

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES PARA LA EMPRESA TRANSPORTADORA ESCOLAR  
CAMARGO HERMANOS S.A. – TECH S.A.**

**DIEGO IVÁN ACOSTA DIAZ  
DANIEL FELIPE LAVERDE ROJAS**

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

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES PARA LA EMPRESA TRANSPORTADORA ESCOLAR  
CAMARGO HERMANOS S.A. – TECH S.A.**

**DIEGO IVAN ACOSTA DIAZ  
DANIEL FELIPE LAVERDE ROJAS**

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

**Director  
FELIPE CORREA MAHECHA  
Ingeniero Químico**

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

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

ELIZABETH TORRES GAMEZ  
Presidente del jurado

---

NUBIA LILIANA BECERRA

Jurado 1

---

MARIO ORTIZ  
Jurado 2

## **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

Vicerrectoría Académica y de Posgrados

Dr. Ana Josefa Herrera Vargas

Secretario General

Dr. Juan Carlos Posada García-Peña

Decano Facultad de Ingenierías

Ing. Julio Cesar Fuentes Arismendi

Director Programa de Ingeniería Química

Ing. Leonardo de Jesús Herrera Gutiérrez

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

## **DEDICATORIA**

Dedicamos esta tesis a nuestros padres Luis Alberto Laverde, Ana Cenaida Rojas, María Patricia Díaz Jaramillo, al Nono Jorge Enrique Díaz Gonzales, a la Abuelita María Cristina Jaramillo de Díaz y a nuestros hermanos Santiago Laverde Rojas y Andrea Acosta Diaz, quienes siempre nos apoyaron incondicionalmente a lo largo de nuestra formación profesional proporcionando una voz de aliento para contribuir significativamente en el logro de nuestras metas y objetivos propuestos.

El diploma que obtendremos gracias a este trabajo y que orgullosamente será exhibido en algún lugar de nuestras casas llevara impreso nuestros nombres pero también pertenece a cada uno de ustedes quienes sacrificaron tanto para que nosotros pudiésemos cumplir un sueño.

Gracias al alma máter Fundación Universidad De América y a cada uno de los docentes por darnos la oportunidad de emprender un sueño hace cinco años y por dotarnos de recursos y habilidades suficientes para desempeñarnos como excelentes profesionales y dejar en alto el nombre de esta.

Hoy nos podemos sentir triunfantes después de un arduo camino de esfuerzo, disciplina y de trabajo en equipo hemos logrado nuestro propósito, ello nos hace sentir un orgullo profundo.

Finalmente ha sido un honor y un placer empoderar nuestros conocimientos en las aulas de nuestra preciosa universidad.

**Gracias!!!**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Ingeniera Elizabeth Torres Gamez, quien estuvo en disposición para apoyarnos, guiarnos y ayudarnos en la realización de nuestro proyecto de grado.

A nuestro director el Ingeniero Felipe Correa Mahecha por su apoyo incondicional, por sus ideas dedicación y paciencia para culminar con éxito proyecto de grado.

Al Ingeniero José Orlando Cucunuba Pulgarin por brindarnos las herramientas y conocimiento para la realización de nuestro proyecto de grado.

A Hernán Camargo y su empresa TECH S.A., por abrirnos las puertas y confiar en nosotros, por brindarnos todas las herramientas para el desarrollo de nuestro proyecto de grado.

## CONTENIDO

|   | pág.      |
|---|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b>   | <b>19</b> |
| <b>OBJETIVOS</b>  | <b>20</b> |
| <b>1.GENERALIDADES</b>  | <b>21</b> |
| <b>1.1 GENERALIDADES DE LA TRANSPORTADORA ESCOLAR CAMARGO HERMANOS S.A. – TECH S.A.</b> | <b>21</b> |
| <b>1.2 LOCALIZACIÓN</b>   | <b>22</b> |
| <b>1.3 TRATAMIENTO DE AGUAS</b>   | <b>22</b> |
| <b>1.4 SISTEMAS DE TRATAMIENTO</b>  | <b>23</b> |
| <b>1.4.1 Pretratamiento</b>   | <b>24</b> |
| <b>1.4.1.1 Trampa de grasas y aceites</b>   | <b>24</b> |
| <b>1.4.1.2 Desarenadores</b>  | <b>25</b> |
| <b>1.4.2 Tratamiento primario</b>   | <b>29</b> |
| <b>1.4.2.1 Tratamiento físico primario</b>  | <b>29</b> |
| <b>1.4.2.2 Tratamiento químico primario</b>   | <b>31</b> |
| <b>1.5 PRUEBA DE JARRAS</b>   | <b>34</b> |
| <b>1.6 ÍNDICE DE WILLCOMB PARA CARACTERIZACIÓN DE FLÓCULOS</b>                          | <b>34</b> |
| <b>1.7 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA</b>                           | <b>35</b> |
| <b>1.8 TECNOLOGÍAS APLICABLES AL TRATAMIENTO PRIMARIO</b>                               | <b>36</b> |
| <b>1.8.1 COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN Y OZONIZACIÓN</b>                                      | <b>36</b> |
| <b>1.8.2 Bioreactores anaerobios de membrana sumergida</b>                              | <b>37</b> |
| <b>1.8.3 Fotocatálisis heterogénea</b>  | <b>38</b> |
| <b>1.8.4 Biosorción con cascarilla de higuera</b>                                       | <b>39</b> |
| <b>2. CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES</b>                                       | <b>41</b> |
| <b>2.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS</b>  | <b>41</b> |
| <b>2.2 MEDICIÓN DE CAUDALES</b>   | <b>42</b> |
| <b>3. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA</b>   | <b>45</b> |
| <b>3.1 ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A VALORAR</b>                    | <b>47</b> |
| <b>4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL DISEÑO DEL SISTEMA</b>                              | <b>55</b> |
| <b>4.1 DISEÑO DEL CRIBADO FINO</b>  | <b>56</b> |
| <b>4.2 DESARENADORES</b>  | <b>58</b> |
| <b>4.3 TRAMPA DE GRASAS Y ACEITES</b>   | <b>59</b> |
| <b>4.4 TANQUE HOMOGENIZADOR</b>   | <b>61</b> |
| <b>4.5 TANQUE CLARIFICADOR</b>  | <b>63</b> |
| <b>4.6 DETERMINACIÓN DE DOSIFICACIÓN A UTILIZAR EN LAS PRUEBA DE JARRAS</b>             | <b>65</b> |
| <b>4.7 PRUEBA DE JARRAS</b>   | <b>69</b> |
| <b>4.8 ANÁLISIS Y COMPARACIÓN RESPECTO A LA RESOLUCIÓN 0631 DE 2015</b>                 | <b>73</b> |



|   |           |
|---|-----------|
| <b>4.9 VOLUMEN DE COAGULANTE Y FLOCULANTE UTILIZADO EN CADA TRATAMIENTO DE REMOCIÓN</b> | <b>73</b> |
| <b>5. ESTUDIO DE COSTOS DEL PROYECTO</b>  | <b>75</b> |
| <b>5.1 ANÁLISIS DE COSTOS DE LA INVERSIÓN ASIGNADA AL PROYECTO</b>                      | <b>75</b> |
| <b>5.2 ANÁLISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN</b>  | <b>76</b> |
| <b>5.3 COSTOS DE DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS POST-TRATAMIENTO</b>                     | <b>77</b> |
| <b>5.4 COSTOS TOTALES</b>   | <b>77</b> |
| <b>5.5 VIABILIDAD DEL PROYECTO</b>  | <b>78</b> |
| <b>6. CONCLUSIONES</b>  | <b>79</b> |
| <b>7. RECOMENDACIONES</b>   | <b>80</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>   | <b>81</b> |
| <b>ANEXOS</b>   | <b>85</b> |

## LISTA DE TABLAS

|  | pág. |
|--|------|
| <b>Tabla 1.</b> Velocidades de sedimentación para diferentes tamaños de arenas a una temperatura de 16°C y una eliminación cercana al 90% (Moreno-López, (2009-2010))  | 25   |
| <b>Tabla 2.</b> Geometría recomendada para desarenadores de diferente tipo   | 26   |
| <b>Tabla 3.</b> Coeficientes de pérdida para rejillas  | 27   |
| <b>Tabla 4.</b> Rangos óptimos de pH para aplicación de coagulantes (Lozano-Rivas, Material de clase para las asignaturas de Tratamiento de Aguas Residuales. Varios documentos. Bogotá D.C., 2012)  | 32   |
| <b>Tabla 5.</b> Usos y dosis recomendadas para coagulantes y coadyuvantes en tratamiento de aguas residuales (Lozano-Rivas, Material de clase para las asignaturas de Tratamiento de Aguas Residuales. Varios documentos. Bogotá D.C., 2012) | 32   |
| <b>Tabla 6.</b> Índice de Willcomb   | 34   |
| <b>Tabla 7.</b> Asignación del nivel de complejidad.   | 35   |
| <b>Tabla 8.</b> Caracterización del punto de vertimiento   | 41   |
| <b>Tabla 9.</b> Cálculos de caudal   | 42   |
| <b>Tabla 10.</b> Resultados de campo   | 43   |
| <b>Tabla 11.</b> Porcentaje de carga de contaminantes  | 44   |
| <b>Tabla 12.</b> Matriz de comparación y selección de criterio.  | 47   |
| <b>Tabla 13.</b> Matriz de comparación de costos totales   | 48   |
| <b>Tabla 14.</b> Matriz de comparación de Riesgos  | 49   |
| <b>Tabla 15.</b> Matriz de comparación de capacidad de remoción de impurezas   | 50   |
| <b>Tabla 16.</b> Matriz de comparación de operación sencilla   | 51   |
| <b>Tabla 17.</b> Matriz de comparación de dimensionamiento.  | 52   |
| <b>Tabla 18.</b> Comparación de las tecnologías según los diferentes criterios de evaluación   | 53   |
| <b>Tabla 19.</b> Cálculo de Cribado fino   | 56   |
| <b>Tabla 20.</b> Velocidades para el dimensionamiento del desarenador.   | 58   |
| <b>Tabla 21.</b> Capacidades de retención de grasa   | 59   |
| <b>Tabla 22.</b> Tiempos de retención hidráulicos  | 59   |
| <b>Tabla 23.</b> Cálculo de Trampa de Grasas y Aceites   | 60   |
| <b>Tabla 24.</b> Coagulantes   | 65   |
| <b>Tabla 25.</b> Floculantes y coagulantes   | 66   |
| <b>Tabla 26.</b> Selección del floculante  | 71   |
| <b>Tabla 27.</b> Selección de la mejor dosis de coagulante   | 71   |
| <b>Tabla 28.</b> Uso de Policloruro de Aluminio como coagulante  | 72   |
| <b>Tabla 29.</b> Uso de Sulfato de Aluminio como coagulante  | 72   |
| <b>Tabla 30.</b> Análisis fenoles post-tratamiento   | 73   |

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 31.</b> Costos de los elementos necesarios para la implementación del proyecto.        | 75 |
| <b>Tabla 32.</b> Costos materias primas   | 76 |
| <b>Tabla 33.</b> Costos de energía  | 76 |
| <b>Tabla 34.</b> Costos de mano de obra   | 77 |
| <b>Tabla 35.</b> Costos de disposición final de desechos post-tratamiento                       | 77 |
| <b>Tabla 36.</b> Costos totales   | 78 |
| <b>Tabla 37.</b> Costos generados actualmente por la disposición final de los residuos líquidos | 78 |

## LISTA DE ECUACIONES

|  | pág. |
|--|------|
| <b>Ecuación 1.</b> Ecuación de diseño de la longitud                     | 25   |
| <b>Ecuación 2.</b> Coeficientes de pérdidas menores de las rejillas      | 27   |
| <b>Ecuación 3.</b> Pérdida de energía en una rejilla limpia              | 28   |
| <b>Ecuación 4.</b> Ecuación de gradiente de velocidad                    | 33   |
| <b>Ecuación 5.</b> Calificación de la Tecnología.                        | 46   |
| <b>Ecuación 6.</b> Volumen del tanque homogenizador                      | 61   |
| <b>Ecuación 7.</b> Volumen de un cilindro                                | 61   |
| <b>Ecuación 8.</b> Diámetro del tanque                                   | 61   |
| <b>Ecuación 9.</b> Altura del homogenizador                              | 61   |
| <b>Ecuación 10.</b> Longitud de la paleta de agitación.                  | 62   |
| <b>Ecuación 11.</b> Dimensiones del sedimentador                         | 63   |
| <b>Ecuación 12.</b> Volumen del cono                                     | 64   |
| <b>Ecuación 13.</b> Altura total del tanque homogenizador – clarificador | 64   |
| <b>Ecuación 14.</b> Ecuación de disoluciones                             | 68   |

## LISTA DE IMÁGENES

|  | pág. |
|--|------|
| <b>Imagen 1.</b> Mapa aéreo TECH S.A.  | 22   |
| <b>Imagen 2.</b> Trampa de grasas  | 24   |
| <b>Imagen 3.</b> Diferentes formas de rejillas                                 | 27   |
| <b>Imagen 4.</b> Diámetros típicos de referencia para la evaluación de "flocs" | 35   |
| <b>Imagen 5.</b> Coagulación-floculación y ozonificación                       | 36   |
| <b>Imagen 6.</b> Bioreactores anaerobios de membrana sumergida                 | 37   |
| <b>Imagen 7.</b> Fotocatálisis heterogénea                                     | 38   |
| <b>Imagen 8.</b> Volumen de lodos  | 63   |
| <b>Imagen 9.</b> L – 1538  | 66   |
| <b>Imagen 10.</b> L – 1564   | 67   |
| <b>Imagen 11.</b> Carbopol   | 67   |
| <b>Imagen 12.</b> Selección del floculante                                     | 69   |
| <b>Imagen 13.</b> Selección de la mejor dosis de coagulante                    | 69   |
| <b>Imagen 14.</b> Uso de Policloruro de Aluminio como coagulante               | 69   |
| <b>Imagen 15.</b> Uso de Sulfato de Aluminio como coagulante                   | 70   |
| <b>Imagen 16.</b> Comparación agua tratada y filtrada frente al agua cruda     | 70   |

## LISTA DE CUADROS

|   | pág. |
|---|------|
| <b>Cuadro 1.</b> Tipos de sedimentador (Lozano-Rivas, Diseño de Plantas de Potabilización de Agua., 2012) | 30   |
| <b>Cuadro 2.</b> Ventajas y desventajas: Coagulación-floculación y ozonización.                           | 36   |
| <b>Cuadro 3.</b> Ventajas y desventajas: Biorreactores anaerobios de membrana sumergida.                  | 37   |
| <b>Cuadro 4.</b> Ventajas y desventajas: Fotocatálisis heterogénea.                                       | 38   |
| <b>Cuadro 5.</b> Ventajas y desventajas: Biosorción con cascarilla de higuera.                            | 39   |
| <b>Cuadro 6.</b> Tecnologías aplicables a los Tratamientos Primarios y Secundarios.                       | 45   |

## LISTA DE FIGURAS

|  | pág. |
|--|------|
| <b>Figura 1.</b> Tratamiento de agua residual típicos            | 23   |
| <b>Figura 2.</b> Balance Hídrico                                 | 40   |
| <b>Figura 3.</b> Cribado fino y medición del caudal del afluente | 58   |
| <b>Figura 4.</b> Desarenador                                     | 58   |
| <b>Figura 5.</b> Trampa de grasas y aceites                      | 60   |
| <b>Figura 6.</b> Tanque homogenizador                            | 62   |
| <b>Figura 7.</b> Tanque homogenizador – clarificador             | 65   |
| <b>Figura 8.</b> Tanque de coagulación y floculación             | 70   |
| <b>Figura 9.</b> Diagrama de Flujo PTAR TECH S.A.                | 74   |

## LISTA DE ANEXOS

|   | pág. |
|---|------|
| <b>Anexo A.</b> Informe de caracterización de agua residual no doméstica  | 86   |
| <b>Anexo B.</b> Parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas – ARD y de las aguas residuales (ARD – ARDN) de los prestadores de servicio público de alcantarillado a cuerpos de aguas superficiales | 106  |
| <b>Anexo C.</b> Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI con vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales   | 107  |
| <b>Anexo D.</b> Hoja de seguridad L-1627  | 109  |
| <b>Anexo E.</b> Hoja de seguridad L-1538  | 116  |
| <b>Anexo F.</b> Hoja de seguridad L-1564  | 125  |
| <b>Anexo G.</b> Hoja de seguridad PAC   | 133  |
| <b>Anexo H.</b> Hoja de seguridad Sulfato de aluminio   | 138  |
| <b>Anexo I.</b> Hoja de seguridad Carbopol  | 142  |
| <b>Anexo J.</b> Cálculos del diseño y dimensionamiento de los equipos   | 147  |
| <b>Anexo K.</b> Volúmenes de coagulante y floculante a utilizar por cada ciclo de tratamiento   | 150  |
| <b>Anexo L.</b> Ensayo fisico-químico fenoles   | 151  |
| <b>Anexo M.</b> Cotización PTAR TECH S.A.   | 152  |
| <b>Anexo N.</b> Presupuesto TECH S.A.   | 159  |



## GLOSARIO

**AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES:** son aguas provenientes de todos los tipos de actividades relacionadas con la manipulación, transformación o producción donde se requiera agua. Estos residuos se caracterizan por poseer mayor caudal y composición de sustancias contaminantes que las aguas residuales domésticas.

**CONTAMINACIÓN DE LA FUENTE HÍDRICA:** es la descarga directa o indirecta de efluentes, provenientes de los residuos domésticos e industriales, sin haber recibido ningún tratamiento, a los cuerpos de agua; dicha contaminación puede ser física, química o biológica dependiendo de su origen: natural y/o antropogénico.

**CRIBADO:** en esta operación se separan los contaminantes más voluminosos del agua, por medio de un tamiz o una criba, que cumple con el objetivo de retener partículas debido a su tamaño para ser dispuestos como residuos, estos son dispuestos en un relleno sanitario o se incineran.

**NEUTRALIZACIÓN:** se utiliza para proteger las fuentes receptoras de descargas de agentes alcalizantes o ácidos fuertes, para ajustar el pH con un rango entre 6,5-8,5 para la eficiente actividad biológica, óptima precipitación de metales pesados para evitar corrosión en las tuberías y los equipos.

**SEDIMENTACIÓN:** consiste en eliminación de partículas en suspensión más pesadas que el agua, basado en el asentamiento gravitacional dado entra la diferencia de peso específico del líquido y las partículas sólidas.

**TRATAMIENTO PRELIMINAR:** este proceso prepara las aguas residuales con el fin de remover sólidos en suspensión, aceites y detergentes además de evitar la obstrucción tuberías y evitar que el tratamiento pierda efectividad. Se efectúa por medio de tamices, trampas de grasa y arena, tanques de compensación y aireación del efluente con el fin de retirar minerales inertes como carbón, tierra y arena.

**TRATAMIENTO PRIMARIO:** se realiza con el fin de remover un porcentaje importante de sólidos en suspensión lo cual facilita el tratamiento de compuestos orgánicos disueltos. Los principales procesos fisicoquímicos utilizados en el proceso son: sedimentación, flotación, filtración, extracción, coagulación-floculación, precipitación química, oxido-reducción.

## RESUMEN

Este proyecto expone el desarrollo de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la empresa Transportadora Escolar Camargo Hermanos S.A. – TECH S.A., teniendo en cuenta el análisis de diferentes propuestas, el cumplimiento de la resolución 0631 de 2015 vigente con respecto al vertimiento de aguas en cuerpos superficiales y la factibilidad económica del proyecto.

Se determinaron las características de los vertimientos generados, a través de análisis físico-químico de las aguas residuales, como la determinación de DBO, DQO, pH, sólidos suspendidos, presencia de grasas y aceites, fenoles y detergentes.

Posteriormente se realizó una evaluación a las diferentes tecnologías de tratamiento de aguas a partir de los criterios establecidos (Costos totales, riesgo, capacidad de remoción de impurezas, tiempo del proceso y adaptación a las políticas nacionales), dicho estudio se llevó a cabo por medio de matrices de comparación donde se estableció la alternativa más viable para la empresa.

Se realizó un análisis de costos para cada uno de los equipos a utilizar en la propuesta, partiendo de los parámetros mínimos requeridos y dando mayor importancia al factor económico debido a que por las operaciones a realizar no es necesario realizar gastos elevados en calidad de materiales; dicho análisis fue enriquecido con los análisis de costos de materias primas, consumo de energía y mano de obra para dar como resultado los costos totales del proyecto.

**Palabras clave:** aguas residuales industriales, contaminación de la fuente hídrica, tratamiento preliminar, cribado, tratamiento primario, neutralización, sedimentación.

## INTRODUCCIÓN

El tratamiento de aguas es una operación esencial en la industria, ya sea para cumplir con la normatividad ambiental o evitar impactos no deseados sobre los cuerpos de agua que están relacionadas con las actividades económicas desarrolladas, además de evitar daño al medio ambiente y a la salud humana.

En Colombia la legislación ambiental ha existido por varios años, estableciendo límites de seguridad y normatividad enfocada al tratamiento de aguas como lo son la descarga de aguas residuales y los vertimientos generados. Sin embargo, el monitoreo estricto de la normatividad teniendo en cuenta los parámetros de la resolución 0631 de 2015 no se registraron sino hasta años recientes. De esta manera se generó una rápida reacción por parte de la industria para solucionar este tipo de problemas.

La empresa Transportadora Escolar Camargo Hermanos S.A.- TECH S.A. es una empresa de servicio de transporte escolar en Bogotá con la visión de ser una organización ejemplar de transporte con responsabilidad social, confiable e innovadora, la cual busca desarrollar un proyecto de tratamiento de vertimientos debido a la preocupación hacia la manipulación de estos.

Este texto describe el debido desarrollo de una propuesta conceptual de un sistema de tratamiento de aguas por medio de una evaluación de posibles alternativas para ser implementadas por la empresa TECH S.A. buscando cumplir la normatividad existente y mejorar la calidad del agua y así reducir el impacto ambiental al humedal Torca-Guaymaral. Para la selección de dichas alternativas se llevara a cabo una matriz de análisis teniendo en cuenta factores como DBO, DQO, pH, solidos suspendidos, presencia de grasas y aceites, fenoles y detergentes.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una propuesta de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la empresa Transportadora Escolar Camargo Hermanos S.A. – TECH S.A.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Diagnosticar los vertimientos generados por la empresa.
2. Seleccionar la alternativa adecuada para el sistema de tratamiento de aguas residuales.
3. Especificar las características técnicas del sistema de tratamiento de aguas residuales.
4. Determinar los costos de la implementación y funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales.

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 GENERALIDADES DE LA TRANSPORTADORA ESCOLAR CAMARGO HERMANOS S.A. – TECH S.A.

TECH S.A. es una empresa que opera desde 1985, perteneciente al sector terciario de la economía colombiana específicamente al sector de transporte, su actividad económica está determinada por el código CIIU 4921<sup>1</sup>, el cual realiza la prestación de servicio de transporte de pasajeros.

La empresa se enfoca en el transporte de estudiantes, personal docente y administrativo de centros educativos; está comprometido con la reglamentación distrital y nacional. Al igual que en el desarrollo económico, ambiental y social sostenible<sup>2</sup>.

El parque automotor cuenta con una flota de alrededor de 100 buses y 10 empleados de planta; dentro de sus instalaciones se cuenta con oficinas, dos baños y un casino además cuenta con un taller en el cual a los vehículos se les realiza el mantenimiento correctivo y preventivo; adicionalmente tiene un lavadero para los automotores. Dentro de las actividades llevadas a cabo en el taller y el lavadero de los autobuses se están generando residuos líquidos, por esta razón se requiere del diseño e implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales con el fin de tratar y verter el agua generada.

La zona donde se encuentra la empresa se caracteriza por la ausencia de sistema de alcantarillado, debido a esto se vierten las aguas residuales a través de unos vallados ubicados alrededor de la zona, estos vallados son dirigidos directamente al río Torca que desemboca en el humedal Torca-Guaymaral.

Dichos vertimientos fueron cerrados por la Secretaria Distrital de Ambiente al no ser tratados antes de su disposición en el río según lo exige la norma, por esto y para no dar un cese a las actividades laborales de la empresa, se optó por el almacenamiento semanal de los residuos líquidos y pagar a una empresa para realizar su debida disposición.

---

<sup>1</sup> Cámara de comercio de Bogotá. Descripción de actividades económicas (Código CIIU) [en línea] <<http://http://linea.ccb.org.co/descripcionciiu/>> [citado:06 de junio de 2017]

<sup>2</sup> TECH S.A. [en línea] <http://200.93.155.44/web/About.aspx> [citado:06 de junio de 2017]

## 1.2 LOCALIZACIÓN

La empresa TECH S.A se encuentra localizada al nororiente del casco urbano de Bogotá, a la altura de la calle 220, en la localidad de Suba. Limitando el predio con la carrera 52 al occidente, hacia el oriente con el humedal Torca-Guaymaral y al lado norte se encuentra el colegio Gimnasio Campestre La Salette.

**Imagen 1.** Mapa aéreo TECH S.A.



**Fuente:** Google maps. {en línea}. {21 de Marzo de 2017}.  
Disponble en: (<https://www.google.es/maps/@4.8002044,-74.0424179,438a,35y,101.06h,6.89t/data=!3m1!1e3>)

## 1.3 TRATAMIENTO DE AGUAS

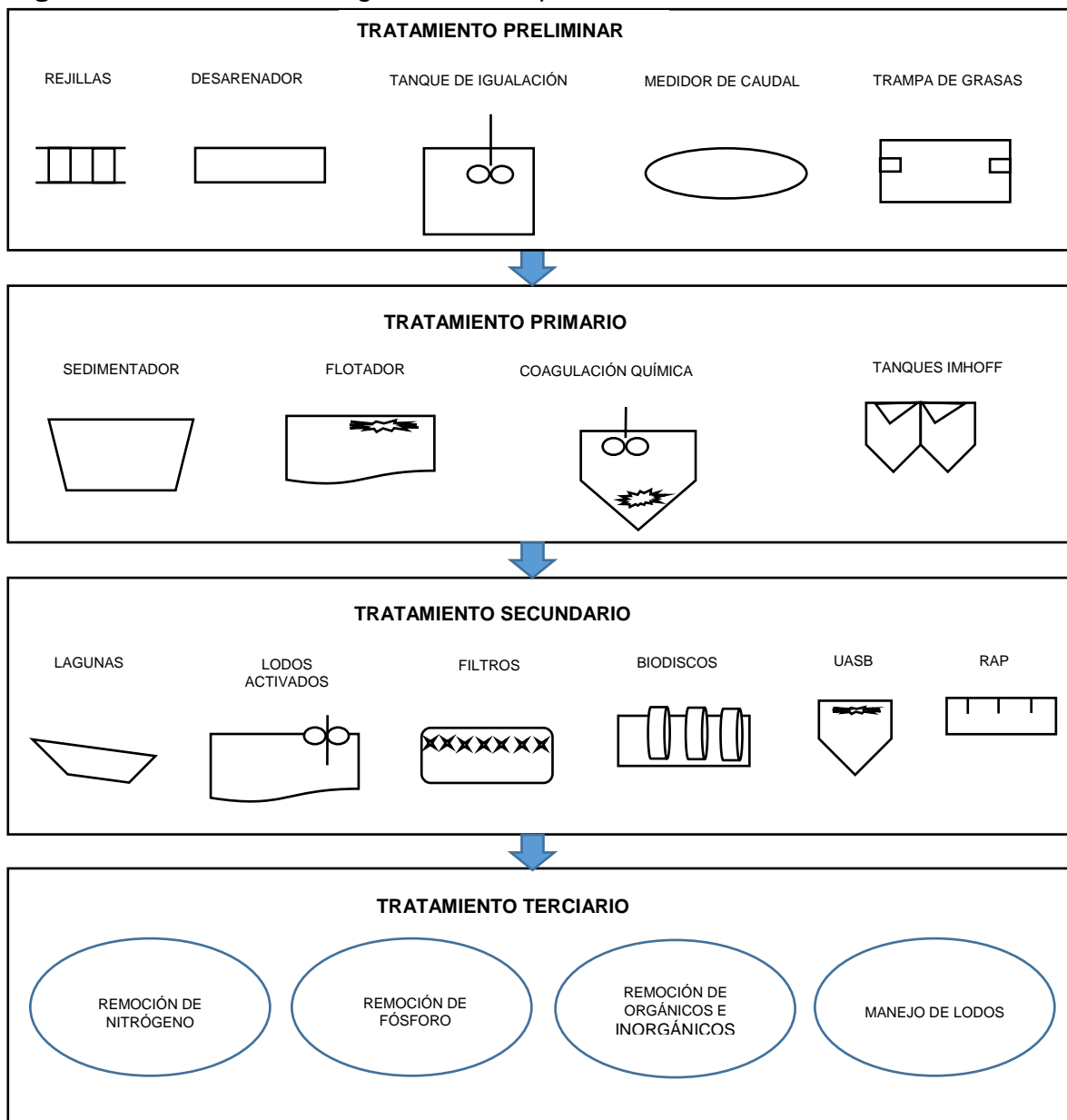
Para el diseño correcto de una planta de tratamiento de aguas residuales, se debe establecer una serie de procesos físicos y químicos por los cuales debe pasar el agua residual para reducir una carga contaminante determinada. En el proceso del tratamiento existen unas operaciones como lo son el tratamiento preliminar, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> RAMALHO, R.S. Tratamiento de Aguas Residuales. 2da edición. Nueva York: Academic Press, 1983. 4 p.

## 1.4 SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Figura 1. Tratamiento de agua residual típicos

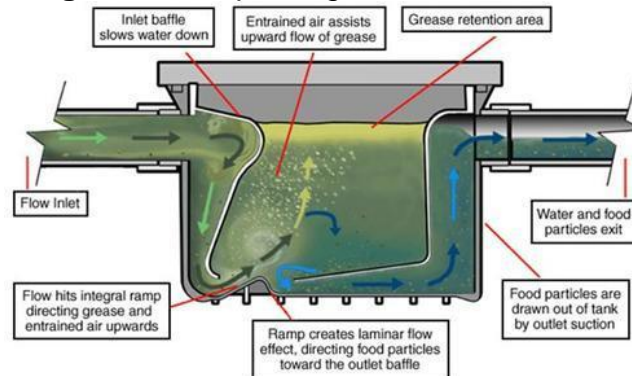


Fuente: Ministerio de Medio Ambiente. GESTIÓN PARA EL MANEJO, TRATAMIENTO, Y DISPOSICIÓN FINAL DE LAS AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES. [en línea] [citado: 05 de Abril de 2017] <https://www.cortolima.gov.co/SIGAM/cartillas/Residuos%20municipales.pdf>

**1.4.1 Pretratamiento.** Tiene como objetivo la remoción de residuos grandes y pesados como arenas, materia flotante, grasas y aceites para evitar interferencia con procesos subsecuentes. Se realiza por medio de procesos físicos y químicos como lo son las rejillas, desarenadores y tanques de homogenización.

**1.4.1.1 Trampa de grasas y aceites.** Son tanques pequeños en los cuales las grasas y aceites son retenidas mientras el agua aclarada sale por una descarga inferior; no necesita partes mecánicas y su diseño es similar al de un tanque séptico<sup>4</sup>. Se clasifican según el material flotante que se vaya a remover. El domiciliar recibe residuos de cocinas; la colectiva, atienden conjuntos de residencias e industrias, y en sedimentadores, la cuales recogen el material flotante para encaminarlo a un posterior tratamiento de lodos.<sup>5</sup>

**Imagen 2.** Trampa de grasas



**Fuente:** Ditsus. Conectando negocios de forma inteligente.

[en línea] [citado:05 de Abril de 2017]

<http://www.ditsus.com/pyme/empresa/servicio/detalle.html?dit=590>

<sup>4</sup> MONDRAGÓN, Luz Angela. REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS- 2000. SECCIÓN II TÍTULO C. SISTEMAS DE POTABILIZACIÓN. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2000. p. C.30.

<sup>5</sup> MONDRAGÓN, Luz Angela. REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS- 2000. SECCIÓN II TÍTULO E. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2000. p. E.29.



**1.4.1.2 Desarenadores.** Es una estructura encargada de remover partículas inorgánicas pesadas, principalmente arenas y gravas las cuales se encuentran mezcladas con el agua cruda a fin de evitar bloqueos en tuberías por sedimentación<sup>6</sup> y protegiendo las bombas y tuberías ante la abrasión. Los desarenadores se pueden diseñar bajo los cuatro niveles de complejidad teniendo en cuenta la protección de equipos, la reducción de depósitos en las tuberías y disminución de la frecuencia de limpieza en tanques de sedimentación primaria. Estos pueden ser de limpieza manual o mecánica y el diseño depende del tipo de flujo y del equipo de limpieza, se clasifican en desarenador de tipo aireado y desarenador de flujo horizontal de acuerdo al flujo.

William Antonio Lozano<sup>7</sup> expone la siguiente explicación: “Los desarenadores consisten, simplemente, en un ensanchamiento del canal de pretratamiento, en donde la velocidad del agua disminuye lo necesario para permitir la sedimentación de las partículas discretas, pero no lo suficiente para que se presente asentamiento de la materia orgánica”.

**Tabla 1.** Velocidades de sedimentación para diferentes tamaños de arenas a una temperatura de 16°C y una eliminación cercana al 90% (Moreno-López, (2009-2010))

| Diámetro de partícula | Velocidad de sedimentación |
|-----------------------|----------------------------|
| 0,15 mm               | 40 a 50 m/h                |
| 0,20 mm               | 65 a 75 m/h                |
| 0,25 mm               | 85 a 95 m/h                |
| 0,30 mm               | 105 a 120 m/h              |

La longitud del canal depende de la relación entre la velocidad de sedimentación de las partículas y la velocidad horizontal del flujo, como lo demuestra la **Ecuación 1**.

**Ecuación 1.** Ecuación de diseño de la longitud

$$\frac{v}{v_s} = \frac{L}{h_{max}}$$

Donde:

v: es la velocidad horizontal del flujo

v<sub>s</sub>: velocidad de sedimentación

<sup>6</sup> RAMALHO, R.S. Tratamiento de Aguas Residuales. 2da edición. Nueva York: Academic Press, 1983. 92p.

<sup>7</sup> LOZANO RIVAS, W. Antonio; DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD, ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE. BOGOTÁ, 2012, p.

L: longitud

$h_{\text{máx}}$ : máxima profundidad de flujo

**Fuente:** TEMPLETON, Michael.;  
BUTLER, David.; Introduction to  
Wastewater and Treatment. Preliminary  
Treatment. 2011. p. 22 ISBN 978-87-  
7681-843-2

Teniendo en cuenta las especificaciones del RAS se presentan las geometrías apropiadas para el diseño del desarenador, como lo muestra la **Tabla 2**.

**Tabla 2.** Geometría recomendada para desarenadores de diferente tipo

| Parámetro                      | Desarenador de flujo horizontal | Desarenador aireado | Desarenador tipo vórtice |
|--------------------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------------|
| Profundidad (m)                | 2,0 -5,0                        | 2,0 - 5,0           | 2,5 - 5,0                |
| Longitud (m)                   | -----                           | 8,0 - 20,0          | -----                    |
| Ancho (m)                      | -----                           | -----               | -----                    |
| Relación Largo:<br>Ancho       | 2,5 : 1 - 5 : 1                 | 3 : 1 - 5 : 1       | -----                    |
| Relación Ancho:<br>Profundidad | 1 : 1 - 5 : 1                   | 1 : 1 - 5 : 1       | -----                    |
| Diámetro (m)                   | -----                           | -----               | -----                    |
| Cámara Superior                | -----                           | -----               | 1,0 - 7,0                |
| Cámara Inferior                | -----                           | -----               | 1,0 - 2,0                |

**Fuente:** MONDRAGÓN, Luz Angela. REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS- 2000. SECCIÓN II TÍTULO E. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2000. p. E.52

**1.4.1.3 Cribado.** Esta operación se utiliza con el fin de separar el material grueso o granulado del agua mediante el paso de esta por una rejilla o criba. Estas pueden ser de diferentes materiales; las rejillas se clasifican según el tamaño de sus aberturas como finas o gruesas siendo las últimas las más adecuadas en el momento del tratamiento de aguas residuales con el fin de proteger bombas, válvulas, tuberías y equipos del taponamiento o interferencia por materiales gruesos. Las finas son aquellas con aberturas entre 15 a 50 mm, mientras que las gruesas tienen aberturas entre 3 y 77 mm<sup>8</sup> y pueden tener diferentes ordenamientos y posiciones como los detallados en la **Tabla 3** y la **Imagen 3**. Se pueden clasificar por método de limpieza manual o mecánica.

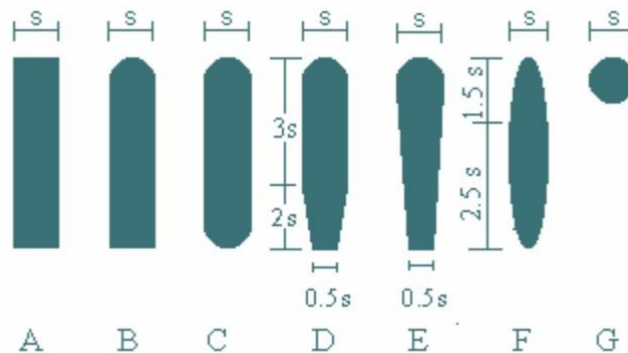
<sup>8</sup> MONDRAGÓN, Luz Angela. REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS- 2000. SECCIÓN II TÍTULO E. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2000. p. E.50

Las rejillas deben ubicarse por encima de las estaciones de bombeo con el fin de evitar la obstrucción de estos equipos por la acumulación del material grueso que trae el agua residual cruda. Estas deben estar diseñadas para prevenir la acumulación de arena u otro material fino, y su diseño estructural debe impedir el quiebre de la rejilla cuando este taponada; debe ubicarse en una posición perpendicular a las barras de la rejilla.

**Tabla 3.** Coeficientes de pérdida para rejillas

| Sección transversal |      |      |      |       |      |      |      |
|---------------------|------|------|------|-------|------|------|------|
| Forma               | A    | B    | C    | D     | E    | F    | G    |
| $\beta$             | 2,42 | 1,83 | 1,67 | 1,035 | 0,92 | 0,76 | 1,79 |

**Imagen 3.** Diferentes formas de rejillas



**Fuente:** MONDRAGÓN, Luz Angela. REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS- 2000. SECCIÓN II TÍTULO E. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2000. p. E.51

Para evitar la acumulación de arena o materiales que pueda afectar los siguientes procesos se debe diseñar el canal de acceso a la rejilla utilizando la ecuación 1.<sup>9</sup>, teniendo en consideración que debe estar en una posición perpendicular a la rejilla además de distribuir de manera correcta los sólidos detenidos. Teniendo en cuenta los coeficientes de pérdidas de energía menores, por medio de la ecuación de Bernoulli.

### **Ecuación 2.** Coeficientes de pérdidas menores de las rejillas

<sup>9</sup> TEMPLETON, Michael. BUTLER, David. An Introduction to Wastewater Treatment. 1<sup>st</sup> Edition. Londres: Ventus Publishing ApS, 2011. p. 20 ISBN 978-87-7681-843-2

$$H = K \left( \frac{V^2}{2g} \right)$$

Donde:

H: Cabeza de pérdidas menores [m]

K: Conductividad hidráulica [m/s]

V: Velocidad media del flujo [m/s]

g: Aceleración de la gravedad [9.81m<sup>2</sup>/s]

La pérdida de energía presentada en las rejillas se da en función del factor de forma de las barras, el espaciamiento entre ellas y la altura o energía de velocidad del flujo de aproximación. De acuerdo a Kirschmer, la pérdida de energía en una rejilla limpia se calcula por la siguiente ecuación:

**Ecuación 3.** Pérdida de energía en una rejilla limpia

$$K = \beta \left( \frac{S}{b} \right)^{1.33} * \text{Sen}(\alpha)$$

Donde:

K: Conductividad hidráulica [m/s]

S: espesor de las barras (rejillas) [m]

b: distancia libre entre las barras (rejillas) [m]

$\alpha$ : ángulo con respecto a la horizontal de las rejillas [°]

$\beta$ : coeficiente en función de la forma de las barras, definidas en la **Tabla 3**.

Teniendo en cuenta los coeficientes de pérdidas de energía menores se puede realizar el diseño del cribado fino. El material retenido depende del tipo de rejilla, del espaciamiento y la población aportante; este material se dispone en un relleno sanitario o se incinera.

**1.4.2 Tratamiento primario.** En este proceso se realiza la remoción en forma parcial de sólidos suspendidos, materia orgánica y organismos patógenos por efecto de la gravedad. Las ventajas que presenta este método son reducción de  $DBO_5$ , separación de material flotante y disminución sólidos en suspensión, asistida por químicos los cuales aglomeran las partículas (flóculos)<sup>10</sup> para que ganen peso y decanten con una mayor velocidad, así como la reducción de lodos activados y homogenización parcial de caudales, carga orgánica, temperatura y pH. Se puede clasificar en tratamiento físico primario y químico primario<sup>11</sup>.

Las operaciones unitarias comúnmente utilizadas en el tratamiento de aguas residuales, son:

- Decantadores
- Tamices
- Unidades de decantación asistida químicamente

Deben realizarse estudios de la calidad del agua cruda en un periodo de lluvias y uno seco además de las pruebas de laboratorio las cuales determinaran los procesos necesarios y sus parámetros de diseño; aplica para todos los niveles de complejidad del sistema.

#### **1.4.2.1 Tratamiento físico primario.**

##### **❖ Sedimentación.**

Es el mismo proceso de clarificación con base en la concentración y tipo de partículas, removiendo sólidos sedimentables orgánicos, grasas y aceites superficiales y material flotante complementándose con una filtración posterior, el material recolectado será posteriormente tratado o desechado de acuerdo a la normatividad vigente; de acuerdo a su limpieza puede ser manual o mecánica. Está relacionado con las propiedades de caída de las partículas en el agua, produciendo un fluido clarificado y una suspensión más concentrada. En caso de tener un interés especial por el fluido clarificado se habla de clarificación y de espesamiento si el interés está puesto en la suspensión concentrada.

Existen cuatro tipos de sedimentación de partículas: a) Discreta, b) Floculenta, c) De Zona y d) Espesamiento y Compresión; y tres tipos principales de tanques sedimentadores son de flujo horizontal, de flujo radial y de flujo ascensorial y pueden tener diseño rectangular o circular.

---

<sup>10</sup> SIELIECHI, J.; LARTIGES, B.; SKALI-LAMI, S.; KAYEM, J.; KAMGA, R. 1., et al. Floc compaction during ballasted aggregation. En: WATER RESEARCH. 11/15.vol. 105, p. 361-369

<sup>11</sup> RAMALHO, R.S. Tratamiento de Aguas Residuales. 2da edición. Nueva York: Academic Press, 1983. 92p.

La sedimentación se presenta de diferentes maneras dependiendo de la temperatura, el tipo de partículas presentes, de su concentración en el agua, el tipo de sedimentador y de la zona de la unidad donde ocurre ese fenómeno. (Lozano-Rivas, Diseño de Plantas de Potabilización de Agua., 2012) Estos tipos de sedimentador se aprecian en el **Cuadro 1**. Para el diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales se utilizó la decantación asistida químicamente, la cual actúa por medio de sales coagulantes promoviendo y facilitando la aglomeración de flóculos de mayor tamaño y peso, alcanzando niveles de remoción de entre 60 y 80 % de DBO y entre 65 a 85% para SST.

**Cuadro 1.** Tipos de sedimentador (Lozano-Rivas, Diseño de Plantas de Potabilización de Agua., 2012)

| <b>Tipo de Sedimentación</b>          | <b>Características de los sólidos</b>                            | <b>Características de la sedimentación</b>  | <b>Tipos de unidades de tratamiento</b>  |
|---------------------------------------|--|---|--|
| <b>I. Partículas discretas</b>        | Partículas discretas y aisladas en soluciones diluidas           | Cada partícula sedimenta de forma independiente sin interacción entre ellas ni con el fluido que las contiene       | Desarenadores, dársenas de sedimentación o presedimentadores   |
| <b>II. De partículas fluoculentas</b> | Partículas (coloides) fluoculentas o aglomerables                | Las partículas se van aglomerando formando coágulos o flóculos de mayor tamaño y peso                               | Sedimentadores de agua potables (con coagulación-floculación previas) y decantadores de aguas residuales |
| <b>III. Zonal o interferida</b>       | Suspensiones de sólidos aglomerables de concentración intermedia | La sedimentación es interferida dada la cercanía entre partículas y se comportan como un bloque                     | Sedimentadores y decantadores de flujo ascendente y de manto de lodos                                    |
| <b>IV. Por compresión</b>             | Suspensiones de alta concentración                               | Las partículas están en contacto íntimo entre ellas y su peso forma una masa compactada en el fondo de las unidades | Compactación de lodos sedimentadores y en unidades de espesamiento de aguas residuales                   |

### 1.4.2.2 Tratamiento químico primario.

#### ❖ Neutralización.

Debido a que las aguas residuales pueden estar cargadas por sustancias ácidas o alcalinas, es necesario ajustar el pH por medio de la adición de un ácido o base dependiendo del pH objetivo y demás exigencias del proceso con el fin de proteger los cuerpos receptores de los vertimientos producidos<sup>12</sup>.

La determinación de características de alcalinidad o acidez de la preparación de curvas de valoración las cuales demuestran la cantidad necesaria de material ácido o alcalino para ajustar el pH. En el caso de aguas ácidas se realiza la neutralización por medio de cal, óxido de cal, hidróxido de magnesio o hidróxido de sodio, siendo el hidróxido de sodio más costoso pero el más conveniente para neutralización de residuos ácidos en plantas de tratamiento pequeñas.

#### ❖ Coagulación.

Consiste en desestabilizar las cargas de los coloides por la neutralización de sus cargas, incrementando la tendencia de pequeñas partículas a aglomerarse unas con otras y con superiores. Este proceso se realiza porque el tamaño de partícula es muy pequeño y se escapa del proceso de filtración o cribado.

La coagulación de partículas consiste en la adición de un producto químico denominado “coagulante”, por lo general se utilizan sales de hierro como el cloruro férrico o el sulfato de aluminio o polielectrolitos los cuales son polímeros más costosos que los coagulantes inorgánicos, pero los costos de operación son menores, disminuyendo los lodos producidos y disminuyendo la necesidad de ajustar pH.

Es necesario el uso de unidades de mezcla rápida como mezcladores mecánicos o hidráulicos, una vez adicionados los coagulantes para obtener una mezcla homogénea y a partir de la prueba de jarra; determinar el coagulante, la dosis y condiciones adecuadas para que el agua se encuentre dentro de los estándares exigidos en la Resolución 1207 de 2014, referenciando la Norma Técnica Colombiana NTC 3930 de 1996.

Es fundamental realizar una correcta aplicación de coagulante, de forma que se mezcle rápidamente de manera homogénea y, posteriormente, realizar una ligera agitación para aumentar el contacto de los coloides desestabilizados, a este paso se le denomina coagulación-floculación y deben ser tenidas en cuentas los rangos de pH y las sales a utilizar referidos en la **Tabla 4** y **Tabla 5** respectivamente.

---

<sup>12</sup> RODRIGUEZ, Pablo Ures. BURGOS, Alfredo Jácome. LÓPEZ, Joaquín Suárez. FICHAS TÉCNICAS DE ETAPAS DE PROCESOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA TEXTIL: NEUTRALIZACIÓN, SERIE: PRETRATAMIENTOS. Water and Environmental Engineering Group. p. 3-5

**Tabla 4.** Rangos óptimos de pH para aplicación de coagulantes (Lozano-Rivas, Material de clase para las asignaturas de Tratamiento de Aguas Residuales. Varios documentos. Bogotá D.C., 2012)

| Sal coagulante                                   | pH óptimo           |
|--|---------------------|
| Cloruro férrico ( $\text{FeCl}_3$ )              | 4,0 a 11,0 unidades |
| Sulfato férrico ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ) | 3,5 a 11,0 unidades |
| Policloruro de aluminio (PAC)                    | 5,5 a 9,0 unidades  |

**Tabla 5.** Usos y dosis recomendadas para coagulantes y coadyuvantes en tratamiento de aguas residuales (Lozano-Rivas, Material de clase para las asignaturas de Tratamiento de Aguas Residuales. Varios documentos. Bogotá D.C., 2012)

| Coagulante                                       | Dosis (ppm) | Aplicación  | Floculante (polímero) | Dosis (ppm) |
|--|-------------|---|-----------------------|-------------|
| Cloruro Férrico ( $\text{FeCl}_3$ )              | 100 - 150   | Eliminación de la materia orgánica                                | Aniónico              | 0,5 - 1,0   |
|  | 50 - 100    | Eliminación de fósforo en tratamiento biológico                   |                       |             |
| Sulfato Férrico ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ) | 100 - 200   | Eliminación de fósforo en tratamiento fisicoquímico               |                       |             |
|  | 50 - 100    | Eliminación en tratamiento terciario                              |                       |             |
| Policloruro de Aluminio (PAC) al 18%             | 75 - 100    | Eliminación de materia orgánica y fósforo                         |                       |             |
|  | 25 - 50     | Eliminación de materia orgánica y fósforo en tratamiento primario |                       |             |
| Sal Mixta de Fe Y Al                             | 150 - 250   | Eliminación de fósforo en tratamiento fisicoquímico               |                       |             |



Los coagulantes o aglomerantes anteriormente nombrados son sustancias químicas, conocidas como sales metálicas coagulantes, las que desestabilizan las partículas, neutralizando sus cargas negativas y permitiendo así la agrupación de flóculos de tamaño y peso suficiente para ser afectados por la aceleración de la gravedad; sin embargo, hay partículas desestabilizadas las cuales necesitan de una ligera agitación para aumentar el contacto con otras partículas y formar así los flóculos.

#### ❖ **Floculación.**

Consiste en la unión de flóculos formados con el fin de aumentar su peso y volumen por medio de un proceso de mezcla lenta, mediante el cual las partículas se ponen en contacto para que estas se aglomeren por medio de la atracción mecánica de las partículas previamente neutralizadas dando lugar a un sólido de mayor tamaño dependiendo de la cantidad de partículas presentes, el volumen relativo que estas ocupan y el gradiente de velocidad  $G$ .<sup>13</sup> Se pueden emplear floculadores mecánicos o hidráulicos, entre ellos están los de flujo horizontal, flujo vertical, flujo helicoidal, entre otros.

**Ecuación 4.** Ecuación de gradiente de velocidad

$$G = \left( \frac{P}{\mu * V} \right)^{1/2}$$

Donde

P: energía disipada

$\mu$ : viscosidad

V: volumen al cual la energía es aplicada.

Existen dos métodos para que las partículas entren en contacto. El primero por el movimiento propio de las partículas, se habla de una floculación por convección pero es muy lenta, y el siguiente es por el movimiento del fluido que induce a movimiento de éstas y esto se consigue mediante la agitación del fluido, esta se denomina floculación forzada<sup>14</sup>. Se deben tener en cuenta algunos factores que influyen en el proceso de floculación como la agitación lenta y homogénea, la temperatura del agua, las características del agua y los tipos de floculantes utilizados.

---

<sup>13</sup> RAMALHO, R.S. Tratamiento de Aguas Residuales. 2da edición. Nueva York: Academic Press, 1983. p. 112

<sup>14</sup> RESTREPO OSORNO, Hernán A. EVALUACIÓN DEL PROCESO DE COAGULACIÓN – FLOCULACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE. Medellín, 2009, 109. Trabajo de grado Ingeniero de minas. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de minas.

## 1.5 PRUEBA DE JARRAS

Consiste en simular en vasos de precipitado o jarras el proceso de coagulación-floculación que se producirá en la planta de tratamiento con el fin de evaluar diferentes parámetros durante o al final de la prueba. Las pruebas realizadas utilizan sales inorgánicas coagulantes como sulfato de aluminio y cloruro férrico o polímeros aniónicos o catiónicos.

Su objetivo es determinar los coagulantes a utilizar, su dosificación óptima, secuencia de adición de los mismos para la turbiedad, color, pH, temperatura y dureza.

## 1.6 ÍNDICE DE WILLCOMB PARA CARACTERIZACIÓN DE FLÓCULOS

Para la evaluación de la calidad de los flocs formados y su velocidad de sedimentación se presenta una tabla denominada "Índice de Willcomb", la cual asigna un valor cualitativo con el fin de clasificar la formación más consistente y rápida de sedimentar los flocs<sup>15</sup>.

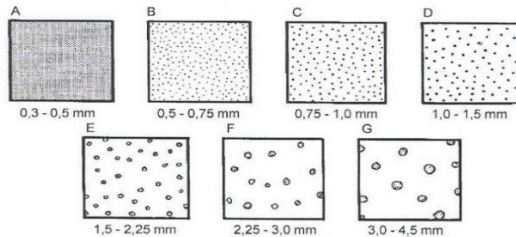
**Tabla 6.** Índice de Willcomb

| Número del índice | Descripción   |
|-------------------|---|
| 0                 | Flóculo coloidal.   |
| 2                 | Visible. Flóculo muy pequeño, casi imperceptible para un observador no entrenado.                   |
| 4                 | Disperso. Flóculo bien formado pero uniforme distribuido (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta). |
| 6                 | Claro. Flóculo de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.                      |
| 8                 | Bueno. Flóculo que se deposita fácil pero no completamente.   |
| 10                | Excelente. Flóculo que se deposita completamente dejando el agua cristalina.                        |

<sup>15</sup> MALDONADO, V. Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida. Manual I: teoría. Tomo II. Lima, CEPIS, 2004, p.2-62

Para poder referenciar y comparar los flocs formados se presenta un diagrama con las dimensiones y dispersiones típicas de los flocs.

**Imagen 4.** Diámetros típicos de referencia para la evaluación de "flocs"



**Fuente:** El agua potable. {en línea} {Mayo 01 de 2017}

<http://www.elaguapotable.com/coagulacion-floculacion.htm>

### 1.7 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA

En el Título A del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000, en el capítulo A.3 Determinación del nivel de complejidad del sistema, para todo el territorio nacional se establecen los siguientes niveles de complejidad, presentados en la **Tabla 7**. Para clasificar el proyecto en alguna de estas categorías se debe tener en cuenta el grado de exigencia técnica, su capacidad económica y el número de habitantes de la zona urbana.

**Tabla 7.** Asignación del nivel de complejidad.

| Nivel de complejidad | Población en la zona urbana (1) (habitantes) | Capacidad económica de los usuarios (2) |
|----------------------|--|---|
| Bajo                 | < 2500                                       | Baja                                    |
| Medio                | 2501 a 12500                                 | Baja                                    |
| Medio Alto           | 12501 a 60000                                | Media                                   |
| Alto                 | > 60000                                      | Alta                                    |

**Fuente:** MONDRAGÓN, Luz Ángela. REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS- 2000. SECCIÓN I TÍTULO A. ASPECTOS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. A.3 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2000. p. A.9

De acuerdo a la población y requerimientos técnicos, el proyecto se clasifica en el **Nivel de Complejidad Bajo**.

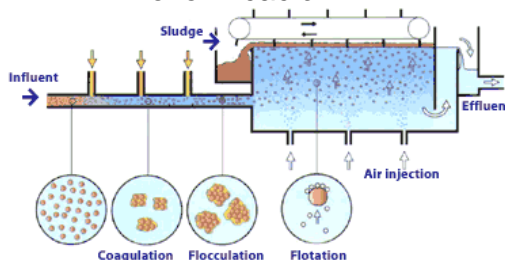
## 1.8 TECNOLOGÍAS APLICABLES AL TRATAMIENTO PRIMARIO

Las tecnologías utilizadas en los tratamientos primarios y secundarios residuales dependen del análisis de las características físico-químicas a tratar, sus ventajas y desventajas y criterios como la viabilidad técnica y económica y el análisis de riesgos.

**1.8.1 Coagulación-floculación y ozonización.** RIGOLA Miguel presenta la siguiente explicación: “La turbidez y el color son dos características indeseables en las aguas. Ambas suelen estar causada por partículas coloidales. Mientras las partículas en el orden de magnitud de una micra, se pueden considerar en suspensión, y las de una milésima de micra entran en el dormitorio de moléculas en solución.”<sup>16</sup> Estas partículas se retiran por medio de la formación de partículas de tamaño discreto fácilmente separables del agua por medio de sedimentación y filtración. (GOMELLA & GUERREE, 1977)

A su vez la materia orgánica y los fenoles presentes se oxidan y retiran por medio de la ozonificación la cual es la técnica de desinfección de más rápida acción comparándola con el uso de cloro.

**Imagen 5.** Coagulación-floculación y ozonificación



**Fuente:** El agua potable {en línea} {Abril 05 de 2017}

<http://www.elaguapotable.com/decantacion.htm>

**Cuadro 2.** Ventajas y desventajas: Coagulación-floculación y ozonización.

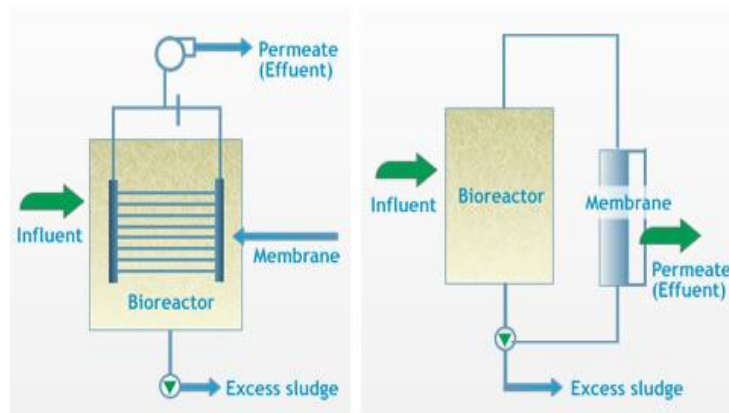
| Ventajas  | Desventajas   |
|---|---|
| Frente al tratamiento de sólidos suspendidos totales, tiene un porcentaje de remoción alto del 90-98% | Para que la ozonización obtenga sus mejores resultados se requiere un caudal alto                 |
| El proceso de ozonización es eficiente para la remoción de coliformes fecales y DQO. (99,97%)         | El esquema tecnológico no es suficiente para la reutilización del agua, solo para riego agrícola. |

<sup>16</sup> RIGOLA, Miguel. Tratamiento de aguas industriales: Aguas de proceso y residuales. Barcelona: MARCOMBO S.A. 1990 p. 51

|   |  |
|---|--|
| Los costos de implementación son bajos        | Los costos de operación pueden llegar a altos. |
| Requiere poco espacio para su implementación. | --   |
| No presenta riesgos altos de operación.       | --   |
| Operación sencilla                            | --   |

**1.8.2 Bioreactores anaerobios de membrana sumergida.** Estos reactores se utilizan para aguas con índices altos de materia orgánica, retirando los lodos activos y realizando un posterior tratamiento secundario<sup>17</sup>

**Imagen 6.** Bioreactores anaerobios de membrana sumergida



**Fuente:** Bioreactores {en línea} {Abril 05 de 2017}  
[http://biofermt.blogspot.com.co/2013\\_11\\_22\\_archive.html](http://biofermt.blogspot.com.co/2013_11_22_archive.html)

**Cuadro 3.** Ventajas y desventajas: Biorreactores anaerobios de membrana sumergida.

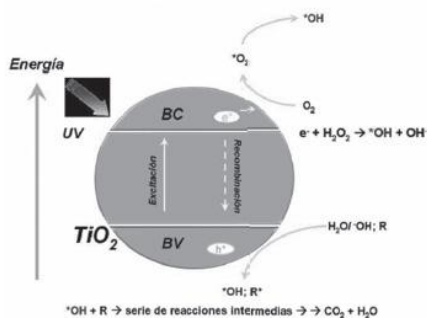
| Ventajas  | Desventajas                       |
|---|-----------------------------------|
| Generación de lodos nula                                | Tiempos de tratamiento elevados   |
| Puede tratar contaminantes en concentraciones muy bajas | Costos de implementación elevados |

<sup>17</sup> MORENO, J.; MORAL, R.; GARCÍA-MORALES, J.L.; PASCUAL, J.A.; BERNAL, M.P. DE RESIDUO A RECURSO El Camino hacia la Sostenibilidad

|                           |  |
|---------------------------|--|
| costos de operación bajos | Requiere inversiones económicas importantes en investigación y desarrollo tecnológico. |
| operación sencilla        | --   |

**1.8.3 Fotocatálisis heterogénea.** La aplicación de esta tecnología es hoy en día una de las de mayor interés para el tratamiento y purificación de aguas por medio del catalizador de dióxido de titanio, a diferencia de diferentes métodos fotoquímicos, esta técnica no es selectiva y se puede emplear para el tratamiento de mezclas complejas de contaminantes.<sup>18</sup>

**Imagen 7. Fotocatálisis heterogénea**



**Fuente:** SciELO. Fotocatálisis heterogénea para el abatimiento de tensoactivos aniónicos en aguas residuales. {en línea} {abril 05 de 2017}

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-04552011000200009](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552011000200009)

**Cuadro 4. Ventajas y desventajas: Fotocatálisis heterogénea.**

| Ventajas | Desventajas |
|----------|-------------|
|----------|-------------|

<sup>18</sup> GÁLVEZ, J.; MALATO, S.; ESTRADA, C.; BANDALA, E.; GELOVER, S.; LEAL, T. PURIFICACIÓN DE AGUAS POR FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA: ESTADO DEL ARTE

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| Costos de operación bajos   | Riesgos de operación elevados  |
| Puede alcanzar hasta un 99% de remoción de sólidos suspendidos totales. | Costos de implementación altos |
| Remoción de fenoles entre un 78% a 97%                                  | --                             |
| operación sencilla  | --                             |

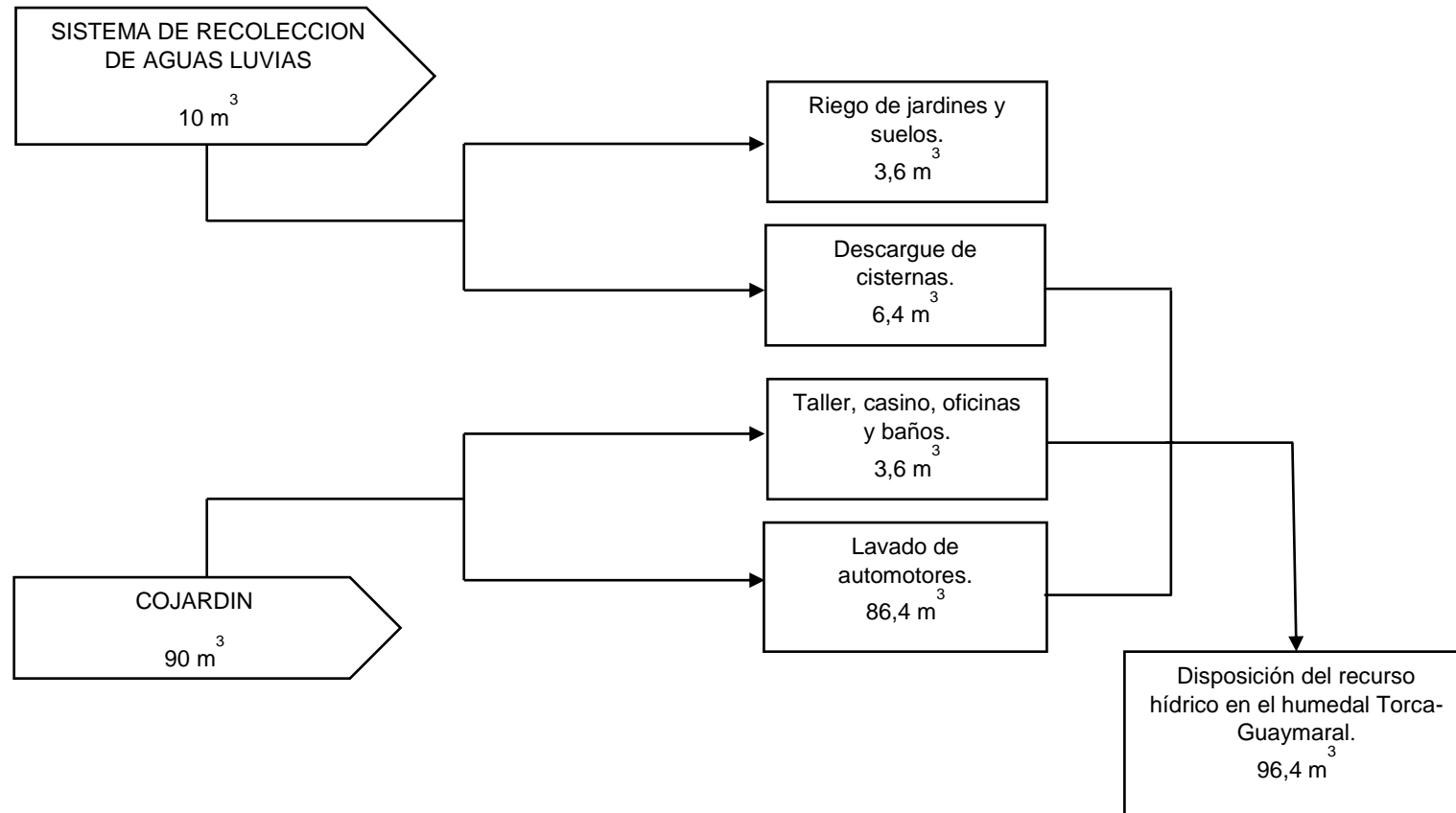
#### 1.8.4 Biosorción con cascarilla de higuera.

**Cuadro 5.** Ventajas y desventajas: Biosorción con cascarilla de higuera.

| <b>Ventajas</b>                            | <b>Desventajas</b>   |
|--|--|
| Adsorbente natural de compuestos fenólicos | Baja remoción de sólidos suspendidos totales   |
| No presenta riesgos altos de operación.    | Requiere inversiones económicas importantes en investigación y desarrollo tecnológico. |
| --   | Costos de implementación altos   |
| --   | Operación rigurosa   |
| --   | Costos de operación elevados   |

En la **Figura 2**, se encuentra el balance hídrico mensual de la empresa.

**Figura 2. Balance Hídrico**





## 2. CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

Teniendo en cuenta que la empresa no cuenta con alcantarillado se realizó la revisión de la información relacionada con las mediciones de caudales y los análisis de laboratorio realizados a las muestras tomadas de las aguas de lavado de los buses y de las aguas negras generadas en el parque automotor.

### 2.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

El análisis reportado en el informe de laboratorio del punto de vertimiento de aguas residuales monitoreado, presentado en el **ANEXO A**, realizado en la empresa Transportadora Escolar Camargo Hermanos S.A. – TECH S.A. en el mes de enero del año 2017, siguen la metodología del Standard Methods for Examination of Water and Wastewater edición 22 de 2012.

Para el punto del vertimiento se tomaron doce (12) muestras puntuales, el día 28 de enero 2017, bajo la norma técnica colombiana NTC-ISO 5667-10 referente a CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES<sup>19</sup>, con una frecuencia de quince (15) minutos y se midieron parámetros de campo como: Caudal (Q), Temperatura (T), potencial de hidrógeno (pH), además se tomó una muestra puntual para la determinación de grasas y aceites, los resultados están basados bajo los lineamientos de la norma NTC 17025:2005 como se muestra en la **Tabla 8**.

**Tabla 8.** Caracterización del punto de vertimiento

| Parámetro                          | Unidades               | Resultados    | Resolución 0631 de 2015 art.15-16 | Cumplimiento normativo |
|------------------------------------|------------------------|---------------|-----------------------------------|------------------------|
| Aceites y grasas                   | mg/ L de A y G         | 11,70         | 15,00                             | CUMPLE                 |
| Caudal                             | L/s                    | 0,68          | N.A                               | N.A                    |
| Demanda bioquímica de oxígeno      | mg/L de O <sub>2</sub> | 28,56         | 75,00                             | CUMPLE                 |
| Demanda química de oxígeno         | mg/L de O <sub>2</sub> | 64,30         | 225,00                            | CUMPLE                 |
| Detergentes (saam)                 | mg/L de SAAM           | 13,92         | Análisis y Reporte                | -                      |
| <b>Fenoles</b>                     | <b>mg/L de fenol</b>   | <b>0,73</b>   | <b>0,20</b>                       | <b>NO CUMPLE</b>       |
| Hidrocarburos totales              | mg/L de HCT            | <0,50         | 10,00                             | CUMPLE                 |
| pH                                 | Unidades de pH         | 8,24          | 5,00-9,00                         | CUMPLE                 |
| Sólidos sedimentables              | mL/L de SSED           | 0,90          | 1,50                              | CUMPLE                 |
| <b>Sólidos suspendidos totales</b> | <b>mg/L de SST</b>     | <b>305,00</b> | <b>75,00</b>                      | <b>NO CUMPLE</b>       |
| Temperatura                        | °C                     | 18,90         | 40,00                             | CUMPLE                 |

<sup>19</sup> COLOMBIA. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-ISO 5667-10 (21 Junio 1995) GESTIÓN AMBIENTAL. CALIDAD DE AGUA. MUESTREO. MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES.

## 2.2 MEDICIÓN DE CAUDALES

Según lo reportado en el “INFORME DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA”, realizado por la empresa Instituto de Higiene Ambiental S.A.S, los valores de caudales corresponden a la medición con frecuencia de quince (15) minutos entre toma de muestras, realizada el día sábado 28 de enero de 2017.

**Tabla 9.** Cálculos de caudal

| Medición        | Tiempo (s) | Volumen (L) | Caudal (L/s) |
|-----------------|------------|-------------|--------------|
| 08:00:00 a.m.   | -          | -           | -            |
| 08:15:00 a.m.   | -          | -           | -            |
| 08:30:00 a.m.   | -          | -           | -            |
| 08:45:00 a.m.   | 5,00       | 1,00        | 0,20         |
| 09:00:00 a.m.   | 4,00       | 1,50        | 0,38         |
| 09:15:00 a.m.   | 1,00       | 2,00        | 2,00         |
| 09:30:00 a.m.   | 2,00       | 1,50        | 0,75         |
| 09:45:00 a.m.   | 2,00       | 2,00        | 1,00         |
| 10:00:00 a.m.   | 2,00       | 1,00        | 0,50         |
| 10:15:00 a.m.   | 3,00       | 1,50        | 0,50         |
| 10:30:00 a.m.   | 2,00       | 2,00        | 1,00         |
| 10:45:00 a.m.   | 2,00       | 2,00        | 1,00         |
| 11:00:00 a.m.   | 4,00       | 1,50        | 0,38         |
| 11:15:00 a.m.   | 6,00       | 1,50        | 0,25         |
| 11:30:00 a.m.   | 5,00       | 1,00        | 0,20         |
| <b>Promedio</b> |            |             | <b>0,70</b>  |

**Tabla 10. Resultados de campo**

| N° Medición           | Hora          | CAJA DE INSPECCIÓN INTERNA |                              |                  |              |               |
|-----------------------|---------------|----------------------------|------------------------------|------------------|--------------|---------------|
|                       |               | pH (Unidades)              | Sólidos sedimentables (mL/L) | Temperatura (°C) | Caudal (L/s) | Alicuota (mL) |
| 1                     | 08:00:00 a.m. | -                          | -                            | -                | -            | -             |
| 2                     | 08:15:00 a.m. | -                          | -                            | -                | -            | -             |
| 3                     | 08:30:00 a.m. | -                          | -                            | -                | -            | -             |
| 4                     | 08:45:00 a.m. | 8,90                       | 1,50                         | 18,00            | 0,20         | 30,00         |
| 5                     | 09:00:00 a.m. | 8,20                       | -                            | 18,00            | 0,38         | 58,00         |
| 6                     | 09:15:00 a.m. | 8,10                       | -                            | 18,00            | 2,00         | 307,00        |
| 7                     | 09:30:00 a.m. | 8,40                       | -                            | 18,00            | 0,75         | 115,00        |
| 8                     | 09:45:00 a.m. | 8,20                       | 0,60                         | 18,00            | 1,00         | 153,00        |
| 9                     | 10:00:00 a.m. | 8,40                       | -                            | 19,00            | 0,50         | 77,00         |
| 10                    | 10:15:00 a.m. | 8,40                       | -                            | 19,00            | 0,50         | 77,00         |
| 11                    | 10:30:00 a.m. | 8,20                       | -                            | 19,00            | 1,00         | 153,00        |
| 12                    | 10:45:00 a.m. | 8,00                       | 0,60                         | 20,00            | 1,00         | 153,00        |
| 13                    | 11:00:00 a.m. | 7,90                       | -                            | 20,00            | 0,38         | 58,00         |
| 14                    | 11:15:00 a.m. | 7,90                       | -                            | 20,00            | 0,25         | 38,00         |
| 15                    | 11:30:00 a.m. | 8,30                       | -                            | 20,00            | 0,20         | 31,00         |
| <b>PROMEDIO TOTAL</b> |               | <b>8,24</b>                | <b>0,90</b>                  | <b>18,90</b>     | <b>0,70</b>  | <b>1250</b>   |

La toma de muestras se realizó el día sábado 30 de enero del 2017 entre las 8:00 y 11:30 de la mañana, mientras se realizaban las principales actividades generadoras de vertimientos líquidos en la empresa (lavado y mantenimiento preventivo y correctivo de los automotores en el lavadero y taller respectivamente, actividad en el área administrativa y casino en funcionamiento); teniendo en cuenta los factores enunciados y los resultados de caudal obtenidos, es posible descartar datos atípicos y establecer un caudal de diseño máximo de 1 L/s.

La resolución 0631 de 2015” Por el cual se establecen los parámetros y valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.”<sup>20</sup>

De acuerdo a los resultados de laboratorio obtenidos se pudo establecer una serie de variaciones en relación a la Resolución 0631 de 2015 (por el cual se establecen los parámetros y valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado) en

<sup>20</sup> COLOMBIA MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución No. 0631 (17 Marzo 2015) Por el cual se establecen los parámetros y valores máximos permisibles en los vertimiento puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

los artículos 15 y 16, especificando en una tabla de datos el rango de valores físico-químicos en los cuales se debe encontrar el recurso de agua para ser vertido en cuerpos de agua superficiales, en aspectos que se encuentran señalados en el **ANEXO B**.

Las cargas de contaminante se presentan en la **Tabla 11**, para el análisis de la caracterización de los fenoles se puede observar una concentración superior de 365 % en comparación a lo establecido en la normatividad ambiental, esto permite afirmar que la contaminación generada es causada en el proceso de limpieza del automotor debido a los detergentes utilizados generando un alto impacto ambiental sobre las aguas superficiales, además el uso de cloro para la limpieza del interior del bus y su tapicería.

En cuanto a los sólidos suspendidos totales, se evidencia un exceso de concentración aproximado a un 407 % por encima de lo establecido en la norma, siendo un parámetro crítico debido a que este es uno de los parámetros de mayor importancia en el tratamiento de las aguas residuales, estos sólidos inorgánicos provienen de gravas, arcilla o arenas las cuales son partículas que se encuentran suspendidas en el agua u otros líquidos y depositan sobre la carrocería, es necesario realizar una remoción alta de sólidos suspendidos totales ya que si no se da se producen depósitos de lodos.

**Tabla 11.** Porcentaje de carga de contaminantes

| Parámetro                          | % de carga contaminante |
|------------------------------------|-------------------------|
| Aceites y grasas                   | 0,78                    |
| Caudal                             | N/A                     |
| Demanda bioquímica de oxígeno      | 0,38                    |
| Demanda química de oxígeno         | 0,29                    |
| Detergentes (saam)                 | N/A                     |
| <b>Fenoles</b>                     | <b>365,00</b>           |
| Hidrocarburos totales              | N/A                     |
| pH                                 | N/A                     |
| Sólidos sedimentables              | 0,60                    |
| <b>Sólidos suspendidos totales</b> | <b>407,00</b>           |
| Temperatura                        | 0,47                    |

De acuerdo a la posterior comparación de los resultados de laboratorio se puede afirmar que dos parámetros los cuales son fenoles y sólidos suspendidos totales, superan el límite máximo permisible establecido en la norma para vertimiento y reúso del recurso.

### 3. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA

La fase para el diseño de un sistema de tratamiento de aguas, deben tenerse en cuenta aspectos para la identificación de una alternativa adecuada, respaldando el cumplimiento de remoción con el fin de generar agua para reusó dentro del marco de sistema a partir del tratamiento del agua residual.

El **Cuadro 6**, menciona algunas tecnologías que pueden ser utilizadas para su posible aplicación en el tratamiento primario.

Para la selección de la alternativa a implementar en la empresa TECH S.A., se realizó una valoración de diferentes tecnologías, con base en una revisión bibliográfica y teniendo en cuenta las consideraciones expuestas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: Construcción y Operación de Platas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas.

**Cuadro 6.** Tecnologías aplicables a los Tratamientos Primarios y Secundarios.

|  |
|--|
| Coagulación-floculación y Ozonización <sup>21</sup>          |
| Biorreactores anaerobios de membrana sumergida <sup>22</sup> |
| Fotocatálisis heterogénea <sup>23</sup>                      |
| Biosorción con cascarilla de higuera <sup>24</sup>           |

La identificación de las alternativas mencionadas para el tratamiento de aguas residuales requirió de un análisis de ventajas y desventajas, relacionadas con las características fisicoquímicas y económicas, tomando a consideración los siguientes criterios (Ci):

- Viabilidad Técnica, Económica y Ambiental.
- Análisis de Riesgos.
- Capacidad de remoción de impurezas
- Tiempo de proceso
- Adecuación a políticas nacionales

<sup>21</sup> LORENZO, Eliet Véliz, et al. Evaluación de la eficiencia de los procesos de coagulación-floculación y ozonización a escala de laboratorio en el tratamiento de aguas residuales municipales. En: REVISTA CENIC CIENCIAS QUIMICAS. 04.vol. 41, no. 1, p. 49-56

<sup>22</sup> FERRER-POLONIO, E., et al. Biological treatment performance of hypersaline wastewaters with high phenols concentration from table olive packaging industry using sequencing batch reactors. En: JOURNAL OF INDUSTRIAL AND ENGINEERING CHEMISTRY. 11/25.vol. 43, p. 44-52

<sup>23</sup> CARVAJAL MUÑOZ, Juan Sebastián. Fotocatálisis heterogénea para el abatimiento de tensoactivos aniónicos en aguas residuales. En: PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA. 07.vol. 6, no. 2, p. 92-107

<sup>24</sup> NAVARRETE RODRÍGUEZ, Luisa Fernanda y RODRÍGUEZ PARRA, Zurelly. Evaluación De La Cascarilla De Higuera Como Posible Adsorbente De Contaminantes Fenólicos En Fase Acuosa. En: REVISTA DE LA ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES. 12.vol. 36, no. 141, p. 595-598

La evaluación de la alternativa se desarrolló a través de la selección de tecnologías<sup>25</sup> que podrían ser implementadas a través de la matriz de prioridades o matriz de factores, para esto fue necesario la creación de criterios ( $C_i$ ), una escala de valores; y a través de la evaluación y análisis del nivel de importancia, viabilidad y factor ponderado<sup>26</sup>, se estableció:

- Una ponderación ( $P_i$ ) para cada criterio ( $C_i$ ).
- Donde los rangos  $P_i$  de numeración para evaluar los anteriores criterios fueron:
  - 10 = Mucho más importante
  - 5 = Más importante
  - 1 = Igual
  - 1/5 = Menos importante
  - 1/10 = Mucho menos importante

La escala de valores para las matrices de comparación fue:

10 = Mucho mejor  
5 = Mejor  
1 = Igual  
1/5 = Peor  
1/10 = Mucho peor

Se debe obtener un rango de calificación (0 – 1) para calificar cada criterio  $C_i$  en relación con las condiciones de la empresa, y generar un factor ponderado:

#### **Ecuación 5. Calificación de la Tecnología.**

$$=\sum (C_i * P_i)$$

El mayor puntaje identifica la tecnología con mayores posibilidades de implementación y adecuada operación.

---

<sup>25</sup> VERDOY, Pablo.; MAHIQUES, Jorge.; SAGASTA-PELLICER, Santiago.; SIRVENT, Raúl.; MANUAL DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD: TEORÍA Y APLICACIONES. Núm. 21. Castellón. España. Publicacions de la Universitat Jaume I, 2006. P.219

<sup>26</sup> KRAJEWSKI, Lee.; RITZMAN, Larry.; MALHOTRA, Manoj.; Administración de operaciones: Procesos y cadenas de valor. 8va edición. México: PEARSON EDUCATION, 2008. p. 431 ISBN: 978-970-26-1217-9

### 3.1 ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A VALORAR

En la **Tabla 12**, se realiza la comparación y evaluación de los siguientes criterios establecidos por las prioridades requeridas por la empresa con respecto al tratamiento de aguas residuales: costos totales, criterio el cual tiene en cuenta los costos de implementación, costos de operación y costos de mantenimiento; Riesgos; Capacidad de remoción de impurezas; operación sencilla y dimensionamiento.

**Tabla 12.** Matriz de comparación y selección de criterio.

| CRITERIO                                | Costos totales (Ct) | Riesgos (Ri) | Capacidad de remoción de impurezas (CR) | Operación sencilla (OS) | Dimensionamiento (Di) | SUMA      | Factor ponderado (FP) |
|---|---------------------|--------------|---|-------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|
| Costos totales (Ct)                     |                     | 5            | 1                                       | 5                       | 5                     | 16        | 0,32                  |
| Riesgos (Ri)                            | 0,2                 |              | 0,1                                     | 1                       | 1                     | 2,3       | 0,05                  |
| Capacidad de remoción de impurezas (CR) | 1                   | 10           |   | 5                       | 10                    | 26        | 0,53                  |
| Operación sencilla (OS)                 | 0,2                 | 1            | 0,2                                     |                         | 1                     | 2,4       | 0,05                  |
| Dimensionamiento (Di)                   | 0,2                 | 1            | 0,1                                     | 1                       |                       | 2,3       | 0,05                  |
|   |                     |              |   |                         | <b>TOTAL</b>          | <b>49</b> | <b>1,0</b>            |

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede afirmar que el criterio más importante para la selección de las tecnologías es capacidad de remoción de impurezas y costos totales, por otro lado los criterios dimensionamiento, riesgos y operación sencilla tienen casi la misma relevancia pero no son tan significativos como los dos anteriores.

La **Tabla 13** presenta la comparación de los costos totales de cada una de las alternativas dando una valor más elevado a costos más bajos, con respecto a la escala utilizada en la matriz (10,5,1,0,0.2 o 0.1).

**Tabla 13.** Matriz de comparación de costos totales

| Costos totales (Ct)                            | Coagulación-floculación y Ozonización | Biorreactores anaerobios de membrana sumergida | Fotocatálisis heterogénea | Biosorción con cascarilla de higuierilla | SUMA        | Peso de la opción (PO) |
|--|---------------------------------------|--|---------------------------|--|-------------|------------------------|
| Coagulación-floculación y Ozonización          |                                       | 10   | 10                        | 10                                       | 30          | 0,83                   |
| Biorreactores anaerobios de membrana sumergida | 0,1                                   |  | 1                         | 1  | 2,1         | 0,06                   |
| Fotocatálisis heterogénea                      | 0,1                                   | 1  |                           | 1  | 2,1         | 0,06                   |
| Biosorción con cascarilla de higuierilla       | 0,1                                   | 1  | 1                         |  | 2,1         | 0,06                   |
|  |                                       |  |                           | <b>TOTAL</b>                             | <b>36,3</b> | <b>1,0</b>             |

Como se evidencia en la matriz, en materia de costos totales la implementación de los biorreactores anaeróbios de membrana sumergida y la fotocatalisis heterogénea son las alternativas con mayor costo, mientras que la biosorción con cascarilla de higuierilla debido a que se encuentra aún en desarrollo y sus insumos no son nacionales, también es considerada una alternativa bastante costosa. Así mismo se puede observar que la alternativa con menor costo es la coagulación-floculación y ozonización.



En la **Tabla 14**, se analizan los riesgos posibles en el tiempo de operación e implementación de las diferentes tecnologías, dando mayor peso a la alternativa con menos riesgos en salud ocupacional.

**Tabla 14.** Matriz de comparación de Riesgos

| Riesgos (Ri)                                   | Coagulación-floculación y Ozonización | Biorreactores anaerobios de membrana sumergida | Fotocatálisis heterogénea | Biosorción con cascarilla de higuera | SUMA        | Peso de la opción (PO) |
|--|---------------------------------------|--|---------------------------|--------------------------------------|-------------|------------------------|
| Coagulación-floculación y Ozonización          |                                       | 10   | 10                        | 10                                   | 30          | 0,83                   |
| Biorreactores anaerobios de membrana sumergida | 0,1                                   |  | 1                         | 1                                    | 2,1         | 0,06                   |
| Fotocatálisis heterogénea                      | 0,1                                   | 1  |                           | 1                                    | 2,1         | 0,06                   |
| Biosorción con cascarilla de higuera           | 0,1                                   | 1  | 1                         |                                      | 2,1         | 0,06                   |
|  |                                       |  |                           | <b>TOTAL</b>                         | <b>36,3</b> | <b>1,0</b>             |

Se permitió establecer que los riesgos más factibles son tanto el biorreactor anaerobio de membrana sumergida como fotocatalisis heterogénea, y la tecnología con coagulación-floculación y ozonización es la que menos riesgo posee.

Es importante aclarar que la **Tabla 15**, se realizó teniendo en cuenta la capacidad de remoción de impurezas deseadas con respecto a los resultados del análisis de laboratorio realizado a los vertimientos de la empresa TECH S.A. (Sólidos suspendidos totales y fenoles)

**Tabla 15.** Matriz de comparación de capacidad de remoción de impurezas

| Capacidad de remoción de impurezas (CR)        | Coagulación-floculación y Ozonización | Biorreactores anaerobios de membrana sumergida | Fotocatálisis heterogénea | Biosorción con cascarilla de higuera | SUMA        | Peso de la opción (PO) |
|--|---------------------------------------|--|---------------------------|--------------------------------------|-------------|------------------------|
| Coagulación-floculación y Ozonización          |                                       | 10   | 10                        | 10                                   | 30          | 0,70                   |
| Biorreactores anaerobios de membrana sumergida | 0,1                                   |  | 1                         | 5                                    | 6,1         | 0,14                   |
| Fotocatálisis heterogénea                      | 0,1                                   | 1  |                           | 0,2                                  | 1,4         | 0,03                   |
| Biosorción con cascarilla de higuera           | 0,1                                   | 0,2  | 5                         |                                      | 5,3         | 0,12                   |
|  |                                       |  |                           | <b>TOTAL</b>                         | <b>42,8</b> | <b>1,0</b>             |

En el cuadro anteriormente expuesto se encontró como mejor opción para la remoción de impurezas la Coagulación-floculación y Ozonización, por otro lado permite descartar la Fotocatálisis heterogénea por tener un peso demasiado por debajo de las demás alternativas.

En la **Tabla 16**, se puede observar la comparación entre los resultados que se pueden obtener al implementar dichas tecnologías con respecto a la operación de los equipos.

**Tabla 16.** Matriz de comparación de operación sencilla

| Operación sencilla (OS)                        | Coagulación-floculación y Ozonización | Biorreactores anaerobios de membrana sumergida | Fotocatálisis heterogénea | Biosorción con cascarilla de higuera | SUMA        | Peso de la opción (PO) |
|--|---------------------------------------|--|---------------------------|--------------------------------------|-------------|------------------------|
| Coagulación-floculación y Ozonización          |                                       | 10   | 10                        | 10                                   | 30          | 0,83                   |
| Biorreactores anaerobios de membrana sumergida | 0,1                                   |  | 1                         | 1                                    | 2,1         | 0,06                   |
| Fotocatálisis heterogénea                      | 0,1                                   | 1  |                           | 1                                    | 2,1         | 0,06                   |
| Biosorción con cascarilla de higuera           | 0,1                                   | 1  | 1                         |                                      | 2,1         | 0,06                   |
|  |                                       |  |                           | <b>TOTAL</b>                         | <b>36,3</b> | <b>1,0</b>             |

Se permite establecer que el biorreactor anaerobio de membrana sumergida, los procesos de fotocatalisis heterogénea y biosorción con cascarilla de higuera tienen más dificultad para su manipulación, así mismo permite destacar el sistema de coagulación-floculación y ozonización por abordar la operación más práctica, sin necesidad de automatización y control avanzado.

En la **Tabla 17** se presenta la comparación para cada una de las alternativas en concepto de dimensionamiento, con menor peso aquella alternativa que requiera un espacio mayor.

**Tabla 17.** Matriz de comparación de dimensionamiento.

| Dimensionamiento (Di)                          | Coagulación-floculación y Ozonización | Biorreactores anaerobios de membrana sumergida | Fotocatálisis heterogénea | Biosorción con cascarilla de higuierilla | SUMA        | Peso de la opción (PO) |
|--|---------------------------------------|--|---------------------------|--|-------------|------------------------|
| Coagulación-floculación y Ozonización          |                                       | 10   | 10                        | 10                                       | 30          | 0,83                   |
| Biorreactores anaerobios de membrana sumergida | 0,1                                   |  | 1                         | 1  | 2,1         | 0,06                   |
| Fotocatálisis heterogénea                      | 0,1                                   | 1  |                           | 1  | 2,1         | 0,06                   |
| Biosorción con cascarilla de higuierilla       | 0,1                                   | 1  | 1                         |  | 2,2         | 0,06                   |
|  |                                       |  |                           | <b>TOTAL</b>                             | <b>36,3</b> | <b>1,0</b>             |

Se puede decir que en criterio de dimensionamiento la implementación de los biorreactores anaerobios de membrana sumergida, la fotocatalisis heterogénea y biosorción con cascarilla de higuierilla serían las alternativas con mayor necesidad de espacio, por otro lado coagulación – floculación y ozonización es la alternativa que menos área requiere para su desarrollo.

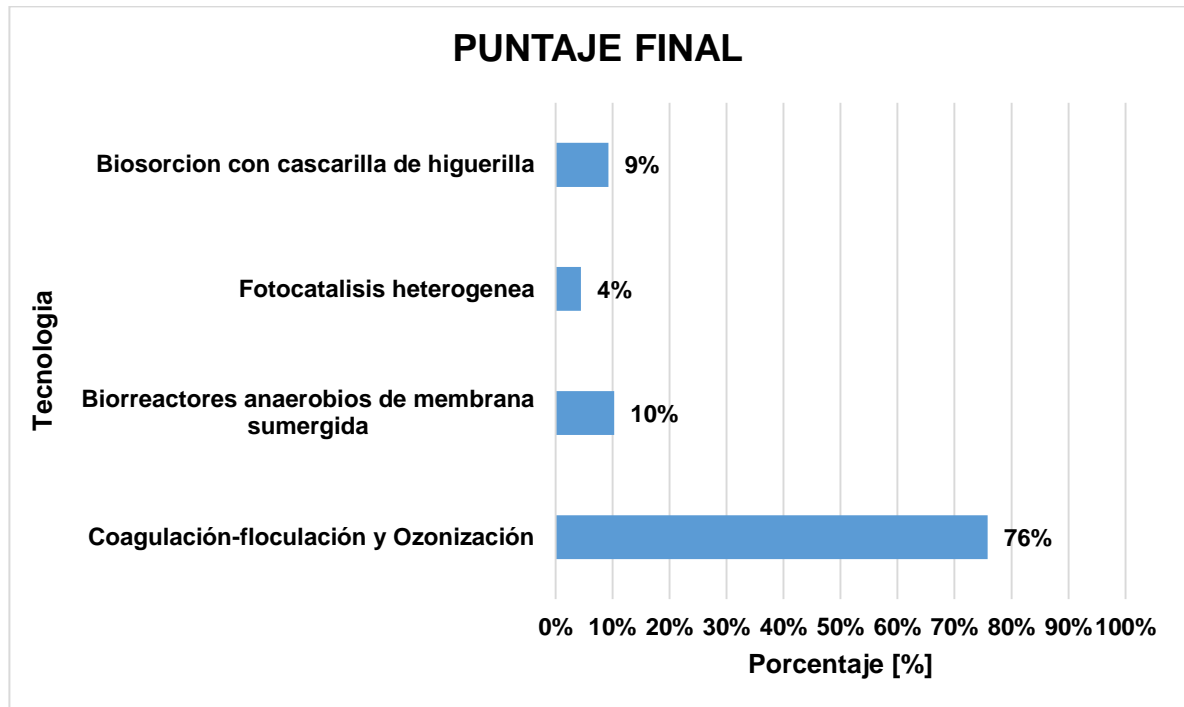
En la **Tabla 18**, se determinaron las tecnologías que van a ser implementadas en relación a los criterios que fueron establecidos desde el principio; en este caso el resultado está dado por la suma total de los factores entre el factor de ponderación de cada criterio a evaluar y el peso de la opción (ambos datos derivados de las matrices anteriores).

**Tabla 18.** Comparación de las tecnologías según los diferentes criterios de evaluación

|   | Costos totales<br>(32%) | Riesgos<br>(5%) | Capacidad de<br>remoción de<br>impurezas (53%) | Operación sencilla<br>(5%) | Dimensionamiento<br>(5%) | PUNTAJE FINAL |
|---|-------------------------|-----------------|--|----------------------------|--------------------------|---------------|
| Coagulación-<br>floculación y<br>Ozonización            | 0,83                    | 0,83            | 0,70   | 0,83                       | 0,83                     | 0,76          |
| Biorreactores<br>anaerobios de<br>membrana<br>sumergida | 0,06                    | 0,06            | 0,14   | 0,06                       | 0,06                     | 0,10          |
| Fotocatálisis<br>heterogénea                            | 0,06                    | 0,06            | 0,03   | 0,06                       | 0,06                     | 0,04          |
| Biosorción con<br>cascarilla de<br>higuerilla           | 0,06                    | 0,06            | 0,12   | 0,06                       | 0,06                     | 0,09          |

A partir de los resultados obtenidos en la selección de alternativas se puede establecer el método Coagulación-floculación como la alternativa más viable entre las cuatro tecnologías establecidas para el proyecto por tener el mayor peso final, estos resultados se pueden observar mejor en la **Gráfica 1**.

**Gráfica 1.** Clasificación de Alternativas de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales TECH S.A.



De acuerdo a los resultados obtenidos en la matriz de prioridades o matriz de factores, se realizará el diseño y experimentación para la alternativa de coagulación-floculación y ozonización por tener el mayor porcentaje de aplicabilidad para el desarrollo del proyecto en la empresa TECH S.A.

#### 4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL DISEÑO DEL SISTEMA

Teniendo en cuenta el diseño y dimensionamiento de los equipos a implementar en el sistema de tratamiento y teniendo en cuenta los parámetros y valores mencionados en el Reglamento técnico del sector de agua potables y saneamiento básico (RAS). Se realizan las especificaciones del sistema de tratamiento con la finalidad de que las aguas residuales sean dispuestas ya sea para vertimiento a cuerpos de aguas superficiales o reutilizadas para el riego de jardines y suelos referido en las Resoluciones 0631 de marzo de 2017 y 1207 de julio de 2014, lo cual permita conservar un equilibrio ambiental adecuado.

Teniendo en cuenta lo anterior, se determinaron los alcances del sistema de tratamiento TECH S.A.:

- Remoción mayor al 80% en carga de sólidos suspendidos totales.
- Remoción de compuestos fenólicos.
- Remoción mayor al 80% en carga de aceites y grasas.
- Remoción superior al 80% en carga de la demanda bioquímica de oxígeno

Los procesos y operaciones a implementar en el sistema de tratamiento de aguas residuales para la empresa TECH S.A., se clasifican en las siguientes etapas:

- **Pretratamiento:** Tiene como objetivo remover del agua componentes que pueden causar inconvenientes de operación y mantenimiento en los siguiente procesos o que no pueden ser tratados simultáneamente con los demás componentes en el agua.
- **Tratamiento Primario:** Tiene como objetivo la remoción, por efecto de la gravedad, de los sólidos suspendidos los cuales son en su mayoría, materia orgánica, mediante la sedimentación u otro medio, este tratamiento remueve alrededor del 60% de los sólidos suspendidos del agua residual sin tratar y un 30% de la DBO. (Lozano-Rivas, Diseño de Plantas de Potabilización de Agua., 2012, pág. 79)

Los cálculos y dimensionamiento de los equipo se encuentra en el **Anexo J**.

#### 4.1 DISEÑO DEL CRIBADO FINO

Para el desarrollo del pretratamiento es necesario realizar la separación del material grueso o granulado del agua por medio de una criba. El cribado fino a implementar en la empresa es de limpieza manual, la **Tabla 19**, contiene el procedimiento de cálculo empleado y se encontraría antes del medidor de caudal del afluente.

**Tabla 19.** Cálculo de Cribado fino

|  |
|--|
| <b>Diseño de Cribado Fino de Limpieza Manual</b><br><b>Transportadora Escolar Camargo Hermanos TECH S.A.</b><br><b>Cuadro de cálculo</b> |
|--|

**Proyecto:** Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales no Domésticas TECH S.A.

**Diseño:** Diego Iván Acosta Diaz  
Daniel Felipe Laverde Rojas

|                             |  |          |
|-----------------------------|--|----------|
| <b>Parámetros de Diseño</b> | <b>Caudal de diseño máx <math>Q_d</math> (L/s)</b> | <b>1</b> |
|                             | Caudal total $Q_t$ (m <sup>3</sup> /mes)           | 96,4     |
|                             | Temperatura mínima del agua T (°C)                 | 15       |
|                             | Nivel de complejidad del sistema                   | Bajo     |

|                             |   |              |
|-----------------------------|---|--------------|
| <b>Pérdidas en Rejillas</b> | Factor de forma de las barras $\beta$   | 1,79         |
|                             | Ancho máximo de la selección transversal de las barras, en la dirección del flujo w [m] | 0,020        |
|                             | Espaciamiento o separación mínima entre las barras b [m]                                | 0,010        |
|                             | Velocidad de aproximación del flujo V [m/s]   | 0,300        |
|                             | Altura o energía de velocidad del flujo del aproximación $h_v$ [m]                      | 0,005        |
|                             | Ángulo de la rejilla con la horizontal $\alpha$ [°]                                     | 75           |
|                             | <b>Pérdida de energía H [m]</b>   | <b>0.020</b> |

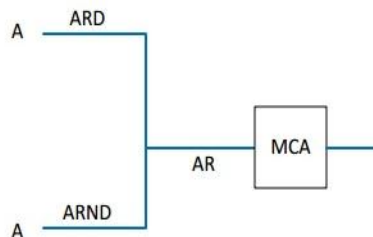


| Valores recomendados    |           |
|-------------------------|-----------|
| <b>w</b> mín [m]        | 0,020     |
| <b>w</b> máx [m]        | 0,040     |
| <b>b</b> mín [m]        | 0,015     |
| <b>b</b> máx [m]        | 0,050     |
| <b>V</b> mín [m/s]      | 0,300     |
| <b>V</b> máx [m/s]      | 0,600     |
| <b>q</b> mín [°]        | 70        |
| <b>q</b> mín [°]        | 80        |
| <b>H</b> permisible [m] | 0,5 - 0,7 |

|                              |   |             |
|------------------------------|---|-------------|
| <b>Dimensiones del Canal</b> | Caudal de diseño Qd [L/s]                   | 1           |
|                              | Velocidad de aproximación del flujo V [m/s] | 0,3000      |
|                              | Área Mojada del canal [m <sup>2</sup> ]     | 0,0375      |
|                              | <b>Ancho del canal [m]</b>                  | <b>0,25</b> |
|                              | Altura de la lámina de agua h [m]           | 0,15        |
|                              | <b>Altura del canal [m]</b>                 | <b>0,45</b> |

|                                  |   |            |
|----------------------------------|---|------------|
| <b>Dimensiones de la Rejilla</b> | Altura del canal [m]  | 0,45       |
|                                  | Ángulo de la rejilla con la horizontal q[°]   | 75         |
|                                  | <b>Longitud de la rejilla [m]</b>   | <b>0,7</b> |
|                                  | Ancho máximo de la sección transversal de las barras, en la dirección del flujo w [m] | 0,015      |
|                                  | Espaciamiento o separación mínima entre las barras [m]                                | 0,010      |
|                                  | Ancho del canal [m]   | 0,25       |
|                                  | <b>Número de barras requeridas n (barras)</b>   | <b>10</b>  |

**Figura 3.** Cribado fino y medición del caudal del afluyente



## 4.2 DESARENADORES

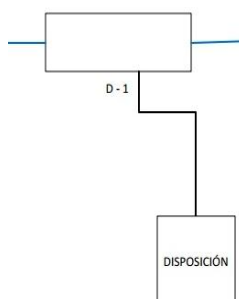
Con el fin de evitar la abrasión y daños en las tuberías y equipos es necesario remover las partículas de arena y similares del agua cruda, las cuales tienen peso específico cercano a  $2,65 \text{ g/cm}^3$  y tamaños superiores a los  $0,15 \text{ mm}$ . Se deben ubicar después de las rejillas finas.<sup>27</sup>

**Tabla 20.** Velocidades para el dimensionamiento del desarenador.

| Parámetros de diseño | Velocidad horizontal del flujo $v$ [m/s] | 0,3                                    |
|----------------------|--|--|
|                      |  | Velocidad de sedimentación $v_s$ [m/s] |

$$L \cong 4.28h_{m\acute{a}x}$$

**Figura 4.**  
Desarenador



<sup>27</sup> LOZANO RIVAS, W. Antonio; DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD, ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE. BOGOTÁ, 2012, p.60.

### 4.3 TRAMPA DE GRASAS Y ACEITES

El diseño y dimensionamiento esta se basa en el caudal de diseño, teniendo en cuenta el tiempo de retención, el ancho y longitud de la unidad y el control de olores.

El sistema debe presentar una turbulencia mínima para permitir la flotación del material y el diseño debe tener una distancia adecuada entre los dispositivos de entrada y salida para retener la grasa y que el material sea arrastrado con el efluente<sup>28</sup>.

Teniendo en cuenta la información presentada en la **Tabla 21** y la **Tabla 22**, se realizó el diseño de la trampa de grasas y aceites.

**Tabla 21.** Capacidades de retención de grasa

| Tipo de afluente                    | Caudal (L/min) | Capacidad de retención de grasas (kg) | Capacidad máxima recomendada (L) |
|-------------------------------------|----------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| Cocina de restaurante               | 56             | 14                                    | 190                              |
| Habitación sencilla                 | 72             | 18                                    | 190                              |
| Habitación doble                    | 92             | 23                                    | 240                              |
| Dos habitaciones sencillas          | 92             | 23                                    | 240                              |
| Dos habitaciones dobles             | 128            | 32                                    | 330                              |
| Lavaplatos para restaurantes        |                |                                       |                                  |
| Volumen de agua mayor de 115 litros | 56             | 14                                    | 115                              |
| Volumen de agua mayor de 190 litros | 92             | 23                                    | 240                              |
| Volumen entre 190 y 378 litros      | 144            | 35                                    | 378                              |

**Fuente:** MONDRAGÓN, Luz Ángela. REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS- 2000. SECCIÓN I TÍTULO A. ASPECTOS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. E.3.1 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2000. p. E.29

**Tabla 22.** Tiempos de retención hidráulicos

| Tiempos de retención (minutos) | Caudal de entrada (L/s) |
|--------------------------------|-------------------------|
| 3                              | 2 - 9                   |
| 4                              | 10 - 19                 |
| 5                              | 20 o más                |

**Fuente:** MONDRAGÓN, Luz Ángela. REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS- 2000. SECCIÓN I TÍTULO A. ASPECTOS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. E.3.1

<sup>28</sup> LOZANO RIVAS, W. Antonio; DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD, ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE. BOGOTÁ, 2012, p.63.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2000. p. E.30

La trampa de grasas y aceites a implementar se presenta en la **Tabla 23**, el cual contiene el procedimiento de cálculo empleado.

**Tabla 23.** Cálculo de Trampa de Grasas y Aceites

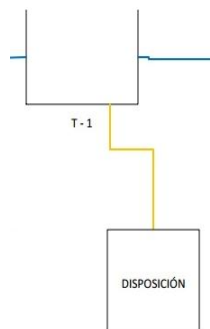
**Diseño de Trampa de grasas y aceites - colectivo**  
**Transportadora Escolar Camargo Hermanos TECH S.A.**  
**Cuadro de cálculo**

**Proyecto:** Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales no Domésticas TECH S.A.

**Diseño:** Diego Iván Acosta Diaz  
 Daniel Felipe Laverde Rojas

|                                 |                              |           |
|---------------------------------|------------------------------|-----------|
| <b>Parámetros de diseño</b>     | Caudal de diseño $Q_d$ (L/s) | 1,00      |
|                                 | Área por cada L/s [ $m^2$ ]  | 0,25      |
|                                 | Relación ancho [m]           | 01:04     |
|                                 | Relación longitud [m]        | 01:18     |
|                                 | Tipo de trampa               | Colectiva |
| <b>Dimensiones de la trampa</b> | Área de la trampa [ $m^2$ ]  | 0,25      |
|                                 | Ancho [m]                    | 0,0625    |
|                                 | Longitud [m]                 | 0,4       |

**Figura 5.**  
Trampa de grasas y aceites



#### 4.4 TANQUE HOMOGENIZADOR

Para el tratamiento de aguas se utilizan los tanques de homogenización con el fin de regular o disminuir las concentraciones de cargas de contaminante en las aguas residuales, con tanques con la capacidad de contener el flujo de agua a tratar.

Para el cálculo de del diámetro del tanque homogenizador es necesario tomar el volumen producido en un día. El tanque debe tener una relación de diámetro – altura de 1.5 y un factor de seguridad de 15%<sup>29</sup>, el volumen final del diseño se presenta en la **ecuación 6**.

**Ecuación 6.** Volumen del tanque homogenizador

$$V_{\text{tanque}} = 3.6 \text{ m}^3 + (3.6\text{m}^3 * 0.15) = 4.14\text{m}^3$$

Debido a que los compuestos presentes en el agua residual pueden ser de carácter corrosivo, el material de elaboración de este será fibra de vidrio. Teniendo en cuenta el volumen teórico de un tanque y teniendo en cuenta la relación diámetro – altura, expresada en las **ecuaciones 8 y 9**.

**Ecuación 7.** Volumen de un cilindro

$$V_{\text{cilindro}} = \frac{\pi}{4} * D^3 * h$$

**Ecuación 8.** Diámetro del tanque

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 * V_{\text{tanque}}}{1.5 * \pi}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 * 4.14\text{m}^3}{1.5 * \pi}} = 1.52 \text{ m}$$

**Ecuación 9.** Altura del homogenizador

$$h = D * 1.5$$

$$h = 1.52 * 1.5 = 2.28 \text{ m}$$

---

<sup>29</sup> ROMERO ROJAS Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales. Teorías y principios de diseño. Escuela colombiana de ingeniería julio garavito.2008, p1090.

Para el diseño del agitador para un tanque cuya altura es 2,28 m y tiene un diámetro de 1,52 m, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones<sup>30</sup>; suponiendo que:

$$\frac{1,52\text{m}}{d} = 3 \quad \text{Y} \quad \frac{h}{d} = 1$$

Dado  $d = 0,50$  m y  $h = 0,50$  m y teniendo en cuenta las consideraciones de diseño realizadas se calcula la longitud de la paleta del impulsor por medio de la **ecuación 10**.

**Ecuación 10.** Longitud de la paleta de agitación.

$$r = \frac{d}{4}$$

$$r = \frac{0,50}{4} = 0,125\text{m}$$

Para el cálculo del disco central de la paleta se utilizó la siguiente ecuación:

$$S = \frac{D}{4}$$

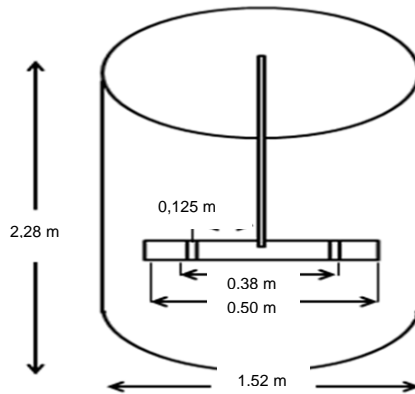
$$S = \frac{1,52}{4} = 0,38 \text{ m}$$

Teniendo en cuenta las dimensiones calculadas se presenta el dimensionamiento del tanque homogenizador en la **Figura 6**.

**Figura 6.** Tanque homogenizador

---

<sup>30</sup> ROMERO ROJAS Jairo Alberto. Acupurificación. Diseño de sistemas de purificación de agua. Editorial escuela colombiana de ingeniería. 1995 ,p 52-56.

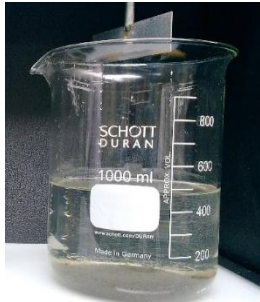


#### 4.5 TANQUE CLARIFICADOR

Para el diseño de la sección del tanque clarificador el cual tiene una forma cónica para garantizar la sedimentación de sólidos suspendidos totales, se define un ángulo de 45 grados con respecto a la horizontal<sup>31</sup>.

Según el test de jarras realizado, por cada 500 mL de muestra de agua cruda se forman 25 mL de sólidos como se observa en la **imagen 8**. Esto indica que la cantidad de sólidos generada será de 1/20 del volumen total del agua total.

**Imagen 8.**  
Volumen de lodos



A partir del diámetro del tanque de homogenización se determinan las dimensiones de la sección cónica a partir de la **Ecuación 11**.

#### **Ecuación 11.** Dimensiones del sedimentador

$$\text{Tangente } \beta = \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{cateto adyacente}}$$

$$\text{cateto opuesto} = H_{cono} = (\text{tangente } \beta)(\text{radio } r)$$

<sup>31</sup> HERNZANDEZ ARIZALA diana, LEAL paula. Ingeniería básica para una planta de tratamiento de aguas residuales en cernicos rico jamón. Fundación Universidad de América. Ingeniería Química. 2009, p 86.

Convirtiendo los grados a radianes se obtuvo:

$$45e^{(2n/360^\circ)} = 0,79 \text{ radianes}$$

A continuación se halla la altura del cono a partir de los datos obtenidos, de la siguiente manera:

$$\text{Cateto opuesto} = H_{\text{cono}} = (\text{tangente } 0,79) \left( \frac{1,56}{2} \right) = 0,78 \text{ m}$$

Se determina el volumen del cono a partir de la **ecuación 12**.

**Ecuación 12.** Volumen del cono

$$\begin{aligned} \text{Volumen}_{\text{cono}} &= \frac{\pi \times r^2 H_{\text{cono}}}{3} \\ \text{Volumen}_{\text{cono}} &= \frac{\pi \times \left( \frac{1,56}{2} \right)^2 \times 0,78}{3} = 0,49 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Al obtener el volumen de la sección de sedimentación, se calcula la altura del cilindro y la altura total del tanque homogenizador – clarificador.

$$\text{Volumen}_{\text{cilindro}} = \text{Volumen}_{\text{tanque}} - \text{Volumen}_{\text{cono}}$$

$$\text{Volumen}_{\text{cilindro}} = 4,14\text{m}^3 - 0,49\text{m}^3 = 3,65 \text{ m}^3$$

A partir de la **ecuación 8**, se halla la altura del cilindro.

$$H_{\text{cilindro}} = \frac{4 \times \text{Volumen}_{\text{cilindro}}}{\pi \times D^2}$$

$$H_{\text{cilindro}} = \frac{4 \times 4,14\text{m}^3}{\pi \times (1,56\text{m})^2} = 2,16\text{m}$$

Utilizando la **Ecuación 13**, se determina la altura de tanque clarificador.

**Ecuación 13.** Altura total del tanque homogenizador – clarificador

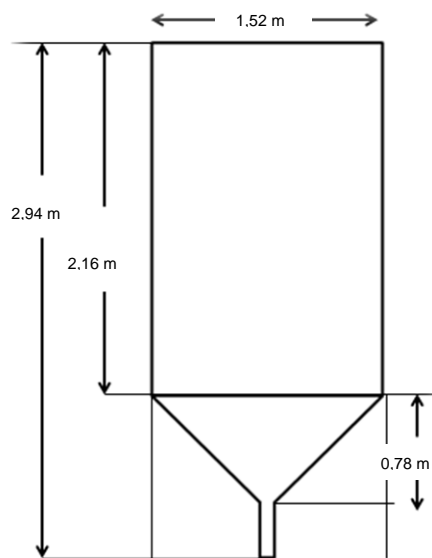
$$H_{\text{total}} = H_{\text{cono}} + H_{\text{cilindro}}$$



$$H_{\text{total}} = 0,78\text{m} + 2,16\text{m} = 2,94\text{ m}$$

Teniendo en cuenta los cálculos de diseño se presenta el tanque homogenizador – clarificador, representado en la **Figura 7**.

**Figura 7.** Tanque homogenizador – clarificador



#### 4.6 DETERMINACIÓN DE DOSIFICACIÓN A UTILIZAR EN LAS PRUEBA DE JARRAS

Para el desarrollo de la prueba de jarras se realiza la determinación de las dosis adecuadas de coagulante y floculante por medio de la selección de estos a través del análisis de la **Tabla 24** y de la caracterización realizada al agua a tratar.

**Tabla 24.** Coagulantes

| Classification | Chemical | Chemical formula | Molecular weight | Application |
|----------------|----------|------------------|------------------|-------------|
|                |          |                  |                  |             |

|            |   |                             |          |  |
|------------|---|-----------------------------|----------|--|
| Coagulants | Aluminum chloride                         | $AlCl_3$                    | 160,3    | Used in blends with organic polymers               |
| Coagulants | Aluminum sulfate                          | $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$ | 594,4    | Primary coagulant                                  |
| Coagulants | Ferric chloride                           | $FeCl_3$                    | 162,2    | Primary coagulant                                  |
| Coagulants | Ferric sulfate                            | $Fe_2(SO_4)_3$              | 400      | Primary coagulant                                  |
| Coagulants | Polyaluminum chloride (PACl) <sup>a</sup> | $Al_a(OH)_b(Cl)_c(SO_4)_d$  | Variable | Primary coagulant                                  |
| Coagulants | Polyaluminum sulfate (PAS) <sup>b</sup>   | $Al_a(OH)_b(Cl)_c(SO_4)_d$  | Variable | Primary coagulant, produced onsite                 |
| Coagulants | Polyiron chloridéc                        | $Fe_a(OH)_b(Cl)_c(SO_4)_d$  | Variable | Primary coagulant, produced onsite                 |
| Coagulants | Sodium aluminate                          | $Na_2Al_2O_4$               | 163,9    | Used with alum; provides alkalinity and pH control |

**Fuente:** CRITTENDEN, J.; TRUSSEL, R.; HAND, D.; HOWE, K.; TCHOBANOGLIOUS, G.; MWH's Water Treatment - Principles and Design (3rd Edition) Table 9-4. Common Inorganic Coagulants, Coagulant Aids, and pH and Alkalinity Adjusting Chemicals Used in Water Treatment p. 562

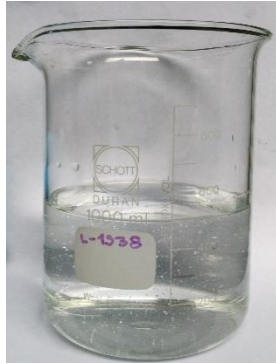
Se utilizaron tres (3) tipos de floculantes y tres (3) tipos coagulantes los cuales fueron comparados por distintas dosis los cuales están detallados en la **Tabla 25**.

**Tabla 25.** Floculantes y coagulantes

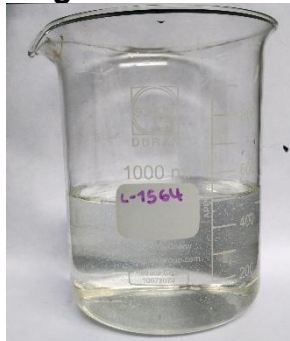
| Floculantes  | Coagulantes                                  |
|--|--|
| L – 1538 Co-polímero de acrilamida y acrilato de sodio | L - 1627 Polímero Catiónico orgánico líquido |
| L – 1564 Poliacrilamida catiónica                      | Policloruro de aluminio                      |
| Carbopol   | Sulfato de aluminio                          |

Se prepararon soluciones de floculantes durante 20 minutos al 0,1% las cuales deben tener una concentración de 1000 ppm de L – 1538, L – 1564 y Carbopol. Después de realizar las debidas disoluciones los floculantes L – 1538 y L – 1564 presentan una buena solubilidad y una alta viscosidad en comparación al Carbopol el cual presenta una mala disolución y presenta trazas del reactivo en la disolución.

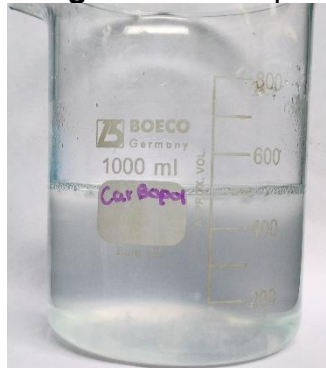
**Imagen 9.** L – 1538



**Imagen 10. L – 1564**



**Imagen 11. Carbopol**



De igual manera se realizaron soluciones de coagulantes durante 20 minutos al 5 % las cuales deben tener una concentración de 50000 ppm de Policloruro de aluminio, Sulfato de aluminio y L - 1627. Y se realizó la comparación y elección del coagulante de acuerdo al análisis realizado en las Tablas 19 y 20, teniendo en cuenta el porcentaje de remoción de sólidos suspendidos, porcentaje de remoción de color e índice de Willcomb.

Escogiendo el coagulante L-1627 por su porcentaje de remoción de sólidos suspendidos y su calificación dentro del índice de Willcomb donde el flóculo se compacta y debido a que se deposita completamente en la jarra dejando el agua residual cristalina, en comparación al floculante policloruro de aluminio y permitiendo descartar el sulfato de aluminio debido a la coloración amarilla que le daba al agua residual.

Para la prueba de jarras se debe hallar el volumen a dosificar de coagulante y floculante, mediante la siguiente ecuación.

#### **Ecuación 14.** Ecuación de diluciones

$$V_1 * C_1 = V_2 * C_2$$

Donde

$V_1$ : Volumen de la jarra

$C_1$ : Concentración a dosificar

$V_2$ : Volumen a dosificar

$C_2$ : Concentración preparada

Cálculos de las dosificaciones

$$V_2 = \frac{V_1 * C_1}{C_2}$$

Dosificaciones para coagulantes

$$V_2 = \frac{500 \text{ mL} * 200 \text{ ppm}}{50000 \text{ ppm}} = 2 \text{ mL}$$

Dosificaciones para floculantes

$$V_2 = \frac{500 \text{ mL} * 2 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}} = 1 \text{ mL}$$

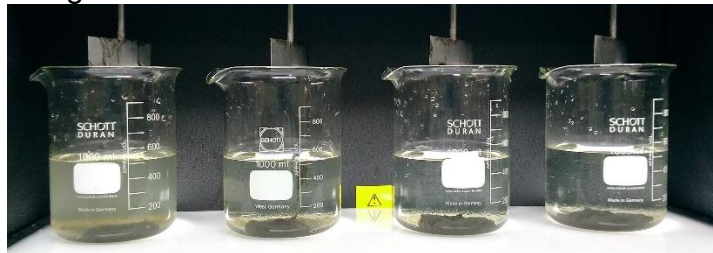
## 4.7 PRUEBA DE JARRAS

Se realizó el diseño del experimento partiendo de un coagulante base el L – 1627, para la posterior selección del floculante a utilizar. Se tomaron inicialmente cuatro (4) muestras de 500 mL del agua a tratar en beakers de 1000 mL, a los cuales se le agregó la dosificación indicada de coagulante y floculantes de acuerdo a los cálculos previos, los resultados pueden observar en las **Tablas 17 y 18**.

**Imagen 12.** Selección del floculante



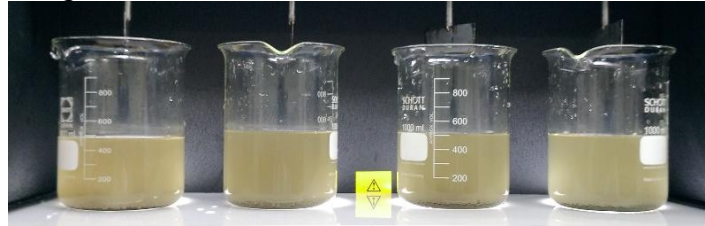
**Imagen 13.** Selección de la mejor dosis de coagulante



**Imagen 14.** Uso de Policloruro de Aluminio como coagulante



**Imagen 15.** Uso de Sulfato de Aluminio como coagulante

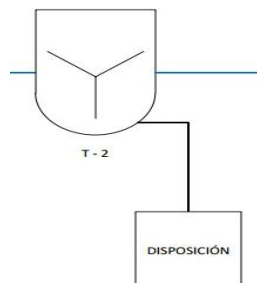


**Imagen 16.** Comparación agua tratada y filtrada frente al agua cruda



Posteriormente de haber seleccionado el floculante adecuado se realizó una segunda prueba la cual sirvió para determinar la dosis adecuada de coagulante, presentada en la **Tabla 27**.

**Figura 8.** Tanque de coagulación y floculación



**Tabla 26. Selección del floculante**

| No. De Jarra | Etapas                         | Muestra  | Dosis (ppm) | r.p.m. | Tiempo (min) | Floculante         | Dosis (ppm) | r.p.m. | Tiempo (min) | Tiempo de sedimentación | Sólidos suspendidos | % Remoción de sólidos suspendidos | pH   | Índice de Willcomb | Color (UC) | % Remoción de color |
|--------------|--------------------------------|--|-------------|--------|--------------|--------------------|-------------|--------|--------------|-------------------------|---------------------|-----------------------------------|------|--------------------|------------|---------------------|
| 1            | Selección del mejor floculante | Agua cruda (sin Coagulante ni Floculante)      | N/A         |        |              |                    |             |        |              |                         | 887                 | 0                                 | 8,41 | 2                  | 50         | 0                   |
| 2            |                                | L - 1627 Coagulante catiónico orgánico líquido | 200         | 100    | 1            | Agregando L - 1538 | 2           | 40     | 3            | 3                       | 20                  | 97,75                             | 7,63 | 8                  | 12         | 76                  |
| 3            |                                |  |             |        |              | Agregando L - 1564 |             |        |              |                         | 2                   | 99,77                             | 7,49 | 10                 | 5          | 90                  |
| 4            |                                |  |             |        |              | Agregando Carbopol |             |        |              |                         | 26                  | 97,07                             | 7,55 | 6                  | 18         | 64                  |

Se realizó la prueba de jarras agregando dosis de 2 ppm de cada floculante a la jarras 2, 3 y 4. Seleccionando el floculante L-1564 por su alta remoción de sólidos suspendidos y su alto porcentaje de remoción de color.

**Tabla 27. Selección de la mejor dosis de coagulante**

| No. De Jarra | Etapas   | Muestra   | Dosis (ppm) | r.p.m. | Tiempo (min) | Floculante | Dosis (ppm) | r.p.m. | Tiempo (min) | Tiempo de sedimentación | Sólidos suspendidos | % Remoción de sólidos suspendidos | pH   | Índice de Willcomb | Color (UC) | % Remoción de color |
|--------------|--|---|-------------|--------|--------------|------------|-------------|--------|--------------|-------------------------|---------------------|-----------------------------------|------|--------------------|------------|---------------------|
| 1            | Ajuste de la dosis de coagulante seleccionado (L - 1627 Polímero Cationico orgánico líquido) | Agua Cruda (sin Coagulante ni Floculante)   | 0           |        |              |            |             |        |              |                         | 887                 | 0                                 | 8,41 | 2                  | 50         | 0                   |
| 2            |  | Ajuste de la dosis de coagulante seleccionado L - 1627 y agregando 2 ppm fijos de Floculante L - 1564 | 100         | 100    | 1            | L - 1564   | 2           | 40     | 3            | 3                       | 45                  | 94,93                             | 7,56 | 4                  | 18         | 64                  |
| 3            |  |   | 150         |        |              |            |             |        |              |                         | 35                  | 96,05                             | 7,53 | 6                  | 14         | 72                  |
| 4            |  |   | 200         |        |              |            |             |        |              |                         | 5                   | 99,44                             | 7,49 | 10                 | 5          | 90                  |
| 5            |  |   | 250         |        |              |            |             |        |              |                         | 4                   | 99,55                             | 7,51 | 8                  | 8          | 84                  |

Para la selección del mejor coagulante se realizó la prueba de jarras agregando dosis de 100, 150, 200 y 250 ppm del coagulante L-1627 a la jarras 2, 3, 4 y 5. Seleccionando la dosis de 200 ppm por la formación y sedimentación de los flóculos dejando el agua completamente cristalina, además de su alta remoción de sólidos suspendidos y su alto porcentaje de remoción de color.

**Tabla 28. Uso de Policloruro de Aluminio como coagulante**

| No. De Jarra | Etapas   | Muestra  | Dosis (ppm) | r.p.m. | Tiempo (min) | Floculante | Dosis (ppm) | r.p.m. | Tiempo (min) | Tiempo de sedimentación | Sólidos suspendidos | % Remoción de sólidos suspendidos | pH   | Índice de Willcomb | Color (UC) | % Remoción de color |
|--------------|--|--|-------------|--------|--------------|------------|-------------|--------|--------------|-------------------------|---------------------|-----------------------------------|------|--------------------|------------|---------------------|
| 1            | Comparación de coagulante seleccionado (Policloruro de Aluminio) | Agua Cruda (sin Coagulante ni Floculante)  | 0           |        |              |            |             |        |              |                         | 887                 | 0,00                              | 8,41 | 2                  | 50         | 0                   |
| 2            |  | Ajuste de la dosis de coagulante seleccionado Policloruro de Aluminio y agregando 2 ppm fijos de Floculante L - 1564 | 100         | 100    | 1            | L - 1564   | 2           | 40     | 3            | 3                       | 64                  | 92,78                             | 7,56 | 2                  | 26         | 48                  |
| 3            |  |  | 150         |        |              |            |             |        |              |                         | 29                  | 96,73                             | 7,53 | 4                  | 24         | 52                  |
| 4            |  |  | 200         |        |              |            |             |        |              |                         | 30                  | 96,62                             | 7,49 | 6                  | 20         | 60                  |
| 5            |  |  | 250         |        |              |            |             |        |              |                         | 22                  | 97,52                             | 7,51 | 8                  | 19         | 62                  |

Se realizó la prueba de jarras determinando que el Policloruro de aluminio a diferentes concentraciones tiene altos porcentajes de remoción de sólidos suspendidos, sin embargo el flóculo generado es bueno pero no se deposita totalmente.

**Tabla 29. Uso de Sulfato de Aluminio como coagulante**

| No. De Jarra | Etapas   | Muestra  | Dosis (ppm) | r.p.m. | Tiempo (min) | Floculante | Dosis (ppm) | r.p.m. | Tiempo (min) | Tiempo de sedimentación | Sólidos suspendidos | % Remoción de sólidos suspendidos | pH   | Índice de Willcomb | Color (UC) | % Remoción de color |
|--------------|--|--|-------------|--------|--------------|------------|-------------|--------|--------------|-------------------------|---------------------|-----------------------------------|------|--------------------|------------|---------------------|
| 1            | Comparación de coagulante seleccionado (Sulfato de aluminio) | Agua Cruda (sin Coagulante ni Floculante)  | 0           |        |              |            |             |        |              |                         | 887                 | 0,00                              | 8,41 | 2                  | 50         | 0                   |
| 2            |  | Ajuste de la dosis de coagulante seleccionado Sulfato de aluminio y agregando 2 ppm fijos de Floculante L - 1564 | 100         | 100    | 1            | L - 1564   | 2           | 40     | 3            | 3                       | 298                 | 66,40                             | 7,56 | 2                  | 38         | 24                  |
| 3            |  |  | 150         |        |              |            |             |        |              |                         | 337                 | 62,01                             | 7,53 | 4                  | 35         | 30                  |
| 4            |  |  | 200         |        |              |            |             |        |              |                         | 272                 | 69,33                             | 7,49 | 6                  | 30         | 40                  |
| 5            |  |  | 250         |        |              |            |             |        |              |                         | 203                 | 77,11                             | 7,51 | 8                  | 28         | 44                  |

Se realizó la prueba de jarras determinando que el sulfato de aluminio a diferentes concentraciones siendo descartado como coagulante debido a sus bajos porcentajes de remoción de sólidos suspendidos a la coloración amarilla dada al agua residual.



#### 4.8 ANÁLISIS Y COMPARACIÓN RESPECTO A LA RESOLUCIÓN 0631 DE 2015

Con el objetivo de cumplir las normatividad establecida en la resolución 0631 del año 2015 con respecto a los vertimientos realizados a cuerpos superficiales, se realizaron pruebas de jarras en el laboratorio donde se logró reducir los sólidos suspendidos totales un 99,4% dando como último objetivo la remoción de fenoles para el cumplimiento de la norma.

Una vez realizadas las pruebas de jarras es necesario establecer los cambios en cuanto a pH, conductividad y fenoles que se encuentran señalados en el **ANEXO J**, ya que son factores que pueden ser alterados en dichas pruebas; para ello, el laboratorio Acqua Laboratorios S.A.S llevo a cabo el análisis de dichos parámetros donde se obtuvieron los resultados, expresados en la **Tabla 21**.

**Tabla 30.** Análisis fenoles post-tratamiento

| Análisis      | Resultado | Unidades        | Especificaciones |     | Método         |
|---------------|-----------|-----------------|------------------|-----|----------------|
|               |           |                 | Min              | Máx |                |
| Conductividad | 927       | μS/cm           | no aplica        |     | S.M. 2520 B    |
| Fenoles       | 0,225     | mg fenoles / mL | no aplica        |     | S.M. 5530 B,DB |
| pH            | 7,91      | Unidades de pH  | no aplica        |     | S.M. 4500 H    |

Partiendo de la caracterización realizada donde se obtuvieron resultados de 0,73 mg/mL con respecto a fenoles, se obtiene una remoción por coagulación-floculación del 69,2%, suficiente para evitar la necesidad de un sistema de remoción de fenoles ya que solo excede la norma por 0,025 mg de fenoles/mL de agua, dando como opción más viable el cambio de los jabones y detergentes utilizados en el lavado interior y exterior de los automotores.

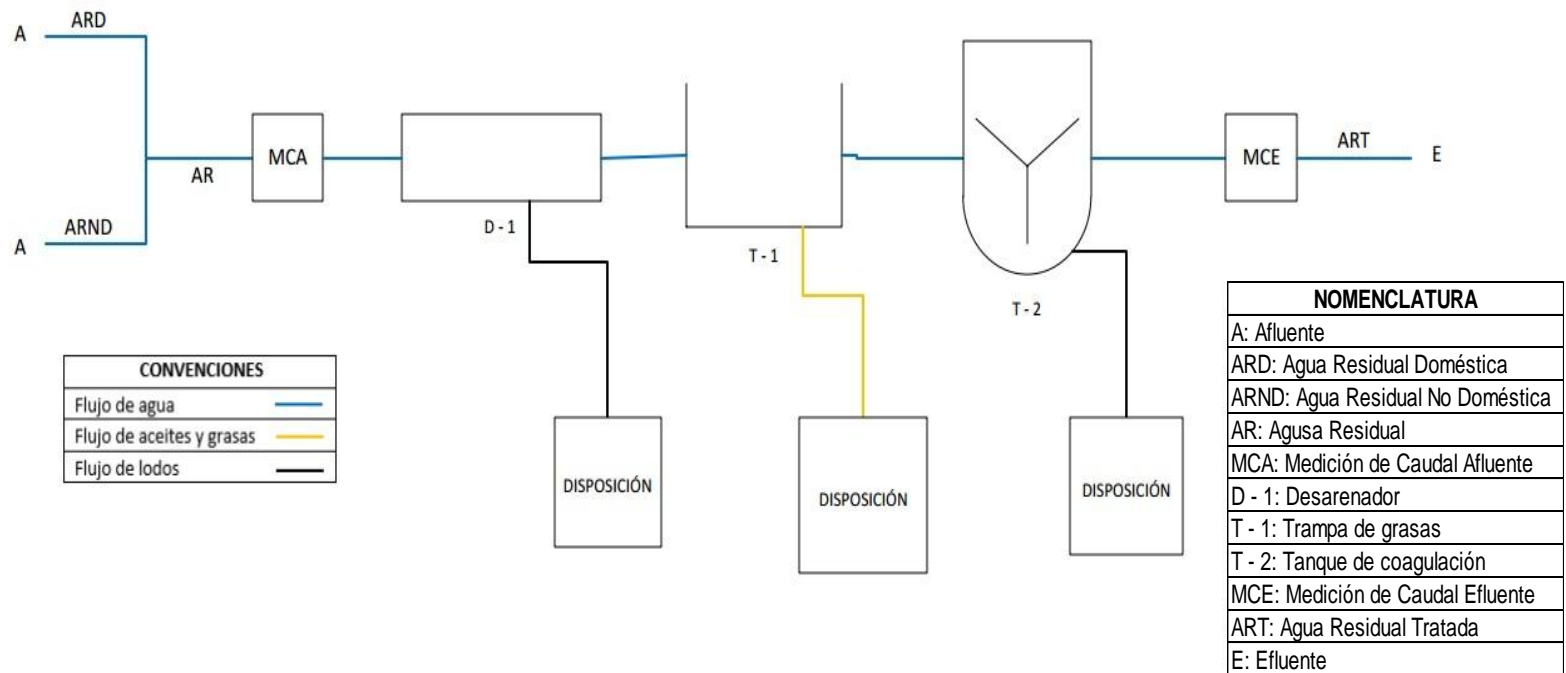
#### 4.9 VOLUMEN DE COAGULANTE Y FLOCULANTE UTILIZADO EN CADA TRATAMIENTO DE REMOCIÓN

Los cálculos de la determinación de coagulante y floculante a utilizar se encuentran en el **Anexo K**.

Teniendo en cuenta lo anterior y sabiendo que se diseñó un tanque con una capacidad de 3,63 m<sup>3</sup>, se determinó el uso de 7,3 L de floculante L-1564 y de 14,6 L de L-1627 por cada ciclo de tratamiento del agua residual por medio de bombas dosificadoras con el fin de utilizar las aguas residuales tratadas para vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales o reúso para riego de jardines y suelos.

En la **Figura 9**, se observa la configuración de la alternativa de tratamiento seleccionada para conseguir los alcances propuestos.

**Figura 9.** Diagrama de Flujo PTAR TECH S.A.



## 5. ESTUDIO DE COSTOS DEL PROYECTO

La evaluación del proyecto se realizó con el fin de determinar los costos de implementación y funcionamiento del sistema de tratamiento, realizando una comparación entre el costo anterior y el costo sin el proyecto implementado.

El estudio de costos se realizó a partir de la metodología del valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno operacional (TIR), en un tiempo de cinco años y manejando una unidad monetaria de valor corriente en peso colombiano COP (\$). Tomando la tasa representativa del mercado (TRM) de 2895,85 COP\$/USD y 3263,00 COP\$/EUR, el día lunes 05 de junio de 2017.<sup>32</sup>

### 5.1 ANÁLISIS DE COSTOS DE LA INVERSIÓN ASIGNADA AL PROYECTO

El costo de la inversión se tiene en cuenta para el proceso propuesto, debido a que la empresa no cuenta con sistema de tratamiento de aguas. En la **Tabla 31**, se describen los elementos necesarios para implementar la propuesta que se encuentran señalados en los **anexos K y L**.

**Tabla 31.** Costos de los elementos necesarios para la implementación del proyecto.

| Descripción  | Unidad | Cantidad | Precio unitario | Valor unitario       |
|--|--------|----------|-----------------|----------------------|
| Desarenador en fibra de vidrio dimensiones (0,8*1,0*1,1) incluye accesorios internos                         | UNIDAD | 1,00     | \$ 3.195.000    | \$ 3.195.000         |
| Trampa de grasas en fibra de vidrio dimensiones (0,8*1,0*1,4) incluye accesorios internos                    | UNIDAD | 1,00     | \$ 3.189.000    | \$ 3.189.000         |
| Unidad en fibra de vidrio (1,8x 4,3 x 2,2) contiene coagulación, floculación, sedimentación y estabilización | UNIDAD | 1,00     | \$ 12.300.000   | \$ 12.300.000        |
| Bomba Centrífuga 0,75 Hp para trasiego   | UNIDAD | 2,00     | \$ 680.000      | \$ 1.360.000         |
| Bomba Dosificadora para cloro con tanque de dosificación   | UNIDAD | 1,00     | \$ 1.166.200    | \$ 1.166.200         |
| Bomba Dosificadora para estabilizador de ph con tanque de dosificación                                       | UNIDAD | 1,00     | \$ 1.166.200    | \$ 1.166.200         |
| Bomba Dosificadora para floculante con tanque de dosificación  | UNIDAD | 1,00     | \$ 1.166.200    | \$ 1.166.200         |
| Bomba Dosificadora para polímero con tanque de dosificación  | UNIDAD | 1,00     | \$ 1.166.200    | \$ 1.166.200         |
| <b>Subtotal materiales:</b>  |        |          |                 | <b>\$ 24.708.800</b> |

La inversión inicial asignada al proyecto es de \$24.708.800,00 de pesos (COP), en la cual no se tiene en cuenta la mano de obra.

<sup>32</sup> Banco de la República. Tasa de cambio del peso colombiano (TRM) con validez del 05 de junio de 2017 [en línea] <<http://www.banrep.gov.co/es/trm>> [citado:05 de junio de 2017]

## 5.2 ANÁLISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN

Los costos de operación están dados por distintas variables correspondientes a las materias primas e insumos, consumo de agua y energía y mano de obra para la correcta operación de los equipos.

**Tabla 32.** Costos materias primas

| Insumo   | Costo (COP / kg) | Dosis anual (Kg) | Costo anual (COP) |
|----------|------------------|------------------|-------------------|
| L – 1627 | 2.432            | 35               | 85.138            |
| L – 1564 | 11.954           | 1                | 11.954            |

El consumo de energía del sistema de tratamientos está dado por las bombas dosificadoras y la bomba centrífuga, las cuales cuentan con un consumo de 0,3675 kW/h durante su funcionamiento, teniendo en cuenta los días laborales de la empresa (245 días), las horas que trabajara el sistema (en promedio 1 hora diaria) y un costo de \$498,46 por kW/h, se obtiene un costo anual de \$ 1.335.408 COP.

**Tabla 33.** Costos de energía

| Equipo                            | Unidad | Consumo (kW/h) | Consumo anual (kW/año) | Costo (COP/kWh) | Costo anual  |
|-----------------------------------|--------|----------------|------------------------|-----------------|--------------|
| Bombas dosificadoras y centrífuga | 5      | 0,3675         | 2679,075               | \$ 498,46       | \$ 1.335.408 |

Frente al concepto de mano obra, por motivos de seguridad es necesario un operario con capacidad de encargarse de correcto funcionamiento del sistema de tratamientos. Según la PUC<sup>33</sup> el salario mínimo mensual vigente para el 2017 es \$737.717 COP. La empresa realiza actividades laborales durante 11 meses, a partir de los enunciado se obtiene el salario del operador mensual como anualmente.

<sup>33</sup> SALARIO MINIMO PARA EL 2017. (en línea).citado el 05 de junio 2017. Web < <http://puc.com.co/2017/01/salario-minimo-2017>

**Tabla 34.** Costos de mano de obra

| Item                         | Valor mensual (COP) | Valor anual (COP)    |
|------------------------------|---------------------|----------------------|
| Salario mínimo legal vigente | \$ 737.717          | \$ 8.114.887         |
| Auxilio de transportes       | \$ 83.140           | \$ 914.540           |
| Vacaciones                   | \$ 30.738           | \$ 368.859           |
| Cesantías                    | \$ 68.405           | \$ 820.857           |
| Intereses a las cesantías    | \$ 8.209            | \$ 98.502            |
| Prima de servicios           | \$ 68.405           | \$ 820.857           |
| Salud                        | \$ 62.706           | \$ 689.765           |
| Pensión                      | \$ 88.526           | \$ 973.786           |
| Dotación                     | \$ 80.000           | \$ 240.000           |
| ARL y riesgo IV              | \$ 3.836            | \$ 42.197            |
| <b>Total</b>                 | <b>\$ 1.231.681</b> | <b>\$ 13.084.251</b> |

### 5.3 COSTOS DE DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS POST-TRATAMIENTO

Adicional a los costos ya enunciados, es de vital importancia recalcar la necesidad de dar una disposición final adecuada a los desechos resultantes del tratamiento provenientes principalmente del desarenador, trampa de grasas y el proceso de coagulación-floculación, para ello se contratara una empresa prestadora del servicio.

**Tabla 35.** Costos de disposición final de desechos post-tratamiento

| Kg de desechos mensuales a tratar | Disposición mayor a 30000 Kg | Costo               |
|-----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| 31944                             | \$ 135                       | \$ 47.436.840       |
| <b>Transporte (\$)</b>            | <b>Succión (\$)</b>          | <b>Costo (\$)</b>   |
| \$537.000                         | \$278.000                    | \$17.930.000        |
|                                   | <b>Total</b>                 | <b>\$65.366.840</b> |

### 5.4 COSTOS TOTALES

Los costos totales implican la implementación del sistema de tratamiento, el consumo de energía, la mano de obra y los insumos empleados durante el proceso de coagulación-floculación los cuales son **\$ 101.717.359**, estos ítems son representativos del primer año ya que durante el resto de la vida útil del sistema los gastos se ven reducidos ya que no hay costos implementación dando como resultado **\$ 77.008.559**.

**Tabla 36. Costos totales**

| Item  | Valor (\$ COP)        |
|---|-----------------------|
| Costos de implementación                                | \$ 24.708.800         |
| Costos de materia prima anual                           | \$ 97.092             |
| Costos de servicios de energía                          | \$ 1.335.408          |
| Costos de mano de obra anual                            | \$ 13.084.251         |
| Costo de disposición final de desechos post-tratamiento | \$ 65.366.840         |
| <b>TOTAL</b>  | <b>\$ 101.717.359</b> |

### 5.5 VIABILIDAD DEL PROYECTO

Ya calculados los costos totales necesarios para el desarrollo del proyecto, se hace necesario realizar la comparación entre los costos que se están generando actualmente por la disposición final de los vertimientos líquidos sin tratamiento y los generados con la puesta en marcha del sistema de tratamientos.

**Tabla 37. Costos generados actualmente por la disposición final de los residuos líquidos**

| Costo semanal          |                              |                      |
|------------------------|------------------------------|----------------------|
| Kg de agua a tratar    | Disposición mayor a 30000 Kg | Costo                |
| 30848                  | \$ 135                       | \$ 4.164.480         |
| <b>Transporte (\$)</b> | <b>Succión (\$)</b>          | <b>Total (\$)</b>    |
| \$537.000              | \$278.000                    | \$1.630.000          |
|                        | Total semanal                | \$5.794.480          |
|                        | Total mensual                | \$23.177.920         |
|                        | <b>Total anual</b>           | <b>\$254.957.120</b> |

Comparando la **Tabla 36** y la **Tabla 37**, es posible observar en concepto de costos el beneficio que representa la implementación del sistema de tratamiento de aguas residuales planteado en el presente proyecto, este beneficio representa la reducción del 69,8% de los costos generados actualmente equivalentes a \$ 177.948.561 COP.

## 6. CONCLUSIONES

- Se encontró que en los vertimientos generados por la empresa Transportadora Escolar Hermanos Camargo – TECH S.A. no cumplen con los parámetros sólidos suspendidos totales y fenoles según la resolución 0631 del 2015 con excedente de 407% y 365% respectivamente, en donde se estipula que no deben ser mayor a 75 mg/L de sólidos suspendidos totales y 0,20 mg/L de fenoles.
- Se seleccionó el sistema de coagulación floculación por ser el sistema más viable en comparación con los diferentes sistemas tenidos en cuenta a partir de los criterios de costos totales, riesgo, capacidad de remoción de impurezas respecto a los sólidos suspendidos totales y compuestos fenólicos, operación sencilla y dimensionamiento.
- Con respecto al tratamiento de fenoles, a partir del sistema de coagulación floculación el cual elimina el 69,2% de los fenoles totales encontrados en los vertimientos dejando solo 0,025 mg/L; se optó por recomendar el cambio de los detergentes y jabones y la reducción del cloro utilizados en el lavado de los automotores e instalaciones debido a la eficiencia de remoción de dicho parámetro.
- De acuerdo a los parámetros caracterizados y la alternativa seleccionada, se especificaron los parámetros mínimos de diseño de cada uno de los equipos requeridos para la compra de los mismos.
- De acuerdo a las cotizaciones realizadas se encontró que la viabilidad del estudio, en concepto de adquisición de equipos, está asociada al factor economía debido a que las variables que intervienen en el proceso no es necesario realizar gastos elevados en calidad de materiales de los equipos; también se tiene en cuenta los costos de materia prima, consumo de energía y mano de obra, concluyendo así que en el primer año la inversión es de \$ 101.717.359 COP y en resto de la vida útil de los equipos es de \$ 77.008.559 COP debido a que no hay gastos de implementación.

## 7. RECOMENDACIONES

- Se deben realizar análisis fisicoquímicos de las aguas residuales tratadas con la finalidad de garantizar el adecuado funcionamiento del sistema de tratamiento y evitar disminuir los niveles de remoción de las cargas contaminantes.
- En base a que tratamiento de coagulación – floculación no cumple con el requerimiento establecido por la normatividad en cuanto a remoción de fenoles, se requiere el uso de otros detergentes y jabones que no contengan compuestos fenólicos o que la cantidad de estos sea baja.
- Se aconseja la construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales, con el fin de valorar y verificar los porcentajes de remoción calculados previamente asegurando el cumplimiento de la resolución 0631 de 2015.



## BIBLIOGRAFÍA

ALVARADO CORTÉS, Juan Carlos. Planta De Tratamiento De Agua Potable Para El Municipio De Ventaquemada - Boyacá. Santafé de Bogotá.: Fundación Universidad de América, 1992.

BARRERA DÍAZ, Carlos E. y GONZÁLEZ-RIVAS, Nelly. The Use of Al, Cu, and Fe in an Integrated Electrocoagulation-Ozonation Process. En: JOURNAL OF CHEMISTRY. 11/11.p. 1-6

BRAVO, S., et al. Catalizadores para purificación de aguas industriales que contengan compuestos resistentes a la biodegradación - See more at: <http://www.revistavirtualpro.com.ez.uamerica.edu.co/biblioteca/catalizadores-para-purificacion-de-aguas-industriales-que-contengan-compuestos-resistentes-a-la-biodegradacion#sthash.cWxcfWmH.dpuf>. En: 1998. 2004.no. Virtual pro, p. 259-264

CAMILA ESCOBAR, María; TOVAR, Luis Felipe y ROMERO CUÉLLAR, Jonathan. Diseño De Un Sistema Experto Para Reutilización De Aguas Residuales Tratadas. En: CIENCIA e INGENIERIA NEOGRANADINA. 12.vol. 26, no. 2, p. 21-34

CAPODAGLIO, A. G. y CALLEGARI, A. Domestic wastewater treatment with a decentralized, simple technology biomass concentrator reactor. En: JOURNAL OF WATER SANITATION AND HYGIENE FOR DEVELOPMENT. vol. 6, no. 3, p. 507-510

CAPODAGLIO, A. G. y CALLEGARI, A. Domestic wastewater treatment with a decentralized, simple technology biomass concentrator reactor. En: JOURNAL OF WATER SANITATION AND HYGIENE FOR DEVELOPMENT. vol. 6, no. 3, p. 507-510

CARVAJAL MUÑOZ, Juan Sebastián. Fotocatálisis heterogénea para el abatimiento de tensoactivos aniónicos en agua residuales. En: PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA. vol. 6, p. 92-107

EBELING, James M., et al. Evaluation of chemical coagulation–flocculation aids for the removal of suspended solids and phosphorus from intensive recirculating aquaculture effluent discharge. En: AQUACULTURAL ENGINEERING. 10.vol. 29, no. 1, p. 23

FERRER-POLONIO, E. Biological treatment performance of hypersaline wastewaters with high phenols concentration from table olive packing industry

using sequencing batch reactors. En: JOURNAL OF INDUSTRIAL AND ENGINEERING CHEMISTRY. vol. 43, p. 44-52

GIODANI,S., et al. FACTIBILIDAD DEL USO DE POLÍMEROS PARA LA CLARIFICACIÓN DEL AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE MÉRIDA. En: CREANDO. REVISTA CIENTÍFICA JUVENIL. 2009.vol. VIII, p. 97-108

GONZÁLEZ MANOSALVA, José Luis; MEJÍA RUIZ, Roberto y MOLINA PÉREZ, Francisco. Diseño Conceptual De Una Estación Experimental De Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas Orientada a Municipios Con Población Menor a 30.000 Habitantes. En: REVISTA INGENIERÍAS UNIVERSIDAD DE MEDELLIN. 07.vol. 11, no. 21, p. 87-99

GONZÁLEZ MANOSALVA, José Luis; MEJÍA RUIZ, Roberto y MOLINA PÉREZ, Francisco. Diseño Conceptual De Una Estación Experimental De Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas Orientada a Municipios Con Población Menor a 30.000 Habitantes. En: REVISTA INGENIERÍAS UNIVERSIDAD DE MEDELLIN. 07.vol. 11, no. 21, p. 87-99

GRILLET, Sandra Crombet, et al. Evaluación del tratamiento anaerobio de las aguas residuales de una comunidad universitaria. En: REVISTA COLOMBIANA DE BIOTECNOLOGÍA. 01.vol. 18, no. 1, p. 49-56

HÜLSEN, T., et al. Low temperature treatment of domestic wastewater by purple phototrophic bacteria: Performance, activity, and community. En: WATER RESEARCH. vol. 100, p. 537-545

HÜLSEN, T., et al. Low temperature treatment of domestic wastewater by purple phototrophic bacteria: Performance, activity, and community. En: WATER RESEARCH. vol. 100, p. 537-545

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

\_\_\_\_\_. Referencias bibliográficas, contenido, forma y estructura. NTC 5613. Bogotá: el Instituto, 2008, p. 12

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

LOGSDON, G. S., et al. Slow sand filtration for small water systems. En: JOURNAL OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING & SCIENCE. 09.vol. 1, no. 5, p. 339-348

LORENZO, Eliet Véliz. Evaluación de la eficiencia de los procesos de coagulación-floculación y ozonificación a escala de laboratorio en el tratamiento de aguas residuales municipales. En: REVISTA CENIC CIENCIAS QUÍMICAS. vol. 41, p. 49-56

NAVARRETE RODRIGUEZ,Luisa Fernanda y RODRÍGUEZ PARRA,Zurelly. Evaluación de la cascarilla de higuera como posible adsorbente de contaminantes fenólicos en fase acuosa. En: REVISTA DE LA ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES. vol. 36, p. 595-598

POZNYAK,Tatyana, et al. Effect of pH to the Decomposition of Aqueous Phenols Mixture by Ozone - See more at: <http://www.revistavirtualpro.com.ez.uamerica.edu.co/biblioteca/efecto-del-ph-en-la-descomposicion-de-mezclas-acuosas-de-fenoles-por-medio-de-ozono#sthash.R9UrgFDq.dpuf>. En: VIRTUAL PRO. 2007.no. 50, p. 28-29,30,31,32,33,34,35

QUINCHÍA,Adriana María y CARMONA,Dora María. Factibilidad De Disposición De Los Biosólidos Generados En Una Planta De Tratamiento De Aguas Residuales Combinada. En: REVISTA EIA. 08.no. 2, p. 89-108

RAMÓN,Jacipt Alexander; LEÓN,José Alejandro y CASTILLO,Nelson. Diseño de un sistema alternativo para el tratamiento de aguas residuales urbanas por medio de la técnica de lombrifiltros utilizando la especie Eisenia foetida. En: REVISTA MUTIS. ene.vol. 5, no. 1, p. 46-54

RODRÍGUEZ MIRANDA,Juan Pablo; GARCÍA UBAQUE,César Augusto y PINZÓN,Janneth Pardo. Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales. En: TECNURA. oct.vol. 19, no. 46, p. 149-164

ROMERO LÓPEZ,Teresita,de J. y ÁLVAREZ,Gerardo Suárez. Funcionamiento de las zanjas de filtración en dos unidades empresariales de la pesca en Cuba. En: INGENIERIA HIDRAULICA y AMBIENTAL. 09.vol. 32, no. 3, p. 72-77

ROMERO ROJAS,Jairo Alberto. Tratamiento De Aguas Residuales: Teoría y Principios De Diseño. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2008. ISBN 9588060133

SABBAH,I., et al. Intermittent sand filtration for wastewater treatment in rural areas of the Middle East -- a pilot study. En: WATER SCIENCE & TECHNOLOGY. 12.vol. 48, no. 11, p. 147-152

SÁNCHEZ SANTOS,Karina y LLANO ROJAS,Oscar Guillermo. Diseño Conceptual De La Planta De Tratamiento De Aguas Residuales En Lucta Grancolombiana S.A. Santafé de Bogotá: Fundación Universidad América, 1998.

SIELIECHI,J., et al. Flocculation compaction during ballasted aggregation. En: ScienceDirect. 2016.p. 361-369

SIELIECHI,J. 1., et al. Floc compaction during ballasted aggregation. En: WATER RESEARCH. 11/15.vol. 105, p. 361-369

TORRES,Patricia. Tendencias En El Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas. En: INGENIERÍA y COMPETITIVIDAD. 06.vol. 3, no. 1, p. 35-42

TORRES,PATRICIA. Perspectivas Del Tratamiento Anaerobio De Aguas Residuales Domésticas En Países En Desarrollo. En: REVISTA EIA. 12.no. 18, p. 115-129

TORRES,PATRICIA. Perspectivas Del Tratamiento Anaerobio De Aguas Residuales Domésticas En Países En Desarrollo. En: REVISTA EIA. 12.no. 18, p. 115-129

VERA,Luisa, et al. Biorreactores De Membrana Anaerobios Para Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas. Estudio Preliminar. En: AVANCES EN CIENCIAS e INGENIERÍA. oct.vol. 5, no. 4, p. 1-15

WILLS,Beatriz Amparo, et al. Propuesta Metodológica Para La Evaluación De Sistemas De Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas En El Sitio De Origen. En: REVISTA EIA. 07.no. 13, p. 93-105

ZABAVA,Bianca, et al. Basic Equipment for the Mechanical Treatment of Wastewater. En: ACTA TECHNICA CORVININESIS - BULLETIN OF ENGINEERING. Jul.vol. 9, no. 3, p. 57-61

## **ANEXOS**

## **ANEXO A**

# **INFORME DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA**

OP-R-018 A. Vr. 02

TRANSPORTADORA ESCOLAR CAMARGO HERMANOS Y CIA S.A.  
INF. 69045 ARnD

## **INSTITUTO DE HIGIENE AMBIENTAL S.A.S**

### **INFORME DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL NO DOMESTICA**

**TRANSPORTADORA ESCOLAR CAMARGO HERMANOS Y CIA S.A.**

**CAJA DE INSPECCION INTERNA**

**INFORME No. 69045 ARnD**

**FEBRERO 2017**

## **INSTITUTO DE HIGIENE AMBIENTAL S.A.S.**

### **INFORME DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL NO DOMESTICA**

**TRANSPORTADORA ESCOLAR CAMARGO HERMANOS Y CIA S.A.**

**INFORME No. 69045 ARnD**

|                   |                       |
|-------------------|-----------------------|
| Auxiliar Informes | Coordinación Informes |
| Elaboró           | Revisó                |

FEBRERO 2017

Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.  
IHA S.A.S. Declara que los resultados presentados corresponden a las muestras analizadas.

## TABLA DE CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN .....                             | 5  |
| 2. ALCANCE.....                                   | 6  |
| 3. OBJETIVOS .....                                | 7  |
| 3.1 General.....                                  | 7  |
| 3.2 Específicos .....                             | 7  |
| 4. METODOLOGIA.....                               | 8  |
| 4.1 Análisis fisicoquímico y microbiológico.....  | 8  |
| 5. RESULTADOS DE CAMPO Y DE LABORATORIO.....      | 10 |
| 5.1 Resultados de campo.....                      | 10 |
| 5.1.1 Discusión de resultados de campo.....       | 13 |
| 5.2 Resultados de laboratorio.....                | 13 |
| 5.2.1 Discusión de resultados de laboratorio..... | 14 |
| 5.3 Registro Fotográfico.....                     | 15 |
| 6. EJECUTORES.....                                | 16 |
| 7. CONCLUSIONES.....                              | 17 |
| 8. RECOMENDACIONES.....                           | 18 |
| 9. BIBLIOGRAFIA.....                              | 19 |
| 10. ANEXOS.....                                   | 20 |



**INDICE DE TABLAS**

|          |   |    |
|----------|---|----|
| Tabla 1. | Preservación y recolección de muestras.....   | 8  |
| Tabla 2. | Metodología parámetros analizados en laboratorio.....   | 9  |
| Tabla 3. | Resultados de campo – Caja de inspeccion interna Ref. IHA 69045.....                          | 10 |
| Tabla 4. | Cálculos de caudal – Caja de inspeccion interna Ref. IHA 69045.....                           | 12 |
| Tabla 5. | Resultados de laboratorio. Comparación normativa Resolución 0631 de 2015. Ref. IHA 69045..... | 14 |

**INDICE DE GRAFICAS**

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Grafica 1. | Resultados de pH – Caja de inspeccion interna Ref. IHA 69045.....          | 11 |
| Grafica 2. | Resultados de temperatura – Caja de inspeccion interna Ref. IHA 69045..... | 11 |
| Grafica 3. | Resultados de caudal – Caja de inspeccion interna Ref. IHA 69045.....      | 12 |

## 1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la calidad de aguas residuales tiene como propósito fundamental conocer las características fisicoquímicas y biológicas que están presentes en los vertimientos que se generan tras ciertas actividades antrópicas y que luego son descargados al alcantarillado o a cuerpos de agua ocasionando posibles problemas ambientales y sanitarios.

De acuerdo con la normatividad ambiental vigente en materia de vertimientos (Resolución 0631 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), es deber de toda empresa garantizar que las características fisicoquímicas y biológicas sean iguales o inferiores a los valores de referencia, los cuales están contemplados en el Resolución 0631 de 2015, por consiguiente es necesario que por parte del sector económico se realice un estudio donde se incluya una caracterización especializada de las aguas residuales teniendo en cuenta lo establecido en la *Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas* expedida por el IDEAM en el año 2004.

Teniendo en cuenta lo anterior, se desarrolló este estudio que contempla el análisis estructurado y la caracterización detallada de las aguas residuales no domésticas generadas en: TRANSPORTADORA ESCOLAR CAMARGO HERMANOS Y CIA S.A., ubicado en la ciudad de Bogotá en el departamento de Cundinamarca.

El muestreo se llevó a cabo el día 18 de febrero de 2017 por el cliente, en la *caja de inspección interna*, realizándose un monitoreo compuesto en el cual se hizo medición *in situ* de caudal, conductividad pH, temperatura y sólidos sedimentables.

## 2. ALCANCE

El alcance establecido para este trabajo es realizar la caracterización físico-química de la muestra de agua residual no doméstica tomada en el punto identificado como "*Caja de inspección interna*", perteneciente a TRANSPORTADORA ESCOLAR CAMARGO HERMANOS Y CIA S.A., ubicado en la ciudad de Bogotá DC para determinar el cumplimiento de lo establecido en la Resolución 0631 de 2015 "por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones" del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 General

Desarrollar la caracterización fisicoquímica de la muestra de agua residual no domestica tomada en el punto identificado como "Caja de inspección interna" de TRANSPORTADORA ESCOLAR CAMARGO HERMANOS Y CIA S.A., ubicada en la ciudad de Bogotá DC, realizando la comparación pertinente con la Resolución 0631 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

#### 3.2 Especificos

- Analizar en laboratorio los parámetros correspondientes a; Aceites y grasas, Acidez Demanda bioquímica de oxígeno, Demanda química de oxígeno, Detergentes (SAAM), Fenoles, hidrocarburos y Sólidos suspendidos totales de la muestra recolectada.
- Comparar los resultados de la caracterización realizada con la normatividad aplicable vigentes es decir, Resolución 0631 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, específicamente lo establecido en los artículos 15 y 16.
- Realizar un informe de resultados, donde se incluyan los análisis correspondientes, conclusiones y sugerencias acerca de la caracterización del agua residual tomada en el punto identificado como "Caja de inspección interna" de TRANSPORTADORA ESCOLAR CAMARGO HERMANOS Y CIA S.A., ubicada en la ciudad de Bogotá DC.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Análisis fisicoquímico y microbiológico.

El Laboratorio del Instituto de Higiene Ambiental S.A.S. Analizó las muestras de agua residual no doméstica, teniendo en cuenta las metodologías del "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater de la AWWA APHA, WEF, ED 22 de 2012".



Tabla 1. Preservación y recolección de muestras

| PARAMETRO                              | METODO DE PRESERVACION      | TIEMPO DE PRESERVACION |
|--|-----------------------------|------------------------|
| Aceites y grasas                       | HCl a pH <2                 | 28 días                |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O.) | Refrigerar ≤6°              | 48 horas               |
| Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.)    | H2SO4                       | 28 Días                |
| Detergentes (SAAM)                     | Refrigerar ≤6°              | 48 horas               |
| Fenoles                                | H2SO4                       | 7 días                 |
| Hidrocarburos Totales                  | HCl a pH <2                 | 7 días                 |
| Sólidos Suspendidos Totales            | Garrafa plástica de 2000 ml | 7 Días                 |

Fuente: Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas. IDEAM. Standard Methods for examination of water and wastewater AWWA APHA WEF (Ed 22 - 2012).

Los métodos aplicados para la determinación en laboratorio se describen en la Tabla 2.

**Tabla 2. Metodología parámetros analizados en laboratorio**

| PARAMETRO                     | METODOLOGÍA         | METODO ANALITICO  |
|-------------------------------|---------------------|---|
| Aceites y grasas              | Gravimetría         | Standard Methods for examination of water and wastewater<br>AWWA, APHA, WEF 5520 B (ED 22 2012)       |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | Incubación 5 días   | Standard Methods for examination of water and wastewater<br>AWWA, APHA, WEF 5210B (ED 22 2012)        |
| Demanda Química de Oxígeno    | Reflujo Cerrado     | Standard Methods for examination of water and wastewater<br>AWWA, APHA, WEF 5220D (ED 22 2012)        |
| Detergentes (SAAM)            | Espectrofotometría  | Standard Methods for examination of water and wastewater<br>AWWA, APHA, WEF 5540 C (ED 22 2012)       |
| Fenoles                       | Espectrofotométrica | Standard Methods for examination of water and wastewater<br>AWWA, APH0000A, WEF 5530 B,D (ED 21 2005) |
| Sólidos Suspendidos Totales   | Gravimetría         | Standard Methods for examination of water and wastewater<br>AWWA, APHA, WEF 2540 D(ED 22 2012)        |
| Hidrocarburos Totales         | Gravimetría         | Standard Methods for examination of water and wastewater<br>AWWA, APHA, WEF 5520 B Ff (ED 21 2005)    |

Fuente: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater de la AWWA APHA, WEF, ED 22 de 2012

## 5. RESULTADOS DE CAMPO Y DE LABORATORIO.

## 5.1 Resultados de campo.

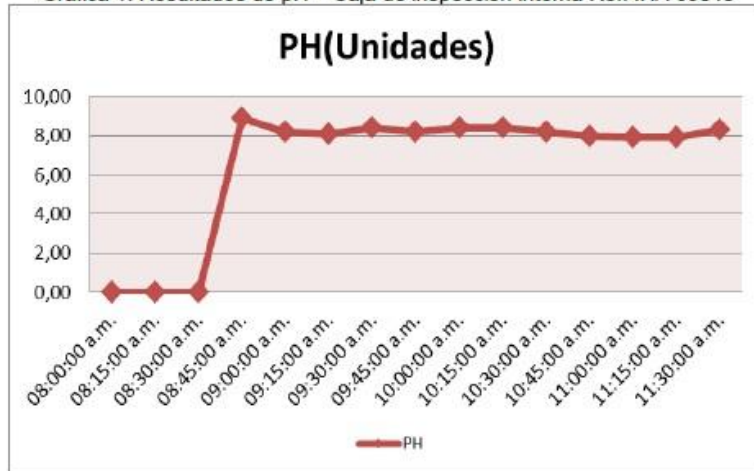
A continuación se presentan los resultados obtenidos tras realizar y culminar la fase de campo con sus correspondientes verificaciones.

Tabla 3. Resultados de campo – Caja de inspección interna Ref. IHA 69045

| Nº medición     | Hora          | CAJA DE INSPECCION INTERNA |                            |                  |              |               |
|-----------------|---------------|----------------------------|----------------------------|------------------|--------------|---------------|
|                 |               | pH (Unidades)              | Sólidos sedimentables mL/L | Temperatura (°C) | Caudal (L/s) | Alicuota (ml) |
| 1               | 08:00:00 a.m. | -                          | -                          | -                | -            | -             |
| 2               | 08:15:00 a.m. | -                          | -                          | -                | -            | -             |
| 3               | 08:30:00 a.m. | -                          | -                          | -                | -            | -             |
| 4               | 08:45:00 a.m. | 8,90                       | 1,5                        | 18,0             | 0,200        | 31            |
| 5               | 09:00:00 a.m. | 8,20                       | -                          | 18,0             | 0,375        | 58            |
| 6               | 09:15:00 a.m. | 8,10                       | -                          | 18,0             | 2,000        | 307           |
| 7               | 09:30:00 a.m. | 8,40                       | -                          | 18,0             | 0,750        | 115           |
| 8               | 09:45:00 a.m. | 8,20                       | 0,6                        | 18,0             | 1,000        | 153           |
| 9               | 10:00:00 a.m. | 8,40                       | -                          | 19,0             | 0,500        | 77            |
| 10              | 10:15:00 a.m. | 8,40                       | -                          | 19,0             | 0,500        | 77            |
| 11              | 10:30:00 a.m. | 8,20                       | -                          | 19,0             | 1,000        | 153           |
| 12              | 10:45:00 a.m. | 8,00                       | 0,6                        | 20,0             | 1,000        | 153           |
| 13              | 11:00:00 a.m. | 7,90                       | -                          | 20,0             | 0,375        | 58            |
| 14              | 11:15:00 a.m. | 7,90                       | -                          | 20,0             | 0,250        | 38            |
| 15              | 11:30:00 a.m. | 8,30                       | -                          | 20,0             | 0,200        | 31            |
| <b>PROMEDIO</b> |               | <b>8,24</b>                | <b>0,9</b>                 | <b>18,9</b>      | <b>0,679</b> | <b>1250</b>   |

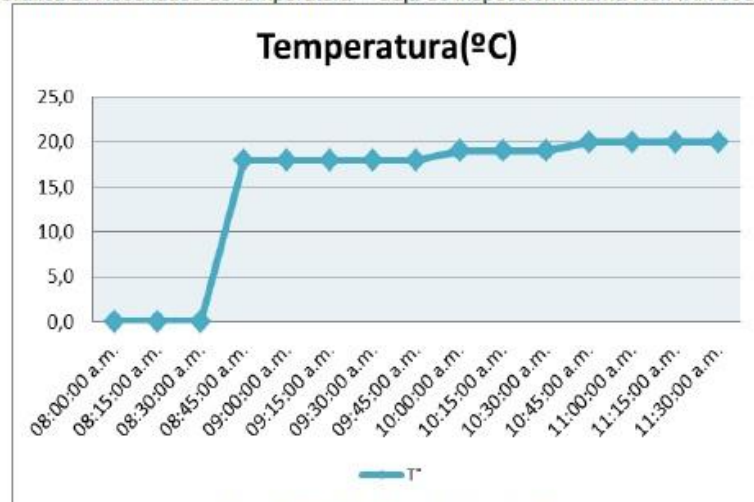
Fuente: Instituto de Higiene Ambiental 2017

Grafica 1. Resultados de pH – Caja de inspección interna Ref. IHA 69045



Fuente: Instituto de Higiene Ambiental 2017

Grafica 2. Resultados de temperatura – Caja de inspección interna Ref. IHA 69045



Fuente: Instituto de Higiene Ambiental 2017

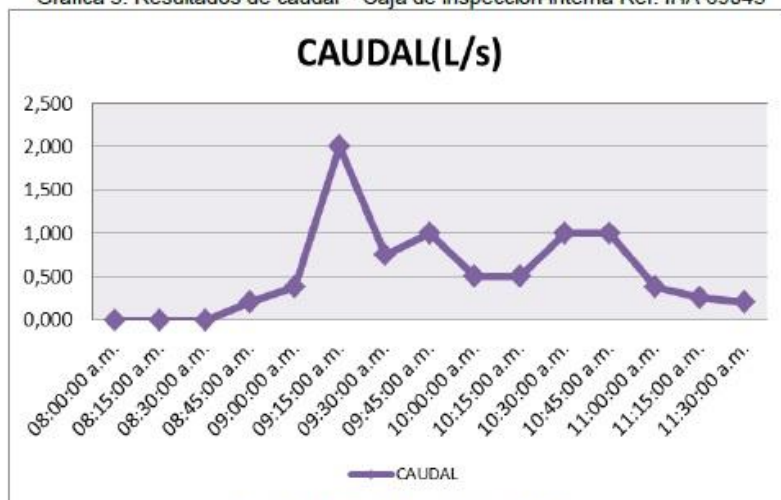


Tabla 4. Cálculos de caudal – Caja de inspección interna Ref. IHA 69045

| MEDICIÓN      | TIEMPO (s) | VOLUMEN (L) | CAUDAL (L/s) |
|---------------|------------|-------------|--------------|
| 08:00:00 a.m. | -          | -           | -            |
| 08:15:00 a.m. | -          | -           | -            |
| 08:30:00 a.m. | -          | -           | -            |
| 08:45:00 a.m. | 5,00       | 1,00        | 0,200        |
| 09:00:00 a.m. | 4,00       | 1,50        | 0,375        |
| 09:15:00 a.m. | 1,00       | 2,00        | 2,000        |
| 09:30:00 a.m. | 2,00       | 1,50        | 0,750        |
| 09:45:00 a.m. | 2,00       | 2,00        | 1,000        |
| 10:00:00 a.m. | 2,00       | 1,00        | 0,500        |
| 10:15:00 a.m. | 3,00       | 1,50        | 0,500        |
| 10:30:00 a.m. | 2,00       | 2,00        | 1,000        |
| 10:45:00 a.m. | 2,00       | 2,00        | 1,000        |
| 11:00:00 a.m. | 4,00       | 1,50        | 0,375        |
| 11:15:00 a.m. | 6,00       | 1,50        | 0,250        |
| 11:30:00 a.m. | 5,00       | 1,00        | 0,200        |
| Promedio      |            |             | 0,679        |

Fuente: Instituto de Higiene Ambiental 2017

Grafica 3. Resultados de caudal – Caja de inspección interna Ref. IHA 69045



Fuente: Instituto de Higiene Ambiental 2017

### 5.1.1 Discusión de resultados de campo

- El parámetro pH presentó un promedio de 8,24 unidades durante la jornada de monitoreo, este resultado representa un pH alcalino.
- El parámetro temperatura presentó un promedio de 18,9°C durante la jornada de monitoreo, este valor es razonable teniendo en cuenta que el agua residual siempre será más alta que el agua de suministro incluso en algunas ocasiones mayor que la temperatura del aire, este resultado se ubica dentro de la temperatura media anual que varía entre 10 y 21°C.
- El parámetro sólidos sedimentables presentó promedio de 0,9 mL durante la jornada de monitoreo. Esta variable hace referencia a los sólidos que se sedimentan en el fondo de un cono imhoff en el transcurso de un periodo de 60 minutos, el resultado constituye una medida aproximada de la cantidad de fango que se obtendrá en la decantación primaria del agua residual, en este caso no son detectados sólidos sedimentables de la muestra tomada en *caja de inspección interna*.
- El vertimiento fue constante durante toda la jornada de monitoreo y el parámetro caudal presentó un promedio de 0,679 L/seg.

### 5.2 Resultados de laboratorio

A continuación se presentan los resultados obtenidos tras realizar el análisis de laboratorio con sus correspondientes verificaciones de acuerdo a lo establecido en la normatividad vigente referente a vertimientos **Resolución 0631 de 2015** art 15 “parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas para las actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los Capítulos V y VI con vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales” art 16 “vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas al alcantarillado público”.

Los informes originales de los análisis efectuados a la muestra expedidos por el personal del laboratorio se presentan como ANEXOS.

Tabla 5. Resultados de laboratorio. Comparación normativa Resolución 0631 de 2015. Ref. IHA 69045

| PARAMETRO                          | UNIDADES               | RESULTADO   | RESOLUCION 0631 DE 2015 ART.15-16 | CUMPLIMIENTO NORMATIVO |
|------------------------------------|------------------------|-------------|-----------------------------------|------------------------|
| ACEITES Y GRASAS                   | mg/L de A y G          | 11,7        | 15,00                             | CUMPLE                 |
| CAUDAL**                           | L/s                    | 0,679       | N.A                               | N.A                    |
| DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO      | mg/L de O <sub>2</sub> | 28,56       | 75,00                             | CUMPLE                 |
| DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO         | mg/L de O <sub>2</sub> | 64,3        | 225,00                            | CUMPLE                 |
| DETERGENTES (SAAM)                 | mg/L de SAAM           | 13,92       | Análisis y Reporte                | -                      |
| <b>FENOLES</b>                     | <b>mg/L de fenol</b>   | <b>0,73</b> | <b>0,20</b>                       | <b>NO CUMPLE</b>       |
| HIDROCARBUROS TOTALES              | mg/L de HCT            | <5,0        | 10,00                             | CUMPLE                 |
| PH**                               | Unidades de pH         | 8,24        | 5,00 – 9,00                       | CUMPLE                 |
| SÓLIDOS SEDIMENTABLES**            | mL/L de SSED           | 0,9         | 1,5                               | CUMPLE                 |
| <b>SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES</b> | <b>mg/L de SST</b>     | <b>305</b>  | <b>75,00</b>                      | <b>NO CUMPLE</b>       |
| TEMPERATURA**                      | °C                     | 18,9        | 40                                | CUMPLE                 |

Fuente: Instituto de Higiene Ambiental S.A.S. 2017

### 5.2.1 Discusión de resultados de laboratorio.

- El análisis de los fenoles deja ver una concentración superior a lo establecido en la normatividad ambiental vigente, siendo importante destacar que su presencia es indicadora de contaminación, en este caso puede deberse al proceso de limpieza empleado en los vehículos, ya que el cloro que se añade como desinfectante actúa formando clorofenoles que terminan siendo un problema porque le dan al agua un mal olor y sabor.
- El parámetro sólidos suspendidos totales, es uno de los parámetros de mayor importancia para ser tratados en las aguas residuales, ya que si se vierten sin un tratamiento previo pueden dar lugar al desarrollo de depósitos de fango y de condiciones anaeróbicas. En este caso en particular excede su concentración más de cuatro veces lo permitido por la norma, por esta razón es necesario considerar buscar bajar su concentración.

### 5.3 Registro Fotográfico



## 6. EJECUTORES

COORDINADOR DE MUESTREO: ANGGIE PAOLA MONTERO ARIZA

COORDINADOR DE LABORATORIO: YENNI LIZBETH VARGAS  
Química

ANALISTAS DE LABORATORIO: LUZ DARY SIERRA  
Analista de laboratorio  
JESSICA ROMERO  
Analista de laboratorio  
NATALIA CASTAÑO  
Microbióloga  
JAVIER GALVIS  
Analista de laboratorio  
MILLER DIAZ  
Analista de laboratorio  
CAMILO RAMIREZ  
Analista de laboratorio

**NOTA:** Los resultados emitidos por el IHA están basados en los lineamientos de la norma NTC/ISO/IEC 17025:2005 bajo la acreditación NTC/ISO/IEC 17025:2005 (Resolución 0286 del 02 de marzo de 2016, del IDEAM).

## 7. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la caracterización realizada el día 30 enero de 2017, en el punto denominado "*Caja de inspección interna*" de TRANSPORTADORA ESCOLAR CAMARGO HERMANOS Y CIA S.A. en la ciudad de Bogotá D.C, y después de realizar la comparación con los artículos 15 y 16 de la Resolución 0631 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, es posible concluir qué:

- La evaluación de los resultados obtenidos y su posterior comparación con la norma deja ver el cumplimiento de los parámetros: aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, hidrocarburos totales, pH, sólidos sedimentables y temperatura.
- Los parámetros fenoles y sólidos suspendidos totales, no cumplen con lo establecido en el art. 15 de la resolución 0631 de 2015, es necesario bajar la concentración de estas dos variables.
- Los parámetros caudal y detergentes no están reglamentados bajo un límite por la norma sin embargo para el caso de detergentes se exige análisis y reporte, por esta razón se anexan sus datos para fines de control por parte de la empresa.

## 8. RECOMENDACIONES

- Con el fin de controlar las características fisicoquímicas del vertimiento realizado y constatar su cumplimiento normativo, se recomienda continuar realizando caracterizaciones periódicas al agua, permitiendo de esa manera conocer los ajustes que deben realizarse con la finalidad de cumplir lo estipulado por la normatividad ambiental vigente.
- Las concentraciones sólidos suspendidos totales, dejan ver una deficiencia en el sistema de tratamiento utilizado, toda vez que su concentración se encuentran por encima del valor establecido por la normatividad ambiental vigente, por lo cual se recomienda realizar una revisión de los procedimientos utilizados para la remoción de sólidos.
- Realizar una verificación de los insumos de limpieza y desinfección que se utilizan generalmente en las actividades asociadas a procesos de aseo, ya que el parámetro Fenoles que presenta incumplimiento normativo pueden estar asociados a elementos como jabones, detergentes y limpiadores.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 0631 (17 Marzo 2015) Por la cual se establecen los parámetros y los valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto No. 3930 ( 25 de octubre de 2010) Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI-Parte III-Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
- IDEAM. Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas. 2004.
- COLOMBIA, UNIVERSIDAD DEL VALLE. CAUDAL AMBIENTAL (2009), Conceptos, Experiencias y Desafíos
- EATON D Andrew, CLESCERI Lenore, RICE Eugene y GREENBERG Arnold. Standard method for the examination of water and wastewater. AWWA APHA WEF Ed. 22 2012.



## **10. ANEXOS**

**ANEXO 1.** Informe de laboratorio Instituto de Higiene Ambiental 69045

**ANEXO 2.** Informe de campo Instituto de Higiene Ambiental 69045

**ANEXO 3.** Certificado de acreditación IDEAM Instituto de Higiene Ambiental S.A.S.

**ANEXO 4.** Cadena de Custodia.

## ANEXO B

### PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y SUS VALORES LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES EN LOS VERTIMIENTOS PUNTUALES DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS – ARD Y DE LAS AGUAS RESIDUALES (ARD-ARND) DE LOS PRESTADORES DE SERVICIO PÚBLICO DE ALCANTARILLADO A CUERPOS DE AGUAS SUPERFICIALES

| PARÁMETRO                                       | UNIDADES            | AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS - ARD DE LAS SOLUCIONES DE SANEAMIENTO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES O BIFAMILIARES | AGUAS DOMESTICAS RESIDUALES - ARD Y DE LAS AGUAS RESIDUALES (ARD - ARnD) DE LOS PRESTADORES DEL SERVICIO PÚBLICO DE ALCANTARILLADO A CUERPOS DE AGUAS SUPERFICIALES CON UNA CARGA MENOR O IGUAL A 625,00 Kg/día DBO5 |
|---|---------------------|--|--|
| <b>Generales</b>                                |                     |  |  |
| pH  | Unidades de pH      | 6,00 a 9,00  | 6,00 a 9,00  |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO)                | mg/L O <sub>2</sub> | 200,00   | 180,00   |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)            | mg/L O <sub>2</sub> |  | 90,00  |
| Sólidos Suspendidos Totales (SST)               | mg/L                | 100,00   | 90,00  |
| Sólidos Sedimentables (SSED)                    | mg/L                | 5,00   | 5,00   |
| Grasas y Aceites                                | mg/L                | 20,00  | 20,00  |
| Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)   | mg/L                |  | Análisis y Reporte   |
| <b>Hidrocarburos</b>                            |                     |  |  |
| Hidrocarburos Totales (HTP)                     | mg/L                |  | Análisis y Reporte   |
| <b>Compuestos de Fósforo</b>                    |                     |  |  |
| Ortofosfatos (P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ) | mg/L                |  | Análisis y Reporte   |
| Fósforo Total (P)                               | mg/L                |  | Análisis y Reporte   |
| <b>Compuestos de Nitrógeno</b>                  |                     |  |  |
| Nitratos (N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )      | mg/L                |  | Análisis y Reporte   |
| Nitritos (N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )      | mg/L                |  | Análisis y Reporte   |
| Nitrogeno Amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )        | mg/L                |  | Análisis y Reporte   |
| Nitrogeno Total (N)                             | mg/L                |  | Análisis y Reporte   |

## ANEXO C

### ACTIVIDADES INDUSTRIALES, COMERCIALES O DE SERVICIOS DIFERENTES A LAS CONTEMPLADAS EN LOS CAPÍTULOS V Y VI CON VERTIMIENTOS PUNTUALES A CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES

| PARÁMETROS   | UNIDADES            | VALORES LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES |
|--|---------------------|-------------------------------------|
| <b>Generales</b>                                   |                     |                                     |
| pH   | Unidades de pH      | 6,00 a 9,00                         |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO)                   | mg/L O <sub>2</sub> | 150,00                              |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )  | mg/L O <sub>2</sub> | 50,00                               |
| Sólidos Suspendidos Totales (SST)                  | mg/L                | 50,00                               |
| Sólidos Sedimentables (SSED)                       | mg/L                | 1,00                                |
| Grasas y Aceites                                   | mg/L                | 10,00                               |
| Compuestos Semivolátiles Fenólicos                 | mg/L                | Análisis y Reporte                  |
| Fenoles Totales                                    | mg/L                | 0,20                                |
| Formaldehído                                       | mg/L                | Análisis y Reporte                  |
| Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)      | mg/L                | Análisis y Reporte                  |
| <b>Hidrocarburos</b>                               |                     |                                     |
| Hidrocarburos Totales (HTP)                        | mg/L                | 10,00                               |
| Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAC)        | mg/L                | Análisis y Reporte                  |
| BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xileno)       | mg/L                | Análisis y Reporte                  |
| Compuestos Orgánicos Halogenados Adsorbibles (AOX) | mg/L                | Análisis y Reporte                  |
| <b>Compuestos de Fósforo</b>                       |                     |                                     |
| Ortofosfatos (P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )    | mg/L                | Análisis y Reporte                  |
| Fósforo Total (P)                                  | mg/L                | Análisis y Reporte                  |
| <b>Compuestos de Nitrógeno</b>                     |                     |                                     |
| Nitratos (N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )         | mg/L                | Análisis y Reporte                  |
| Nitritos (N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )         | mg/L                | Análisis y Reporte                  |
| Nitrogeno Amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )           | mg/L                | Análisis y Reporte                  |
| Nitrogeno Total (N)                                | mg/L                | Análisis y Reporte                  |
| <b>Iones</b>                                       |                     |                                     |
| Cianuro Total (CN <sup>-</sup> )                   | mg/L                | 0,10                                |
| Cloruros (Cl <sup>-</sup> )                        | mg/L                | 250,00                              |
| Fluoruros (F <sup>-</sup> )                        | mg/L                | 5,00                                |
| Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )          | mg/L                | 250,00                              |
| Sulfuros   | mg/L                | 1,00                                |

| <b>Metales y Metaloides</b>   |                         |                    |
|---|-------------------------|--------------------|
| Aluminio (Al)   | mg/L                    | Análisis y Reporte |
| Antimonio (Sb)  | mg/L                    | 0,30               |
| Arsénico (As)   | mg/L                    | 0,10               |
| Bario (Ba)  | mg/L                    | 1,00               |
| Belirio (Be)  | mg/L                    | Análisis y Reporte |
| Boro (Bo)   | mg/L                    | Análisis y Reporte |
| Cadmio (Cd)   | mg/L                    | 0,01               |
| Cinc (Zn)   | mg/L                    | 3,00               |
| Cobalto (Co)  | mg/L                    | 0,10               |
| Cobre (Cu)  | mg/L                    | 1,00               |
| Cromo (Cr)  | mg/L                    | 0,10               |
| Estaño (Sn)   | mg/L                    | 2,00               |
| Hierro (Fe)   | mg/L                    | 1,00               |
| Litio (Li)  | mg/L                    | Análisis y Reporte |
| Manganeso (Mn)  | mg/L                    | Análisis y Reporte |
| Mercurio (Hg)   | mg/L                    | 0,002              |
| Molibdeno (Mo)  | mg/L                    | Análisis y Reporte |
| Níquel (Ni)   | mg/L                    | 0,10               |
| Plata (Ag)  | mg/L                    | 0,20               |
| Plomo (Pb)  | mg/L                    | 0,10               |
| Selenio (Se)  | mg/L                    | 0,20               |
| Titanio (Ti)  | mg/L                    | Análisis y Reporte |
| Vanadio (Va)  | mg/L                    | 1,00               |
| <b>Otros parámetros para Análisis y Reporte</b>   |                         |                    |
| Acidez Total  | mg /L CaCO <sub>3</sub> | Análisis y Reporte |
| Alcalinidad Total   | mg /L CaCO <sub>3</sub> | Análisis y Reporte |
| Dureza Cálctica   | mg /L CaCO <sub>3</sub> | Análisis y Reporte |
| Dureza Total  | mg /L CaCO <sub>3</sub> | Análisis y Reporte |
| Color Real Medidas de absorbacia a las siguientes longitudes de onda: 436 nm, 525 nm y 620 nm | m <sup>-1</sup>         | Análisis y Reporte |

## ANEXO D

### HOJA DE SEGURIDAD L - 1627



LIPESA 1627

#### POLIMERO COAGULANTE-FLOCULANTE

- Trabaja en un amplio rango de pH (3-12)
- Sedimentación rápida de sólidos por el gran tamaño del floc
- Totalmente miscible en agua
- Elimina el color y materia orgánica
- Produce un excelente tamaño de floc por centrifugación
- Deshidrata lodos sin alterar la carga del efluente final
- Excelente relación costo-rendimiento

#### Usos principales

LIPESA 1627 ha sido formulado especialmente para ser utilizado en la clarificación de aguas potable, residuales y de procesos, en la deshidratación mecánica de lodos de perforación y donde se requiere una floculación inmediata y un efluente libre de sólidos.

#### Descripción general

LIPESA 1627 es un floculante catiónico orgánico líquido, con las siguientes características:

|                      |  |
|----------------------|--|
| Color:               | Amarillo - ámbar                         |
| Olor:                | Inodoro                                  |
| Gravedad específica: | 1,250 – 1,330 a 25 °C                    |
| pH al 1%:            | 3,00- 4,50 a 25 °C                       |
| Activo %:            | min 22.5% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| Acidez %:            | 10,22 – 11,99                            |

#### Dosis

La dosis de LIPESA 1627 es variable, dependiendo del tipo de aplicación y la calidad del efluente que se desee lograr. No obstante las dosis típicas son:

- Clarificación: 0,1 - 30 ppm
- Deshidratación de lodos 100 - 1000 ppm

En todo caso, el Representante Técnico de LIPESA le asesorará en el establecimiento de la dosis adecuada a su situación particular.

#### Modo de Empleo y Alimentación

LIPESA 1627 debe alimentarse de una manera continua al proceso, en un punto de buena agitación y mezcla, utilizando bomba dosificadora de acero inoxidable o cualquier otro material resistente a la corrosión.

#### Despacho y almacenamiento

LIPESA 1627 se despacha en tambores plásticos de 270 Kg y a granel. Puede almacenarse por doce (12) meses sin que se altere la calidad del producto.

#### Manejo y seguridad

LIPESA 1627 no presenta ningún riesgo en el manejo. No es tóxico. Como todo producto químico debe manejarse con cuidado. En caso de contacto con los ojos, lavar y enjuagar con abundante agua por lo menos por 15 minutos. Al contacto con la piel y ropa de trabajo, lavar con abundante agua y jabón por 5 minutos. No lo ingiera, pero si ocurre accidentalmente se debe inducir al vómito y llamar al medico inmediatamente.

ED-02/10-NYR  
Rev. 2

*"La aplicación o métodos de manejo, almacenamiento, uso y disposición del producto y/o sus envases están fuera de nuestro control, por lo tanto la empresa no asume y desconoce toda responsabilidad por pérdida, daño u otra situación que esté relacionada con el manejo, uso o disposición del producto y sus envases.  
La empresa no asume responsabilidad alguna por daños al comprador o a terceras personas causadas por uso anormal del material y/o sus envases, aun siguiendo procedimientos razonables de seguridad.  
Los datos suministrados fueron obtenidos de fuentes confiables, sin embargo, no se expresa ni se implica garantía alguna con respecto a la exactitud de estos datos o los resultados que se obtengan por el uso del material."*

LIPESA RIF: J-08010339-4

FORM007 REV.: 3 F. REV.: 27-02-08



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

|                           |                |             |
|---------------------------|----------------|-------------|
| FDL013                    | F. APROB. FORM | REV.        |
|                           | 29/11/11       | 10          |
| F. APROB. HDS             | F. REV.HDS     | Nº REV. HDS |
| 30/03/2011                | 02/10/2013     | 1           |
| GRE ASOCIADA: NO REGULADO | PÁG. 1/6       |             |

PRODUCTO: LIPESA 1627 (L-1627)

### 1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA EMPRESA

NOMBRE DEL PRODUCTO: LIPESA 1627  
CODIGO DEL PRODUCTO: L-1627  
USO: POLÍMERO COAGULANTE-FLOCULANTE  
FABRICANTE: LIMPIADORES INDUSTRIALES LIPESA, S.A.  
RIF: J-08010339-4

#### DIRECCIÓN:

LIPESA, S.A: Av. Intercomunal, Zona Industrial Corpoindustria, Galpón F-8, El Tigre, Estado Anzoátegui – Venezuela.  
Teléfonos de emergencias: 0416-683.11.44 (24 horas) / 0414-8029121. Sistema integrado de emergencia: 171

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

LIPESA COLOMBIA, S.A.: Carretera Central Bogotá – Tunja, Km. 30. Frente a Bavaria, Tocancipa – Colombia.  
Teléfono: PBX (571) 8788600 Fax: ext 102. Teléfono de emergencia: (57-311) 8768578.

LIPESA ECUADOR: Calle "D" No. 63-253 y Nazaota Puente. Telefono 2532351. Teléfono de emergencia: 098911370/2532351

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

Página Web:  
[www.lipesa.com](http://www.lipesa.com)

### 2. COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES

SUSTANCIA O MEZCLA: MEZCLA

| Nombre Químico / sinónimo  | Nº CAS/EINECS                       | Concentración (%)   |
|--|-------------------------------------|---------------------|
| Hidroxiclورو de Aluminio/<br>Policloruro de Aluminio<br>Polímero Catiónico | 39290-78-3/ 254-400-7<br>26062-79-3 | ≤ 80<br>Propietario |

### 3. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

#### PELIGROS A LA SALUD:

Irritante a la piel por contacto prolongado

#### PELIGROS AMBIENTALES:

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

#### MEDIDAS DE SEGURIDAD:

Usar los equipos de protección personal recomendados en el apartado 8

#### PELIGROS ESPECÍFICOS:

CONTACTO CON LOS OJOS: Ardor, irritación y enrojecimiento

CONTACTO CON LA PIEL: Puede causar irritación por contacto prolongado

INHALACION: No se conocen efectos por exposición

INGESTION: Irritante de las vías digestivas



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

| FDL013                    | F. APROB. FORM | REV.        |
|---------------------------|----------------|-------------|
|                           | 29/11/11       | 10          |
| F. APROB. HDS             | F. REV.HDS.    | Nº REV. HDS |
| 30/03/2011                | 02/10/2013     | 1           |
| GRE ASOCIADA: NO REGULADO |                | PÁG. 2/6    |

PRODUCTO: LIPESA 1627 (L-1627)

#### 4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>INHALACIÓN:</b>            | Retirar al individuo de la zona de exposición y trasladar a un lugar ventilado.   |
| <b>CONTACTO CON LA PIEL:</b>  | Remueva la ropa contaminada. Lavar con abundante agua y jabón, hasta que no queden restos del producto.   |
| <b>CONTACTO CON LOS OJOS:</b> | Lavar con abundante agua por lo menos durante 20 minutos, levantar los párpados para lograr una limpieza profunda. Consulte a un médico si la irritación persiste   |
| <b>INGESTIÓN:</b>             | No inducir al vómito. Suministrar abundante agua. Si es posible suministrar algún emoliente, como huevo o aceite. En caso de pérdida de conciencia acostar a las víctimas de lado, para evitar el ahogo en caso de vómito Obtenga ayuda médica. |
| <b>NOTAS PARA EL MÉDICO:</b>  | Tratamiento sintomático   |

#### 5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y COMBATE DE INCENDIOS

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>PELIGROS/ RIESGOS ESPECÍFICOS:</b> | No es inflamable. Sometido al fuego, puede generar gases irritantes y tóxicos, incluidos gases de ácido clorhídrico  |
| <b>AGENTE DE EXTINCIÓN:</b>           | Agua nebulizada, espuma estándar, dióxido de carbono o polvo químico seco  |
| <b>MEDIOS NO ADECUADOS:</b>           | No se conoce ninguno   |
| <b>MÉTODOS ESPECÍFICOS:</b>           | No requiere métodos específicos. Evite respirar los vapores. Use equipo de respiración aprobada por NIOSH o equivalente y ropa de protección adecuada. Emplee agua en forma de rocío para enfriar los contenedores |
| <b>PROTECCIÓN DE LOS BOMBEROS:</b>    | Compruebe que utiliza respiradores certificados/ aprobado o un equipo equivalente, uso de equipo autocontenido, trajes contra incendios.   |

#### 6. MEDIDAS DE CONTROL PARA DERRAMES

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <b>PRECAUCIONES PERSONALES:</b>  | Usar equipo de protección personal. Mantener alejadas a las personas sin protección  |
| <b>PRECAUCIONES AMBIENTALES:</b> | Evitar la dispersión del material derramado a los desagües y alcantarillas y/o cuerpos de aguas superficiales  |
| <b>MÉTODOS DE LIMPIEZA:</b>      | Lavar con abundante agua y neutralizar con Hidróxido de Calcio. Eliminar de acuerdo a las disposiciones locales. Ver apartado 13<br>Eliminar de acuerdo a las disposiciones locales, según Decreto Colombiano 4741 del 2005, reglamenta la prevención y el manejo de los residuos peligrosos |

#### 7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>MANEJO:</b>         | Utilizar guantes de protección, neopreno, nitrilo, PVC. Lávese completamente después del manejo  |
| <b>ALMACENAMIENTO:</b> | Almacene en áreas ventiladas y frescas. Manténgase el recipiente herméticamente cerrado. No almacenar por períodos mayores a 12 meses. |



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

|                           |                |             |
|---------------------------|----------------|-------------|
| FDL013                    | F. APROB. FORM | REV.        |
|                           | 29/11/11       | 10          |
| F. APROB. HDS             | F. REV.HDS.    | Nº REV. HDS |
| 30/03/2011                | 02/10/2013     | 1           |
| GRE ASOCIADA: NO REGULADO |                | PÁG. 3/6    |

PRODUCTO: LIPESA 1627 (L-1627)

### 8. CONTROL DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

ESTANDARES DE CONTROL (LÍMITES):

| Nombre Químico<br>Ingrediente de Riesgo | Límite Máximo permitido (TLV) |
|---|-------------------------------|
| Hidroxiclورو de Aluminio                | ND                            |

CONTROLES DE INGENIERIA PARA REDUCIR EXPOSICIÓN:

Disponga de sistemas de ventilación de escape general o local

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL:

|  |   |
|--|---|
| PROTECCIÓN RESPIRATORIA:                   | No son necesarias mediada especiales de protección. Cuando se trabaja en lugares cerrados use respirador contra vapores ácidos. Elija equipo aprobado por NIOSH |
| PROTECCIÓN DE LOS OJOS:                    | Protección ocular industrial certificada. Se considera usar por lo menos lentes de seguridad con protección lateral   |
| PROTECCIÓN DE LAS MANOS,<br>PIEL Y CUERPO: | Guantes (neopreno, nitrilo, pvc), ropa con mangas largas (camisas, pantalones, batas), botas de seguridad   |

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



MEDIDAS DE HIGIENE PERSONAL:

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

### 9. PROPIEDADES FÍSICO Y QUÍMICAS

|                                     |                     |
|-------------------------------------|---------------------|
| ESTADO FÍSICO:                      | Líquido             |
| COLOR:                              | De amarillo a ámbar |
| OLOR:                               | Inodoro             |
| pH a 25 °C:                         | 3,00 – 4,50 al 1%   |
| PUNTO INICIAL DE EBULLICIÓN (°C):   | ND                  |
| PUNTO FINAL DE EBULLICIÓN (°C):     | ND                  |
| TEMPERATURA DE DESCOMPOSICIÓN (°C): | ND                  |
| PUNTO DE FUSIÓN (°C)                | NA                  |
| PUNTO DE INFLAMACIÓN (°C):          | NA                  |
| TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN (°C):   | NA                  |
| PROPIEDADES EXPLOSIVAS:             | NA                  |
| PRESION DE VAPOR:                   | ND                  |
| DENSIDAD DE VAPOR:                  | ND                  |
| DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> ):      | ND                  |





## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

| FDL013                    | F. APROB. FORM | REV.        |
|---------------------------|----------------|-------------|
|                           | 29/11/11       | 10          |
| F. APROB. HDS             | F. REV.HDS.    | Nº REV. HDS |
| 30/03/2011                | 02/10/2013     | 1           |
| GRE ASOCIADA: NO REGULADO |                | PÁG. 4/6    |

PRODUCTO: LIPESA 1627 (L-1627)

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| SOLUBILIDAD:                          | 100% en Agua   |
| COEFICIENTE DE PARTICIÓN OCTANO-AGUA: | NA   |
| GRAVEDAD ESPECÍFICA (a 25 °C):        | 1,250 – 1,330  |
| ÍNDICE DE REFRACCIÓN:                 | ND   |
| % ACTIVO:                             | Mínimo 22,50 expresado como Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| % ACIDEZ:                             | 10,22 – 11,99  |
| VISCOSIDAD BROOKFIELD (cP):           | NA   |

NA: NO APLICA      ND: NO DETERMINADO

### 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

#### ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD:

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

#### CONDICIONES A EVITAR:

Altas temperaturas y fuego directo

#### MATERIALES A EVITAR:

Agentes Oxidantes fuertes, dorito, hipoclorito, sulfito y Zinc. Evitar el contacto con superficies galvanizadas y acero al carbono

#### POLIMERIZACIÓN:

No se polimeriza

#### PRODUCTOS PELIGROSOS DE DESCOMPOSICIÓN:

La descomposición térmica (> 200 °C) puede liberar gases irritantes y humos de HCl

### 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

#### TOXICIDAD AGUDA:

*Hidroxloruro de Aluminio, puro:*

LD<sub>50</sub> Oral (ratas): 12700 mg/Kg

TCLo Inhalación (ratas): 25 mg/m<sup>3</sup>; 6 horas, 2 años intermitentes

TCLo Inhalación (cerdo): 25000 mg/m<sup>3</sup>; 6 horas, 2 años intermitentes - Solución al 50% p/p

Efecto reproductivo:

TDLo Oral (rata): 13000 mg/Kg, 7-19 días hembra preñada

#### EFFECTOS LOCALES:

*Hidroxloruro de Aluminio, puro:*

150 mg/m<sup>3</sup>, irritación intermitente piel humana

#### SENSIBILIZACIÓN:

No se conoce ningún efecto sensibilizante

#### TOXICIDAD CRÓNICA:

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



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

|                           |                |             |
|---------------------------|----------------|-------------|
| FDL013                    | F. APROB. FORM | REV.        |
|                           | 29/11/11       | 10          |
| F. APROB. HDS             | F. REV.HDS.    | Nº REV. HDS |
| 30/03/2011                | 02/10/2013     | 1           |
| GRE ASOCIADA: NO REGULADO | PÁG. 5/6       |             |

PRODUCTO: LIPESA 1627 (L-1627)

### 12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

#### MOVILIDAD:

Datos no disponibles

#### PERSISTENCIA/ DEGRADACIÓN EN AGUA, AIRE Y TIERRA:

En general los cloruros suelen tener mala Biodegradabilidad y pueden permanecer durante años en el medio ambiente. Debido a su carácter hidrófobo se acumula en las grasas especialmente en los últimos eslabones de la cadena alimenticia y pueden provocar problemas de salud

#### BIOACUMULACIÓN:

Es bioacumulable

#### ECOTOXICIDAD:

*Hidroxicloruro de Aluminio, puro:*

Algas: 1,75 +/- 0,25 mg/L

Protozoos: 12 mg/L

El producto es una preparación inorgánica. Si se hidroliza, se forman precipitados de hidróxido de metal (pH: 5,00 -7,00), por lo que disminuye el pH del agua. Si existen fosfatos, pueden formarse complejos de fosfatos metálicos

Una elevada concentración en el agua, puede perjudicar la vida acuática por efectos del pH.

### 13. CONSIDERACIONES SOBRE TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL

#### MÉTODOS DE DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS:

Se Disponen de acuerdo a las leyes locales, estatales o nacionales establecidas. Puede aplicar incineración o descargar en plantas de tratamiento de efluentes, en ambos casos, debe ser comprobada la vigencia de permisología respectiva avalada por las autoridades ambientales competentes. Si se realiza lavado del área, evitar llegada de aguas de lavado a cuerpos de agua superficial

#### ELIMINACIÓN DE RECIPIENTES O/ CONTENEDORES:

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

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

### 14. INFORMACION DE TRANSPORTE

Nº DE IDENTIFICACION: UN NO REGULADO.

| Reglamentacion Internacional  | Nombre del Material | Clase | Grupo de Embalaje | Etiqueta |
|-------------------------------|---------------------|-------|-------------------|----------|
| TERRESTRE<br>(RID/DoT 49 CFR) | No Regulado         | ND    | NA                | -        |
| ACUATICO<br>(ADNR)            | No Regulado         | ND    | NA                | -        |
| MARITIMO<br>(IMDG)            | No Regulado         | ND    | NA                | -        |
| AEREO<br>(IATA-DGR, ICAO-IT)  | No Regulado         | ND    | NA                | -        |



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

|                           |                |             |
|---------------------------|----------------|-------------|
| FDL013                    | F. APROB. FORM | REV.        |
|                           | 29/11/11       | 10          |
| F. APROB. HDS             | F. REV.HDS.    | N° REV. HDS |
| 30/03/2011                | 02/10/2013     | 1           |
| GRE ASOCIADA: NO REGULADO |                | PÁG. 6/6    |

PRODUCTO: LIPESA 1627 (L-1627)

### 15. REGLAMENTACIONES NACIONALES

REGLAMENTO SGA VIGENTE (Sistema Globalmente Armonizado)

Símbolo(s) peligroso(s):

Irritante

PICTOGRAMA



Atención (Irritante)

Indicaciones de peligros (Frasas H):

H316/320 Provoca leve irritación cutánea/ ocular

Consejos de prudencia (Frasas P):

P262 Evitar todo contacto con los ojos, la piel o la ropa

P264 Lavarse cuidadosamente después de la manipulación

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

P273 No dispersar en el medio ambiente

P280 Usar guantes de Neopreno/ ropa de protección/lentes de seguridad con protección lateral/ respirador contra vapores orgánicos/ botas de seguridad

P370+P378 En caso de incendio utilizar polvo químico seco, espuma, dióxido de carbono, arena o tierra para su extinción

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

### 16. OTRA INFORMACIÓN

CLASIFICACIÓN NFPA 704:

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

ETIQUETA NFPA:



RIESGOS A LA SALUD:

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

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

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

"La aplicación o métodos de manejo, almacenamiento, uso y disposición del producto y/o sus envases están fuera de nuestro control, por lo tanto la empresa no asume y desconoce toda responsabilidad por pérdida, daño u otra situación que esté relacionada con el manejo, uso o disposición del producto y sus envases.  
La empresa no asume responsabilidad alguna por daños al comprador o a terceras personas causadas por uso anormal del material y/o sus envases, aun siguiendo procedimientos razonables de seguridad.  
Los datos suministrados fueron obtenidos de fuentes confiables, sin embargo, no se expresa ni se implica garantía alguna con respecto a la exactitud de estos datos o los resultados que se obtengan por el uso del material."

## ANEXO E

### HOJA DE SEGURIDAD L - 1538



#### LIPESA 1538

##### POLIMERO ANIÓNICO

- Ideal para la deshidratación mecánica de lodos inorgánicos o minerales.
- Aplicable a una gran variedad de aguas y efluentes industriales.
- Trabaja en un rango amplio de pH: 1.0 – 12.0
- Fácilmente emulsionable en agua.
- Excelente relación costo-rendimiento: Trabaja a dosis muy bajas

##### Usos principales

LIPESA 1538 ha sido especialmente formulado para ser utilizado en la deshidratación mecánica de lodos, provenientes de procesos de clarificación y espesamiento de efluentes industriales, especialmente los minerales. LIPESA 1538 tiene también aplicación en la clarificación y espesamiento de aguas industriales y muchos otros procesos como el papelerero y azucarero.

##### Descripción General

LIPESA 1538 es un polímero sólido de "muy alto peso molecular", fuertemente aniónico, con las siguientes características:

|              |  |
|--------------|--|
| Forma:       | Sólido   |
| Color:       | Blanco   |
| Olor:        | Inodoro  |
| Densidad:    | 800 Kg/m <sup>3</sup> aprox.   |
| Solubilidad: | 1.0% en agua.  |
| Viscosidad:  | 2000 cPs aprox. a 5.0g/l<br>1000 cPs aprox. a 2.5 g/l<br>300 cPs aprox. a 1.0g/l |

##### Dosis

Las dosis de LIPESA 1538 varía de acuerdo al tipo de proceso y efluente tratado. Las dosis típicas son:

- Deshidratación mecánica: 10 - 150 g/m<sup>3</sup>
- Espesamiento y clarificación: 0.05 – 30 g/m<sup>3</sup>

En todo caso, el Representante Técnico LIPESA le asesorará en el establecimiento de la dosis adecuada a su situación particular.

##### Modo de empleo y alimentación

LIPESA 1538 se debe alimentar de manera continua al proceso, en un punto de buena agitación y mezcla, utilizando bombas de dosificación de acero dulce o cualquier otro material. Para obtener el mejor rendimiento del producto, se debe preparar en soluciones hasta un 0.5% de concentración y alimentar luego al 0.1% de concentración como máximo.

El tiempo de preparación de las soluciones de LIPESA 1538 es de 40 minutos. Se recomienda realizarlo de la siguiente manera:

- Agregarlo lentamente al agua mientras se agita. Esto evita la formación de grumos o apelmazamiento.
- Agitar suavemente durante 10 – 15 minutos
- Dejar en reposo durante 5 -10 minutos.
- Y finalmente, agitar por 15 – 20 minutos




**Despacho y almacenamiento**

LIPESA 1538 se despacha en bolsas de 25 Kg y 750Kg. Se recomienda almacenarlo en un lugar seco y fresco. Mantener los envases cerrados para evitar la hidratación. No almacenar por más de doce meses en planta.

**Manejo y Seguridad**

LIPESA 1538 no presenta riesgos en su manejo. Como todo producto químico, evite el contacto con piel y ojos. No lo ingiera. En caso de contacto con los ojos, piel y ropa, lavarse con mucho agua. Si se presenta irritación en los ojos, acudir inmediatamente a un médico.

RM – 08/07  
Rev. 0

|   |   |              |                     |           |
|---|---|--------------|---------------------|-----------|
|  | <b>EVALUACIÓN DE HIGIENE INDUSTRIAL</b><br><br><b>PROPIEDADES RIESGOSAS DE COMPUESTOS QUÍMICOS Y MATERIALES</b> | FDL013       | VIGENCIA<br>FORMATO | REV. Nro. |
|   |   | APROB.<br>HS | REV. HS.            | Nro. REV. |
|   |   | 01/08/03     | 03/2009             | 1         |

PRODUCTO: LIPESA 1538 (L-1538)

| I. IDENTIFICACIÓN DEL FABRICANTE        |  |
|---|--|
| <b>FABRICANTE:</b>                      | LIMPIADORES INDUSTRIALES, S.A., (LIPESA, S.A.)   |
| <b>RIF:</b>                             | J-08010339-4   |
| <b>DIRECCIÓN:</b>                       |  |
| <i>Oficina Corporativa:</i>             | <i>Av. Orinoco con calle Baruta. Edificio LIPESA, Bello Monte Norte, Caracas. Telf. (0212) 952.38.38 – 37.30 – 32.50</i>   |
| <i>Planta:</i>                          | <i>Zona Industrial, Galpón F-6, Av. Intercomunal Tigre-Tigrilo, Edo. Anzoátegui. Telf. (0283) 241- 29.01–24.43 – Fax: 241.26.11</i>  |
| <i>División ALCA / Guayana:</i>         | <i>Zona Industrial Matanzas, calle Principal, manzana 11, Galpón N7, UD-321, Puerto Ordaz, Edo. Bolívar. Telf. (0286) 994.05.15 Fax: 994.18.63</i>   |
| <i>División Central /Pulpa y Papel:</i> | <i>Calle 68 galpón N3, Zona industrial Castillito, Valencia, Edo. Carabobo. Telf. (0241) 871.79.86 – 53.97. Fax: 871.50.87</i>   |
| <i>División Occidental:</i>             | <i>Occidente Sur / Occidente Norte: Zona Industrial carretera"N", galpón N3, Ciudad Ojeda, Edo. Zulia. Telf.: (0265) 641.18.56 – Fax: 641.05.60</i>  |
| <i>División Oriental:</i>               | <i>Anaco: Zona Industrial, Galpón F-6, Av. Intercomunal Tigre-Tigrilo, Edo. Anzoátegui. Telf. (0283) 241- 21.71</i><br><i>Maturín: Urb. Juanico, Av. Raul Leoni. Torre Juanico, piso 3, oficina 3-3. Maturín .Edo. Monagas</i> |
| <i>E-mail:</i>                          | <i>lipesa@lipesa.com.ve</i>  |
| <i>Teléfono para emergencias:</i>       | <i>0416 – 683.11.44 (24 horas)</i>   |
| <i>Sistema integrado de emergencia:</i> | <i>171</i>   |
| <i>Emergencia Movistar:</i>             | <i>911</i>   |
| <i>Emergencia Movilnet:</i>             | <i>*1</i>  |
| <i>Emergencia Digitel:</i>              | <i>112</i>   |
| <i>Bomberos:</i>                        | <i>166</i>   |
| <i>Transito terrestre:</i>              | <i>167</i>   |
| <i>Guardia Nacional:</i>                | <i>168</i>   |

| II. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO |  |
|---------------------------------|--|
| <b>NOMBRE COMERCIAL:</b>        | LIPESA 1538  |
| <b>CÓDIGO:</b>                  | L-1538   |
| <b>N°ONU:</b>                   | No regulado  |
| <b>FORMULA QUÍMICA:</b>         | Producto de mezclas  |
| <b>NOMBRE QUÍMICO:</b>          | Producto de mezclas  |
| <b>SINÓNIMOS:</b>               | No conocidos   |
| <b>FAMILIA QUÍMICA:</b>         | ND   |
| <b>USOS:</b>                    | Polímero aniónico  |
| <b>DESCRIPCIÓN:</b>             | LIPESA 1538 es un polímero sólido de "muy alto peso molecular", fuertemente aniónico |



**EVALUACIÓN DE HIGIENE INDUSTRIAL**  
**PROPIEDADES RIESGOSAS DE COMPUESTOS**  
**QUÍMICOS Y MATERIALES**

|              |                     |           |
|--------------|---------------------|-----------|
| FDL013       | VIGENCIA<br>FORMATO | REV. Nro. |
|              | 01/2006             | 8         |
| APROB.<br>HS | REV. HS.            | Nro. REV. |
| 01/08/03     | 03/2009             | 1         |

PRODUCTO: LIPESA 1538 (L-1538)

| COMPONENTES                                  | NÚMERO CAS |
|--|------------|
| Copolímero de acrilamida y acrilato de sodio | 25085-02-3 |

**III. INGREDIENTES DE RIESGO**


| MATERIAL O COMPUESTO | Nº CAS | LIMITE MÁXIMO PERMITIDO (LMP) | % PORCENTAJE |
|----------------------|--------|-------------------------------|--------------|
| Ninguno              | -      | -                             | -            |

**IV. PROPIEDADES FÍSICAS**


|                                |   |
|--------------------------------|---|
| APARIENCIA:                    | Sólido blanco   |
| OLOR:                          | Suave   |
| PESO MOLECULAR:                | Muy alto  |
| PUNTO DE EBULLICIÓN, 760 mmHg: | NA  |
| PUNTO DE FUSIÓN:               | NA  |
| PUNTO DE CONGELACIÓN:          | NA  |
| DENSIDAD DEL VAPOR (aire = 1): | ND  |
| GRAVEDAD ESPECÍFICA a 25°C:    | ND  |
| PRESIÓN DE VAPOR (mmHg):       | NA  |
| TASA DE EVAPORACIÓN:           | NA  |
| % DE VOLÁTILES POR VOLUMEN:    | NA  |
| pH :                           | ND  |
| ÍNDICE DE REFRACCIÓN:          | NA  |
| % ACTIVO:                      | ND  |
| % SÓLIDOS:                     | ND  |
| % SOLVENTES:                   | ND  |
| SOLUBILIDAD EN AGUA (%PESO):   | NA  |
| SOLUBILIDAD EN SOLVENTES:      | NA  |
| MISCIBILIDAD:                  | NA  |
| VISCOSIDAD Brookfield (cps):   | 2000 cps a 5,0 g/l<br>1000 cps a 2,5 g/l<br>300 cps a 1,0 g/l |

ND: NO DETERMINADA    NA: NO APLICA

**V. PROPIEDADES EXPLOSIVAS DE INFLAMACIÓN**

|   |   |  |              |                     |           |
|---|---|--|--------------|---------------------|-----------|
|  | <b>EVALUACIÓN DE HIGIENE INDUSTRIAL</b><br><b>PROPIEDADES RIESGOSAS DE COMPUESTOS QUÍMICOS Y MATERIALES</b> |  | FDL013       | VIGENCIA<br>FORMATO | REV. Nro. |
|   |   |  |              | 01/2006             | 8         |
|   |   |  | APROB.<br>HS | REV. HS.            | Nro. REV. |
|   |   | 01/08/03   | 03/2009      |                     | 1         |
| <b>PRODUCTO: LIPESA 1538 (L-1538)</b>   |   |  |              |                     |           |
| <b>PUNTO DE INFLAMACIÓN:</b>  |   | NA   | (CC) X       | (CA)                |           |
| <b>TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN:</b>   |   | NA   |              |                     |           |
| <b>LÍMITES DE INFLAMABILIDAD EN AIRE % VOL.:</b>                                  |   | <i>INF.: NA</i><br><i>SUP.: NA</i>   |              |                     |           |
| <b>AGENTE DE EXTINCIÓN:</b>   |   | Agua, agua en forma de rocío, espuma, dióxido de carbono, agentes extintores secos.  |              |                     |           |
| <b>PROCEDIMIENTOS ESPECIALES PARA COMBATIR FUEGO:</b>                             |   | Ninguno. Evite respirar los vapores. Use equipo de respiración aprobada por NIOSH/MSHA o equivalente y ropa de protección. Las soluciones acuosas o los polvos que llegan a ser humedecidos hacen que el piso se torne extremadamente resbaloso. |              |                     |           |
| <b>PELIGROS DE EXPLOSIÓN Y DE FUEGOS IMPREVISTOS:</b>                             |   | Ninguno  |              |                     |           |
| <b>VI. DATOS DE REACTIVIDAD DEL PRODUCTO</b>                                      |   |  |              |                     |           |
| <b>ESTABILIDAD:</b>   |   |  |              |                     |           |
| <i>ESTABLE:</i>   |   | X  |              |                     |           |
| <i>INESTABLE:</i>   |   | -  |              |                     |           |
| <b>CONDICIONES A EVITAR:</b>  |   | Altas temperaturas.  |              |                     |           |
| <b>MATERIALES A EVITAR:</b>   |   | Agentes oxidantes por que pueden causar reacciones exotérmicas.  |              |                     |           |
| <b>PRODUCTOS PELIGROSOS DE DESCOMPOSICIÓN:</b>                                    |   | La descomposición térmica puede producir óxidos de nitrógeno, óxidos de carbono  |              |                     |           |
| <b>RIESGO DE POLIMERIZACIÓN:</b>  |   |  |              |                     |           |
| <i>IMPOSIBLE:</i>   |   | X  |              |                     |           |
| <i>POSIBLE:</i>   |   | -  |              |                     |           |
| <b>SENSIBILIDAD CON EL TIEMPO:</b>  |   | Estable  |              |                     |           |
| <b>SENSIBILIDAD CON LA TEMPERATURA:</b>   |   | Estable.   |              |                     |           |
| <b>VII. RIESGOS A LA SALUD</b>  |   |  |              |                     |           |



|   |   |           |                  |           |
|---|---|-----------|------------------|-----------|
|  | <b>EVALUACIÓN DE HIGIENE INDUSTRIAL</b><br><br><b>PROPIEDADES RIESGOSAS DE COMPUESTOS QUÍMICOS Y MATERIALES</b> | FDL013    | VIGENCIA FORMATO | REV. Nro. |
|   |   |           | 01/2006          | 8         |
|   |   | APROB. HS | REV. HS.         | Nro. REV. |
|   |   | 01/08/03  | 03/2009          | 1         |

**PRODUCTO: LIPESA 1538 (L-1538)**

**VÍA DE ENTRADA:**

OJOS: --  
PIEL: --  
INHALACIÓN: --  
INGESTIÓN: --

**PROPIEDADES EMBRIO TÓXICAS, TERATOGENICAS:** Ninguno de los componentes o materias primas que forman parte de la fórmula de este producto poseen propiedades embrio-tóxicas o teratogénicas.

**CONCENTRACIÓN EN EL AIRE, LETAL 50, (mg/m<sup>3</sup>):** NA

**SIGNOS Y SÍNTOMAS DE EXPOSICIÓN:**

OJOS: El producto como tal no causa irritación sino la molestia del grano de polvo en los ojos.

PIEL: Este material no produce irritación en la piel.

INGESTIÓN: Este producto no es considerado tóxico.

INHALACIÓN: Evitar inhalar los polvos en suspensión

TOXICIDAD: No tóxico  
Los estudios no demuestran que el producto sea tóxico  
Irritación de piel en conejos: No es tóxico

**CARCINOGENICO:**

NO: X  
SI: -

**CONCENTRACIONES AMBIENTALES PERMISIBLES EN LUGARES DE TRABAJO, EN mg/m<sup>3</sup>:**

El producto no contiene cantidades relevantes de materiales cuyos valores límites, relacionados con el lugar de trabajo, deban ser controlados.

**PROCEDIMIENTOS DE PRIMEROS AUXILIOS EN CASO DE EMERGENCIA:**


OJOS: Lavar con abundante agua por lo menos durante 15 minutos. En caso de irritación consulte al médico.

PIEL: Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón. En caso de irritación consulte al médico.

INGESTIÓN: Este producto no se considera tóxico en base a estudios realizados con animales en laboratorios. Buscar asistencia médica si hay irritación.

INHALACIÓN: Elimine la exposición al producto. Retire a la persona del área de exposición y traslade a un lugar ventilado.

**DAÑO AL AMBIENTE:**

|   |   |              |                     |           |
|---|---|--------------|---------------------|-----------|
|  | <b>EVALUACIÓN DE HIGIENE INDUSTRIAL</b><br><br><b>PROPIEDADES RIESGOSAS DE COMPUESTOS QUÍMICOS Y MATERIALES</b> | FDL013       | VIGENCIA<br>FORMATO | REV. Nro. |
|   |   |              | 01/2006             | 8         |
|   |   | APROB.<br>HS | REV. HS.            | Nro. REV. |
|   |   | 01/08/03     | 03/2009             | 1         |

**PRODUCTO: LIPESA 1538 (L-1538)**

**TOXICIDAD PARA PECES Y OTROS ANIMALES:**  
 LC<sub>50</sub> (Danio rerio): > 100 mg/l – 96hrs  
 EC<sub>50</sub> (Daphnia magna): > 100 mg/l – 48hrs

**TOXICIDAD PARA PLANTAS:**  
 ND

**PERSISTENCIA Y DEGRADACIÓN EN AGUA, AIRE Y TIERRA:**  
 No es rápidamente biodegradable

**BIOACUMULACIÓN:**  
 No es bioacumulable

**VIII. PROCEDIMIENTO EN CASO DE DERRAMES O FUGAS**

**PASOS A SEGUIR SI OCURRE UN DERRAME O FUGA DEL MATERIAL:**

Absorba con un material inerte (arena, tierra, aserrín, etc.), recoja y deposite en contenedores para su posterior disposición. Las soluciones acuosas o los polvos que llegan a ser humedecidos hacen que el piso se torne extremadamente resbaloso.

**MÉTODOS DE DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS:**

Se Disponen de acuerdo a las leyes locales, estatales o nacionales establecidas. Puede aplicar incineración o descargar en una planta de tratamiento de efluentes siempre y cuando cuente con la aprobación de las autoridades competentes

**TRANSPORTE DE DESECHOS:**

El producto o material reusable cumple con el decreto 2253 y la Ley 5554. El resultado de la actividad con el producto: aliport, tanques, tambores y restos de producto que queden en ellos y que puedan ser recuperables deben cumplir con la ISO 14001 y OHSAS 18001 y PCS008 "Manejos de Desechos de LIPESA".

**IX. MEDIDAS DE PROTECCIÓN**

**TIPO DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA:** Bajo condiciones normales de uso no se requiere protección respiratoria. Si se trabaja en lugares cerrados es conveniente usar mascararas de protección del polvo donde la concentración de polvo sea mayor a 10 mg/m<sup>3</sup>.

**VENTILACIÓN:**

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>EXTRACCIÓN LOCAL:</b> | X |
| <b>GENERAL:</b>          | - |
| <b>ESPECÍFICA:</b>       | - |
| <b>OTRO:</b>             | - |

**TIPOS DE GUANTES DE PROTECCIÓN:** Guantes de Neopreno, nitrilo, pvc.



**EVALUACIÓN DE HIGIENE INDUSTRIAL**  
**PROPIEDADES RIESGOSAS DE COMPUESTOS**  
**QUÍMICOS Y MATERIALES**

| FDL013       | VIGENCIA<br>FORMATO | REV. Nro. |
|--------------|---------------------|-----------|
|              | 01/2006             | 8         |
| APROB.<br>HS | REV. HS.            | Nro. REV. |
| 01/08/03     | 03/2009             | 1         |

PRODUCTO: LIPESA 1538 (L-1538)

**TIPO DE LENTES DE PROTECCIÓN:** Lentes de seguridad, lentes de seguridad para químicos y protección de la cara.

**EQUIPO DE PROTECCIÓN ADICIONAL:** Delantal de protección, botas de seguridad, lavajos y ducha de seguridad.

**X. PRECAUCIONES PARA EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO**

**TRANSPORTE:**

Regulaciones internacionales para el transporte: DOT  
Placa de identificación DOT:  
Denominación adecuada de envío: No Regulado  
Nº ONU: No Regulado  
Clase: No Regulada  
Grupo de embalaje: No Determinada

Se utilizan etiquetas (NVC 3060), con nombre, propiedades físico químicas, riesgos, medidas de precaución, teléfono y dirección del fabricante.

El Boletín Técnico y el Plan de Emergencia \* por producto se entregan y notifica al transportista para que sirvan de adiestramiento y conocimiento de los riesgos asociados actividades, de carga / descarga de las sustancias.

\* Por ser un producto No Regulado No Aplica Ningún Número de Guía a Emergencias

**MEDIDAS DE PRECAUCIÓN EN EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL:**

Este producto no esta clasificado como peligroso. Almacene en lugar seco y fresco. Por periodos no mayores a doce (12) meses. Evite la formación de polvo y respirar los mismos.

**OTROS:**

|   |   |                                   |                  |           |
|---|---|-----------------------------------|------------------|-----------|
|    | <b>EVALUACIÓN DE HIGIENE INDUSTRIAL</b><br><b>PROPIEDADES RIESGOSAS DE COMPUESTOS QUÍMICOS Y MATERIALES</b> | FDL013                            | VIGENCIA FORMATO | REV. Nro. |
|   |   |                                   | 01/2006          | 8         |
|   |   | APROB. HS                         | REV. HS.         | Nro. REV. |
|   |   | 01/08/03                          | 03/2009          | 1         |
| <b>PRODUCTO: LIPESA 1538 (L-1538)</b>   |   |                                   |                  |           |
| <b>Rombo de riesgo NFPA:</b>  |   | <b>Etiqueta de seguridad ONU:</b> |                  |           |
| TOXICIDAD: 1<br>INFLAMABILIDAD: 0<br>REACTIVIDAD: 0<br>PELIGROS ESPECÍFICOS: --   |                            | <b>No Regulado</b>                |                  |           |
| 0 = NORMAL, 1 = LIGERAMENTE PELIGROSO, 2 = PELIGROSO, 3 = EXTREMADAMENTE PELIGROSO, 4 = MORTAL  |   |                                   |                  |           |
| ADVERTENCIA   |   |                                   |                  |           |
| <i>La aplicación o métodos de manejo, almacenamiento, uso y disposición del producto y/o sus envases están fuera de nuestro control, por lo tanto la empresa no asume y desconoce toda responsabilidad por pérdida, daño u otra situación que esté relacionada con el manejo, uso o disposición del producto y sus envases.<br/>         La empresa no asume responsabilidad alguna por daños al comprador o a terceras personas causadas por uso anormal del material y/o sus envases, aun siguiendo procedimientos razonables de seguridad.<br/>         Los datos suministrados fueron obtenidos de fuentes confiables, sin embargo, no se expresa ni se implica garantía alguna con respecto a la exactitud de estos datos o los resultados que se obtengan por el uso del material.*</i> |   |                                   |                  |           |

## ANEXO F

### HOJA DE SEGURIDAD L – 1564



LIPESA 1564

#### FLOCULANTE

- Ideal para la deshidratación mecánica de lodos orgánicos
- Aplicable a una gran variedad de aguas y efluentes industriales
- Trabaja en un rango amplio de pH: 1,0 - 13,0
- Fácilmente soluble en agua
- Excelente relación costo-rendimiento: Trabaja a dosis muy bajas

#### Usos principales

LIPESA 1564 ha sido especialmente formulado para ser utilizado en la deshidratación mecánica de lodos provenientes de procesos de clarificación y espesamiento de efluentes industriales, especialmente los orgánicos. LIPESA 1564 tiene también aplicación en la clarificación y espesamiento de aguas industriales y procesos varios.

#### Descripción General

LIPESA 1564 es un polímero sólido, granular de "muy alto peso molecular", fuertemente catiónico, con las siguientes características:

|                  |   |
|------------------|---|
| Color:           | Blanco  |
| Olor:            | Inodoro   |
| pH a 25°C:       | 2,50 – 4,50 al 0,5%                                   |
| Densidad:        | 600 - 900 Kg/m <sup>3</sup>                           |
| Solubilidad:     | 0,5% máximo en agua                                   |
| Viscosidad (cP): | *145,0 al 0,1 %<br>*450,0 al 0,25 %<br>*1150 al 0,5 % |

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

#### Dosis

La dosis de LIPESA 1564 varía de acuerdo al tipo de proceso y efluente tratado.

Las dosis típicas son:

- Deshidratación mecánica: 5 – 150 g/m<sup>3</sup>
- Espesamiento y clarificación: 0,05 – 30 g/m<sup>3</sup>

En todo caso, el representante Técnico LIPESA le asesorará en el establecimiento de la dosis adecuada a su situación particular.

#### Modo de Empleo y Alimentación

LIPESA 1564 se debe alimentar de manera continua al proceso, en un punto de buena agitación y mezcla, a través de bombas dosificadoras de acero dulce o cualquier otro material. Para obtener el mejor rendimiento del producto, se debe preparar en soluciones hasta un 0,5% de concentración y alimentar luego al 0,1% de concentración como máximo.

El tiempo de preparación de las soluciones de LIPESA 1564 es de 60 minutos. Se recomienda realizarlo de la siguiente manera:

- Agregarlo lentamente al agua mientras se agita. Esto evita la formación de grumos o apelmazamiento.
- Agitar suavemente durante 10 – 15 minutos.
- Dejar en reposo durante 15 – 20 minutos.
- Y finalmente, agitar por 15 – 20 minutos.

**Despacho y Almacenamiento**

LIPESA 1564 se despacha en sacos de 25 kg. Se recomienda almacenarlo en un lugar seco y fresco. Mantener los envases cerrados para evitar la hidratación. Tiempo de vida útil: 24 meses a partir de la fecha de fabricación.

**Manejo y Seguridad**

LIPESA 1564 no presenta riesgos en su manejo. Como todo producto químico, evite el contacto con piel y ojos. No lo ingiera. En caso de contacto con los ojos, piel y ropa, lavarse con mucha agua. Si se presenta irritación en los ojos, acudir inmediatamente a un médico.

BD-05-15

Rev.: 4

*"La aplicación o métodos de manejo, almacenamiento, uso y disposición del producto y/o sus envases están fuera de nuestro control, por lo tanto la empresa no asume y desconoce toda responsabilidad por pérdida, daño u otra situación que esté relacionada con el manejo, uso o disposición del producto y sus envases.  
La empresa no asume responsabilidad alguna por daños al comprador o a terceras personas causadas por uso anormal del material y/o sus envases, aun siguiendo procedimientos razonables de seguridad.  
Los datos suministrados fueron obtenidos de fuentes confiables, sin embargo, no se expresa ni se implica garantía alguna con respecto a la exactitud de estos datos o los resultados que se obtengan por el uso del material."*

LIPESA RIF: J-08010330-4

FOM007 REV.: 2 F. REV.: 16-03-08



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

|                           |                |              |
|---------------------------|----------------|--------------|
| FDL013                    | F. APROB. FORM | REV.         |
|                           | 29/11/11       | 10           |
| F. APROB. HD\$            | F. REV. HD\$   | Nº REV. HD\$ |
| 24/02/10                  | 15/05/15       | 5            |
| GRE ASOCIADA: NO REGULADO |                | PÁG. 1/6     |

PRODUCTO: LIPESA 1564

### 1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA EMPRESA

**NOMBRE DEL PRODUCTO:** LIPESA 1564  
**USO:** FLOCULANTE  
**FABRICANTE:** LIMPIADORES INDUSTRIALES LIPESA, S.A.  
**RIF:** J-08010339-4

#### DIRECCIÓN:

**LIPESA, S.A.:** Av. Intercomunal, Zona Industrial Corpoindustria, Galpón F-6, El Tigre, Estado Anzoátegui – Venezuela.  
 Teléfonos de emergencias: 0416-883.11.44 (24 horas) / 0414-802.91.21. Sistema integrado de emergencia: 911

**LIPESA DO BRASIL LTDA.:** Calçada dos Manacás, 26 Centro Comercial Alphaville 06453-037 Barueri, SP CEP.  
 Teléfono de emergencia: 55 11 4191-2940

**LIPESA COLOMBIA, S.A.:** Carretera Central Bogotá – Tunja. Km. 30. Frente a Bavaria. Tocancipa – Colombia. Teléfono: PBX (571) 878.6600  
 Fax: ext 102. Teléfono de emergencia: (57-311) 876.8578.

**LIPESA ECUADOR:** Calle "D" No. 63-253 y Nazacota Puento. Teléfono 253.2351. Teléfono de emergencia: 098911370 / 2532351

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

Página Web:  
[www.lipesa.com](http://www.lipesa.com)

### 2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES

SUSTANCIA O MEZCLA: MEZCLA

| Nombre químico / sinónimo | Nº CAS / EINECS | Concentración (%) |
|---------------------------|-----------------|-------------------|
| Poliacrilamida catiónica  | 69418-26-4      | >95               |

### 3. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

#### PELIGROS A LA SALUD:

Irritante ocular. El polvo puede provocar irritación cutánea localizada en los pliegues de la piel o bajo los tirantes de la ropa.

#### PELIGROS AMBIENTALES:

Nocivo para los organismos acuáticos, puede provocar efectos adversos a largo plazo en el medio ambiente acuático.

#### MEDIDAS DE SEGURIDAD:

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

#### PELIGROS ESPECÍFICOS:

**CONTACTO CON LOS OJOS:** Irritante por contacto prolongado.  
**CONTACTO CON LA PIEL:** Puede causar irritación localizada y resequedad.  
**INHALACIÓN:** Sin riesgos especiales que requieran medidas de primeros auxilios.  
**INGESTIÓN:** No ingerir. El producto no se considera tóxico basado en pruebas de laboratorio con animales.

### 4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

**INHALACIÓN:** Sin riesgos especiales que requieran medidas de primeros auxilios. Se recomienda retirar al individuo de la zona de exposición y trasladar a un lugar ventilado.  
**CONTACTO CON LA PIEL:** Lavar con abundante agua, durante 20 minutos aproximadamente, continúe enjuagando con abundante agua si es necesario. En caso de irritación persistente consulte a un médico.  
**CONTACTO CON LOS OJOS:** Lavar con abundante agua durante 20 minutos aproximadamente, levantar los párpados para lograr una limpieza profunda. Si la irritación persiste consultar a un médico.  
**INGESTIÓN:** No induzca al vómito. En caso de malestar acudir al médico.  
**NOTAS PARA EL MÉDICO:** Tratamiento sintomático.



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

|                           |                |             |
|---------------------------|----------------|-------------|
| FDL013                    | F. APROB. FORM | REV.        |
|                           | 29/11/11       | 10          |
| F. APROB. HDS             | F. REV.HDS.    | Nº REV. HDS |
| 24/02/10                  | 15/05/15       | 5           |
| GRE ASOCIADA: NO REGULADO |                | PÁG. 2/6    |

PRODUCTO: LIPESA 1564

### 5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y COMBATE DE INCENDIOS

**PELIGROS / RIESGOS ESPECÍFICOS:**

No es inflamable.

**AGENTE DE EXTINCIÓN:**

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

**MEDIOS NO ADECUADOS:**

No se conoce ninguno.

**MÉTODOS ESPECÍFICOS:**

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

**PROTECCIÓN DE LOS BOMBEROS:**

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

### 6. MEDIDAS DE CONTROL PARA DERRAMES

**PRECAUCIONES PERSONALES:**

El producto derramado genera con agua o humedad superficies extremadamente resbalosas. Usar equipo de protección personal. Mantener alejadas a las personas sin protección.

**PRECAUCIONES AMBIENTALES:**

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

**MÉTODOS DE LIMPIEZA:**

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

Colombia: según decreto 4741 del 2005, reglamenta la prevención y el manejo de los residuos peligrosos

### 7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

**MANEJO:**

Evitar contacto con piel y ojos. Evitar la formación de polvo. No respirar el polvo. Utilizar guantes de protección PVC u otro material plástico Lávese completamente después del manejo

**ALMACENAMIENTO:**

Almacene en áreas ventiladas y frescas. Manténgase el recipiente bien cerrado, alejado de fuentes de calor y de ignición. El congelamiento afectará las propiedades físicas y el material puede resultar dañado. Tiempo de vida útil: 24 meses a partir de la fecha de fabricación indicada en el envase (si el producto es guardado en un depósito a temperatura estable situada entre 5 ° y 30 ° C. No fumar en sitios de almacenamiento.

### 8. CONTROL DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

**ESTANDARES DE CONTROL (LÍMITES):**

| Nombre Químico<br>Ingrediente de riesgo | Limite máximo permitido (TLV) |
|---|-------------------------------|
| ninguno                                 | -                             |

**CONTROLES DE INGENIERÍA PARA REDUCIR EXPOSICIÓN:**

Disponga de sistemas de ventilación de escape general o local.

**EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL:**

**PROTECCIÓN RESPIRATORIA:**

Se recomienda usar respirador con filtro para polvo, donde la concentración de polvo sea superior a 10 mg/m<sup>3</sup>. Elija equipo aprobado por NIOSH.

**PROTECCIÓN DE LOS OJOS:**

Protección ocular industrial certificada. Se considera usar lentes de seguridad con protección lateral. No usar lentes de contacto cuando se utilice este producto.





## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

|                           |                |             |
|---------------------------|----------------|-------------|
| FDL013                    | F. APROB. FORM | REV.        |
|                           | 29/11/11       | 10          |
| F. APROB. HDS             | F. REV.HDS.    | Nº REV. HDS |
| 24/02/10                  | 15/05/15       | 5           |
| GRE ASOCIADA: NO REGULADO |                | PÁG. 3/6    |

PRODUCTO: LIPESA 1564

PROTECCIÓN DE LAS MANOS,  
PIEL Y CUERPO:

Guantes de (PVC u otro material plástico), ropa con mangas largas (camisas, pantalones, batas), botas de seguridad.

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



MEDIDAS DE HIGIENE PERSONAL:

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

### 9. PROPIEDADES FÍSICO Y QUÍMICAS

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| ESTADO FÍSICO:                        | Sólido granular                                      |
| COLOR:                                | Blanco   |
| OLOR:                                 | Inodoro  |
| pH a 25 °C:                           | 2,50 - 4,50 al 0,5%                                  |
| PUNTO INICIAL DE EBULLICIÓN (°C):     | ND   |
| PUNTO FINAL DE EBULLICIÓN (°C):       | ND   |
| PUNTO DE FUSIÓN (°C):                 | >100   |
| TEMPERATURA DE DESCOMPOSICION (°C):   | >200   |
| PUNTO DE INFLAMACION (°C):            | NA   |
| TEMPERATURA DE AUTOIGNICION (°C):     | NA   |
| PROPIEDADES EXPLOSIVAS:               | NA   |
| DENSIDAD DE VAPOR:                    | NA   |
| DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> ):        | 600 – 900  |
| SOLUBILIDAD EN AGUA:                  | 0,5 % máximo en agua                                 |
| COEFICIENTE DE PARTICION OCTANO-AGUA: | <0   |
| % ACTIVO:                             | > 95   |
| VISCOSIDAD BROOKFIELD (cP):           | *145,0 al 0,1%<br>*450,0 al 0,25%<br>*1150,0 al 0,5% |

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

NA: NO APLICA      ND: NO DETERMINADO

### 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD:

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

CONDICIONES A EVITAR:

Altas temperaturas y humedad.



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

| FDL013                    | F. APROB. FORM | REV.        |
|---------------------------|----------------|-------------|
|                           | 29/11/11       | 10          |
| F. APROB. HDS             | F. REV.HDS.    | Nº REV. HDS |
| 24/02/10                  | 15/05/15       | 5           |
| GRE ASOCIADA: NO REGULADO |                | PÁG. 4/6    |

PRODUCTO: LIPESA 1564

### MATERIALES A EVITAR:

Agentes oxidantes, pueden causar reacciones exotérmicas.

### POLIMERIZACIÓN:

Estable. La polimerización peligrosa no ocurre.

### PRODUCTOS PELIGROSOS DE DESCOMPOSICIÓN:

No se descompone si se almacena y aplica como se indica. La descomposición térmica puede producir: gas de cloruro de hidrógeno, óxidos de nitrógeno y óxidos de carbono.

## 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

### TOXICIDAD AGUDA:

Información del producto tal como se suministra:

LD<sub>50</sub> Oral (Rata) > 5.000 mg/kg

LD<sub>50</sub> Cutánea (rata) > 5.000 mg/kg

Los resultados de pruebas de laboratorio en conejos mostraron que este material no es tóxico aún en altas dosis.

### EFFECTOS LOCALES:

Pruebas realizadas de acuerdo a la técnica Draize demostraron que el material no produce efecto en la córnea o en el iris, sólo ligeros efectos conjuntivos similares a los ocasionados por cualquier material granular.

### SENSIBILIZACIÓN:

Pruebas de laboratorio en conejillos de indias mostraron que el material no ocasiona sensibilización

### TOXICIDAD CRÓNICA:

Los resultados de pruebas de laboratorio en conejos mostraron que este material no es tóxico aún en altas dosis.

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

## 12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

### MOVILIDAD:

Datos no disponibles

### PERSISTENCIA / DEGRADACIÓN EN AGUA, AIRE Y TIERRA:

Fácilmente biodegradable. A pH natural (pH >6) el polímero se degrada debido a la hidrólisis en más del 70% en 28 días. Los productos de la hidrólisis no son dañinos a los organismos acuáticos.

### BIOACUMULACIÓN:

No se espera que el producto se bioacumule

Coefficiente de reparto (LogPow) < 0

### ECOTOXICIDAD:

Información del producto tal como se suministra:

LC<sub>50</sub> (peces) Danio Rerio= 5 – 10 mg/l, 96 horas (OECD 203).

EC<sub>50</sub> (Invertebrados) Daphnia magna= 20 – 50 mg/l, 48 horas (OECD 202).

**Toxicidad para las algas:** Las pruebas de inhibición de algas no son apropiadas. La característica floculantes del producto interfiere directamente con el medio de la prueba previniendo su distribución homogénea lo cual invalida la misma.

**Otra información ecológica:** Los efectos de este producto sobre los organismos acuáticos son rápida y significativamente reducidos por la presencia de carbono orgánico disuelto en el medio acuático.

## 13. CONSIDERACIONES SOBRE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL

### MÉTODOS DE DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS:

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



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

|                           |                |             |
|---------------------------|----------------|-------------|
| FDL013                    | F. APROB. FORM | REV.        |
|                           | 29/11/11       | 10          |
| F. APROB. HDS             | F. REV.HDS.    | Nº REV. HDS |
| 24/02/10                  | 15/05/15       | 5           |
| GRE ASOCIADA: NO REGULADO |                | PÁG. 5/6    |

PRODUCTO: LIPESA 1564

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

### ELIMINACIÓN DE RECIPIENTES O/ CONTENEDORES:

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

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

### 14. INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

#### Nº DE IDENTIFICACIÓN: UN NO REGULADO

| Reglamentación Internacional   | Nombre del Material | Clase | Grupo de Embalaje | Etiqueta |
|--------------------------------|---------------------|-------|-------------------|----------|
| TERRESTRE<br>(RID/IDOT 49 CFR) | No Regulado         | ND    | NA                | -        |
| ACUÁTICO<br>(ADNR)             | No Regulado         | ND    | NA                | -        |
| MARÍTIMO<br>(IMDG)             | No Regulado         | ND    | NA                | -        |
| AÉREO<br>(IATA-DGR, ICAO-IT)   | No Regulado         | ND    | NA                | -        |

### 15. REGLAMENTACIONES NACIONALES

#### REGLAMENTO SGA VIGENTE (Sistema Globalmente Armonizado)

Símbolo(s) peligroso(s):

Iritante

PICTOGRAMA



Atención (Irritante)

Indicaciones de peligros (Frases H):

H316 Provoca leve irritación cutánea

H320 Provoca irritación ocular

H402 Nocivo para organismos acuáticos

Consejos de prudencia (Frases P):

P264 Lavarse cuidadosamente después de la manipulación

P273 No dispersar en el medio ambiente

P280 Usar guantes PVC u otro material plástico / Ropa de protección / lentes de seguridad con protección lateral / respirador con filtro para polvo/ Botas de seguridad



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS

|                           |                |             |
|---------------------------|----------------|-------------|
| FDL013                    | F. APROB. FORM | REV.        |
|                           | 29/11/11       | 10          |
| F. APROB. HDS             | F. REV.HDS.    | Nº REV. HDS |
| 24/02/10                  | 15/05/15       | 5           |
| GRE ASOCIADA: NO REGULADO |                | PÁG. 6/6    |

PRODUCTO: LIPESA 1564

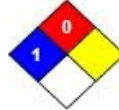
La etiqueta de éste producto está elaborada de acuerdo a la norma vigente COVENIN 3060 y al sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de los productos químicos (SGA).

### 16. OTRA INFORMACIÓN

#### CLASIFICACIÓN NFPA 704:

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

#### ROMBO NFPA:



#### RIESGOS A LA SALUD:

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

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

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

"La aplicación o métodos de manejo, almacenamiento, uso y disposición del producto y/o sus envases están fuera de nuestro control, por lo tanto la empresa no asume y desconoce toda responsabilidad por pérdida, daño u otra situación que esté relacionada con el manejo, uso o disposición del producto y sus envases.  
La empresa no asume responsabilidad alguna por daños al comprador o a terceras personas causadas por uso anormal del material y/o sus envases, aun siguiendo procedimientos razonables de seguridad.  
Los datos suministrados fueron obtenidos de fuentes confiables, sin embargo, no se expresa ni se implica garantía alguna con respecto a la exactitud de estos datos o los resultados que se obtengan por el uso del material."

## ANEXO G

### HOJA DE SEGURIDAD PAC



#### HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Nombre del Producto: POLICLORURO DE ALUMINIO LIQUIDO  
Fecha de Revisión: Febrero 2016. Revisión N°2



#### SECCION 1: IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑIA

##### PRODUCTO

Nombre Químico: Policloruro de Aluminio (PAC)  
Número CAS: 1327-41-9  
Sinónimos: Polihidroxipolicloruro de Aluminio, Clorhidrato de Aluminio, Cloruro Básico de Aluminio, Hidroxipolicloruro de Aluminio.etc.

**COMPAÑIA:** GTM

##### Teléfonos de Emergencia

México : +52 55 5831 7905– SETIQ 01 800 00 214 00  
Guatemala: +502 6628 5858  
El Salvador: +503 2251 7700  
Honduras: +504 2564 5454  
Nicaragua: +505 2269 0361 – Toxicología MINSA: +505 22897395  
Costa Rica: +506 2537 0010 – Emergencias 9-1-1. Centro Intoxicaciones +506 2223-1028  
Panamá: +507 512 6182 – Emergencias 9-1-1  
Colombia: +018000 916012 Cisproquim / (571) 2 88 60 12 (Bogotá)  
Perú: +511 614 65 00  
Ecuador: +593 2382 6250 – Emergencias (ECU) 9-1-1  
Argentina +54 115 031 1774  
Brasil: +55 21 3591-1868

#### SECCION 2: COMPOSICION / INFORMACION SOBRE LOS INGREDIENTES

Óxido de Aluminio: 17 +/- 1% peso  
Familia: Sales Inorgánicas  
Número CAS: 1327-41-9

#### SECCION 3: IDENTIFICACION DE PELIGROS

Clasificación ONU: Clase 8 Corrosivo  
Clasificación NFPA: Salud: 1      Inflamabilidad: 0      Reactividad: 0

#### EFFECTOS ADVERSOS POTENCIALES PARA LA SALUD:

|  |  |
|--|--|
| <b>Inhalación:</b>                       | Produce dolor en el pecho, tos, dificultad para respirar, dolor de garganta.   |
| <b>Ingestión:</b>                        | Causa irritación gastrointestinal, náuseas y vomito.<br>Tomar abundante agua o leche, no inducir el vomito.  |
| <b>Contacto con los ojos:</b>            | Produce ardor, Irritación y enrojecimiento.<br>Lavar inmediatamente.   |
| <b>Contacto con la piel:</b>             | Corrosivo. Produce ligera irritación o enrojecimiento.<br>Lavar inmediatamente   |
| <b>Resumen para casos de emergencia:</b> | Corrosivo. Irritante a los ojos, la piel, si se inhala o se ingiere. Estable a temperatura ambiente y en condiciones normales de uso. Reacciona con bases con desprendimiento de calor, Reacciona violentamente con oxidantes, Por descomposición térmica libera gases irritantes de Acido Clorhídrico |

#### SECCION 4: MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Inhalación:</b>       | Lleve la víctima a un sitio confortable, ventilado y fresco. Lavar nariz y boca con agua abundante y mantener en reposo y abrigado. Si no respira de respiración artificial, si su respiración es dificultosa suministre oxígeno. Consultar al médico lo más pronto posible. |
| <b>Contacto Dérmico:</b> | Lave de inmediato con abundante agua, bajo la ducha remueva la ropa contaminada y zapatos, se debe continuar con el lavado con agua y jabón durante 15 minutos. Si la irritación u enrojecimiento persiste acudir al médico.   |
| <b>Contacto Ocular:</b>  | Lave los ojos inmediatamente con agua corriente por un mínimo de 15 minutos. Mantenga los párpados abiertos durante el enjuague y gire los ojos. Si persiste la irritación, repita el lavado. Remita al médico inmediatamente.   |
| <b>Ingestión:</b>        | Si la víctima esta consiente y alerta dele a beber agua o leche. No induzca al vomito. Consultar al médico lo más pronto posible. Nunca suministre algo por la boca si la persona esta inconsciente o convulsionando. En caso de vomito disponer a la persona de costado.    |

### SECCION 5: MEDIDAS PARA EXTINCION DE INCENDIOS

|   |   |
|---|---|
| <b>Agente de Extinción:</b>                     | Use agua para mantener el contenedor refrigerado, Químico seco, o Dióxido de carbono.                               |
| <b>Peligros específicos:</b>                    | No combustible. Puede desprender gases muy irritantes por descomposición térmica a temperaturas elevadas (> 200°C). |
| <b>Equipo de protección para la Emergencia:</b> | Botas impermeables, guantes y gafas de protección, considere combatir el fuego desde un lugar distante seguro.      |

### SECCION 6: MEDIDAS PARA FUGAS ACCIDENTALES

|   |  |
|---|--|
| <b>Medidas de emergencia a tomar Hay derrame del material:</b>  | Restrinja el área hasta que personal entrenado limpie completamente el derrame.<br>Ventile el área.  |
| <b>Equipos de protección:</b>                                   | Use ropa adecuada y el equipo de protección personal recomendado, guantes, botas, traje de caucho (no use algodón ni cuero), casco, máscara de gases. No toque el producto derramado.  |
| <b>Precauciones a tomar para evitar daño al medio ambiente:</b> | Detenga la fuga si es posible, construya un dique de arena. Absorba el producto en arena o un material absorbente del producto (Ej. Vermiculita), recójalo en un recipiente plástico, almacénelo, luego lave el lugar afectado y todas las herramientas usadas |
| <b>Método de control y limpieza:</b>                            | Lave completamente.  |

### SECCION 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>Condiciones de almacenaje:</b> | El área de almacenamiento debe estar adecuadamente ventilada con dique de protección, no compartido. Los recipientes deben permanecer bien cerrados y sin goteo cuando no estén en uso. Los contenedores vacíos contienen residuos peligrosos. En esta área se debe contar con ducha y lavaojos. El área de almacenamiento y el sistema de iluminación deben construirse de materiales resistentes a la corrosión. . Almacénelo en un lugar bien ventilado, fresco, seco y alejado de sustancias incompatibles. |
|-----------------------------------|---|

**Otras Precauciones a tomar:** Mantenga el equipo de emergencia siempre disponible. El personal debe estar bien entrenado en el manejo seguro del producto. Los recipientes deben estar debidamente etiquetados y alejados de fuentes de calor. Evite el contacto con los ojos o la piel, no lo ingiera. Evite sus neblinas, vapores o gases. Evite el contacto con ojos, piel y ropas.

#### SECCION 8: CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCION PERSONAL

**Protección respiratoria:** Use respiradores con cartuchos para vapores.  
**Guantes de protección:** Acrílico, nitrilo o caucho  
**Protección de la vista:** Use gafas de protección química, careta.  
**Equipos de protección dérmica:** Use traje, guantes, botas de caucho, neopreno o PVC y casco. No use implementos de cuero o algodón.  
**Otros equipos de protección:** Manipular cerca de ducha y lava ojos y despeje el área.  
**Ventilación:** Manipule en lugares con buena ventilación  
**Límites de exposición:** 2 mg/m3 máximo como AI

#### SECCION 9: PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

**Estado físico:** Líquido  
**Familia Química:** Sal inorgánica  
**Apariencia y color:** Color ámbar claro – oscuro  
**Olor:** Ligeramente ácido  
**pH:** Ácido, desde 0 hasta 4 unidades de pH  
**Solubilidad en agua:** Completa  
**Solubilidad en otros:** Insoluble en solventes orgánicos comunes.  
**Punto de ebullición:** 110 – 120 °C  
**Punto de fusión y congelación:** - 20 °C Aproximadamente  
**Peso específico:** 1.1 – 1.4 (a 20 °C)

#### SECCION 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

**Estabilidad:** Estable a temperatura y presión normal.  
**Productos de descomposición peligrosa:** Por descomposición térmica (pirólisis) libera gases irritantes de Ácido Clorhídrico.  
**Condiciones a evitar:** Evite temperaturas excesivamente altas. Evitar contactos con bases, reaccionan produciendo desprendimiento de calor, reacciona violentamente con oxidantes y productos que desprenden gases en medio ácido (Cloritos, Hipocloritos, Sulfitos, Sulfuros, etc.).  
**Corrosividad:** Es corrosivo a muchos metales.



#### SECCION 11: INFORMACION TOXICOLOGICA

|                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| DL50, oral ratas (mg/kg):   | > 12.700         |
| DL50, intraperitoneal ratón | No existen datos |
| TLV:                        | 2 mg/m3 como Al. |

#### SECCION 12: INFORMACION ECOLOGICA

Algas: 1.75 +/- 0.25 mg/lt

El producto es una sal inorgánica, si se hidroliza se forman precipitados de Hidróxido de Aluminio con pH de 5 – 7 por lo que disminuye el pH del agua, si existen Fosfatos pueden formarse complejos de Fosfatos metálicos.

#### SECCION 13: CONSIDERACIONES SOBRE DISPOSICION

Sus residuos son considerados como no peligrosos, sin embargo no lo maneje como un desecho normal. No lo disponga en los drenajes, el suelo o fuentes de agua. Neutralizar con Cal o Carbonato de Sodio. Siga las regulaciones locales para su disposición.

#### SECCION 14: INFORMACION SOBRE TRANSPORTE

UN: 3264  
Grupo embalaje/envasado: III

#### SECCION 15: INFORMACION REGLAMENTARIA

Esta hoja de seguridad cumple con la normativa legal de:

México: NOM-018-ST5-2000

Guatemala: Código de Trabajo, decreto 1441

Honduras: Acuerdo Ejecutivo No. ST55-053-04

Costa Rica: Decreto N° 28113-S

Panamá: Resolución #124, 20 de marzo de 2001

Colombia: NTC 445 22 de Julio de 1998

Ecuador: NTE INEN 2 266:200

#### SECCION 16: INFORMACION ADICIONAL

La información indicada en ésta Hoja de Seguridad fue recopilada y respaldada con la información suministrada en las Hojas de Seguridad de los proveedores. La información relacionada con este producto puede ser no válida si éste es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular. La información contenida aquí se ofrece solamente como guía para la manipulación de este material específico y ha sido elaborada de buena fe por personal técnico. Esta no es intencionada como completa, incluso la manera y condiciones de uso y de manipulación pueden implicar otras consideraciones adicionales.

#### CONTROL DE REVISIONES Y CAMBIOS DE VERSIÓN:

Febrero 2016. Se actualizó la información en la sección No.1.

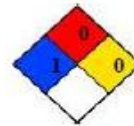
## ANEXO H

### HOJA DE SEGURIDAD SULFATO DE ALUMINIO



#### HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Nombre del Producto: SULFATO DE ALUMINIO "POLVO"  
Fecha de Revisión: Mayo, 2014. Revisión N°4



NFPA

#### SECCION 1 : IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑIA

##### PRODUCTO

Nombre Químico: Sulfato de Aluminio  
Número CAS: 16828-11-84  
Sinónimos:

**COMPAÑIA:** GTM

##### Teléfonos de Emergencia

México : +55 5831 7905 – SETIQ 01 800 00 214 00  
Guatemala: +502 6628 5858  
El Salvador: +503 2251 7700  
Honduras: +504 2540 2520  
Nicaragua: +505 2269 0361 – Toxicología MINSa: +505 22897395  
Costa Rica: +506 2537 0010 – Emergencias 9-1-1. Centro Intoxicaciones +506 2223-1028  
Panamá: +507 512 6182 – Emergencias 9-1-1  
Colombia: +018000 916012 Cisproquim / (571) 2 88 60 12 (Bogotá)  
Perú: +511 614 65 00  
Ecuador: +593 2382 6250 – Emergencias (ECU) 9-1-1  
Argentina +54 115 031 1774

#### SECCION 2 : COMPOSICION / INFORMACION SOBRE LOS INGREDIENTES

SULFATO DE ALUMINIO

CAS: 16828-11-84

#### SECCION 3 : IDENTIFICACION DE PELIGROS

Clasificación ONU: No aplica  
Clasificación NFPA: Salud: 1      Inflamabilidad: 0      Reactividad: 0

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

Principales Riesgos: Puede causar irritación en la piel y mucosas.  
Contacto Ocular: Puede causar irritación.  
Contacto con la piel: Puede causar irritación y eczemas  
Inhalación: Puede causar irritación  
Ingestión: Indisposición y vómitos



**Riesgos Medioambientales:**

Puede hidrolizarse y formar precipitados de hidróxido de metal, según el grado de dilución. La solubilidad del aluminio depende el pH.

**SECCION 4 : MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS**

**Contacto Ocular:** Lave bien los ojos con abundante agua  
**Contacto Dérmico:** Lave la piel con abundante agua.  
**Inhalación:** Trasladar a la víctima al aire fresco y hacer que descanse.  
**Ingestión:** Beber agua y acudir al médico.

**SECCION 5 : MEDIDAS PARA EXTINCION DE INCENDIOS**

**Peligros Específicos:** La descomposición térmica (>650°C) puede producir humos de SOx.  
**Medios de Extinción:** No inflamable, utilizar medios apropiados para el material en contacto.  
**Protección Específica:** Equipo de seguridad adecuado.

**SECCION 6: MEDIDAS PARA FUGAS ACCIDENTALES**

**Precauciones personales:** Utilizar ropas protectoras apropiadas.  
**Precauciones Medioambientales:** No verter el producto en la red de alcantarillado.  
**Métodos de Limpieza:** En el suelo: Lavar con abundante agua. Neutralizar con hidróxido cálcico).  
En el agua: Informar a las autoridades de Protección Civil.

**SECCION 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO**

**Almacenamiento:** Almacenar en contenedores de acero inoxidable y plástico.  
**Manipulación:** Precauciones habituales de seguridad e higiene en la manipulación de productos químicos.  
**Estabilidad:** Ilimitada (en lugar seco).

**SECCION 8: CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCION PERSONAL**

**Medidas reductoras de la exposición:** Identificar el área y métodos de trabajo para prevenir el contacto directo con el producto.



EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

Piel: Ropas protectoras  
Ojos: Gafas de seguridad con protecciones laterales.  
Inhalación: Ninguna



#### SECCION 9: PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Aspecto: Polvo de color blanco  
Olor: Inapreciable  
pH (Sol. 1% v/v): 3.5 +/- 0.5  
Temperatura de Ebullición: 115 +/- 5°C  
Temperatura de Descomposición: 650°C  
Flash-Point: No disponible  
Densidad Aparente: 0.8 – 1.2 g/cm<sup>3</sup> a 25°C  
Solubilidad en Agua: Aprox. 45% a 20°C  
Solubilidad en Disolventes Orgánicos: No

#### SECCION 10 : ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad química: Estable bajo condiciones ordinarias de uso y almacenamiento.  
Condiciones a evitar: Condiciones húmedas en el almacenamiento.  
Materiales a evitar: Acero al carbono  
Productos Peligrosos de Descomposición: Puede liberar humos de SO<sub>x</sub>

#### SECCION 11 : INFORMACION TOXICOLOGICA

Toxicidad Aguda DL50 (oral, rata): 6207 mg/kg  
DL50 Intraperitoneal ratón: 1735 mg/kg  
TLV: 2 mg Al/m<sup>3</sup>

#### SECCION 12 : INFORMACION ECOLOGICA

Toxicidad Acuática: LC50, pez mosquito, 96h: 235

#### SECCION 13 : CONSIDERACIONES SOBRE DISPOSICION

Eliminación de Residuos: Diluir con agua y neutralizar con hidróxido de calcio  
Eliminación de Envases: Envío a vertedero autorizado.

#### SECCION 14 : INFORMACION SOBRE TRANSPORTE

NOTA: Producto no sujeto a las siguientes reglamentaciones: RID, ADR, IMDG, IATA.

No. ONU: No aplica



#### SECCION 15 : INFORMACION REGLAMENTARIA

Esta hoja de seguridad cumple con la normativa legal de:

México: NOM-018-ST5-2000

Guatemala: Código de Trabajo, decreto 1441

Honduras: Acuerdo Ejecutivo No. STSS-053-04

Costa Rica: Decreto Nº 28113-S

Panamá: Resolución #124, 20 de marzo de 2001

Colombia: NTC 445 22 de Julio de 1998

Ecuador: NTE INEN 2 266:200

#### SECCION 16 : INFORMACION ADICIONAL

La información indicada en ésta Hoja de Seguridad fue recopilada y respaldada con la información suministrada en las Hojas de Seguridad de los proveedores. La información relacionada con este producto puede ser no válida si éste es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular. La información contenida aquí se ofrece solamente como guía para la manipulación de este material específico y ha sido elaborada de buena fe por personal técnico. Esta no es intencionada como completa, incluso la manera y condiciones de uso y de manipulación pueden implicar otras consideraciones adicionales.

#### CONTROL DE REVISIONES Y CAMBIOS DE VERSIÓN:

Mayo 2014. Se actualizan las secciones 1, 3, 15 y 16.

**ANEXO I**  
**HOJA DE SEGURIDAD CARBOPOL**

CARBOPOL 940.FDS

**Ficha de Datos de Seguridad**

**ACOFARMA**

Conforme al Reglamento (CE) N° 1907/2006 (REACH)

**1.- Identificación de la sustancia o del preparado y de la sociedad o empresa**

*Identificación de la sustancia o del preparado*

**Denominación:** Carbopol 940 BP

*Identificación de la sociedad o empresa:* Acofarma Distribución S.A.  
Llobregat, 20  
08223-Terrassa. España.  
Tel: 93 736 00 88 / Fax: 93 785 93 62

Teléfono de urgencias: Instituto Nacional de Toxicología. Madrid. Tel: 91 562 04 20

**2.- Identificación de los peligros**

**Clasificación de la sustancia o de la mezcla**  
De acuerdo al Reglamento (EC) No1272/2008  
Lesiones oculares graves o irritación ocular, categoría 2.  
De acuerdo con la Directiva Europea 67/548/CEE, y sus enmiendas.  
Irrita los ojos.

**Elementos de la etiqueta**



**Pictograma**

**Palabra de advertencia** Atención

**Indicación(es) de peligro**

**H319:** Provoca irritación ocular grave.

**Declaración(es) de prudencia**

**P305/351/338:** EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

**P280:** Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.

**Símbolo(s) de peligrosidad**

**Xi Irritante**

**Frase(s) – R**

**36**

Irrita los ojos.

**Frase(s) – S**

**26-39**

En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico. Úsese protección para los ojos/la cara.

**Otros Peligros - ninguno(a)**

**3.- Composición/información sobre los componentes**

**CAS-N°:** 9007-20-9 **EINECS-N°:** ----

**PM:** ----

**Fórmula molecular:** (C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>)<sub>n</sub> **Caracterización química:** polímero acrílico reticulado

Página 1 de 5

## Ficha de Datos de Seguridad ACOFARMA

**Denominación:** Carbopol 940 BP

**4.- Primeros auxilios**

En caso de contacto con la piel: lavar con abundantes cantidades de agua durante, al menos, 15 minutos.  
En caso de contacto con los ojos: lavar inmediatamente con abundantes cantidades de solución fisiológica salina al 1% durante, al menos, 15 minutos manteniendo abiertos los párpados. Si no se dispone de la solución fisiológica, lavar con abundantes cantidades de agua durante, al menos, 15 minutos. Llamar a un médico.

El polvo seco que puede depositarse en los ojos inadvertidamente causa menos irritación cuando se limpia con una solución fisiológica salina al 1%.

El agua hincha el producto como un film gelatinoso que puede ser difícil de quitar sólo con agua.

**5.- Medidas de lucha contra incendios**

*Medios de extinción adecuados:*

Agua pulverizada, dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) que es un poco menos efectivo debido a su falta de capacidad para enfriar, polvo químico seco o espuma apropiada.

*Procedimientos especiales para la lucha contra incendios:*

Usar aparato de respiración autónomo y ropa protectora para evitar el contacto con la piel y los ojos.

*Riesgos especiales:*

Con cualquier material en forma de polvo, este producto puede formar mezclas explosivas con el aire. Emite humos tóxicos en caso de incendio.

**6.- Medidas a tomar en caso de vertido accidental**

Usar aparato de respiración autónomo, botas y guantes fuertes de goma.

Utilizar indumentaria protectora.

Disponer de solución fisiológica salina 1% para lavar los ojos. Evitar el contacto con los ojos.

Recoger en seco, poner en una bolsa y conservar para su posterior eliminación como residuo.

Evitar levantar polvo.

Evitar el uso de agua para lavar, pues forma una capa resbaladiza.

**7.- Manipulación y almacenamiento**

*Consultar sección 8.*

**8.- Controles de exposición/protección personal**

*Protección personal:*

Ropa de protección adecuada.

Protección respiratoria: Máscara de respiración homologada para exposiciones superiores a 0.05 mg/m<sup>3</sup>.

Protección de las manos: Guantes químico-resistentes.

Protección de los ojos: Gafas de seguridad.

*Medidas de higiene particulares:*

Ducha de seguridad y baño para los ojos.

## Ficha de Datos de Seguridad ACOFARMA

**Denominación:** Carbopol 940 BP

Evitar todo contacto con ojos, piel y ropas. Evitar la acumulación de polvo. No respirar el polvo.  
Mantener alejado de fuentes de ignición. Producto muy higroscópico.  
Lavarse cuidadosamente, manos y piel, después de cada manipulación.

*Almacenamiento:*

Mantener herméticamente cerrado. Evitar cargas electrostáticas.  
En lugar fresco, seco y ventilado. Evitar la humedad.

### 9.- Propiedades físicas y químicas

Estado físico: Sólido  
Color: Blanco  
Olor: Ligeramente ácido.

Valor pH

(solución acuosa 1%) aprox. 3

Punto de ignición 520 °C

Limites valores críticos para explosión

Inferior: 100 g/m<sup>3</sup>

Superior: No determinado

Solubilidad en

|            |                  |
|------------|------------------|
| Agua       | Soluble lento    |
| Etanol     | Muy poco soluble |
| Cloroformo | Insoluble        |
| Éter       | Insoluble        |

### 10.- Estabilidad y reactividad

*Estabilidad:*

Estable si se usa de acuerdo con las especificaciones.

*Condiciones a evitar:*

Humedad.

*Materias a evitar:*

Bases fuertes.

*Productos de descomposición/combustión peligrosos:*

Humos tóxicos de: monóxido de Carbono, dióxido de Carbono. Hidrocarburos alifáticos y aromáticos.

*Polimerización peligrosa:*

No ocurre.

### 11.- Información toxicológica

*Toxicidad aguda:*

Polímero acrílico reticulado (oral, rata): >2500 mg/kg

Polímero acrílico reticulado (dermal, conejo): >3000 mg/kg



## Ficha de Datos de Seguridad ACOFARMA

**Denominación:** Carbopol 940 BP

Puede causar irritación en ojos.

Puede ser irritante de las membranas mucosas y del tracto respiratorio superior a altas concentraciones de exposición. Puede ser nocivo por inhalación a altas concentraciones.

*Información adicional:*

La inflamación de la piel (dermatitis) puede ocurrir en casos de sensibilidad individuales bajo condiciones extremas, contacto prolongado o repetido, exposición excesiva y alta temperatura y contacto con la ropa contaminada.

**12.- Informaciones ecológicas**

*Información general:*

No verter el producto en acuíferos, ni alcantarillado.

Toxicidad aguda estática (96 H): Bluegil, Sunfish: LC50= 580 – 2000 mg/l

Daphnia Magna: LC50= 168 – 280 mg/l

**13.- Consideraciones relativas a la eliminación**

*Producto:*

Disolver o mezclar con un solvente combustible adecuado e incinerar en instalaciones apropiadas.

En la Unión Europea no están regulados, por el momento, los criterios homogéneos para la eliminación de residuos químicos. Aquellos productos químicos, que resultan como residuos del uso cotidiano de los mismos, tienen en general, el carácter de residuos especiales. Su eliminación en los países comunitarios se encuentra regulada por leyes y disposiciones locales.

Le rogamos contacte con aquella entidad adecuada en cada caso (Administración Pública, o bien Empresa especializada en la eliminación de residuos), para informarse sobre su caso particular.

*Envases:*

Su eliminación debe realizarse de acuerdo con las disposiciones oficiales. Para los embalajes contaminados deben adoptarse las mismas medidas que para el producto contaminante. Los embalajes no contaminados se tratarán como residuos domésticos o como material reciclable.

**14.- Información relativa al transporte**

Contactar con ACOFARMA, S.C.L. para información relativa al transporte.

**15.- Información Reglamentaria**

La hoja técnica de seguridad cumple con los requisitos de la Reglamento (CE) No. 1907/2006.

Ficha de Datos de Seguridad ACOFARMA

Denominación: Carbopol 940 BP

16.- Otras informaciones

Texto de códigos H y frases R mencionadas en la sección 2

Fecha de emisión: 08-05-00  
Fecha de revisión: 16-01-09  
Fecha de edición 2ª: 23-12-10

Los datos suministrados en esta ficha de seguridad se basan en nuestro actual conocimiento. Describen tan sólo las medidas de seguridad en el manejo de este producto y no representan una garantía sobre las propiedades descritas del mismo.

## ANEXO J

### CÁLCULOS DEL DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS

Pérdida de energía en una rejilla limpia.

$$K = \beta \left( \frac{S}{b} \right)^{1.33} * \text{Sen}(\alpha)$$

$$K = 1,79 \left( \frac{0,020 \text{ m}}{0,010 \text{ m}} \right)^{1.33} * \text{Sen}(75)$$

$$K = 4,3467$$

Coefficientes de pérdidas menores de las rejillas.

$$H = K * \left( \frac{V^2}{2g} \right)$$

$$H = 4,3467 * \left( \frac{(0,3)^2}{2 * \left( \frac{9,81 \text{ m}}{\text{s}} \right)} \right)$$

$$H = 0,01993 \text{ m}$$

**Parámetros de diseño del desarenador.**

$$L = \frac{v}{v_s} * h_{\max}$$

$$L = \frac{0,3 \text{ m/s}}{0,07 \text{ m/s}} * 0,45 \text{ m}$$

$$L = 1,9285 \text{ m}$$

**Ecuación de disoluciones.**

$$V_1 * C_1 = V_2 * C_2$$

$$V_2 = \frac{V_1 * C_1}{C_2}$$

Dosificaciones para coagulantes.

$$V_2 = \frac{500 \text{ mL} * 200 \text{ ppm}}{50000 \text{ ppm}} = 2 \text{ mL}$$

Dosificaciones para floculantes.

$$V_2 = \frac{500 \text{ mL} * 2 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}} = 1 \text{ mL}$$

**Tanque homogenizador.**

$$V_{\text{tanque}} = 3.6 \text{ m}^3 + (3.6 \text{ m}^3 * 0.15) = 4.14 \text{ m}^3$$

Volumen de un cilindro.

$$V_{\text{cilindro}} = \frac{\pi}{4} * D^3 * h$$

Diámetro del tanque.

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 * V_{\text{tanque}}}{1.5 * \pi}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 * 4.14\text{m}^3}{1.5 * \pi}} = 1.52 \text{ m}$$

Altura del homogenizador.

$$h = D * 1.5$$

$$h = 1.52 * 1.5 = 2.28 \text{ m}$$

Longitud de la paleta de agitación

$$r = \frac{d}{4}$$

$$r = \frac{0,50}{4} = 0,125\text{m}$$

$$S = \frac{D}{4}$$

$$S = \frac{1,52}{4} = 0,38 \text{ m}$$

### Tanque clarificador.

Dimensiones del sedimentador

$$\text{Tangente } \beta = \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{cateto adyacente}}$$

$$\text{cateto opuesto} = H_{\text{cono}} = (\text{tangente } \beta)(\text{radio } r)$$

$$45e^{(2n/360^\circ)} = 0,79 \text{ radianes}$$

$$\text{Cateto opuesto} = H_{\text{cono}} = (\text{tangente } 0,79) \left(\frac{1,56}{2}\right) = 0,78 \text{ m}$$

Volumen del cono y del cilindro

$$\text{Volumen}_{\text{cono}} = \frac{\pi * r^2 H_{\text{cono}}}{3}$$

$$\pi * \left(\frac{1,56}{2}\right)^2 * 0,78$$

$$\text{Volumen}_{\text{cono}} = \frac{\pi * \left(\frac{1,56}{2}\right)^2 * 0,78}{3} = 0,49 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen}_{\text{cilindro}} = \text{Volumen}_{\text{tanque}} - \text{Volumen}_{\text{cono}}$$

$$\text{Volumen}_{\text{cilindro}} = 4,14\text{m}^3 - 0,49\text{m}^3 = 3,65 \text{ m}^3$$

Altura del cilindro

$$H_{\text{cilindro}} = \frac{4 * \text{Volumen}_{\text{cilindro}}}{\pi * D^2}$$

Altura total

$$H_{\text{cilindro}} = \frac{4 \times 4,14\text{m}^3}{\pi \times (1,56\text{m})^2} = 2,16\text{m}$$

$$H_{\text{total}} = H_{\text{cono}} + H_{\text{cilindro}}$$
$$H_{\text{total}} = 0,78\text{m} + 2,16\text{m} = 2,94 \text{ m}$$

## ANEXO K

### VOLÚMENES DE COAGULANTE Y FLOCULANTE A UTILIZAR POR CADA CICLO DE TRATAMIENTO

$$3,65\text{m}^3 * \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} * \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 3650000 \text{ mL}$$

#### Volumen del floculante

$$V_{\text{floculante}} = \frac{V_{\text{tanque}} * V_{\text{dosis floculante}}}{V_{\text{jarra}}}$$

$$V_{\text{floculante}} = \frac{3650000 \text{ mL} * 1 \text{ mL}}{500 \text{ mL}}$$

$$V_{\text{floculante}} = 7300 \text{ mL} = 7,3 \text{ mL} = 0,0073 \text{ m}^3$$

#### Volumen del coagulante

$$V_{\text{coagulante}} = \frac{V_{\text{tanque}} * V_{\text{dosis coagulante}}}{V_{\text{jarra}}}$$

$$V_{\text{coagulante}} = \frac{3650000 \text{ mL} * 2 \text{ mL}}{500 \text{ mL}}$$

$$V_{\text{coagulante}} = 14600 \text{ mL} = 14,6 \text{ L} = 0,0146 \text{ m}^3$$

# ANEXO L

## ENSAYO FISICO-QUÍMICO FENOLES



Agua Laboratorio S.A.S

ENSAYO FISICOQUÍMICO No. A17.165

RT 040  
V 002

|                                     |                            |                               |   |
|-------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|---|
| <b>EMPRESA:</b>                     | DANIEL FELIPE LAVERDE      | <b>CONTACTO:</b>              | DANIEL FELIPE LAVERDE                         |
| <b>DIRECCION:</b>                   | CALLE 79 No. 69 A 61       | <b>TELÉFONO:</b>              | 3208565181                                    |
| <b>CIUDAD:</b>                      | BOGOTÁ                     | <b>e-mail:</b>                | danielr.30@gmail.com                          |
| <b>MUESTRA:</b>                     | AGUA RESIDUAL              | <b>FECHA PRODUCCIÓN:</b>      | NO APLICA                                     |
| <b>LUGAR:</b>                       | LAVADERO TECH S.A.         | <b>FECHA VENCIMIENTO:</b>     | NO APLICA                                     |
| <b>AREA DE TOMA:</b>                | ZONA DE LAVADO             | <b>PROVEEDOR:</b>             | NO APLICA                                     |
| <b>PUNTO DE CAPTACIÓN:</b>          | CAJA DE INSPECCIÓN INTERNA | <b>TEMPERATURA DE TOMA:</b>   | 20 °C   |
| <b>SERIAL:</b>                      | NO APLICA                  | <b>MUESTRA ENTREGADA POR:</b> | DANIEL FELIPE LAVERDES                        |
| <b>PRESENTACION:</b>                | NO APLICA                  | <b>OBSERVACIONES:</b>         | POST TRATAMIENTO SÓLIDOS SUSPENDIDOS<br>TOTAL |
| <b>CANTIDAD:</b>                    | 1 L                        |                               |   |
| <b>FECHA DE MUESTREO:</b>           | 10 DE MAYO DE 2017         |                               |   |
| <b>FECHA DE ANALISIS:</b>           | 10 DE MAYO DE 2017         |                               |   |
| <b>FECHA EMISION DE RESULTADOS:</b> | 19 DE MAYO DE 2017         |                               |   |

### INFORME DE ENSAYO FISICOQUÍMICO MUESTRA No. A17.165

| ANÁLISIS      | RESULTADO | UNIDADES        | ESPECIFICACIONES |     | MÉTODO        |
|---------------|-----------|-----------------|------------------|-----|---------------|
|               |           |                 | MIN              | MAX |               |
| Conductividad | 927       | µS/cm           | No Aplica        |     | S.M. 2520 B   |
| Fenoles       | 0,225     | mg fenoles / ml | No Aplica        |     | S.M. 553D B,D |
| pH            | 7,91      | Unidades de pH  | No Aplica        |     | S.M. 4500 H   |

#### CONCEPTO: INFORMACION FISICOQUÍMICA DE LA MUESTRA ANALIZADA.

RESULTADO VALIDOS UNICAMENTE SOBRE LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION DE AGUA LABORATORIO S.A.S  
ESTE RESULTADO DE ENFERIA DE AGUA LABORATORIO S.A.S ES UN DOCUMENTO ORIGINAL Y CONTROLADO

AGUA LABORATORIO S.A.S  
NIT. 900.914.735-2

*gloria*  
Gloria Luz Jiménez  
Directora Técnica  
Especialista en Análisis Químico Instrumental PUJ

...FIN DEL REPORTE...

1 de 1

aguelobos@gmail.com  
Calle 49 No. 79 C 52  
Tel: 324 365 39 61  
Móvil: 324 3 65 39 62

AGUA LABORATORIO S.A.S

## ANEXO M

### COTIZACIÓN PTAR TECH S.A.



Bogotá, Julio 07 de 2017

CALLE 17 N° 5 21 OFC. 300  
EDIFICIO CALLE 17

C: 315 612 36 57  
318 897 88 94  
314 383 78 25

Tl: 341 26 37

E: representante.cas2014@gmail.com  
ventas@comercialaguasy servicios.com

CAS 0127-17

**Tech s.a.**  
**Ing. Daniel Felipe Laverde**

**Ref: Cotización sistema de tratamiento para aguas industriales provenientes de lavado de carros y taller.**

Reciban un cordial saludo, de nuestra empresa. Comercial de Aguas y Servicios SAS se ha conformado como una empresa Colombiana comprometida con la calidad en el tratamiento de aguas, construcción y protección ambiental. Gracias a la experiencia de sus profesionales en diversas áreas de la ingeniería, como hidráulica, construcción, ambiental y obras civiles, somos una empresa con innovación en el tratamiento de aguas e instalación de equipos, con una alta responsabilidad social, alto nivel de cumplimiento y total inmersión en un sistema de calidad con un real mejoramiento continuo.

#### **OBJETIVO**

**Cotizar el diseño, fabricación, instalación, puesta en marcha y capacitación de una planta de aguas residuales industriales con un caudal medio de 1.0 Lps para TECH S.A. proveniente de lavado de carros y taller.**

De acuerdo con las Normas Colombianas (NSR – 10, RAS 2000) y Normas internacionales, el proyecto se clasifica como categoría de Media Complejidad – Comercial., a partir de esto se presenta el siguiente plan de trabajo:

1. Movilización al sitio del proyecto y/o oficinas.
2. Recolección de información:  
A través de manera física, telefónicamente o magnética se solicita información al cliente de lo referenciado en el objeto principal.
3. Caracterización de visita: con la visita se procede a realizar todas las observaciones pertinentes del proyecto:
  - Evaluación cualitativa del estado actual del proyecto y comparando la solicitud y la cantidad necesaria de obra.
  - Según la documentación suministrada nuestro grupo técnico y administrativo revisará si la información es suficiente o insuficiente comparado con lo encontrado en obra:  
Selección de lugar idóneo para la realización de las actividades e instalación de elementos necesarios para cumplir el objetivo con previo acuerdo a la necesidad y a lo encontrado.
  - Suministro de materiales necesarios y solicitados para la actividad
  - Instalación de materiales escogiendo la mejor técnica certificada.
4. Conclusiones
5. Recomendaciones (INFORME)



### **DESCRIPCION DEL SUMINISTRO**

De acuerdo a las determinaciones para este tipo de aguas residuales de tipo industrial y para no realizar trámites ante autoridad ambiental se realiza la tipificación de contaminantes. Provenientes de grasa y proveniente de lavados y talleres se determina que el tratamiento adecuado para realizar agua de recirculación en el lavado de los carros contiene los siguientes contaminantes: Tensioactivos provenientes de lavandería, plomo y metales pesados, alcalinidad alta y niveles de grasas y aceites elevados, grandes cantidades de sólidos sedimentables. Por tal motivo se propone un tratamiento físico químico con un pulimento de tipo terciario de la siguiente manera:

- Un desarenador en PRFV para extracción y eliminación de grandes cantidades de arenas y sedimentos de gran tamaño. Dimensiones (0.8\*1.1\*1.1)
- Una trampa para eliminación de grasas fabricado en PRFV con dos baffles de retención de grasas interno y bomba autocebante para impulsión a módulo de tratamiento.
- La planta de tratamiento compacta en un solo módulo de 4.3 Mts de longitud x 1.8 mt de ancho x 2.2 mts de altura, fabricada totalmente en fibra de vidrio, un sistema de pulimento con carbón activado y arenas compuesto por dos filtros en fibra de vidrio de 14" de diámetro x 48" de altura recta. Para eliminación de tensioactivos el sistema consta de las siguientes unidades:

◆ Equipos que componen la planta.

1. Tanque construido en fibra de vidrio con las unidades de coagulación, floculación, sedimentación, tanque de equilibrio.
  2. Dos Bombas centrifugas para trasiego y retro lavado de filtros (0.5 Hp)
  3. Tablero eléctrico de control (1 unid)
  4. Tres Bombas dosificadoras para dosificación químicos con su respectivos tanques de 60 L (3 unid)
  5. Un Filtro mixto de arena carbón activado y un filtro de arena para retención de sólidos (2) de 14 x 48" en fibra de vidrio.
  6. 150 Kg de gravas y arenas silíceas
  7. 50 Kg de Carbón Activado.
  8. Interruptores de nivel
  9. Tuberías de interconexión del sistema
  10. Valvulería y accesorios de interconexión
  11. Pintura de tuberías.
  - 11 Módulos de sedimentación acelerada
- 12 Capacitación sobre el manejo y operación de la planta
- 13 Manual de operación.

**Nota: El cliente llevara el agua residual industrial a 0 m del desarenador, al igual que la energía a 110v/220V a cero metros del tablero de control.**



CALLE 17 N° 5 21 OFC. 300  
EDIFICIO CALLE 17

C: 315 612 36 57  
315 897 88 94  
314 383 78 25  
T: 341 26 37

E: representate.cas2014@gmail.com  
ventas@comercialaguasysericios.com

#### **Ofrecimiento y fidelización:**

Comercial de aguas y servicios en búsqueda nuevos y mejores clientes, está en proceso de fidelización y de brindar un mejor servicio por eso también deseamos incluir los siguientes servicios de manera gratuita a la propuesta anterior:

- Instalación completa de los elementos.
- Montaje
- Transporte y gastos logísticos
- Puesta en Marcha
- Ingeniería de diseño: Planos de taller, hidráulicos, eléctricos.
- Capacitación.
- Operación por 5 días del sistema.
- Primer mantenimiento preventivo (Limpieza de los sistemas y resolución de dudas al personal, revisión de los equipos eléctricos) al segundo mes de operación.
- Manual de operaciones.
- Planos de montaje.
- Capacitación y simulación de aguas.

#### **CRONOGRAMA**

El tiempo de instalación y montaje será de 28 días calendario después de recibo de anticipo.

#### **PROPUESTA ECONÓMICA**

*SISTEMA DE AGUA RECICLAJE..... \$ 32.737.340  
(Treinta y dos millones setecientos treinta y siete mil trescientos cuarenta pesos)  
mas el IVA del 19% vigente sobre la utilidad del 3% como obra civil.*

#### **EQUIPOS**

Estos equipos pueden varios dependiendo del rendimiento de los mismo, siempre los cambios serán para mejorar.

#### **PERSONAL**

- Coordinador total de obra
- Dos Técnico hidráulico tiempo completo
- Auxiliar de obra tiempo completo

#### **DOTACIÓN DE PERSONAL**

- Uniforme
- Botas de seguridad
- Guantes tipo ingeniero



CALLE 17 N° 5 21 OFC. 300  
EDIFICIO CALLE 17

C: 315 612 36 57

318 897 88 94

314 383 78 25

T: 341 26 37

E: representantes.cas2014@gmail.com

ventas@comercialaguasysericios.com

- Guantes de cauchos
- EPP
- Mascara careta
- Arnés y líneas de vidas

### **ENTREGABLES**

- Sistema de tratamiento de agua residual patógena funcionando y brindando una calidad del agua por encima del 80% de remoción tal y como lo exige la norma resolución 0631/2015.
- Diseño de los sistemas.
- Planos de taller.
- Manual de operaciones.
- Planta de tratamiento con sus partes descritas fabricadas en PRFV.
- Montaje.
- Capacitación.
- Entrega y finalización.

### **VENTAJAS DE LOS SISTEMAS:**

- Son portátiles y en momentos de cambio se podrán llevar al sitio que el cliente desee.
- Al tener estos sistemas la retribución en dinero será hasta de un 70% al mes.
- Bajos costos en mantenimiento.
- Tendrá un agua de excelente calidad siempre y cuando la operación sea la correcta.
- Son sistemas de larga vida útil (15 años) como mínimo si la operación es óptima.
- Son de fácil operación y estéticos al público.
- Totalmente asépticos.

### **SITIO DE ENTREGA**

A CONVENIR – INSTALACIONES EN BOGOTA

### **GARANTÍA**

Un año por defecto de fabricación y 6 meses en partes eléctricas, no se responde por fallas de operación luego de funcionamiento del sistema.

### **LIMITE DE SUMINISTRO**

Será por cuenta del cliente llevar la energía eléctrica a 110/220 voltios trifásica (Si se requiere) a cero metros del tablero para la alimentación del sistema ubicado en caseta de control, cualquier otra obra civil adicional que no esté contemplada en la propuesta inicial, llevar acometida hidráulica hasta cero metros del tanque de agua cruda. El límite del suministro es a cero metros de la salida de la bomba de impulsión a tanques de tratamiento, suministrar 2 operarios para la capacitación sobre el manejo y el mantenimiento de la planta de tratamiento.



## CONDICIONES COMERCIALES

CALLE 17 N° 5 21 OFC. 300  
EDIFICIO CALLE 17

C: 315 612 36 57

318 897 88 94

314 383 78 25

Tl: 341 26 37

E: [representante.cas2014@gmail.com](mailto:representante.cas2014@gmail.com)

[ventas@comercialaguasy servicios.com](mailto:ventas@comercialaguasy servicios.com)

- La propuesta tiene una validez de treinta días (30)
- Para inicio de actividades se debe enviar la orden de servicios/ contrato a los correos [ventas@comercialaguasy servicios.com](mailto:ventas@comercialaguasy servicios.com); [representante.cas2014@gmail.com](mailto:representante.cas2014@gmail.com)
- El IVA Vigente sobre el 3% de la utilidad.
- Forma de pago: 50% anticipado para dar inicio a actividades
- 30% A la llegada de los equipos
- 20% a la entrega de informes y actas de entrega firmadas.
- El servicio cotizado en la presente propuesta será facturado por la firma COMERCIAL DE AGUAS Y SERVICIOS SAS nit 900.700.961-1, para efectos de pago de anticipos y saldos de sus facturas, se autoriza realizarlos en la cuenta bancaria corriente N° 299108977 del banco de Bogotá, a nombre de Comercial de aguas y servicios.
- Comercial de aguas se compromete, mediante el presente documento a cumplimiento integral en cuanto tienen que ver con características técnicas del trabajo.
- El contratante debe tramitar los permisos para acceder a cada uno de los sitios del trabajo.
- El cronograma de actividades, cuya duración es de 32 días calendario para montaje e instalación.
- Comercial de Aguas y Servicios SAS, se encargara del pago de Seguridad y parafiscales del personal utilizado en obra, así como suministrar la dotación exigidas para realizar el objeto de la cotización.
- Cualquier retraso generado durante la ejecución de los trabajos de campo por razones ajenas a Comercial de Aguas y Servicios SAS, deberá considerarse un stand by de los recursos dispuestos por Comercial de Aguas y Servicios SAS y se cobrara día adicional.
- En caso de llegar al mejor de los acuerdos y firmar un contrato u orden comercial. Se deberá tener en cuenta que esta cotización será parte integral del mismo y desde ahí será nuestro objeto de suministro.

Esperamos poder responder a su confianza con plena calidad y cumplimiento.

Cordialmente,

**FERNEY DAVID MARTINEZ PENAGOS**

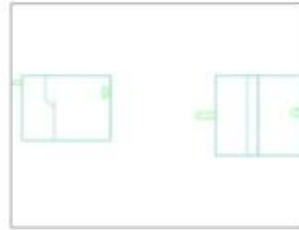
Ingeniero civil

Representante Legal

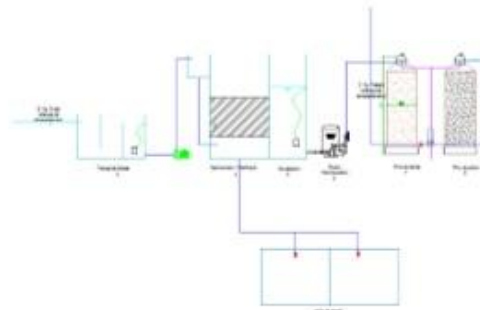
315 612 3657

(1) 268 8146

[ventas@comercialaguasy servicios.com](mailto:ventas@comercialaguasy servicios.com)



**Desarenador**



**Planta tipo con trampa de grasas**

Pre diseño

Desarenador

| CONDICIONES DE DISEÑO |         |
|-----------------------|---------|
| Caudal Q (l/s)        | 1,2     |
| Periodo Diseño (Años) | 15      |
| Numero de Modulos     | 2       |
| Q Dis Mod             | 1,2     |
| Diametro Rem          | 0,05    |
| %Remocion             | 75%     |
| Temperatura °C        | 18      |
| Visc. Cinematica      | 0,01059 |
| G desarenador n       | 1       |
| Relacion de Longitud  | 2:1     |
| Cota de Lamina Tub E. |         |
| Cota Batea E. D       |         |
| Cota Corona de muros  |         |

|                                   |                    |
|-----------------------------------|--------------------|
| Vs                                | 0,212              |
| N                                 | 1,00               |
| $\varphi/t$                       | 3,00               |
| Hasum. (Cm)                       | 80                 |
| T                                 | 376,847            |
| $\theta$                          | 1130,542           |
| T en horas                        | 0,31404            |
| Periodo H                         | $0,392 < Hr < 4 h$ |
| $V = \theta \times Q \text{ m}^3$ | 1,357              |
| As                                | 1,696              |
| B (Ancho) m                       | 0,651              |
| L (Largo) m                       | 1,302              |

| DATOS INICIALES   |  |
|---|--|
| TIPO DE PLANTA  | PTARI - RECICLAJE  |
| TRATAMIENTO A REALIZAR  | RESIDUAL AGUAS INDUSTRIAL  |
| TIPO DE POBLACIÓN   | Comercial  |
| POBLACION   | 450  |
| CAUDAL DIARIO POR CAMA (Aprox L/Hab día)                            | 160  |
| CAUDAL MEDIO DIARIO m <sup>3</sup> /día                             | 72000  |
| CAUDAL MAX DIARIO m <sup>3</sup> /día                               | 93,6   |
| CAUDAL DE MEDIO (L/s)   | 0,833  |
| FACTOR DE SEGURIDAD   | 1,300  |
| CAUDAL MAXIMO (L/s) - DISEÑO  | 1,083  |
| TASA DE INFILTRACION (L/s - hab)                                    | MEDIA 0,1 - 0,3  |
| NIVEL DE COMPLEJIDAD  | MEDIO  |
| PARAMETROS DE MEDICION PARA CALIDAD DEL AGUA A LA SALIDA DE LA PTAR | DBO 5 total y soluble, sólidos suspendidos, disueltos y sedimentables, DOQ soluble y total, nitrógeno total Kjeldahl, fósforo (soluble y particulado). Depuracion de Cromo y metales |
| CAUDAL MAXIMO HORARIO m <sup>3</sup> /h                             | 72   |

## ANEXO N

### PRESUPUESTO TECH S.A. COMERCIAL DE AGUAS Y SERVICIOS SAS

Tratamiento de aguas  
NIT No.900.700.961-1  
Calle 17 # 5 - 21 Of. 300 Edificio cil 17  
Tels: 3156123657 - 3188978894 - fax 3412637  
DEPARAMENTO DE INGENIERIA  
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

#### DATOS GENERALES

|                       |   |
|-----------------------|---|
| CONTRATO DE OBRA No.: | CONTRATO DE INTERVENTORIA No.:                      |
| OBJETO DEL CONTRATO:  | SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS INDUSTRIALES TECH |
| CONTRATISTA:          | TECH S. A.  |
| INTERVENTOR:          | DANIEL FELIPE LAVERDE                               |

#### DATOS ESPECIFICOS

|                   |  |     |            |            |
|-------------------|--|-----|------------|------------|
| CAPITULO No. :    | UNIDAD :   | und | HOJA No. : | 1          |
| ITEM No. :        | CANTIDAD:  | 1   | FECHA:     | 14/09/2015 |
| DESCRIPCION ITEM: | SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES 1LJS |     |            |            |

#### I. MATERIALES

| DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | VALOR UNITARIO       |
|--|--------|----------|-----------------|----------------------|
| Desarenador en fibra de vidrio dimensiones (0,8*1,0*1,1) incluye accesorios internos                         | UNIDAD | 1,00     | \$ 3.195.000    | \$ 3.195.000         |
| Trampa de grasas en fibra de vidrio dimensiones (0,8*1,0*1,4) incluye accesorios internos                    | UNIDAD | 1,00     | \$ 3.189.000    | \$ 3.189.000         |
| Unidad en fibra de vidrio (1,8x 4,3 x 2,2) contiene coagulacion, floculacion, sedimentacion y estabilizacion | UNIDAD | 1,00     | \$ 12.300.000   | \$ 12.300.000        |
| Filtro de 42" x 16" con valvula Multiport  | UNIDAD | 2,00     | \$ 880.000      | \$ 1.760.000         |
| Bomba Centrífuga 0,75 Hp para trasiego   | UNIDAD | 2,00     | \$ 680.000      | \$ 1.360.000         |
| Bomba Dosificadora para cloro con tanque de dosificacion   | UNIDAD | 1,00     | \$ 1.166.200    | \$ 1.166.200         |
| Bomba Dosificadora para estabilizador de ph con tanque de dosificacion                                       | UNIDAD | 1,00     | \$ 1.166.200    | \$ 1.166.200         |
| Bomba Dosificadora para floculante con tanque de dosificacion  | UNIDAD | 1,00     | \$ 1.166.200    | \$ 1.166.200         |
| Bomba Dosificadora para polímero con tanque de dosificacion  | UNIDAD | 1,00     | \$ 1.166.200    | \$ 1.166.200         |
| Tablero de control para bombas y flotadores  | UNIDAD | 1,00     | \$ 870.000      | \$ 870.000           |
| Clozinador en línea  | UNIDAD | 1,00     | \$ 350.000      | \$ 350.000           |
| Flotadores de Nivel  | UNIDAD | 3,00     | \$ 70.000       | \$ 210.000           |
| Tuberías de interconexion hidraulica   | GLB    | 1,00     | \$ 580.000      | \$ 580.000           |
| TUBERIAS de interconexion electrica  | GLB    | 1,00     | \$ 580.000      | \$ 580.000           |
| <b>SUBTOTAL MATERIALES:</b>  |        |          |                 | <b>\$ 29.058.800</b> |

#### II. HERRAMIENTA Y EQUIPO

| DESCRIPCION                           | MARCA | UNIDAD | VALOR UNITARIO | RENDIMIENTO | VALOR UNITARIO      |
|---------------------------------------|-------|--------|----------------|-------------|---------------------|
| Herramienta menor                     |       | UND    | 29.058.800,00  | 0,05        | \$ 1.452.940        |
| <b>SUBTOTAL HERRAMIENTA Y EQUIPO:</b> |       |        |                |             | <b>\$ 1.452.940</b> |

#### III. TRANSPORTE

| MATERIAL                    | VOL ó PESO | DISTANCIA | M2 ó TON/KM | TARIFA     | VALOR UNITARIO    |
|-----------------------------|------------|-----------|-------------|------------|-------------------|
| TRANSPORTE                  |            | 0,00      | 1,00        | \$ 380.000 | \$ 380.000        |
| <b>SUBTOTAL TRANSPORTE:</b> |            |           |             |            | <b>\$ 380.000</b> |

#### IV. MANO DE OBRA (incluye prestaciones sociales)

| TRABAJADOR                    | JORNAL     | PRESTAC.  | JORNAL TOTAL | RENDIMIENTO | VALOR UNITARIO      |
|-------------------------------|------------|-----------|--------------|-------------|---------------------|
| CUADRILLA A HIDRAULICA        | \$ 200.000 | \$ 49.120 | \$ 249.120   | 5,00        | \$ 1.245.600        |
|                               |            |           |              |             | \$ -                |
|                               |            |           |              |             | \$ -                |
| <b>SUBTOTAL MANO DE OBRA:</b> |            |           |              |             | <b>\$ 1.245.600</b> |


**COSTO DIRECTO TOTAL (ajustado al peso) \$ 32.137.340**

OBSERVACIONES:

Para constancia de lo anterior, se firma la presente sota bajo la responsabilidad expresa de los que intervienen en ella, de conformidad con las funciones desempeñadas por cada uno de los mismos, a los \_\_\_\_\_ ( ) días, del mes \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

**FERNEY DAVID MARTINEZ**  
GERENTE GENERAL  
COMERCIAL DE AGUAS Y SERVICIOS SAS  
CONTRANTISTA

REPRESENTANTE  
CANTERA EL VINCULO  
CONTRATANTE

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

## AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL LUMIERES


Nosotros **DIEGO IVÁN ACOSTA DIAZ** y **DANIEL FELIPE LAVERDE ROJAS** en calidad de titulares de la obra **DISEÑO CONCEPTUAL DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA EMPRESA TRANSPORTADORA ESCOLAR CAMARGO HERMANOS S.A. – TECH S.A.**, elaborada en el año **2016**, autorizo (autorizamos) al **Sistema de Bibliotecas de la Fundación Universidad América** para que incluya una copia, indexe y divulgue en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres, la obra mencionada con el fin de facilitar los procesos de visibilidad e impacto de la misma, conforme a los derechos patrimoniales que nos corresponden y que incluyen: la reproducción, comunicación pública, distribución al público, transformación, en conformidad con la normatividad vigente sobre derechos de autor y derechos conexos (Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, entre otras).




Al respecto como Autores manifestamos conocer que:

- La autorización es de carácter no exclusiva y limitada, esto implica que la licencia tiene una vigencia, que no es perpetua y que el autor puede publicar o difundir su obra en cualquier otro medio, así como llevar a cabo cualquier tipo de acción sobre el documento.
- La autorización tendrá una vigencia de cinco años a partir del momento de la inclusión de la obra en el repositorio, prorrogable indefinidamente por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales del autor y podrá darse por terminada una vez el autor lo manifieste por escrito a la institución, con la salvedad de que la obra es difundida globalmente y cosechada por diferentes buscadores y/o repositorios en Internet, lo que no garantiza que la obra pueda ser retirada de manera inmediata de otros sistemas de información en los que se haya indexado, diferentes al Repositorio Digital Institucional – Lumieres de la Fundación Universidad América.
- La autorización de publicación comprende el formato original de la obra y todos los demás que se requiera, para su publicación en el repositorio. Igualmente, la autorización permite a la institución el cambio de soporte de la obra con fines de preservación (impreso, electrónico, digital, Internet, intranet, o cualquier otro formato conocido o por conocer).
- La autorización es gratuita y se renuncia a recibir cualquier remuneración por los usos de la obra, de acuerdo con la licencia establecida en esta autorización.
- Al firmar esta autorización, se manifiesta que la obra es original y no existe en ella ninguna violación a los derechos de autor de terceros. En caso de que el trabajo haya sido financiado por terceros, el o los autores asumen la responsabilidad del cumplimiento de los acuerdos establecidos sobre los derechos patrimoniales de la obra.
- Frente a cualquier reclamación por terceros, el o los autores serán los responsables. En ningún caso la responsabilidad será asumida por la Fundación Universidad de América.
- Con la autorización, la Universidad puede difundir la obra en índices, buscadores y otros sistemas de información que favorezcan su visibilidad.

Conforme a las condiciones anteriormente expuestas, como autores establecemos las siguientes condiciones de uso de nuestra obra de acuerdo con la **licencia Creative Commons** que se señala a continuación:



|  |  |               |
|--|--|---------------|
| <br>Fundación<br>Universidad de América | FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA   | Código:       |
|  | PROCESO: GESTIÓN DE BIBLIOTECA   | Versión 0     |
|  | Autorización para Publicación en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres | Agosto - 2017 |

|   |   |                                     |
|---|---|-------------------------------------|
|  | <b>Atribución- no comercial- sin derivar:</b> permite distribuir, sin fines comerciales, sin obras derivadas, con reconocimiento del autor.   | <input checked="" type="checkbox"/> |
|  | <b>Atribución – no comercial:</b> permite distribuir, crear obras derivadas, sin fines comerciales con reconocimiento del autor.  | <input type="checkbox"/>            |
|  | <b>Atribución – no comercial – compartir igual:</b> permite distribuir, modificar, crear obras derivadas, sin fines económicos, siempre y cuando las obras derivadas estén licenciadas de la misma forma. | <input type="checkbox"/>            |

Licencias completas: [http://co.creativecommons.org/?page\\_id=13](http://co.creativecommons.org/?page_id=13)

**Siempre y cuando se haga alusión de alguna parte o nota del trabajo, se debe tener en cuenta la correspondiente citación bibliográfica para darle crédito al trabajo y a sus autores.**

De igual forma como autores autorizamos la consulta de los medios físicos del presente trabajo de grado así:


| AUTORIZAMOS   | SI | NO |
|---|----|----|
| La consulta física (sólo en las instalaciones de la Biblioteca) del CD-ROM y/o Impreso    | X  |    |
| La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer para efectos de preservación |    | X  |

| Información Confidencial: este Trabajo de Grado contiene información privilegiada, estratégica o secreta o se ha pedido su confidencialidad por parte del tercero, sobre quien se desarrolló la investigación. En caso afirmativo expresamente indicaremos, en carta adjunta, tal situación con el fin de que se respete la restricción de acceso. | SI | NO |
|--|----|----|
|  |    | X  |

Para constancia se firma el presente documento en Bogotá D.C., a los 23 días del mes de agosto del año 2017.

#### LOS AUTORES:

##### Autor 1

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>Nombres</b>                        | <b>Apellidos</b>   |
| DIEGO IVÁN                            | ACOSTA DIAZ  |
| <b>Documento de identificación No</b> | <b>Firma</b>   |
| 1.032.456.084                         |  |

|                                       |                  |
|---------------------------------------|------------------|
| <b>Nombres</b>                        | <b>Apellidos</b> |
| DANIEL FELIPE                         | LAVERDE ROJAS    |
| <b>Documento de identificación No</b> | <b>Firma</b>     |
| 1.022.404.152                         | DANIEL LAVERDE   |