RESIDUALES

Eliminación de grasas y aceites emulsificados.

PETROLERA

Extracción del agua soluble en el crudo mediante centrifugación.

Propiedades

NOMBRE QUÍMICO	HIDRÓXIDO DE SODIO
APARIENCIA FÍSICA	Líquido café oscuro
DENSIDAD	1,300 – 1,330 g/cm ³
BASICIDAD	30 – 35% %Al ₂ O ₃
COMPONENTE ACTIVO	10 - 14%

**Carrera 13 No 5 A-20 Bodega 8 Etapa 2 Parque
Industrial Montana – Mosquera Cund.
Tel: (1) 893-1186 Cel. 310-2967290**

Aplicación y El área destinada para este fin debe poseer buena ventilación y humedad mínima. El piso debe ser Almacenamiento impermeable y antideslizante.

NOTA: Los derrames de soluciones del ROMPEDOR tornan resbaladizo cualquier piso. Se deben implementar dispositivos adecuados para prevenir y corregir posibles derrames. En el exterior del área se dispondrán suficientes duchas y tomas de agua para emergencias.

Manipulación Todas las operaciones de manejo tales como vaciado, transvase, dilución, descarga, toma de muestras y revisión de depósitos o envases, deben efectuarse bajo ventilación local apropiada y utilizar el equipo de protección personal apropiado: careta protectora, botas altas antideslizantes, guantes largos y delantal de caucho o vinilo.



**Química
Universal**

Figura 4. Ficha técnica del Ácido Muriático HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUIMICOS (HDS)

Fecha de vigencia 2005.04.01

<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">NCh 1411/4</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Elementos de protección</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">NCh 2190</div>
--	---	--

1. Identificación de la sustancia química y del proveedor	
Nombre de la sustancia química Código interno de la sustancia química Nombre del proveedor Dirección Teléfono de Emergencia en Chile Fax e-mail	:: ACIDO MURIATICO : 6010060145 :: QUIMICA UNIVERSAL LTDA. : Lo Zañartu 092 - Quilicura : 603 1883 / 627 0272 : 627 9130 : químicauniversal@adsl.tie.cl
2. Información sobre la sustancia química	
Nombre químico (IUPAC) Fórmula química Sinónimos N° CAS Número NU	:: Cloruro de Hidrógeno : HCl :: Ácido clorhídrico : 7647-01-0 : 1789
3. Identificación de los Riesgos	
Marca en etiqueta NCh 2190 Riesgo Secundario NCh 2120/8 Clasificación de riesgo de la sustancia a) Peligro para la salud de las personas Efectos de una sobreexposición aguda (por una vez) Inhalación Contacto con la Piel Contacto con los Ojos Ingestión Efecto de una sobreexposición crónica (Largo Plazo) Condiciones Médicas que se verán agravadas con la exposición al producto b) Riesgos para el medio ambiente	: ACIDO CLORHIDRICO. Clase 8 : No presenta : Salud: 3 Inflamabilidad: 0 Reactividad:2 : Corrosivo. Puede causar sensación de ardor, tos, dificultad respiratoria, jadeo, dolor de garganta : Puede causar quemaduras cutáneas graves, dolor : Puede causar dolor, visión borrosa, quemaduras profundas graves : No hay información disponible : La sustancia puede afectar el pulmón, dando lugar a bronquitis crónica. : La sustancia puede causar erosiones dentales No hay información disponible : No contaminar cursos de agua, alcantarillados, drenajes, terreno, vegetación

3. Identificación de los Riesgos		continuación...
c) Riesgos especiales de la sustancia	:	En contacto con el aire desprende humos corrosivos de cloruro de hidrógeno
d) Resumen tratamiento de emergencia	:	Aislar y evacuar el área. Cubrir el derrame con material inerte NO usar absorbentes combustibles. GRENA 154 (Guía Norteamericana de Respuesta en caso de Emergencia). Ver sección 6.
4. Medidas de primeros auxilios		
En caso de contacto accidental con el producto, proceder de acuerdo con:		
a) Inhalación	:	Sacar al afectado al aire fresco, mantener en reposo y en posición de semiincorporado. Proporcionar respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica
b) Contacto con la Piel	:	Quitar las ropas contaminadas, objetos personales y zapatos de inmediato. Enjuagar con agua abundante o ducharse y proporcionar asistencia médica
c) Contacto con los Ojos	:	Enjuagar de inmediato con abundante agua durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica
d) Ingestión	:	Enjuagar la boca, dar a beber agua abundante, NO inducir el vómito y proporcionar asistencia médica
Notas especiales para uso médico	:	¡CONSULTAR AL MEDICO DE INMEDIATO EN TODOS LOS CASOS!. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata
5. Medidas para lucha contra el fuego		
Agentes de extinción	:	Usar polvo químico, espuma, dióxido de
Agentes de extinción contraindicados	:	carbono NO usar agua
a) Procedimientos especiales para combatir el fuego	:	Mantener fríos los envases y demás instalaciones rociando con agua pero <u>NO en contacto directo con agua</u>
b) Equipos de protección personal para el combate del fuego	:	Usar ropa de protección completa incluyendo casco y equipo de aire autónomo de presión positiva

6. Medidas para controlar derrames o fugas	
Medidas de emergencia a tomar si hay derrame del material	Aislar y ventilar el área. Apagar cualquier fuente de ignición. Evitar que el derrame se extienda. Recoger el líquido en recipientes adecuados
Equipos de protección personal para atacar la emergencia	Traje de protección completo incluyendo equipo de protección respiratoria
a) Precauciones a tomar para evitar daños al medio ambiente	: Evitar que el derrame alcance cursos de agua, alcantarillados, drenajes, terreno, vegetación
b) Métodos de limpieza	: Esta operación la debe efectuar personal entrenado. Cubrir el derrame con absorbente inerte (NO usar materiales combustibles). Eliminar gas con agua pulverizada. Recoger el derrame en recipientes adecuados (herméticos) identificar para disposición final
b.1) Recuperación	: No hay información disponible
b.2) Neutralización	: No hay información disponible
c) Método de eliminación de desechos	: Se deben enviar a destinatario autorizado. La instalación debe ser apta para tratar residuos peligrosos
Notas sobre tratamiento riesgo secundario	No aplicable



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

HIDRÓXIDO DE SODIO (NaOH)

1. IDENTIFICACION DE LA SUSTANCIA O PREPARADO Y DE LA EMPRESA

Nombre Comercial	:Hidróxido de Sodio
Sinónimos	: Sosa Cáustica, Soda cáustica
Formula Química	: NaOH
Peso Molecular	: 39,99713 g/mol
Uso	: Fabricación de papel, tejidos, y detergentes.
Identificación de la Empresa	: Pontificia Universidad Javeriana www.javerianacali.edu.co
Número Telefónico	: PBX. (572) 321 8200 – 711: Emergencias Médicas 555: Servicios Generales

2. IDENTIFICACION DE LOS PELIGROS

Identificación de Riesgos	VENENO! ¡PELIGRO! CORROSIVO. Puede ser mortal si se ingiere. PERJUDICIAL si se inhala. Provoca quemaduras en un área de contacto. Reacciona con agua, ácidos y otros materiales.
Síntomas relacionados con la exposición	
- Inhalación	: Irritante Severo: Efectos de la inhalación de polvo o niebla varían desde una irritación leve de daño grave del tracto respiratorio superior, dependiendo de la severidad de la exposición. Los síntomas pueden incluir estornudos, dolor de garganta o la nariz que moquea. Puede ocurrir Neumonitis severa.
- Contacto con los ojos	: Corrosivo! Causa irritación de los ojos, y con mayor exposición puede causar quemaduras que pueden dar lugar al deterioro permanente de la visión, incluso ceguera.
- Contacto con la piel	: Corrosivo! El Contacto con la piel puede causar irritación o quemaduras graves y cicatrices con una mayor exposición.
- Ingestión	: Corrosivo! La ingestión puede causar quemaduras severas de la boca, garganta y estómago. Los síntomas pueden incluir sangrado, vómitos, diarrea, caída de la presión arterial. El daño puede aparecer días después de la exposición.

HIDRÓXIDO DE SODIO (NaOH)

3. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

Nombre del Componente	Porcentaje p/p	C.A.S
Hidróxido de Sodio	99 a 100%	1310-73-2

4. PRIMEROS AUXILIOS

Primeros Auxilios	
- Inhalación	: Trasladar al aire fresco. Si no respira, dar respiración artificial. Si la respiración es difícil, dar oxígeno. Conseguir atención médica.
- Contacto con los ojos	: Lavar los ojos inmediatamente con abundante agua durante al menos 15 minutos, abriendo y cerrando los párpados ocasionalmente. Conseguir atención médica inmediatamente.
-Contacto con la piel	: En caso de contacto, limpie el exceso de material de la piel luego lave inmediatamente la piel con abundante agua durante al menos 15 minutos. Quítese la ropa y zapatos contaminados. Lave la ropa y los zapatos antes de usarlos nuevamente. Conseguir atención médica.
-Ingestión	: NO inducir el vómito! Dar grandes cantidades de agua o leche si está disponible. No dar nada por boca a una persona inconsciente. Obtenga atención médica inmediatamente.

5. CONTROLES DE LA EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

Protección personal	
- Protección de las vías respiratorias	: Ventilación y/o protección respiratoria.
- Protección de las manos y cuerpo	: Guantes de látex desechables, bata de laboratorio



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Cali



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Cali

Página 4 de 6

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

HIDRÓXIDO DE SODIO (NaOH)

- Protección para la piel	: Utilizar ropa de trabajo adecuada que evite el contacto del producto
- Protección para los ojos	: Gafas químicas o gafas de seguridad. Mantener una ducha de emergencia visible y de fácil acceso al área de trabajo.
- Ingestión	: No comer, no beber y no fumar durante el trabajo.
-Medidas de higiene particulares	: sustituir la ropa contaminada y sumergir en agua. Lavar las manos al termino del trabajo
- Control de exposición	:
-Parámetros de Exposición	
-TLV-TWA (ppm) (mgr/m3):	: N.D
-TLV-STEL (ppm) (mgr/m3):	: N.D.
-TLV-C (ppm):	: N.D.

6. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Estado físico a 20°C	:Sólido
Color	: Incoloro, transparente.
Olor	:Inodoro
Punto de fusión [°C]	: 323 °C
Punto de ebullición [°C]	: 1390 °C
Densidad	: 2,1 g/cm ³
pH	: 13 a 14 (0,5% disoln.)
Solubilidad en agua	: 111 g/100 ml (20 °C)
Limites de explosión - Inferior [%]	: N.A.
Limites de explosión - Superior [%]	: N.A.
Peso Molecular	: 39,99713 g/mol

7. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad y reactividad	: Estable e condiciones normales de manipulación y almacenamiento. Puede recoger lentamente la humedad del aire y reacciona con dióxido de carbono del aire para formar carbonato de sodio.
Incompatibilidades :	: El hidróxido de sodio en contacto con ácidos y compuestos orgánicos halogenados, especialmente el tricloroetileno, puede provoca reacciones violentas. El contacto con nitrometano y otros compuestos nitro similares provoca la formación de sales sensibles al choque. El contacto con metales como el aluminio, magnesio, estaño, zinc puede provocar la formación de gas hidrógeno inflamable. El

HIDRÓXIDO DE SODIO (NaOH)

hidróxido de sodio, aunque bastante diluido, reacciona fácilmente con varios azúcares para producir monóxido de carbono.

Condiciones a evitar

: Humedad, polvo e incompatibles.

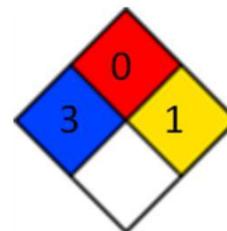
8. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

-Símbolos

-Clasificación según la norma NFPA 704



CORROSIVO



Peligro a la salud = 3; Peligro de Inflamabilidad = 0;
Peligro de Reactividad = 1.

Frases S:

-S26 En caso de contacto con los ojos, lávelos inmediatamente con abundante agua y buscar atención médica.

-S37 Usen guantes adecuados.

-S39 Úsese protección para ojos y cara. -S45 En caso de accidente o malestar, acuda inmediatamente al médico (mostrar la etiqueta siempre que sea posible.)

Figura 6. Ficha técnica del Biodyne 301



FICHA TECNICA PRODUCTO TERMINADO	BIODYNE® 301 Agroindustrial	ROTULO NFPA 	
1. INFORMACION GENERAL			
1.1 Tipo de Producto:	Inoculante ambiental en forma líquida.		
1.2 Nombre del producto:	Biodyne® 301 Agroindustrial.		
1.3 Fabricante:	Biodyne, Inc. Sarasota, Florida – Estados Unidos.		
1.4 Composición:	2 x 10 ⁸ microorganismos / ml aproximadamente. Biodyne® 301 Agroindustrial está compuesto por 29 cepas de bacterias vivas benéficas (algunas facultativas) con diferentes capacidades de degradación: grasa animal y vegetal, aceites, almidones, proteínas y ácido sulfhídrico. El vehículo es un nutriente líquido a base de proteínas de origen vegetal, azúcares y elementos minerales.		
1.5 Representante para Colombia:	Biodyne Bogotá SAS.		
1.6 Indicaciones:	<ul style="list-style-type: none"> • Biotratamiento de aguas residuales: PTAR (Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales), pozos sépticos, trampas de grasa y cajas de paso. • Biotratamiento de estanques y lagos con problemas de algas (eutrofización). • Control de olores en instalaciones pecuarias. 		
1.7 Beneficios:	<ul style="list-style-type: none"> • PTAR: promueve remoción de DBO y DQO, reducción de lodos y control de olores. • Pozos sépticos: reducción de lodos, control de olores, promueve remoción de DBO y DQO y ayuda a mantener despejada las zonas filtrantes. • Trampas de grasa: reducción de grasas (facilita las tareas de limpieza), control de olores y prevención de obstrucciones de drenajes. • Estanques y lagos: controla algas de forma indirecta al competir por los nutrientes. • Instalaciones pecuarias: ambiente más saludable al degradar materia orgánica acumulada en superficies como pisos y paredes. 		
1.8 Presentaciones:	<ul style="list-style-type: none"> • Envase plástico de 4 litros. • Envase plástico de 20 litros. 		
2. INSTRUCCIONES DE USO			
2.1 Elementos de protección personal:	Guantes y tapabocas.		
2.2 PTAR	<p>Dosis de Choque: Inicialmente se recomienda suministrar una dosis de choque durante 3 – 5 días. El cálculo de la dosis depende de múltiples factores: tipo de residuos a tratar, caudal, variaciones en la producción, eficiencia del sistema, carga orgánica (DBO y DQO), temperatura, tiempo de retención, uso de lodos activados, etc. Usualmente se maneja 1 litro por cada 20 – 40 m³ de agua residual a tratar.</p> <p>Dosis de Mantenimiento: 1 litro / 50 – 100 m³. En PTAR municipales se puede manejar hasta 1 litro por cada 100 – 300 m³ de agua residual.</p> <p>Para recibir asesoría sobre las dosis a inocular favor contactar a un Distribuidor autorizado o al Área de Soporte Técnico de Biodyne Bogotá SAS.</p> <p>Lugar de Aplicación: usualmente los microorganismos se inoculan en el tanque biológico.</p>		
2.3 Pozos Sépticos	<p>Dosis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Viviendas: 1 galón cada 4 -6 meses. • Fincas y casas de descanso: 1 galón durante las temporadas de alta ocupación. • Hoteles, restaurantes, casinos, colegios, empresas, etc. con sistema séptico: las dosis dependen del volumen de los tanques, los intervalos de succión, la ocupación, el número de baños, la cantidad de comidas preparadas, la existencia de cajas de paso y trampas de grasa, entre otros. Usualmente se inocula entre 2 – 5 litros y se programan aplicaciones semanales o quincenales. Para mayor información sobre las dosis y frecuencias favor contactar al Distribuidor o al Área de Soporte Técnico de Biodyne Bogotá SAS. <p>Forma de aplicación: a través de los sanitarios, orinales y demás puntos conectados al sistema o directamente en el tanque.</p> <p>Importante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En el caso de viviendas, fincas y casas de descanso se recomienda aplicar la totalidad del galón en una sola dosis. • Si el pozo séptico es nuevo o se ha succionado recientemente se debe usar durante 3 - 5 días antes de la aplicación del 		

CÓDIGO: F 04 PR 11- P
 VERSIÓN: 02
 FECHA: 28 de Octubre de 2015
 Página 1 de 2

www.biodyne-bogota.com E-mail: info@biodyne-bogota.com
 Tel: (57)(1) 8625491 Cel. 310 856 3486 Dir: Cr 13 # 15 – 83 Int. 1. Chia. Cundinamarca. Colombia.

Biodyne® Work ...microbiología ambiental, desde 1989. "The VIABLE Alternative"

Figura 7. Ficha técnica del hipoclorito de sodio

HIPOCLORITO SODICO 15% Cl Activo Hipoclorito de sodio 15% Cl activo



1 IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O LA MEZCLA Y DE LA SOCIEDAD O EMPRESA

- 1.1 Identificador del producto:** HIPOCLORITO SODICO 15% Cl Activo
Hipoclorito de sodio 15% Cl activo
- 1.2 Usos pertinentes identificados** Varios. Uso exclusivo profesional. **de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados:**
- 1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad:** New Química S.L.
C/ Porvenir 9
28028 Madrid - Madrid - Spain
Tfno.: +34 918 170 015 - Fax: +34 918 170 562
newquimica@newquimica.es
www.newquimica.es
- 1.4 Teléfono de emergencia:** 918 170 015 (Horario 8:30-14:00 y 15:00-18:00)

2 IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

2.1 Clasificación:

Directiva 67/548/CE y Directiva 1999/45/CE:

La clasificación de la mezcla se ha realizado conforme con el R.D. 363/1995 (Directiva 67/548/CE) y el R.D.255/2003 (Directiva 1999/45/CE), adaptando sus disposiciones al Reglamento (CE) nº1907/2006 (Reglamento REACH) de acuerdo al R.D. 1802/2008.

C: R34 - Provoca quemaduras

N: R50 - Muy tóxico para los organismos acuáticos R31 - En contacto con ácidos libera gases tóxicos

2.2 Efectos adversos para la salud y el medio ambiente:

Directiva 67/548/CE y Directiva 1999/45/CE:

De acuerdo a la legislación los elementos del etiquetado son los siguientes:



Corrosivo



Peligroso para el medio ambiente

Frases R:

R31: En contacto con ácidos libera gases tóxicos

R34: Provoca quemaduras

R50: Muy tóxico para los organismos acuáticos

Frases S:

S26: En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico

S36/37/39: Úsese indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/la cara

S45: En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstrele la etiqueta)

S57: Utilícese un envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente

S61: Evítese su liberación al medio ambiente Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad

Información suplementaria:

No aplicable

2.3 Otros peligros

No aplicable

3 COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

Descripción química: No definida

Componentes:

De acuerdo al Anexo II del Reglamento (CE) nº1907/2006 (punto 3.2), la mezcla presenta las siguientes sustancias peligrosas:

HIPOCLORITO SODICO 15% Cl Activo
Hipoclorito de sodio 15% Cl activo



3 COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES (continúa)

Identificación	Nombre químico/clasificación		Concentración
CAS: 7681-52-9 Ce: 231-668-3 Index: 017-011-00-1 REACH:	Hipoclorito de sodio	ATP CLP00	10-25 %
	Directiva 67/548/CE	C: R34; N: R50; R31 	
	Reglamento 1272/2008	Corr. cut. 1B: H314; Acuático agudo. 1: H400 	

Para ampliar información sobre la peligrosidad de la sustancias consultar los epígrafes 8, 11, 12 y 16.

4 PRIMEROS AUXILIOS

4.1 Descripción de los primeros auxilios:

Requerir asistencia médica inmediata, mostrándole la FDS de este producto

Por inhalación:

Sacar al afectado del lugar de exposición, suministrarle aire limpio y mantenerlo en reposo. En casos graves como parada cardiorespiratoria, se aplicarán técnicas de respiración artificial (respiración boca a boca, masaje cardíaco, suministro de oxígeno, etc.) requiriendo asistencia médica inmediata.

Por contacto con la piel:

Quitar la ropa y los zapatos contaminados, aclarar la piel o duchar al afectado si procede con abundante agua fría y jabón neutro. En caso de afección importante acudir al médico. Si la mezcla produce quemaduras o congelación, no se debe quitar la ropa debido a que podría empeorar la lesión producida. En el caso de formarse ampollas en la piel, éstas nunca deben reventarse ya que aumentaría el riesgo de infección.

Por contacto con los ojos:

Enjuagar los ojos con abundante agua a temperatura ambiente al menos durante 15 minutos. Evitar que el afectado se frote o cierre los ojos. En el caso de que el accidentado use lentes de contacto, éstas deben retirarse siempre que no estén pegadas a los ojos, de otro modo podría producirse un daño adicional. En todos los casos, después del lavado, se debe acudir al médico lo más rápidamente posible con la FDS del producto.

Por ingestión:

Requerir asistencia médica inmediata, mostrándole la FDS de este producto. No inducir al vómito, porque su expulsión del estómago puede provocar daños en la mucosa del tracto digestivo superior, y su aspiración, al respiratorio. Enjuagar la boca y la garganta, ya que existe la posibilidad de que hayan sido afectadas en la ingestión. En el caso de pérdida de consciencia no administrar nada por vía oral hasta la supervisión del médico. Mantener al afectado en reposo.

4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados:

No hay síntomas ni efectos retardados.

4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente:

No aplicable



5 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

5.1 Información de propiedades físicas y químicas básicas:

Para completar la información ver la ficha técnica del producto.

Aspecto físico:

Estado físico a 20 °C:	Líquido
Aspecto:	No disponible
Color:	No disponible
Olor:	No disponible

Volatilidad:

Temperatura de ebullición a presión atmosférica:	100 °C
Presión de vapor a 20 °C:	2349,93 Pa
Presión de vapor a 50 °C:	12381,01 Pa (12,38 kPa)
Tasa de evaporación a 20 °C:	No aplicable *

Caracterización del producto:

Densidad a 20 °C:	1057,539 kg/m ³
Densidad relativa a 20 °C:	1,058
Viscosidad dinámica a 20 °C:	1,41 cP
Viscosidad cinemática a 20 °C:	1,33 cSt
Concentración:	No aplicable *
pH:	No aplicable *
Densidad de vapor a 20 °C:	No aplicable *
Coefficiente de reparto n-octanol/agua a 20 °C:	No aplicable *
Solubilidad en agua a 20 °C:	No aplicable *
Propiedad de solubilidad:	No aplicable *
Temperatura de descomposición:	No aplicable *

Inflamabilidad:

Temperatura de inflamación:	No inflamable
Temperatura de autoignición:	No aplicable *
Límite de inflamabilidad inferior:	No aplicable *
Límite de inflamabilidad superior:	No aplicable *

5.2 Información adicional:

Tensión superficial a 20 °C:	No disponible
Índice de refracción:	No disponible

Compuestos orgánicos volátiles:

En aplicación al R.D.117/2003 (Directiva 1999/13/CE), este producto presenta las siguientes características:

C.O.V. (Suministro):	0 % peso
Concentración C.O.V. a 20 °C:	No aplicable *
Número de carbonos medio:	No aplicable *
Peso molecular medio:	No aplicable *



6 ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD (continúa)

6.1 Estabilidad química:

Estable químicamente bajo las condiciones indicadas de almacenamiento, manipulación y uso.

6.2 Posibilidad de reacciones peligrosas:

Bajo las condiciones indicadas no se esperan reacciones peligrosas que puedan producir una presión o temperaturas excesivas.

6.3 Condiciones que deben evitarse:

Choque y fricción	Contacto con el aire	Calentamiento	Luz Solar	Humedad
No aplicable	No aplicable	No aplicable	No aplicable	No aplicable

6.5 Materiales incompatibles:

Ácidos	Agua	Materias comburentes	Materias combustibles	Otros
Libera gases tóxicos	No aplicable	Precaución	No aplicable	No aplicable

6.4 Productos de descomposición peligrosos:

Ver epígrafe 10.4 y 10.5 para conocer los productos de descomposición específicamente. En dependencia de las condiciones de descomposición, como consecuencia de la misma pueden liberarse mezclas complejas de sustancias químicas: dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono y otros compuestos orgánicos.

7 INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

7.1 Información sobre los efectos toxicológicos:

No se disponen de datos experimentales de la mezcla en sí misma relativos a las propiedades toxicológicas. A la hora de realizar la clasificación de peligrosidad sobre efectos corrosivos o irritantes se han tenido en cuenta las recomendaciones contenidas en el apartado 3.2.5 del Anexo VI del R.D.363/1995 (Directiva 67/548/CE) y en los párrafos b) y c) del apartado 3 del artículo 6 del R.D.255/2003 (Directiva 1999/45/CE).

Efectos peligrosos para la salud:

En caso de exposición repetitiva, prolongada o a concentraciones superiores a las establecidas por los límites de exposición profesionales, pueden producirse efectos adversos para la salud en función de la vía de exposición:

A.- Ingestión:

Producto corrosivo, su ingesta provoca quemaduras destruyendo los tejidos en todo su espesor. Para más información sobre efectos secundarios por contacto con la piel ver epígrafe 2.

B- Inhalación:

Puede ser mortal tras periodos de exposición prolongados, ya que en contacto con los ácidos libera gases tóxicos C-

Contacto con la piel y los ojos:

Principalmente el contacto con la piel destruyen los tejidos en todo su espesor, provocando quemaduras. Para más información sobre efectos secundarios por contacto con la piel ver epígrafe 2.

D- Efectos CMR (carcinogenicidad, mutagenicidad y toxicidad para la reproducción):

El producto no es clasificado como peligroso con efectos carcinogénicos, mutagénicos o tóxicos para la reproducción, no presentando sustancias clasificadas como peligrosas por los efectos descritos. Para más información ver epígrafe 3.

E- Efectos de sensibilización:

El producto no es clasificado como peligroso con efectos sensibilizantes, no presentando sustancias clasificadas como peligrosas con efectos sensibilizantes. Para más información ver epígrafe 3.

F- Toxicidad específica en determinados órganos (STOT)-exposición única:

El producto no es clasificado como peligroso por este efecto, no presentando sustancias clasificadas como peligrosas por este efecto. Para más información ver epígrafe 3.

G- Toxicidad específica en determinados órganos (STOT)-exposición repetida:

El producto no es clasificado como peligroso por este efecto, no presentando sustancias clasificadas como peligrosas por este efecto. Para más información ver epígrafe 3.

HOJA TECNICA

COLOR EN PASTILLAS

DESINFECTANTE

Versión: 001-2011

1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un ácido y a la vez, un oxidante fuerte; al disolverse en el agua se ácido hipocloroso y ácido isocianurico, este ultimo evita la perdida de cloro por los rayos uv, presenta olor a cloro. Ofrece un mínimo de 90% de cloro activo.
Número de CAS 87-90-1

2. CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO

NOMBRE COMERCIAL	COLOR EN PASTILLAS
PESO MOLECULAR	232.41 g/mol
FORMULA QUIMICA	$C_3O_3N_3Cl_3$
NOMBRE QUIMICO	ACIDO TRICLOROISOCIANURICO,TRICLORO-1,3,5-TRIAZINATRIONA
APARIENCIA	TABLETAS DE COLOR BLANCO, de 200g cada una, SOLUBLE EN AGUA

3. REQUERIMIENTOS

PARAMETROS	ESPECIFICACION
Cloro activo, %	90.0 min.
Insolubles,%	5.0 máx.
Humedad, %	8.0 máx.
Densidad Aparente, g/mL	0.70 - 0.90
Estabilidad	Se descompone a temperaturas mayores de 204.4°C
Olor	Característico de cloro o hipoclorito

4. APLICACIONES

Es una fuente excelente de cloro altamente concentrada para la limpieza, el blanqueo, la desinfección y la sanitización. Se puede usar como tal para formulaciones de productos donde una tasa de disolución lenta, facilidad de tableteo y un alto contenido de cloro son importantes. Puede también ser formulado en blanqueadores, polvos limpiadores, mezclas sanitizantes y limpiadores para aplicaciones industriales e institucionales. Para uso como desinfectante en piscinas.

5. INSTRUCCIONES DE USO

Las tabletas deben ser colocadas sólo en dispositivos diseñados para contenerlas; no mezclarlas con otros productos químicos. La dosis sugerida es de 1 pastilla o tableta por cada 20m³ de agua. Continuamente monitorear el cloro en un rango de 1 – 3 ppm

6. PRESENTACION Y DESPACHO

Pote plástico por 1Kg. Con un contenido de 5 pastillas protegidas por bolsas de polietileno; Balde de plástico de 50 Kg. Con un contenido de 250 pastillas protegidas también con bolsa al interior; para asegurar la conservación del producto.

7. CONDICIONES DE ALMACENAJE Al ser un oxidante fuerte, debe evitarse el contacto con fuentes de calor, álcalis, materiales orgánicos y combustibles, aceites, etc. debido a que pueden causar fuegos intensos, explosiones, ó gases tóxicos

ANEXO E
TABULACION DE DATOS

En la tabla 1 se muestran los datos de los parámetros medidos en la caja de inspección de la empresa. pH, temperatura medida en °C y caudal medida en (L/s):

Tabla 1. Datos de los parámetros medidos en la caja de inspección

Hora	pH	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
7:00	8,6	16,5	0,248
7:15	8,54	16,5	0,466
7:30	8,45	16,5	0,083
7:45	8,47	16,5	0,011
8:00	8,22	16,3	0,008
8:15	8,1	16,4	0,013
8:30	8,03	16,6	0,093
8:45	7,8	16,7	0,189
9:00	7,83	16,9	0,372
9:15	7,95	17	0,065
9:30			0
9:45	8,5	17,1	0,112
10:00	8,47	17,1	0,098
10:15	8,2	16,7	0,107
10:30	8,27	16,8	0,085
10:45	8,19	16,7	0,075
11:00	8,2	16,6	0,115
11:15	8,31	17	0,109
11:30	8,32	17	0,11
11:45	8,28	17,2	0,087
12:00	8,25	17,2	0,089
12:15	8,11	17	0,068
12:30	8,47	17	0,076
12:45	8,36	17	0,114
13:00	8,42	17,2	0,123
13:15	8,37	17,1	0,119
13:30	8,3	17	0,091
13:45	8,12	17,2	0,108
14:00			0
14:15			0
14:30			0
14:45			0

Tabla 1. (Continuación)

Hora	pH	Temperatura (°C)	Caudal (L/s)
15:00	8,4	18,4	0,027
15:15	8,34	18,2	0,025
15:30	8,42	18,3	0,074
15:45	8,43	18	0,11
16:00	8,55	18,1	0,134
16:15	8,33	17,8	0,084
16:30	8,4	17,5	0,156
16:45	8,28	17,5	0,051
17:00	8,17	17,4	0,042

En la tabla 2 y 3 se visualiza el caudal tomado del agua de vertimientos de los días lunes y martes respectivamente

Tabla 2. Caudal vs tiempo día lunes

HORA	CAUDAL (L/s)
7:00	0,302
7:30	0,482
8:00	0,101
8:30	0,072
9:00	0
9:30	0,171
10:00	0,188
10:30	0,085
11:00	0,092
11:30	0,115
12:00	0,047
12:30	0,071
13:00	0,105
13:30	0,113
14:00	0
14:30	0
15:00	0,03
15:30	0,066
16:00	0,045
16:30	0,108
17:00	0,051

Tabla 3. Caudal vs tiempo día martes

HORA	CAUDAL (L/s)
7:00	0,352
7:30	0,492
8:00	0,201
8:30	0,122
9:00	0
9:30	0,031
10:00	0,115
10:30	0,035
11:00	0,052
11:30	0,085
12:00	0,054
12:30	0,055
13:00	0,098
13:30	0,107
14:00	0
14:30	0
15:00	0,243
15:30	0,092
16:00	0,088
16:30	0,105
17:00	0,029

En la tabla 4 se muestran los parámetros tomados en la caja de inspección en el año 2014, dichos parámetros son el pH, la temperatura y el caudal, se observa igualmente que en las hora de 14 a 15 no hay vertimiento ya que es la hora del almuerzo

Tabla 4. Datos de los parámetros medidos en la caja de inspección 2014

Hora	pH	Temperatura(°C)	Caudal (L/s)
7:00	6,69	18	0,177
7:15	6,8	17	0,165
7:30	6,79	18	0,067
7:45	6,9	18	0,036
8:00	6,93	17,5	0,065
8:15	6,84	18	0,037
8:30	6,89	18	0,013

Tabla 4. (Continuación)

Hora	pH	temperatura(°C)	caudal (L/s)
8:45	6,94	18	0,004
9:00	6,84	18	0,003
9:15	6,72	18	0,022
9:30	6,8	17	0,016
9:45	6,85	18	0,229
10:00	6,79	17	0,164
10:15	6,97	18	0,082
10:30	6,91	18	0,113
10:45	6,86	19	0,267
11:00	6,94	18	0,146
11:15	6,34	18,5	0,015
11:30	6,89	18,5	0,008
11:45	6,77	18	0,008
12:00	6,94	18	0,049
12:15	6,86	19	0,007
12:30	7,01	19	0,083
12:45	7,13	18,5	0,09
13:00	7,09	18	0,032
13:15	7,12	19	0,022
13:30	7,15	18	0,035
13:45	7,2	17,5	0,029
14:00			0
14:15			0
14:30			0
14:45			0
15:00	7,21	19	0,019
15:15	7,2	18	0,014
15:30	7,28	18	0,011
15:45	7,16	18	0,004
16:00	7,22	19	0,004
16:15	7,14	17,5	0,003
16:30	7,18	18	0,004
16:45	7,26	18	0,004
17:00	7,32	17,5	0,007

ANEXO F
RESULTADOS ORIGINALES DE LAS CARACTERIZACIONES
Figura 1. Caracterización 2015

 ANALQUIM LTDA. ANALISIS FISICOQUIMICOS Y CALIDAD DEL AIRE	MONITOREO Y CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL	INDUSTRIA SALSAMENTARIA EL BOHEMIO LTDA.
	Septiembre 14 de 2015	

10. COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON LA RESOLUCIÓN 3957/2009 SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE

A continuación se presenta la comparación de los resultados obtenidos de la muestra de agua analizada en el Laboratorio contra los valores máximos permisibles de la Resolución No. 3957 del 19 de Junio de 2009¹ establecida por la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá D.C., para vertimientos realizados a la red de alcantarillado público en la ciudad de Bogotá.

TABLA 6. COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON NORMATIVIDAD

INDUSTRIA SALSAMENTARIA EL BOHEMIO LTDA.					
AGUA RESIDUAL					
PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR OBTENIDO EN LABORATORIO	RESOLUCIO N 3957/2009	CUMPLIMIENTO NORMATIVIDAD	CARGA CONTAMINANTE (Kg/DIA)
DBO ₅	mg/L	112	800	Cumple	0.4395
DQO	mg/L	264	1500	Cumple	1.0359
Fenoles	mg/L	<0.07	0.2	Cumple	0.0003
Grasas y aceites	mg/L	30	100	Cumple	0.1177
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	52	600	Cumple	0.2040
Tensoactivos	mg/L	2.77	10	Cumple	0.0109
Caudal	L/s	0.109	N.E.	N/A	N/A
pH	Unidades	7.80-8.60	5.0 - 9.0	Cumple	N/A
Sólidos Sedimentables	mL/L	<0.1-0.1	2	Cumple	N/A
Temperatura	°C	16.3-18.4	30	Cumple	N/A

Observaciones: El signo "<" que se indica en la columna "Valor Obtenido en Laboratorio", se utiliza cuando el dato obtenido por la técnica analítica reportada es inferior al dato mínimo cuantificable con precisión aceptable.

Carga Contaminante calculada como se referencia en la Resolución 3957/2009 tomando como base el tiempo aprox. de descarga al día.

N.E. Valor No Establecido en Resolución 3957/2009; N/A: No Aplica.

Ver anexo: Informe de Resultados del Laboratorio Analquim Ltda., referencia código No. 108652 con fecha de expedición del 28 de Septiembre de 2015.

Relación de documentos anexo del informe:

1. Informe de Resultados del Laboratorio Analquim Ltda., referencia código No. 108652 con fecha de expedición del 28 de Septiembre de 2015.
2. Certificado de calibración de equipos de campo. Informe de calibración del Potenciómetro No. C.E-009-2015, Analquim Ltda.
3. Resolución de calidad del servicio del Laboratorio Analquim Ltda.; Resolución No. 3379 del 20 de Noviembre de 2014, proferida por el IDEAM "Por la cual se extiende el alcance de la acreditación de la sociedad ANALQUIM LTDA., para producir información cuantitativa, física, química y microbiológica, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes"

¹ "Por la cual se establece la norma técnica, para el control y manejo de los vertimientos realizados a la red de alcantarillado público en el Distrito Capital".

Figura 2. Caracterización de 2014

 ANALQUIM LTDA.	MONITOREO Y CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL	INDUSTRIA SALSAMENTARIA EL BOHEMIO LTDA.
		Septiembre 08 de 2014

10. COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON LA RESOLUCIÓN 3957/2009 SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE

A continuación se presenta la comparación de los resultados obtenidos de la muestra de agua analizada en el Laboratorio contra los valores máximos permisibles de la Resolución No. 3957 del 19 de Junio de 2009¹ establecida por la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá D.C., para vertimientos realizados a la red de alcantarillado público en la ciudad de Bogotá.

TABLA 6. COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON NORMATIVIDAD INDUSTRIAL SALSAMENTARIA EL BOHEMIO LTDA AGUA RESIDUAL

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR OBTENIDO EN LABORATORIO	RESOLUCIÓN 3957/2009	CUMPLIMIENTO NORMATIVIDAD	CARGA CONTAMINANTE (Kg/DIA)
DBO ₅	mg/L	156	800	Cumple	0.326
DQO	mg/L	223	1500	Cumple	0.466
Fenoles	mg/L	<0.07	0.2	Cumple	0.000
Grasas y aceites	mg/L	12	100	Cumple	0.025
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	43	600	Cumple	0.090
Tensoactivos	mg/L	7.59	10	Cumple	0.016
Caudal	L/s	0.058	N.E.	N/A	N/A
pH	Unidades	6.34-7.34	5.0 - 9.0	Cumple	N/A
Sólidos Sedimentables	mL/L	<0.1	2	Cumple	N/A
Temperatura	°C	17.0-19.0	30	Cumple	N/A

Observaciones: El signo "<" que se indica en la columna "Valor Obtenido en Laboratorio", se utiliza cuando el dato obtenido por la técnica analítica reportada es inferior al dato mínimo cuantificable con precisión aceptable.
 Carga Contaminante calculada como se referencia en la Resolución 3957/2009 tomando como base el tiempo aprox. de descarga al día.
 N.E.: Valor No Establecido en Resolución 3957/2009; N/A: No Aplica.
 Ver anexo: Informe de Resultados del Laboratorio Analquim Ltda., referencia código No. 89902 con fecha de expedición del 20 de Septiembre del 2014.

Relación de documentos anexo del informe:

1. Informe de Resultados del Laboratorio Analquim Ltda., referencia código No. 89902 con fecha de expedición del 20 de Septiembre del 2014.
2. Certificado de calibración de equipos de campo. Informe de calibración No. Co-IC-0369-13, Cobalto Ltda.
3. Resolución de calidad del servicio del Laboratorio Analquim Ltda.; Resolución No. 2.656 del 25 de octubre del 2013, proferida por el IDEAM "Por la cual se extiende el alcance de la acreditación de la

¹ "Por la cual se establece la norma técnica, para el control y manejo de los vertimientos realizados a la red de alcantarillado público en el Distrito Capital".

Figura 3. Caracterización de parámetros para la calidad y reúso del agua de



ANALQUIM LTDA.
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y CALIDAD DEL AIRE



INFORME DE RESULTADOS DE LABORATORIO

CÓDIGO: 119396
PÁGINA: 1 de 1

SEÑOR(ES): **AURA MARIA CRUZ ANDRADE**
DIRECCIÓN: **CRA 40 # 17 A - 30** TELÉFONO: **3057107020**
MUESTRA PROCEDENTE DE : **BOGOTA** DEPARTAMENTO: **CUNDINAMARCA**
LUGAR TOMA DE LA MUESTRA: **TRAMPA DE GRASA**
PUNTO DE CAPTACIÓN: **4 COMPARTIMIENTO**
TIPO DE MUESTRA : **AGUA RESIDUAL**
FECHA DE TOMA DE LA MUESTRA: **18-ABR-2016** HORA TOMA DE LA MUESTRA: **09:00 H**
FECHA RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: **18-ABR-2016**

RESULTADOS

ENSAYO	FEC-ANALISIS	TECNICA DE ANALISIS	REFERENCIA	RESULTADO
a. ACIDEZ TOTAL	19-ABR-2016	Titulometría	SM 2310 B	11 mg/L CaCO3
a. ALCALINIDAD TOTAL	19-ABR-2016	Titulometría	SM 2320 B	48 mg/L CaCO3
a. CLORUROS	19-ABR-2016	Argentométrico	SM 4500 CL- B	12.0 mg/L Cl-
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	18-ABR-2016	Filtración por membrana	SM 9222 D	42X10E5 UFC/100 mL
a. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	19-ABR-2016	Electrométrico	SM 2510 B	174.7 µS/cm a 25°C
DUREZA CÁLCICA	19-ABR-2016	Titulometría - EDTA	SM 3500 Ca-B	38 mg/L CaCO3
DUREZA DE MAGNESIO	19-ABR-2016	Cálculo	SM 3500 Mg-B	<4 mg/L CaCO3
a DUREZA TOTAL	19-ABR-2016	Volumétrico con EDTA	SM 2340 C	39 mg/L CaCO3
a. GRASAS Y ACEITES	21-ABR-2016	Extracción Soxhlet	SM 5520 D	1238 mg/L
a. HIERRO	28-ABR-2016	A.A de Llama	SM 3111 B	0.49 mg/L Fe
a. HUEVOS DE HELMINTO	18-ABR-2016	Método modificado de Bailenger	OMS 1996	0 Huevos/L
a. ORTOFOSFATOS - FOSFATOS	19-ABR-2015	Colorimetría - Cloruro Estañoso	SM 4500 P-D	1.02 mg/L P
a. PH	19-ABR-2016	Electrométrico	SM 4500 H-B	7.20 Unidades
a. SALMONELLA SP	18-ABR-2016	Aislamiento e Identificación en placa	SM 9260 B	Ausencia A/P
a. SULFATOS	19-ABR-2015	Turbidimétrico	SM 4500-SO4 E	439.8 mg/L SO4
a. TURBIEDAD	19-ABR-2016	Nefelométrico	SM 2130 B	89.2 UNT

No ANALISIS 16 --- FIN DEL REPORTE

OBSERVACIONES: Muestra puntual recolectada por el cliente.

Referencia (SM): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22d Edition. 2012.

a. Ensayo(s) de laboratorio acreditado(s) en Analquim Ltda. Resolución de acreditación N° 3379 del 20 de Noviembre de 2014. IDEAM

El presente documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente y es válido únicamente si tiene el sello seco.


Qca. MAGDA JULIETH CASTAÑO ANGEL
DIRECTOR DE LABORATORIO

NOTA: Los resultados del presente informe hacen referencia únicamente a la muestra analizada.

Bogotá, 30-ABR-2016
FECHA DE EXPEDICIÓN

ANQ-PL-071-1 - Versión 2

El plazo límite para cualquier observación sobre los resultados de este informe, es de 5 días hábiles contados a partir de la fecha de expedición del mismo.

ANEXO G CÁLCULOS DE EFICIENCIA

Trampa de grasa

Ecuación de eficiencia de la trampa de grasa¹

$$\% \text{ eficiencia} = \frac{100 - C_e}{C_a}$$

C_e: concentración del parámetro de grasa en el efluente, salida

C_a: concentración del parámetro de grasa en el afluente, entrada

$$20,23\% = \frac{100 - 41}{291}$$

1. Instituto de desarrollo urbano, trampa de grasa [base de datos en línea] . disponible en <<http://webidu.idu.gov.co:9090/jspui/bitstream/123456789/32210/23/60018624-18.pdf>>

ANEXO H COTIZACIONES

Figura 1. Flotador de aire disuelto modelo FL3, 6 inox. 304

RENDIMIENTOS POSIBLES :

Parámetros	Rendimiento pedido	Rendimiento máximo con tratamiento físico-químico
DBO ₅	-	50-80 %
DCO	-	50-80 %
MES	-	90 %

Jar test deben ser efectuados antes por el cliente para confirmar estos rendimientos

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y MATERIALES

Baseamos nuestra oferta sobre los datos siguientes:

- Su dirección de correo electrónico de 15 de Enero 2016

FLOTADOR :

Modelo	: FL 3,6
Caudal Max	: 1,8 m ³ /h
Superficie raspada	: 1 m ²
Volumen	: 1,5 m ³
Peso a vacío	: 400 kg
Peso en carga	: 1 900 kg
Dimensiones externas	: 2 000 x 1 400 x 1 900 (L x l x H en mm)

El flotador es suministrado con un sistema de presurización, conteniendo la caja neumática (caudalímetro, regulador de presión, electro-válvula 24V y tuberías), manómetro, bomba y balón de presurización, así como el motor-reductor de funcionamiento de raclado de superficie.

La consumición máxima de aire es de **20 NL à 7 bares.**

La inyección de aire se hace por medio de la tubería de descarga de la bomba para evitar todo fenómeno de cavitación.

BOMBA DE PRESURIZACIÓN:

Marca	: FLOWSERVE
Modelo	: 40-25CPXM
Potencia	: 5,5 kW - 50 Hz - 400V
Consumición en aire	: 20 NL/min à 7 bares

MOTO REDUCTOR :

Marca	: NORD
Potencia	: 0,25 kW 50 Hz 400V
Velocidad de salida	: 33 tr/min

CONEXIONES:

Entrada efluente	: DN 50 PN 10
Salida agua clara	: DN 100 PN 10
Salida flotantes	: DN 100 PN 10
Salida sedimentos	: DN 50 PN 10
Purga	: No purga

MATERIALES :

Calderería y tubería	: INOX 304 L
Tubería presurización	: PVC
Tornillería	: A2
Cadenas, ruedas y guías-cadenas	: Poliamida y PEHD
Raclado	: INOX y Polipropileno
Cojinetes	: Material composite y INOX
Válvulas	: INOX
Laminas	: Polipropileno

OPCIONES:**FLOCULADOR (MISCLADOR ESTÁTICO):**

Modelo	: TS 5
Diámetro tubo Polipropileno	: DN 50
Puntos de introducción	: 6
Puntos de extracción	: 2
Válvula de aislamiento	: 1 (Bola Inox)

UNIDAD QUÍMICA POLIMERIA:

Modelo	: CHU – F –0,5
Material	: Polipropileno
2 Agitadores	: INOX, 0,25 kW, 750 tr/min
Moto reductor	: Nord, 0,25 kW, 33 tr/min
Bomba	: 0,20 kW – 10 à 100 l/h
1 Tolva	

OFERTA

DESIGNACIÓN	Cd.	PU € HT	PN € HT
FLOTADOR FL3,6 INOX 304L Con válvula neumática de extracción de los sedimentos y una sonda de nivel muy bajo.	1	19 890,00	19 890,00
<u>OPCIONES :</u> - Mezclador en tubo TS5 - Cuba Floculante CHU-F-0,5 - Plus valve INOX 316L sin bomba	(1) (1) (1)	(2 465,00) (7 830,00) (3 978,00)	(2 465,00) (7 830,00) (3 978,00)
EMBALAJE Y TRANSPORTE sin opciones y descarga ENTREGA TRANSPORTE MARSEILLE (13, FRANCIA)	1	2 000,00	
TOTAL € Net HT suministrado sin opciones y descarga ENTREGA TRANSPORTE MARSEILLE (13, FRANCIA)	21 890,00		

Nuestros precios son declarados NETOS, SIN IMPUESTOS, ENTREGA TRANSPORTE MARSEILLE (13, FRANCIA), sin descarga.

Plazo	:	12-14 semanas ARC y después de la FIRMA DE LOS PLANOS
Garantías	:	1 año desde la entrega, sin piezas de desgaste y mano de obra
Validez de la oferta	:	31/03/2016
Condiciones de pago	:	QUE SE ACUERDEN MAS TARDE

Figura 2. Filtro bolsa plástica

1	<p>FILTRO BOLSA PLASTICA Adecuada para retención de turbidez y sólidos suspendidos, garantizando la remoción de Particulado.</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad: 20 M³ - Altura: 10" • Conexión In-Out: 2" • Ref: MTBF-1-1 - Material: UPVC • Dotado de soporte para fijar en piso. • Dotada de manómetro de control de presión para verificación de operación y saturación de lecho. • Máxima Temperatura: 40 °C <p>INCLUYE: Bolsa en polipropileno de 10 micras Medidas: 17" de altura X 7" de diámetro</p> 	1	\$ 3.103.000	\$ 3.103.000
---	--	---	--------------	--------------

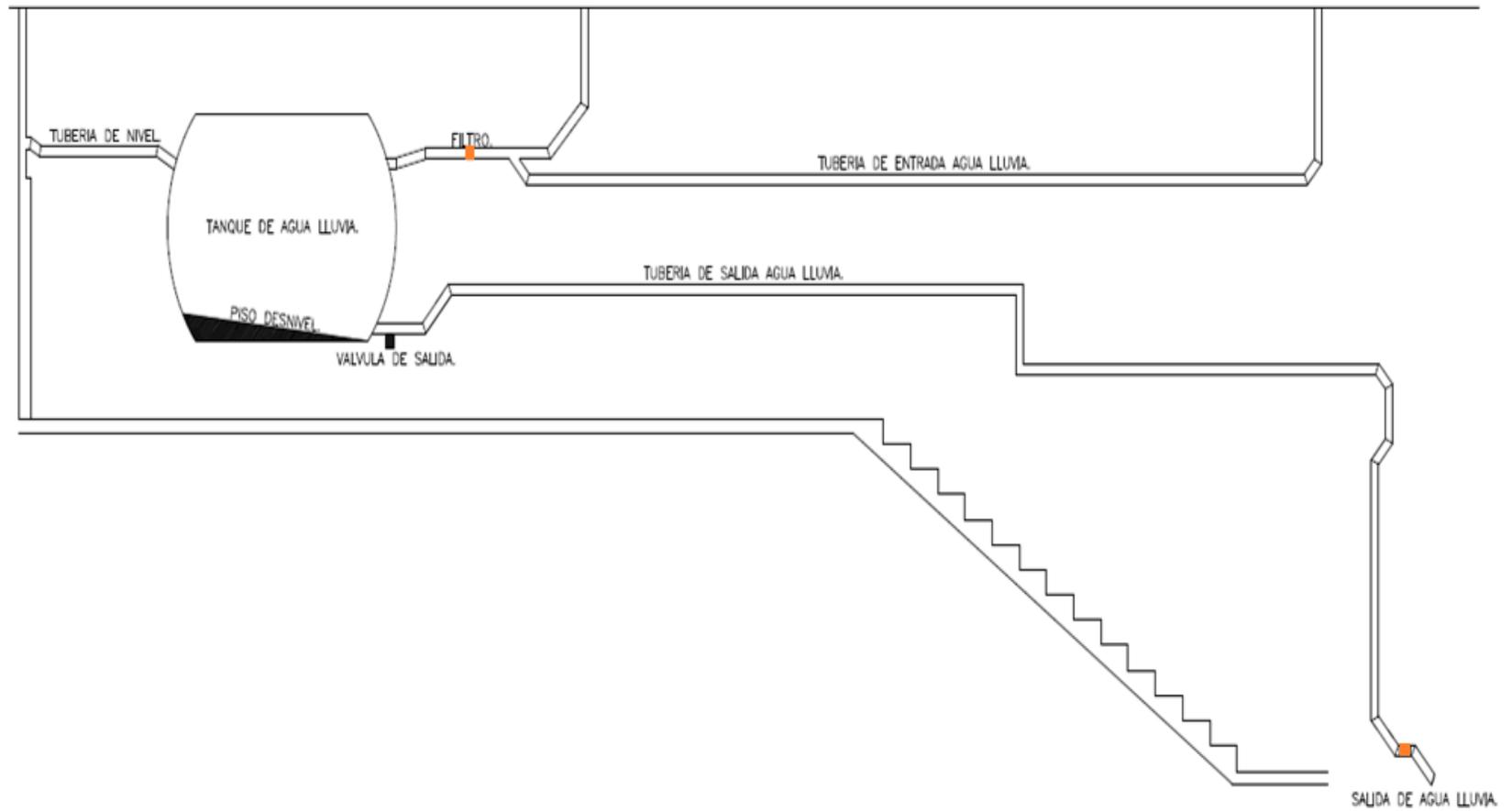
Figura 3. Filtro de carbón activado

2	<p><u>PRETRATAMIENTO CON VALVULA MANUAL</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ensamblado en tanque de poliglas fibra de vidrio anticorrosivo, dotado de sistema de distribución interna. • Capacidad 2-4 GPM • Referencia: AIP-2-4 M • Medidas: 9" de diámetro x 48" de altura • Color: Azul o Natural • Volumen de lecho filtrante : (1) pie cúbico • Filtro en carbón activado granulado para la retención de olor, sabor y color. • Válvula Manual para Operación de ciclos de servicio, drenaje y retro-lavado, de acuerdo a ciclo horario en servicio. • Máxima Temperatura: 45°C • Presión de trabajo: de 30-60 psi. • Dotada de manómetro fabricado en acero inoxidable Aisi 304 con glicerina, para control de presión de saturación. • Rango de medición: (0 -100) PSI. <div data-bbox="440 1312 711 1591">  </div>	1	\$ 2.907.800	\$ 2.907.800
---	---	---	--------------	--------------

Figura 4. Filtro de polipropileno

<p>3</p>	<p align="center"><u>SISTEMA DE MICROFILTRACIÓN</u></p> <p><u>compuesto por:</u></p> <p>Dos (2) carcasas fabricadas en polipropileno de alta densidad para cartuchos microfiltrantes. Dotada de cuerpo, tapa roscada y empaque Botón de Purga. Conexión de entrada y salida de 3/4". Altura 20" Diámetro: 2.5 " Color: Azul. Dotadas de llave para apertura en cambios.</p> <p>Cartucho microfiltrante Nr.1:</p> <ul style="list-style-type: none"> Fabricado en polipropileno aglomerado para filtración en profundidad para retención de sedimento y sólidos suspendidos Altura: 20" / Diámetro: 2.5" / Micras: 20 Referencia: SDC-25-2020 <p>Cartucho microfiltrante Nr.2:</p> <ul style="list-style-type: none"> Fabricado en polipropileno aglomerado para filtración en profundidad para retención de sedimento y sólidos suspendidos Altura: 20" / Diámetro: 2.5" / Micras: 50 Referencia: SDC-25-2050 <div data-bbox="485 1230 922 1671" data-label="Image"> </div>	<p>1</p>	<p>\$ 490.000</p>	<p>\$ 490.000</p>
----------	---	----------	-------------------	-------------------

ANEXO I TANQUE DE AGUA LLUVIA



1. Alternativa 1. filtración y desinfección (color naranja).
2. Alternativa 2. Piso en desnivel, válvula de salida y desinfección (color negro).

ANEXO J
COSTOS
Figura 1. Flujo de caja

		FLUJO DE CAJA											
		(EN MILES DE PESOS)											
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
	MES 0	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
INGRESOS DEL PROYECTOS (AHORRO EN MTS3 DE AGUA)													
Aguas lluvias : capacidad del tanque 5.1 m3 a \$ 2.677,64 por m3 con llenado de 2 veces al mes					27	27				27	27	27	
Agua de vertimiento en descargas sanitarias: cinco cisternas con capacidad de 0,01m3 a \$2,677,64 por m3 para 40 descargas diarias, 26 días al mes		28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Sancion por incumplimiento de la norma 0631 del 2015, estimada en 140 sml una vez al año con base en el sml 2016		8.044	8.044	8.044	8.044	8.044	8.044	8.044	8.044	8.044	8.044	8.044	8.044
TOTAL INGRESOS		8.071	8.071	8.071	8.099	8.099	8.071	8.071	8.071	8.099	8.099	8.099	8.071
EGRESOS													
Costo de Equipos y obra mecanica	11.594												
Reactivos		2.450	2.450	2.450	2.450	2.450	2.450	2.450	2.450	2.450	2.450	2.450	2.450
Servicios publicos		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Mantenimiento bomba y agitadores				10				10		10			10
Cambio de filtros							3.332						3.332
Cuotas del Prestamo de \$6 millones de pesos		546	546	546	546	546	546	546	546	546	546	546	546
TOTAL GASTOS	11.594	3.011	3.011	3.021	3.011	3.011	6.353	3.011	3.011	3.021	3.011	3.011	6.353
UTILIDAD NETA	-11.594	5.060	5.060	5.050	5.088	5.088	1.718	5.060	5.060	5.078	5.088	5.088	1.718
TASA DE DESCUENTO INTERES DEL PRESTAMO 17,76%	TIR	41,31%											54.156

Figura 2. VPN Y TIR

VALOR PRESENTE NETO		TIR
TASA DE DESCUENTO 17,76% efectivo anual	1,48%	
inversión inicial	-11.594	-11.594
ene-17	4.986	5.060
feb-17	4.914	5.060
mar-17	4.833	5.050
abr-17	4.797	5.088
may-17	4.727	5.088
jun-17	1.573	1.718
jul-17	4.566	5.060
ago-17	4.499	5.060
sep-17	4.449	5.078
oct-17	4.392	5.088
nov-17	4.328	5.088
dic-17	1.440	1.718
VPN	37.911,88	41,31%