

**ELABORACION DE UNA GUIA DIDACTICA PARA LA SELECCIÓN  
PRELIMINAR DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

**JULIANA GARCÍA OSORIO, Q.I.**

**ERIKA ANDREA GIRALDO CASTAÑO, IC**

**UNIVERSIDAD MILITAR “NUEVA GRANADA”  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESPECIALIZACIÓN PLANEACIÓN AMBIENTAL Y MANEJO INTEGRAL DE  
LOS RECURSOS NATURALES  
BOGOTÁ D.C., ENERO DE 2011**

**ELABORACION DE UNA GUIA DIDACTICA PARA LA SELECCIÓN  
PRELIMINAR DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

**JULIANA GARCÍA OSORIO, Q.I.**

**ERIKA ANDREA GIRALDO CASTAÑO, IC**

**Trabajo de grado presentado como Auxiliar de Investigación, requisito para  
optar al título de Especialista en Planeación Ambiental y Manejo Integral de  
los Recursos Naturales**

**Investigador tutor: Ing. JORGE CORREDOR**

**UNIVERSIDAD MILITAR “NUEVA GRANADA”  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESPECIALIZACIÓN PLANEACIÓN AMBIENTAL Y MANEJO INTEGRAL DE  
LOS RECURSOS NATURALES  
BOGOTÁ D.C., ENERO DE 2011**

## **APROBACIÓN**

El trabajo de grado titulado “**ELABORACION DE UNA GUIA DIDACTICA PARA LA SELECCION PRELIMINAR DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**”, presentado por Juliana García Osorio y Erika Andrea Giraldo Castaño en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de “Especialista en Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos Naturales”, fue aprobado por el director.

---

**Ing. JORGE CORREDOR**

Investigador tutor, enero de 2011

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco infinitamente la colaboración, participación y compromiso de:

- Ing. JORGE CORREDOR, Investigador tutor.

De igual manera, a la Secretaría Distrital de Ambiente, por colaborarnos con la información para realizar el proyecto de investigación.

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	15
<b>1. ANTECEDENTES</b> .....	4
<b>2. MARCO NORMATIVO</b> .....	10
<b>2.1. CONSTITUCIÓN POLITICA DE COLOMBIA – 1991</b> .....	10
<b>2.2. LEY 99 DE 1993 – SISTEMA AMBIENTAL DE COLOMBIA.</b> .....	11
<b>2.3. DECRETO 1594 DE 1984. USO DEL AGUA Y RESIDUOS LÍQUIDOS</b> .....	12
<b>2.4. RESOLUCIÓN 3957 DE 2009</b> .....	13
<b>3. MARCO TEÓRICO</b> .....	14
<b>3.1. CONTAMINACIÓN de aguas</b> .....	14
<b>3.2. Tipos de contaminación</b> .....	15
<b>3.3. Tipos de aguas residuales</b> .....	16
<b>3.3.1. Aguas residuales urbanas</b> .....	16
<b>3.3.2. Aguas residuales industriales</b> .....	17
<b>3.4. TIPOS DE CONTAMINANTES</b> .....	17
<b>3.4.1. Clasificación de los contaminantes</b> .....	17
<b>3.5. SISTEMAS DE TRATAMIENTO</b> .....	19
<b>3.5.1. Tratamiento Preliminar</b> .....	20
<b>3.5.2. Tratamiento Primario</b> .....	20
<b>3.5.3. Tratamiento Secundario</b> .....	21
<b>3.5.4. Tratamiento Terciario</b> .....	22
<b>4. CARACTERIZACIÓN FISICO-QUIMICA DE LOS VERTIMIENTOS</b> .....	24

<b>4.1. DERIVADOS DE LECHE .....</b>	<b>24</b>
<b>4.2. PROCESAMIENTO DE CARNES .....</b>	<b>24</b>
<b>4.3. SACRIFICIO DE AVES .....</b>	<b>25</b>
<b>4.4. REFINACIÓN DEL AZÚCAR .....</b>	<b>25</b>
<b>4.5. cervezas .....</b>	<b>26</b>
<b>4.6. bebidas no alcoholicas .....</b>	<b>26</b>
<b>4.7. LICORES .....</b>	<b>27</b>
<b>5. PROPUESTA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO .....</b>	<b>28</b>
<b>5.1. EL MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES NO DOMESTICAS .....</b>	<b>30</b>
<b>5.2. PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA - PML .....</b>	<b>34</b>
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>36</b>
<b>7. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>37</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>43</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: WQI Río Fucha .....	4
Tabla 2: Zonas de estudio de ZOPRA Fontibón .....	5
Tabla 3: Sectores Productivo Localidad Fontibón generadores de Vertimientos .....	7
Tabla 4: Caracterización de aguas en el sector de lácteos.....	24
Tabla 5: Caracterización de aguas en el sector de procesamiento de carne.....	25
Tabla 6: Caracterización de aguas en el sector de sacrificio de aves.....	25
Tabla 7: Caracterización de aguas en el sector de refinación del azúcar .....	26
Tabla 8: Caracterización de aguas en el sector de la industria de la cerveza .....	26
Tabla 9: Caracterización de aguas en el sector de bebidas no alcohólicas.....	27
Tabla 10: Caracterización de aguas en el sector de licores.....	27
Tabla 11: Composición porcentual de los lactosa en sueros .....	34

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Zona de Influencia ZOPRA en Fontibón .....	4
Figura 2: Localización de empresas por sector productivo .....	5
Figura 3: Sectores productivos de empresas generadoras de vertimientos .....	7
Figura 4: Proceso en los alimentos.....	24
Figura 5: Proceso de fabricación de la industria láctea.....	30
Figura 6: Propuesta sistema de tratamiento en empresas de lácteos .....	33

## **RESÚMEN**

Con la guía se busca dar herramientas a los industriales que les permitan dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente, planificar e incorporar a su proceso productivo un manejo adecuado de los vertimientos que allí se presentan sin entrar en medidas engorrosas que no sean funcionales, y no afecten en ningún campo a sus industrias, se deben basar en el consumo de agua expresado en el índice de escasez, el cual sirve para medir la disponibilidad del recurso hídrico, con el fin de conocer el comportamiento de este anual, y poder tomar medidas preventivas para no generar problemas de contaminación a las fuentes superficiales de agua. Esto teniendo como base los diferentes sistemas de tratamiento que existen y como estos se pueden adecuar a cada proceso productivo, y variándolos según los volúmenes de producción e infraestructura de las empresas. Finalmente sirve para prevenir las exigencias futuras en cuanto a la normatividad establecida en el territorio nacional para el control de los vertimientos industriales.

## **ABSTRACT**

With the guide seeks to industrial tools to enable them to comply with current environmental regulations, plan and incorporate into the production process proper handling of spills that occur there without going into cumbersome measures that are not functional, not affecting in any field for their industries, must be based on water consumption expressed in the index of scarcity, which serves to measure the availability of water resources in order to understand the behavior of this year, and to take preventive measures to avoid creating pollution problems to surface water sources. This on the basis of different treatment systems that exist and how these can be adapted to each production process, and vary production volumes and infrastructure companies. Finally is to prevent future requirements in terms of standards established in the country for the control of industrial discharges.



## INTRODUCCIÓN

En la industria de lácteos los vertimientos no domésticos son considerados un problema de afectación y deterioro ambiental que perturba considerablemente el entorno en el cual son generados, estos son uno de los impactos que la autoridad ambiental a nivel Nacional y Distrital le realizan control y seguimiento, para su generación controlada por medio de la implementación de un sistema de tratamiento [3].

Con información obtenida de la Secretaria Distrital de Ambiente (SDA)\_ Proyecto Zonas Piloto de Recuperación Ambiental ZOPRA, se pueden establecer características de los vertimientos que permitan encontrar alternativas para un mejor aprovechamiento del recurso, en base a estrategias preventivas, de minimización Producción Más Limpia(PML) y adoptando un óptimo sistema de tratamiento.

Con el cual se presentara un plan de acción con el fin de implementar una estrategia integral para la reducción del impacto ambiental negativo causado por los residuos de las industrias alimenticias, basado en el mejoramiento de la práctica del proceso, aprovechamiento y comercialización de subproductos y construcción, operación y mantenimiento adecuado de estos.

Mediante la instalación de sistemas sencillos para la retención de sólidos suspendidos y material flotante, es posible mitigar buena parte del impacto ambiental de los efluentes de las industrias alimenticias, es probable que se deba adecuar el pH debido al tipo de industria alimenticia que se quiera tratar [3].

Las unidades de tratamiento comprenden rejillas las cuales capturan los sólidos gruesos de diferentes tamaños, instalados a lo largo de los canales de desagüe interno de la planta o por medio de cajas internas construidas para este fin [1].

Trampa de grasas y sólidos para la remoción del material flotante y los sólidos suspendidos dimensionados de acuerdo con los caudales máximos evaluados y una caja de inspección externa para aforo y toma de muestra por parte de la autoridad ambiental [1].

Se debe tener en cuenta que para la instalación de este sistema es necesario contar con la separación de redes o vertimientos industriales de las aguas residuales domesticas y de las aguas lluvias, mediante la construcción de un sistema de drenaje independiente para cada una de estas.

Con el fin que los industriales cuenten con facilidades de obtención de información acerca de cómo deben realizar la instalación, implementación y mantenimiento de dichas sistemas, basándose en un análisis físico – químico de las aguas vertidas que le permitan, buscar por medio de esta guía establecer una base de conocimiento preliminar acerca de estos y cuál sería el más adecuado de implementar en sus instalaciones [1].

La guía es un ejemplo de lo que debe realizar una empresa de la industria de lácteos que le permita realizar un buen tratamiento a sus vertimientos de aguas residuales no domesticas.

## 1. ANTECEDENTES

La Localidad de Fontibón pertenece de manera geográfica a la cuenca del Río Fucha y el sistema hídrico está compuesto por los canales San Blas, Comuneros, Albina, Río Seco y las Quebradas Finca San José, La Peña, Los Laches, San Cristóbal, San Francisco, Santa Isabel, Honda y los Humedales de Techo, El Burro, La Vaca, Capellanía y Meandro del Say. [3]

Para evaluar la calidad del río Fucha y los objetivos adoptados por la Resolución 3957 de 2009 de la Secretaria Distrital de Ambiente (SDA), la Red de Calidad Hídrica de Bogotá (RCHB) dividió en cuatro tramos el Río Fucha. Esta Localidad se encuentra espacialmente ubicada en el tramo 3 y 4 del Río; sin embargo el sistema de alcantarillado de la zona de estudio, drena una parte al Río Fucha y otro sector al Río Bogotá y recibe otros aportes de vertimientos de las localidades de Puente Aranda y Kennedy, los cuales inciden en la calidad del cuerpo de agua y se reflejan en los valores del índice de calidad del agua (WQI). [3]

El tramo 3 inicia desde la descarga del Canal Comuneros hasta la Avenida Boyacá y el tramo 4 desde la Avenida Boyacá hasta la desembocadura al río Bogotá. Cada uno de ellos tiene ubicadas estaciones de monitoreo de la RCHB, en donde se realizan los muestreos y se evalúa la calidad del cuerpo de agua. Los datos reportados por la RCHB para los años 2007 hasta 2009 en términos del Índice de Calidad WQI para el río Fucha se presentan en la Tabla 1 [3]:

Tabla 1: WQI Río Fucha

Tramo WQI 2007-2008	Tramo WQI 2007-2008	Categoría	WQI 2008-2009	Categoría
1	93	Excelente	88	Buena
2	31	Pobre	35	Pobre
3	45	Marginal	58	Marginal
4	27	Pobre	42	Marginal

Fuente: Informe Gestión Subdirección Recurso Hídrico y del Suelo ene-sep 2009. SDA

Revisando los resultados en el tramo 3 se presenta un aumento el valor del WQI, mejorando sus condiciones pero sin modificar la categoría.

## CENSO INDUSTRIAL MANUFACTURERO EN LA LOCALIDAD DE FONTIBÓN

El proyecto Zonas Piloto de Recuperación Ambiental (ZOPRA), de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), realizó un censo industrial manufacturero en la Localidad de Fontibón. [3]

### AREA DE INFLUENCIA

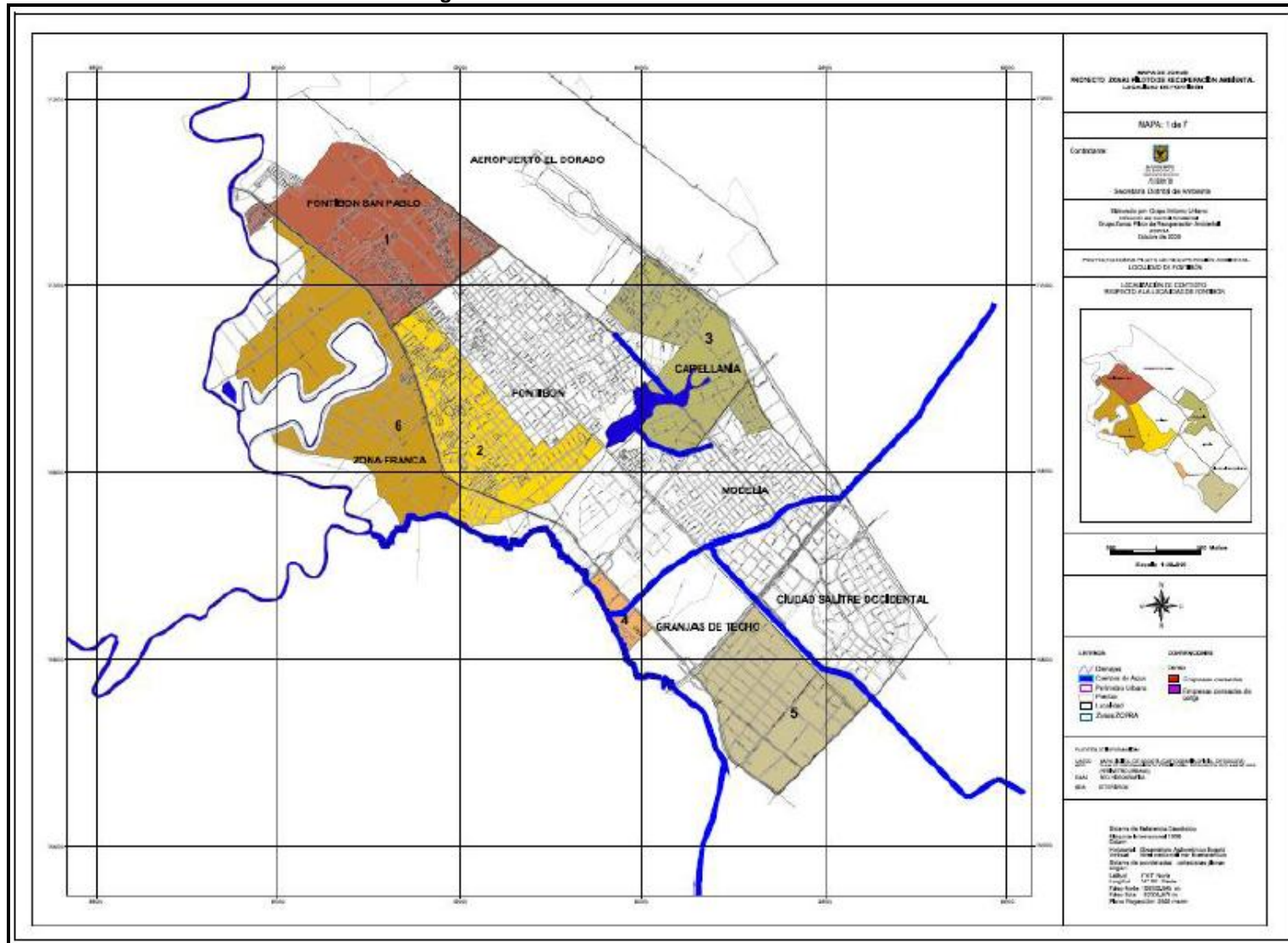
Se determinaron seis (6) zonas objeto de estudio, en estas se encuentran la mayor concentración de industrias. De acuerdo a la Tabla 2 y el en la Figura 1 el área de influencia es la siguiente [3]:

**Tabla 2: Zonas de estudio de ZOPRA Fontibón**

ZONA	NOMBRE	UPZ	BARRIOS
Zona 1	Fontibón San Pablo	UPZ 176	Bohíos de Hunza, HB, Jericó, La Aldea, la Estación, la Perla, las Brisas, Puente Grande, Villa Andrea y Kasandra
Zona 2	Fontibón Centro	UPZ 175	Atahualpa, El camen, Boston, Belén, Fontibón Centro, el Cuco, el Tapete, Guadual, la Laguna, Cofradía
Zona 3	Capellanía	UPZ 115	La Rosita, Puerta de teja, San José, Santa Cecilia
Zona 4	Vergel	UPZ 112	Vergel, Hayuelos
Zona 5	Montevideo	UPZ 112 y 110	Granjas de techo, Montevideo, Visión Industrial,
Zona 6	Zona Franca	UPZ 77	Morabia, Zona Franca, Pueblo Viejo, Recodo,

*Fuente: Informe Línea base Fontibón ZOPRA-SDA*

Figura 1: Zona de Influencia ZOPRA en Fontibón



Fuente: Informe Línea base Fontibón ZOPRA-SDA

## RESULTADOS DEL CENSO MANUFACTURERO CON RESPECTO AL COMPONENTE DE VERTIMIENTOS

La generación de vertimientos industriales se identificó en 278 establecimientos censados y visitados por los profesionales del proyecto ZOPRA, lo cual corresponde a un 50,36% de las 552 empresas censadas en la localidad de Fontibón. Los sectores productivos que realizan descargas industriales se presentan en la Tabla No 3 y la Figura No. 2; y la localización de las industrias en el mapa 2, en ella se muestra que el mayor aporte lo realizan los sectores de alimentos y productos químicos con un 17% (48) cada una, seguido por el sector metalmecánica con un 14% (38), el sector de plásticos y caucho se encuentran en un 11% (30), las tintorerías un 7% (19), artes gráficas con un 6 % (17), tratamiento de superficies un 5 % (15), galvánico 5% (13), con un 3% (9) los sectores de muebles y/o madera y el restante 5% (13) al sector de estampados y lavandería.

Tabla 3: Sectores Productivo Localidad Fontibón generadores de Vertimientos

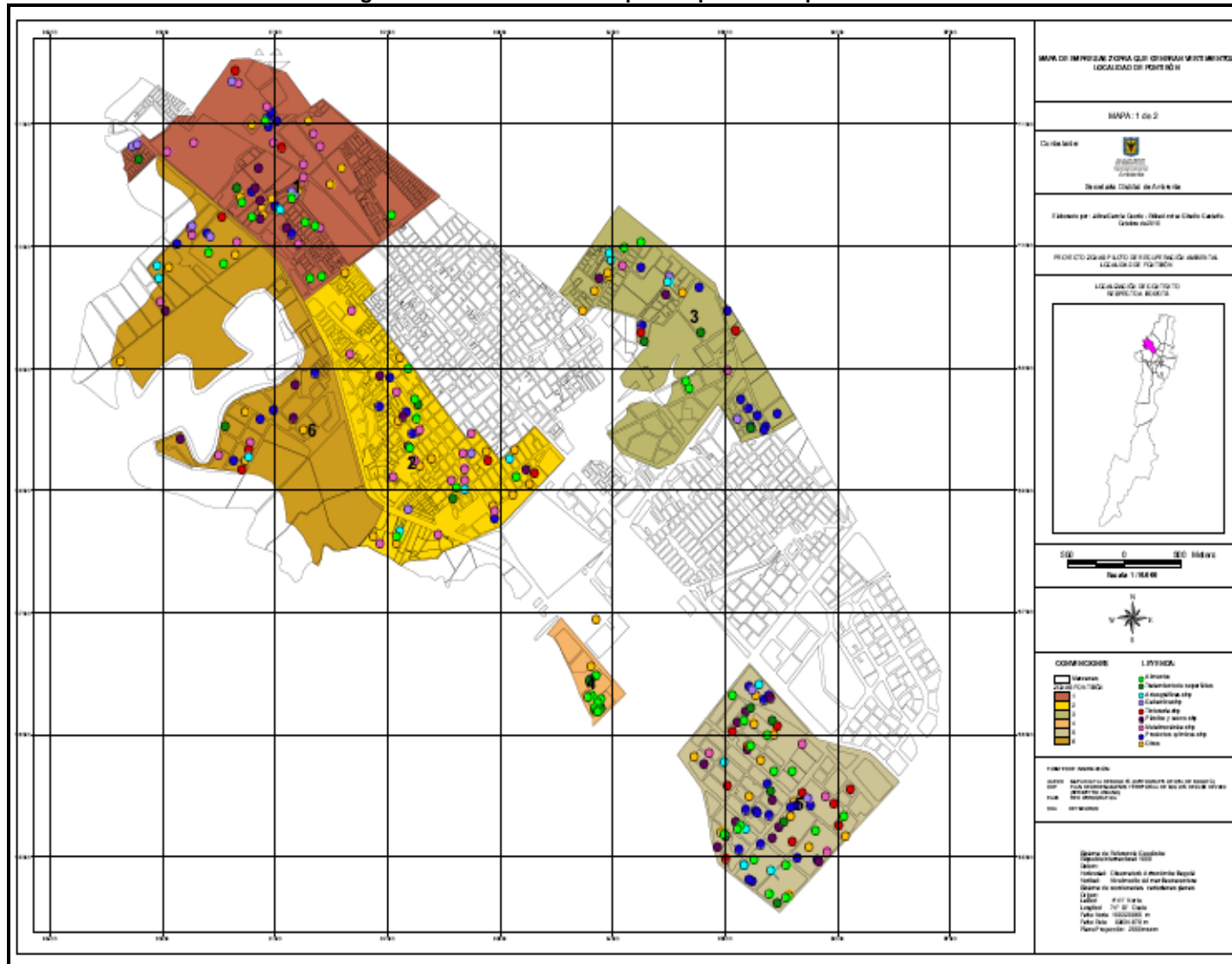
SECTOR PRODUCTIVO	Total
ALIMENTOS	48
PRODUCTOS QUIMICOS	48
METALMECANICA	38
OTRAS ACTIVIDADES	28
PLASTICO Y CAUCHO	30
TINTORERIA	19
ARTES GRAFICAS	17
GALVANICO	13
TRATAMIENTO DE SUPERFICIES	15
MUEBLES Y/O MADERA	9
ESTAMPADOS	7
LAVANDERIA	6
Total general	278

Fuente: Informe Línea base Fontibón ZOPRA-SDA

Igualmente, se identificaron otras actividades que realizan descargas industriales, las cuales reportan un 10% con 28 establecimientos cuyo sector productivo son fundiciones, cartón, textiles, vidrio, espumas, calzado, cortineros y algunas empresas no manufactureras pero que realizan este tipo de afectación ( Ver Figura 3).

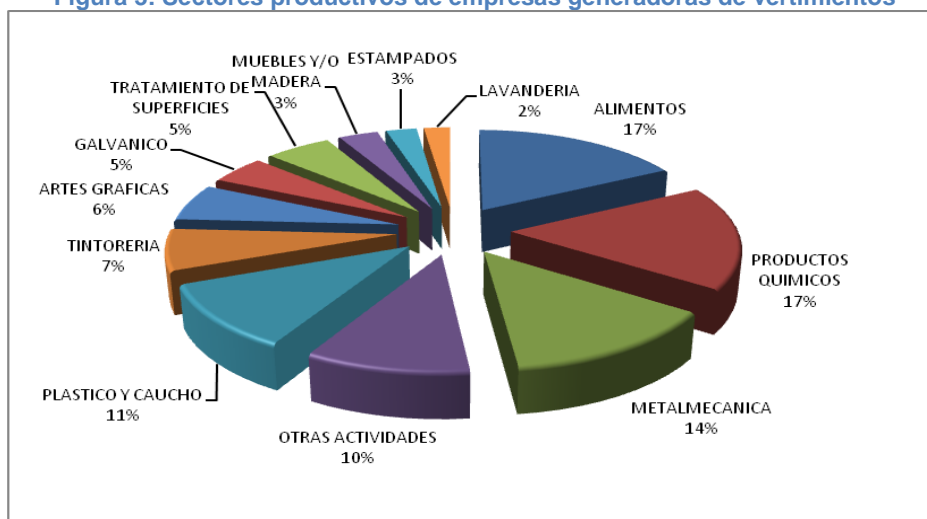
En el sector alimentos el cual representa un aporte importante de aguas residuales industriales, se desarrollan actividades de procesamientos de frutas, cárnicos, bebidas, fabricación de productos de molinería, fabricación de aceites, entre otros.

Figura 2: Localización de empresas por sector productivo



Fuente: Informe Línea base Fontibón ZOPRA-SDA

Figura 3: Sectores productivos de empresas generadoras de vertimientos



Fuente: Informe Línea base Fontibón ZOPRA-SDA

Las empresas de alimentos, demandan consumos apreciables de agua en las etapas de lavado, cocción y enfriamiento. Desde el punto de vista Ambiental, los vertimientos resultantes se caracterizan por el aporte de carga contaminante en  $DBO_5$ , grasas y aceites, y sólidos suspendidos. Tales características, además del elevado consumo, afectan la calidad ambiental de las fuentes receptoras, y posicionan al sector de alimentos como una actividad susceptible de mejoramiento.

Adicionalmente existe un aporte significativo de contaminación que se genera en el proceso de lavado de instalaciones y equipos, por la presencia de detergentes y desinfectantes en los vertimientos.



## 2. MARCO NORMATIVO

Las siguientes, son las leyes, Decretos, Resoluciones que emplearemos en nuestro trabajo.

### 2.1. CONSTITUCIÓN POLITICA DE COLOMBIA – 1991

**Artículo 49.** La atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado. Se garantiza a todas las personas el acceso a los servicios de promoción, protección y recuperación de la salud.

Corresponde al Estado organizar, dirigir y reglamentar la prestación de servicios de salud a los habitantes y de saneamiento ambiental conforme a los principios de eficiencia, universalidad y solidaridad. También, establecer las políticas para la prestación de servicios de salud por entidades privadas, y ejercer su vigilancia y control. Así mismo, establecer las competencias de la Nación, las entidades territoriales y los particulares, y determinar los aportes a su cargo en los términos y condiciones señalados en la ley. Los servicios de salud se organizarán en forma descentralizada, por niveles de atención y con participación de la comunidad. La ley señalará los términos en los cuales la atención básica para todos los habitantes será gratuita y obligatoria. Toda persona tiene el deber de procurar el cuidado integral de su salud y la de su comunidad.

**Artículo 80.** El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

**Artículo 366.** El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable.

Para tales efectos, en los planes y presupuestos de la Nación y de las entidades territoriales, el gasto público social tendrá prioridad sobre cualquier otra asignación.

## **2.2. LEY 99 DE 1993 – SISTEMA AMBIENTAL DE COLOMBIA.**

### **ARTÍCULO 65.- Funciones de los Municipios, de los Distritos y del Distrito Capital de Santafé de Bogotá.**

Corresponde en materia ambiental a los municipios y a los distritos con régimen constitucional especial, además de las funciones que les sean delegadas por la ley o de las que se deleguen o transfieran a los alcaldes por el MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE o por las Corporaciones Autónomas Regionales, las siguientes atribuciones especiales:

1. Promover y ejecutar programas y políticas nacionales, regionales y sectoriales en relación con el medio ambiente y los recursos naturales renovables; elaborar los planes, programas y proyectos ambientales municipales articulados a los planes, programas y proyectos regionales, departamentales y nacionales.
2. Dictar con sujeción a las disposiciones legales reglamentarias superiores las normas necesarias para el control, la preservación y la defensa del patrimonio ecológico del municipio.
3. Adoptar los planes, programas y proyectos de desarrollo ambiental y de los recursos naturales renovables, que hayan sido discutidos y aprobados a nivel regional, conforme a las normas de planificación ambiental de que trata la presente ley;
4. Participar en la elaboración de planes, programas y proyectos de desarrollo ambiental y de los recursos naturales renovables a nivel departamental.
5. Colaborar con las Corporaciones Autónomas Regionales en la elaboración de los planes regionales y en la ejecución de programas, proyectos y tareas necesarios para la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables.
6. Ejercer, a través del alcalde como primera autoridad de policía con el apoyo de la Policía Nacional y en coordinación con las demás entidades del Sistema Nacional Ambiental -SINA-, con sujeción a la distribución legal de competencias, funciones de control y vigilancia del medio ambiente y los recursos naturales renovables, con el fin de velar por el cumplimiento de los deberes del Estado y de los particulares en materia ambiental y de proteger el derecho constitucional a un ambiente sano.
7. Coordinar y dirigir, con la asesoría de las Corporaciones Autónomas Regionales las actividades permanentes de control y vigilancia ambientales que se realicen en el territorio del municipio o distrito con el apoyo de la fuerza pública, en relación con la movilización, procesamiento, uso, aprovechamiento y comercialización de los recursos naturales renovables o con actividades contaminantes y degradantes de las aguas, el aire o el suelo.

8. Dictar, dentro de los límites establecidos por la ley, los reglamentos y las disposiciones superiores, las normas de ordenamiento territorial del municipio y las regulaciones sobre usos del suelo.

9. Ejecutar obras o proyectos de descontaminación de corrientes o depósitos de agua afectados por vertimientos del municipio, así como programas de disposición, eliminación y reciclaje de residuos líquidos y sólidos y de control a las emisiones contaminantes del aire.

10. Promover, cofinanciar o ejecutar, en coordinación con los entes directores y organismos ejecutores del Sistema Nacional de Adecuación de Tierras y con las Corporaciones Autónomas Regionales, obras y proyectos de irrigación, drenaje, recuperación de tierras, defensa contra las inundaciones y regulación de cauces o corrientes de agua, para el adecuado manejo y aprovechamiento de cuencas y micro cuencas hidrográficas.

**PARÁGRAFO** - Las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria a Pequeños Productores -UMATAS- prestarán el servicio de asistencia técnica y harán transferencia de tecnología en lo relacionado con la defensa del medio ambiente y la protección de los recursos naturales renovables.

**ARTÍCULO 66.- Competencias de Grandes Centros Urbanos.** Los municipios, distritos o áreas metropolitanas cuya población urbana fuere igual o superior a un millón (1'000.000) de habitantes ejercerán dentro del perímetro urbano las mismas funciones atribuidas a las Corporaciones Autónomas Regionales, en lo que fuere aplicable al medio ambiente urbano.

Además de las licencias ambientales, concesiones, permisos y autorizaciones que les corresponda otorgar para el ejercicio de actividades o la ejecución de obras dentro del territorio de su jurisdicción las autoridades municipales, distritales o metropolitanas tendrán la responsabilidad de efectuar el control de vertimientos y emisiones contaminantes, disposición de desechos sólidos y de residuos tóxicos y peligrosos, dictar las medidas de corrección o mitigación de daños ambientales y adelantar proyectos de saneamiento y descontaminación.

Los municipios, distritos o áreas metropolitanas de que trata el presente artículo asumirán ante las Corporaciones Autónomas Regionales la obligación de transferir el 50% del recaudo de las tasas retributivas o compensatorias causadas dentro del perímetro urbano y de servicios, por el vertimiento de efluentes contaminantes conducidos por la red de servicios públicos y arrojados fuera de dicho perímetro, según el grado de materias contaminantes no eliminadas con que se haga el vertimiento.

### **2.3. DECRETO 1594 DE 1984. USO DEL AGUA Y RESIDUOS LÍQUIDOS**

Artículo 169: Los usuarios cuyos vertimientos estén conectados a un alcantarillado provisto de planta de tratamiento de residuos líquidos, deberán dar aviso a la

entidad encargada de la operación de la planta, cuando con vertimiento ocasional o accidental puedan perjudicar su operación.

Artículo 74: parágrafo determina que las EMAR pueden exigir a los usuarios valores más restrictivos en el vertimiento cuando se produzcan concentraciones en el cuerpo receptor que excedan los criterios de calidad para el uso o usos asignados al recurso.

#### **2.4. RESOLUCIÓN 3957 DE 2009**

La presente Resolución se aplicará a los vertimientos de aguas residuales diferentes a las de origen doméstico y a los generados por las aguas lluvias dentro del perímetro urbano de Bogotá D.C.

**El registro de vertimientos.** Es la facultad que tiene la entidad para llevar y sentar la información de manera ordenada sucesiva y completa referente a los vertimientos realizados a la red de alcantarillado público o a fuentes superficiales para la administración del recurso hídrico.

Todo Usuario que genere vertimientos de aguas residuales, exceptuando los vertimientos de agua residual doméstica realizados al sistema de alcantarillado público está obligado a solicitar el registro de sus vertimientos ante la Secretaria Distrital de Ambiente – SDA.

**Tramitar el permiso de vertimiento.** Todos aquellos Usuarios que presenten por lo menos una de las siguientes condiciones deberán realizar la auto declaración, tramitar y obtener permiso de vertimientos ante la Secretaria Distrital de Ambiente.

- a) Usuario generador de vertimientos de agua residual industrial que efectúe descargas liquidas a la red de alcantarillado público del Distrito Capital.
- b) Usuario generador de vertimientos no domésticos que efectúe descargas liquidas al sistema de alcantarillado público del Distrito Capital y que contenga una o más sustancias de interés sanitario

### **3. MARCO TEÓRICO**

El agua es uno de los compuestos más abundantes de la naturaleza y cubre aproximadamente las tres cuartas partes de la superficie de la tierra. Sin embargo, en contra de lo que pudiera parecer, diversos factores limitan la disponibilidad de agua para uso humano. Más del 97% del agua total del planeta se encuentra en los océanos y otras masas salinas, y no están disponibles para casi ningún propósito. Del 3% restante, por encima del 2% se encuentra en estado sólido, hielo, resultando prácticamente inaccesible. Por tanto, podemos terminar diciendo que para el hombre y sus actividades industriales y agrícolas, sólo resta un 0,62 % que se encuentra en lagos, ríos y agua subterráneos. La cantidad de agua disponible es ciertamente escasa, aunque mayor problema es aún su distribución irregular en el planeta.

Un mayor suministro de agua significa una mayor carga de aguas residuales. Si se entiende por desarrollo sostenible aquel que permita compatibilizar el uso de los recursos con la conservación de los ecosistemas.

Hay que considerar también que el hombre influye sobre el ciclo del agua de dos formas distintas, bien directamente mediante extracción de las mismas y posterior vertido de aguas contaminadas como se ha dicho, o bien indirectamente alterando la vegetación y la calidad de las aguas.

#### **3.1. CONTAMINACIÓN DE AGUAS**

Podría afirmarse que cualquier cambio químico, físico o biológico respecto a un nivel base "natural" constituye un fenómeno de contaminación. En este sentido, la contaminación se considera como una consecuencia del progreso, especialmente del desarrollo industrial.

La contaminación actúa sobre el medio ambiente acuático alterando el delicado equilibrio de los diversos ecosistemas integrado por organismos productores, consumidores y descomponedores que interactúan con componentes sin vida originando un intercambio cíclico de materiales.

El hombre continúa utilizando el agua con su contaminación. Es difícil eliminar los contaminantes y si el agua original tiene gran proporción de minerales, el problema se complica.

No se pretende afirmar que antes de llegar el hombre con su tecnología, el agua era pura. Aún después de la aparición del hombre, transcurrieron muchos años antes de que hubiera ningún cambio en el ambiente. Cuando las poblaciones

empezaron a verter sus desechos en ríos y lagos fue cuando las aguas se deterioraron.

Las aguas residuales constituyen un importante foco de contaminación de los sistemas acuáticos, siendo necesarios los sistemas de depuración antes de evacuarlas, como medida importante para la conservación de dichos sistemas.

Las aguas residuales, contaminadas, son las que han perdido su calidad como resultado de su uso en diversas actividades. También se denominan vertidos. Se trata de aguas con un alto contenido en elementos contaminantes, que a su vez van a contaminar aquellos sistemas en los que son evacuadas.

Del total de vertido generado por los focos de contaminación, sólo una parte será recogida en redes de saneamiento, mientras que el resto será evacuado a sistemas naturales directamente.

### **3.2. TIPOS DE CONTAMINACIÓN**

Se clasifican según el factor ecológico que altere, aunque suelen afectar a más de un factor.

- Contaminación física

Las sustancias que modifican factores físicos, pueden no ser tóxicas en sí mismas, pero modifican las características físicas del agua y afectan a la biota acuática.

- Sólidos en suspensión, turbidez y color
- Agentes tensoactivos
- Temperatura
- Contaminación química

Algunos efluentes cambian la concentración de los componentes químicos naturales del agua causando niveles anormales de los mismos. Otros, generalmente de tipo industrial, introducen sustancias extrañas al medio ambiente acuático, muchos de los cuales pueden actuar en detrimento de los organismos acuáticos y de la calidad del agua en general. En este sentido es en el que puede hablarse propiamente de contaminación.

- Salinidad

- pH
- Sustancias marcadamente tóxicas
- Desoxigenación
- Contaminación por agentes bióticos.

Son los efectos de la descarga de material biogénico, que cambia la disponibilidad de nutrientes del agua, y por tanto, el balance de especies que pueden subsistir. El aumento de materia orgánica origina el crecimiento de especies heterótrofas en el ecosistema, que a su vez provoca cambios en las cadenas alimentarias.

Un aumento en la concentración de nutrientes provoca el desarrollo de organismos productores, lo que también modifica el equilibrio del ecosistema.

### **3.3. TIPOS DE AGUAS RESIDUALES**

La clasificación se hace con respecto a su origen, ya que este origen es el que va a determinar su composición.

#### **3.3.1. Aguas residuales urbanas**

Son los vertidos que se generan en los núcleos de población urbana como consecuencia de las actividades propias de éstos.

Los aportes que generan esta agua son:

- aguas negras o fecales
- aguas de lavado doméstico
- aguas de limpieza de calles
- aguas de lluvia y lixiviados

Las aguas residuales urbanas presentan una cierta homogeneidad cuanto a composición y carga contaminante, ya que sus aportes van a ser siempre los mismos. Pero esta homogeneidad tiene unos márgenes muy amplios, ya que las características de cada vertido urbano van a depender del núcleo de población en el que se genere, influyendo parámetros tales como el número de habitantes, la existencia de industrias dentro del núcleo, tipo de industria, etc.

### **3.3.2. Aguas residuales industriales**

Son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos no sólo de una industria a otro, sino también dentro de un mismo tipo de industria.

A veces, las industrias no emiten vertidos de forma continua, si no únicamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial. También son habituales las variaciones de caudal y carga a lo largo del día.

Son mucho más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar.

Su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso.

### **3.4. TIPOS DE CONTAMINANTES**

Actualmente, la contaminación de los cauces naturales tiene su origen en tres fuentes:

- vertidos urbanos
- vertidos industriales
- contaminación difusa (lluvias, lixiviados, etc.)

#### **3.4.1. Clasificación de los contaminantes**

Las sustancias contaminantes que pueden aparecer en un agua residual son muchas y diversas.

- **Contaminantes orgánicos**



Son compuestos cuya estructura química está compuesta fundamentalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Son los contaminantes mayoritarios en vertidos urbanos y vetados generados en la industria agroalimentaria.

Los compuestos orgánicos que pueden aparecer en las aguas residuales son:

**Proteínas:** proceden fundamentalmente de excretas humanas o de desechos de productos alimentarios. Son biodegradables, bastante inestables y responsables de malos olores.

**Carbohidratos:** incluimos en este grupo azúcares, almidones y fibras celulósicas. Proceden, al igual que las proteínas, de excretas y desperdicios.

**Aceites y grasas:** altamente estables, inmiscibles con el agua, proceden de desperdicios alimentarios en su mayoría, a excepción de los aceites minerales que proceden de otras actividades.

**Otros:** incluiremos varios tipos de compuestos, como los tensoactivos, fenoles, organoclorados y organofosforados, etc. Su origen es muy variable y presentan elevada toxicidad.

- **Contaminantes inorgánicos**

Son de origen mineral y de naturaleza variada: sales, óxidos, ácidos y bases inorgánicos, metales, etc.

Aparecen en cualquier tipo de agua residual, aunque son más abundantes en los vertidos generados por la industrial

Los componentes inorgánicos de las aguas residuales estarán en función del material contaminante así como de la propia naturaleza de la fuente contaminante.

## **Contaminantes habituales en las aguas residuales**

**Los que se presentan a continuación son los contaminantes habituales de las aguas residuales**

### Arenas

Entendemos como tales una serie de particular de tamaño apreciable y que en su mayoría son de naturaleza mineral, aunque pueden llevar adherida materia orgánica. Las arenas enturbian las masas de agua cuando están en movimiento, o

bien forman depósitos de lodos si encuentran condiciones adecuadas para sedimentar.

#### Grasas y aceites

Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier tipo de tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en los primeros pasos del tratamiento de un agua residual.

#### Residuos con requerimiento de oxígeno

Son compuestos tanto orgánicos como inorgánicos que sufren fácilmente y de forma natural procesos de oxidación, que se van a llevar a cabo con u con sumo de oxígenos del medio. Estas oxidaciones van a realizarse bien por vía química o bien por vía biológica.

#### Nitrógeno y fósforo

Tienen un papel fundamental en el deterioro de las masas acuáticas. Su presencia en las aguas residuales es debida a los detergentes y fertilizantes, principalmente. El nitrógeno orgánico también es aportado a las aguas residuales a través de las excretas humanas.

#### Agentes patógenos

Son organismos que pueden ir en mayor o menor cantidad en las aguas residuales y que son capaces de producir o transmitir enfermedades.

#### Otros contaminantes específicos

Incluimos sustancias de naturaleza muy diversa que provienen de aportes muy concretos: metales pesados, fenoles, petróleo, pesticidas, etc.

### **3.5. SISTEMAS DE TRATAMIENTO**

Las aguas contaminadas provienen de diferentes fuentes, como pueden ser las industrias y las zonas habitacionales, por lo que están compuestas de partículas muy variadas, tanto en tamaño como en composición, por esto es necesario hacer una división de los procesos de limpieza, simplificándolos. Los tratamientos para

las guas de desecho, pueden reconocerse en base a su ubicación en el proceso de limpieza, como primarios, secundarios y terciarios.

### **3.5.1. Tratamiento Preliminar**

Es el tratamiento básico que se le da a los vertimientos no domésticos con el fin de remover sólidos gruesos y objetos que puedan impedir el funcionamiento de bombas u equipos o causar taponamiento en las redes internas.

- Rejillas:

Es importante como tratamiento primario se busque remover la materia flotante que trae consigo el agua, ya que si no se eliminan pueden causar daños a los mecanismos o bloquear tuberías. Estas deben ser diseñadas de un material anticorrosivo para evitar el desgaste con la fricción del paso del agua y se fabrican de acuerdo dejando una abertura entre sus barras dependiendo del propósito que se busque.

- Trampa de aceites y grasas:

Es la parte del sistema que intercepta las grasas presentes en las aguas negras, se constituyen de tanques pequeños de flotación donde la grasa sale a la superficie, y es retenida mientras el agua aclarada sale por una descarga inferior. No lleva partes mecánicas y el diseño es parecido al de un tanque séptico.

- Tanque de neutralización

Este tratamiento consiste en la corrección del pH de las aguas, la mayoría de las veces estas se encuentran acidas, la neutralización se efectúa por la adición de una sustancia alcalina (cal hidratada). La neutralización de aguas acidas produce la precipitación de metales, una vez que estos son usualmente solubles en bajo pH.

- Desarenador

Los desarenadores son estructuras hidráulicas que tienen como función remover las partículas de cierto tamaño que la captación de una fuente superficial permite pasar.

### **3.5.2. Tratamiento Primario**

Los sistemas primarios son los más sencillos en la limpieza del agua y tienen la función de preparar el agua, limpiándola de todas aquellas partículas cuyas dimensiones puedan obstruir o dificultar los procesos consecuentes.

- Coagulación

La coagulación se refiere al proceso de desestabilización de las partículas suspendidas de modo que se reduzcan las fuerzas de separación entre ellas

- Floculación

La floculación tiene la relación con los fenómenos de transporte dentro del líquido para que las partículas hagan contacto.

- Flotación

Cuando la densidad de las partículas o aglomerados a separar es cercana o menor a la del vertimiento, estos tienden a ascender a la superficie del líquido. Cuando la velocidad de ascenso es muy baja, la eficiencia de la separación puede ser aumentada mediante la introducción de un gas en la fase líquida, las burbujas de esta se adhieren a las partículas aglomeradoras, hacen que su densidad disminuya y como consecuencia que asciendan más rápidamente hasta la superficie del líquido.

- Sedimentación:

Este proceso está planteado como complementario en el desarrollo total de la limpieza del agua. La función básica es separar las partículas suspendidas del agua. Los sistemas de decantación pueden ser simples, es decir trabajar únicamente por gravedad, eliminando las partículas más grandes y pesadas, o bien, se pueden utilizar sistemas coagulantes, para alterar a las partículas finas y retirarlas del agua.

### **3.5.3. Tratamiento Secundario**

Cuando aún con los tratamientos anteriores no se da cumplimiento a las normas ambientales es necesario implantar componentes de tratamiento adicionales. Estos consideran los sistemas biológicos y químicos que se emplean para eliminar la mayor parte de la materia orgánica.

- Lodos activados

El proceso de lodos activados es un método de tratamiento de aguas residuales en el que la materia orgánica carbonosa de las aguas residuales constituye una fuente de energía para la producción de nuevas células de una población mixta de microorganismos en un ambiente aeróbico acuático.

- Filtros percoladores

Un filtro percolador consiste en un lecho de los medios de comunicación altamente permeable en cuya superficie una población mixta de microorganismos se desarrolla como una capa de limo.

- Laguna facultativa y aireación

son un tipo de lagunas de estabilización utilizadas para el tratamiento biológico de los industriales y domésticos de aguas residuales . De aguas residuales o de residuos orgánicos procedentes de la elaboración de alimentos o fibra.

- UASB

Son un tipo de bioreactor tubular que operan en régimen continuo y en flujo ascendente, es decir, el afluente entra por la parte inferior del reactor, atraviesa todo el perfil longitudinal, y sale por la parte superior. Son reactores anaerobios en los que los microorganismos se agrupan formando biogránulos.

#### **3.5.4. Tratamiento Terciario**

El tratamiento terciario es el último componente, requerido cuando aun después de someter el agua residual a tratamiento secundario no se cumple con las normas establecidas en la legislación ambiental.

- Intercambio iónico

El intercambio iónico es una reacción química reversible, que tiene lugar cuando un ion de una disolución se intercambia por otro ion de igual signo que se encuentra unido a una partícula sólida inmóvil. Por sus propiedades como disolvente y su utilización en diversos procesos industriales, el agua acostumbra a tener muchas impurezas y contaminantes. Las sales metálicas se disuelven en el agua separándose en iones, cuya presencia puede ser indeseable para los usos habituales del agua. Además, el creciente interés por el medio ambiente, impone establecer tratamientos eficaces que eviten el deterioro de la calidad de las aguas, especialmente por el vertido de efluentes industriales altamente contaminados.

Entre todos los tratamientos posibles, el intercambio iónico es una opción a considerar.

- Filtro de carbón activado

La adsorción constituye uno de los procesos más utilizados dentro de los sistemas de tratamiento terciario de las aguas residuales. Se emplea, fundamentalmente, para retener contaminantes de naturaleza orgánica, presentes, en general, en concentraciones bajas, lo que dificulta su eliminación por otros procedimientos. Cabe citar la eliminación de compuestos fenólicos, hidrocarburos aromáticos nitrados, derivados clorados, sustancias coloreadas, así como otras que comunican olor y sabor a las aguas. Los adsorbentes más empleados son el gel de sílice, la alúmina y, sobre todo, el carbón activo y determinadas resinas sintéticas. Estas últimas son particularmente interesantes para la eliminación de compuestos polares. Además, son fácilmente regenerables, lo que las hace competitivas frente al carbón activo en muchos casos. El adsorbente más ampliamente utilizado para el tratamiento de aguas residuales es, el carbón activo.

- Osmosis inversa

La Osmosis Inversa consiste en separar un componente de otro en una solución, mediante las fuerzas ejercidas sobre una membrana semi-permeable. Su nombre proviene de "osmosis", el fenómeno natural por el cual se proveen de agua las células vegetales y animales para mantener la vida.

En el caso de la Osmosis, el solvente (no el soluto) pasa espontáneamente de una solución menos concentrada a otra más concentrada, a través de una membrana semi-permeable. Entre ambas soluciones existe una diferencia de energía, originada en la diferencia de concentraciones. El solvente pasará en el sentido indicado hasta alcanzar el equilibrio. Si se agrega a la solución más concentrada, energía en forma de presión, el flujo de solvente se detendrá cuando la presión aplicada sea igual a la **presión Osmótica Aparente** entre las 2 soluciones.

## 4. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LOS VERTIMIENTOS

De acuerdo con el documento “Guía para la apreciación de la contaminación hídrica” del Ministerio de Medio Ambiente elaborado en 1997, se presentan unas características típicas, las cuales se consideraran para ser incluidas en este documento:

### 4.1. DERIVADOS DE LECHE

Las aguas residuales de la leche son generalmente neutras o un poco alcalinas, pero tiene tendencia a volverse ácida muy rápidamente a causa de la fermentación del azúcar de la leche transformándose en ácido láctico. La lactosa en aguas residuales puede pasar a ácida cuando los cursos de agua están sin oxígeno y el bajo pH puede causar la precipitación de la caseína. Se ilustra en la siguiente Tabla [4]:

Tabla 4: Caracterización de aguas en el sector de lácteos

PARAMETROS	LIMITE INFERIOR	LIMITE INTERMEDIO	LIMITE SUPERIOR
pH unidades de pH	6 - 8	6 - 8	> 9
SST mg/l SST	50	180	800
DBO <sub>5</sub> mg/l O <sub>2</sub>	40	300	500
DQO <sub>5</sub> mg/l O <sub>2</sub>	50	600	1000
Grasas y aceites mg/l	20	80	400

Fuente: Formulación de planes de Pretratamiento de efluentes industriales

### 4.2. PROCESAMIENTO DE CARNES

Los vertimientos de los corrales donde se encierra el ganado contienen excremento tanto líquido como sólido, cuya carga contaminante varía de acuerdo con la existencia de cobertizos y la frecuencia del lavado. En la zona de sacrificio, los desperdicios producen una cantidad considerable de materia en suspensión, la sangre tiene mucho nitrógeno y se descompone con facilidad. Las concentraciones establecidas son las siguientes. (Ver Tabla 5):

**Tabla 5: Caracterización de aguas en el sector de procesamiento de carne**

PARAMETROS	LIMITE INFERIOR	LIMITE INTERMEDIO	LIMITE SUPERIOR
pH unidades de pH	6 - 8	6 - 8	< 4,5 y > 9
SST mg/l SST	50	180	900
DBO <sub>5</sub> mg/l O <sub>2</sub>	40	1000	1200
DQO <sub>5</sub> mg/l O <sub>2</sub>	50	1500	2500
Grasas y aceites mg/l	20	400	200
Nitrogeno total mg/l de N	40	180	120

*Fuente: Formulación de planes de Pretratamiento de efluentes industriales*

### 4.3. SACRIFICIO DE AVES

Los vertimientos procedentes de las operaciones de preparación de la carne de aves contienen diversas cantidades de sangre, plumas, resto de carne, grasas, lavado de vísceras, alimentos digeridos y sin digerir, estiércol y partículas extrañas. El estiércol de lugar de recepción y de alimentación, así como la sangre procedente de sacrificio y de las operaciones de colgar aves, son las que contribuyen a la contaminación producida en el proceso. Las concentraciones establecidas son las que se presentan en la Tabla 6. [6]

**Tabla 6: Caracterización de aguas en el sector de sacrificio de aves**

PARAMETROS	LIMITE INFERIOR	LIMITE INTERMEDIO	LIMITE SUPERIOR
pH unidades de pH	6 - 8	6 - 8	< 4,5 y > 9
SST mg/l SST	50	150	500
DBO <sub>5</sub> mg/l O <sub>2</sub>	40	450	900
DQO <sub>5</sub> mg/l O <sub>2</sub>	50	500	1000
Grasas y aceites mg/l	20	45	300
Nitrogeno total mg/l de N		180	180

*Fuente: Formulación de planes de Pretratamiento de efluentes industriales*

### 4.4. REFINACIÓN DEL AZÚCAR

Las aguas residuales de la industria de la caña de azúcar, son aguas ricas en potasio, nitrógeno, fósforo, calcio y materia orgánica, por lo que poseen fertilizantes y pueden ser utilizados en beneficio del suelo y los cultivos, y las concentraciones son las siguientes [6]:



**Tabla 7: Caracterización de aguas en el sector de refinación del azúcar**

PARAMETROS	LIMITE INFERIOR	LIMITE INTERMEDIO	LIMITE SUPERIOR
pH unidades de pH	6 - 8	5.5	< 4,5 y > 9
SST mg/l SST	50	80	300
DBO <sub>5</sub> mg/l O <sub>2</sub>	40	100	300
DQO <sub>5</sub> mg/l O <sub>2</sub>	0	200	1000
Grasas y aceites mg/l	20	80	150

*Fuente: Formulación de planes de Pretratamiento de efluentes industriales*

#### 4.5. CERVEZAS

En las cervecerías los residuos líquidos provienen en su mayoría de las máquinas lavadoras de botellas, del lavado de las cubas de fermentación de las centrifugas, de los filtros y de las descargas de las máquinas. La principal fuente de aguas residuales la constituyen los lavados de cocinas, tanques de fermentación y maduración, tanques de levaduras y sodas entre otros. Ver tabla 8

**Tabla 8: Caracterización de aguas en el sector de la industria de la cerveza**

PARAMETROS	LIMITE INFERIOR	LIMITE INTERMEDIO	LIMITE SUPERIOR
pH unidades de pH	6 - 8	6 - 8	< 4,5 y > 9
SST mg/l SST	50	1200	4000
DBO <sub>5</sub> mg/l O <sub>2</sub>	40	1080	1800
DQO <sub>5</sub> mg/l O <sub>2</sub>	50	1800	3000
NKT mg/l de N	60	150	150
Grasas y aceites mg/l	20	60	300

*Fuente: Formulación de planes de Pretratamiento de efluentes industriales*

#### 4.6. BEBIDAS NO ALCOHOLICAS

Dentro de éste grupo está las bebidas tanto carbónicas o gaseosas, como no carbónicas. Los vertimientos se producen del lavado de botellas, producción de jarabes, tratamiento de agua y lavado de pisos. Ver tabla 9

**Tabla 9: Caracterización de aguas en el sector de bebidas no alcohólicas**

PARAMETROS	LIMITE INFERIOR	LIMITE INTERMEDIO	LIMITE SUPERIOR
pH unidades de pH	6 - 8	5.5	< 4,5 y > 9
SST mg/l SST	50	66	300
DBO <sub>5</sub> mg/l O <sub>2</sub>	40	300	500
DQO <sub>5</sub> mg/l O <sub>2</sub>	50	750	1000
Grasas y aceites mg/l	20	60	200

*Fuente: Formulación de planes de Pretratamiento de efluentes industriales*

#### 4.7. LICORES

Las operaciones que generan vertimientos líquidos en cantidades apreciables son: la destilación que deja como residuos vinazas, y la depuración que produce flemaza, como se muestra en la Tabla 10.

**Tabla 10: Caracterización de aguas en el sector de licores**

PARAMETROS	LIMITE INFERIOR	LIMITE INTERMEDIO	LIMITE SUPERIOR
pH unidades de pH	6 - 8	5.5	< 4,5 y > 9
SST mg/l SST	50	60	1000
DBO <sub>5</sub> mg/l O <sub>2</sub>	40	800	5000
DQO <sub>5</sub> mg/l O <sub>2</sub>	50	1750	7000
Grasas y aceites mg/l	60	150	180

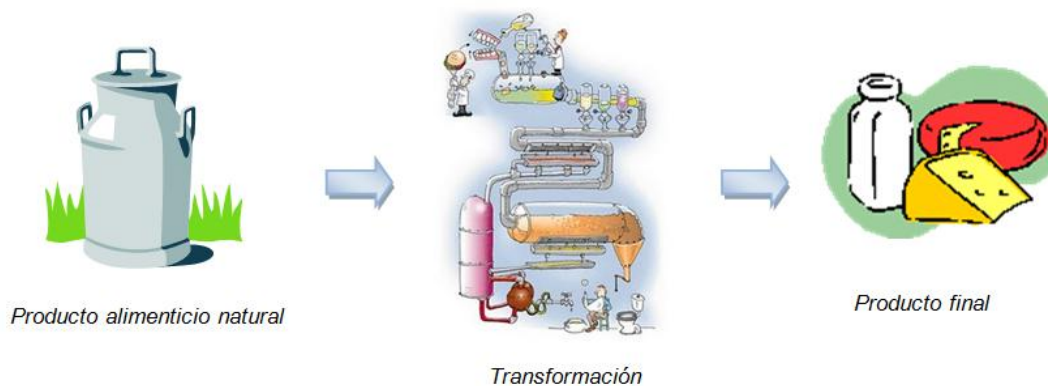
*Fuente: Formulación de planes de Pretratamiento de efluentes industriales*

## 5. PROPUESTA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

La industria de alimentos esta principalmente dedicada a la transformación y concentración de alimentos frescos mediante la utilización de diferentes procesos que finalmente permita brindar un mayor tiempo de vida útil a los productos alimenticios.

Existen procesos físicos, químicos y microbiológicos que finalmente nos lleva a lograr el objetivo, como se puede observar en la Figura 4.

Figura 4: Proceso en los alimentos



La industria de alimentos es uno de los sectores productivos que mayor impacto tiene sobre el medio ambiente, bien sea por sus procesos productivos o por los diferentes productos que salen al mercado. Cada sector en particular genera impactos y residuos en diferentes proporciones de acuerdo a los productos fabricados.

Las aguas residuales pueden tener diferentes orígenes tales como aguas sobrantes de proceso, de deshidratación, de equipos (calderas), de proceso (como por ejemplo la industria de derivados lácteos en el proceso de coagulación enzimática para la obtención de los quesos) y finalmente aguas provenientes del lavado de las instalaciones.

Para la guía se selecciono el sector productivo de Lácteos para realizar visitas a sus plantas, mediante entrevistas, conocer más de cerca los problemas ambientales que sus actividades, en cada una de las etapas de transporte, recepción, almacenamiento, procesamiento, empaque, comercialización y disposición puedan generar.

En la industria de lácteos, por la gran variedad de productos, se generan igualmente diversos residuos a nivel atmosférico, sólidos y líquidos. Primero se encuentran los gases de caldera y los finos que se presentan en el proceso de producción de leche en polvo; en residuos sólidos, se genera material de empaque, productos vencidos o terminados defectuosos. Y es en el agua donde más evidente se hace evidente la contaminación por las grasas, proteínas, sales, sólidos suspendidos y sólidos disueltos. La lactosa es el principal aportante de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y el suero resultante de la elaboración de quesos es un factor crítico, pues puede alcanzar DBO del orden de 40.000 a 50.000 mg/L

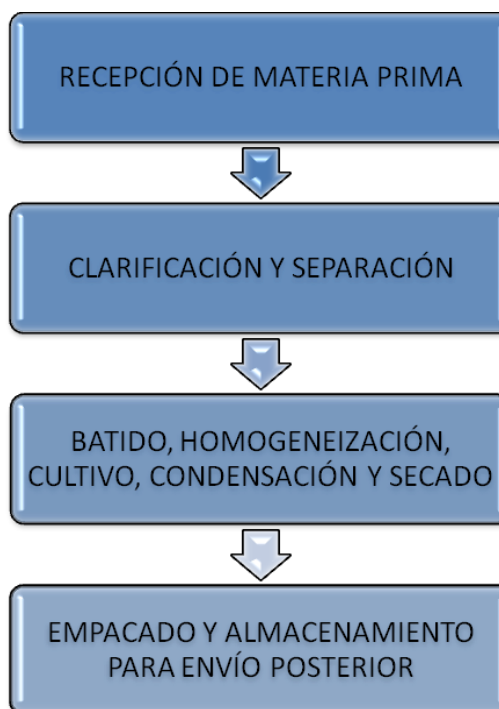
Dentro de las industrias seleccionadas se tuvieron en cuenta procesadoras de lácteos, leche pasteurizada, helados, mantequilla, leche condensada, leche en polvo, suero, y cultivos entre otros.

Los procesos de fabricación de la industria láctea se pueden describir de la siguiente manera ( Ver Figura 5):

- Recepción y almacenamiento de las materias primas, que incluye las áreas de recepción, equipos de transferencia, y grandes tanques refrigerados para almacenamiento.
- Clarificación para eliminar los sólidos suspendidos, y separación para remover la crema estos procesos se efectúan usualmente con grandes centrífugas de un diseño especial.
- Batido, homogeneización, cultivo, condensación y secado para producir mantequilla, helados, queso, leche de manteca, etc.
- Empacado y almacenamiento para envío posterior.

Las fuentes principales de desechos y aguas de la industria láctea son las aguas de lavado y enjuague de limpieza, subproductos no recuperados, o dañados o averiados, y el líquido arrastrado de los evaporadores.

**Figura 5: Proceso de fabricación de la industria láctea**



Las características significativas de las corrientes de desechos de toda planta láctea son: las variaciones marcadas del caudal, Demanda de Oxígeno Bioquímico, temperatura, y pH. En una planta de leche líquida, aproximadamente el 94 por ciento de la Demanda de Oxígeno Bioquímico proviene de la leche, derivados y otros productos comestibles. De todos los desechos, la eliminación del suero constituye el problema más difícil. Los métodos más comunes que se emplean para eliminarlo son:

- alimentos para el ganado,
- riego por rocío,
- descarga a los sistemas municipales,
- concentración y secado.

### **5.1. EL MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES NO DOMESTICAS**

Para el manejo de aguas residuales se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones como tratamiento básico de estas con el fin de dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente en el territorio nacional:

- Se debe hacer la separación de redes en las cuales deben estar definidas las no domésticas, domésticas y agua lluvias, independientes y se deben plasmar en planos.
- La caja de inspección para el aforo de vertimientos se debe construir de acuerdo a la NS 074 del acueducto y alcantarillado, en la cual se especifican los requisitos mínimos para cajas de inspección externa para efluentes industriales
- Se puede reducir la carga contaminante mediante la utilización de métodos de limpieza, que mejoren la calidad de los vertimientos, y realizar un uso eficiente del agua.
- Realizar una caracterización de las aguas para determinar y definir el tipo de tratamiento y establecer la cantidad de carga físico química del efluente.
- Primero se debe definir como **tratamiento preliminar**: Construir una trampa de grasas y de sólidos, los volúmenes de estas estructuras varían según los caudales y las concentraciones. Se debe determinar un procedimiento de limpieza de estas trampas de las que se genera un residuo el cual no se debe mezclar con los demás generados en la empresa, deben ser almacenados por separado y disponerlo de manera segura y controlada.

Es importante tener en cuenta que para el proceso de limpieza y desinfección los productos utilizados para dicha actividad no deben presentar un alto contenido en fenoles y cresoles, ya que estos pueden modificar las condiciones del efluente al momento de una caracterización.

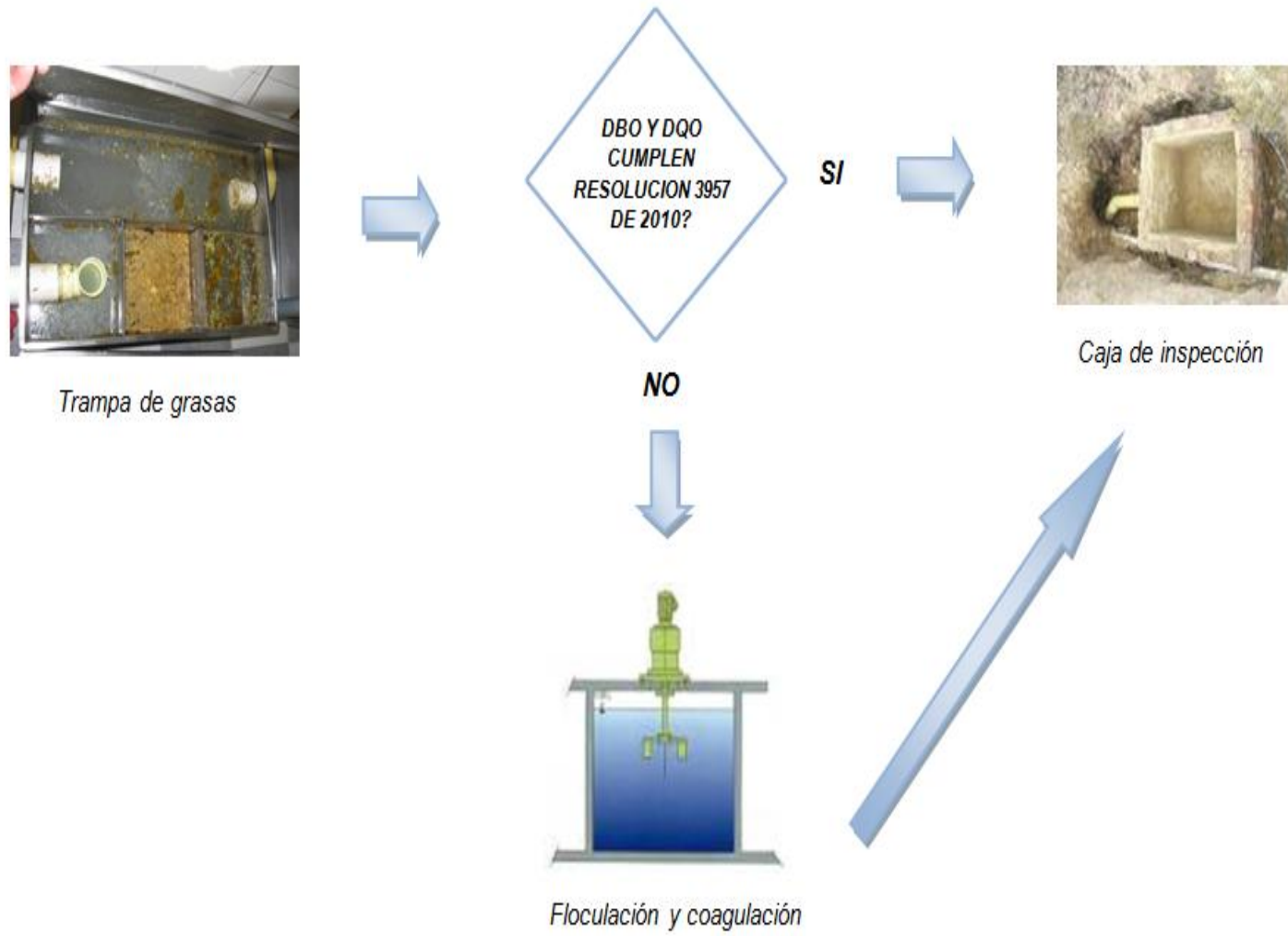
- Si los resultados de la caracterización muestran que la carga físicoquímica no cumple con lo establecido en la normatividad ambiental para aguas no domésticas se deberá establecer un **tratamiento primario** (Ver Figura 6), construir un tanque de floculación o coagulación que consiste en adicionar un coagulante el cual le permite aglomerar partículas y decantarlas permitiendo que el efluente mejore sus condiciones de descarga a la red de alcantarillado público; se debe tener en cuenta que para la instalación de este tratamiento se deben modificar las condiciones de pH a un rango aproximado entre 6 – 10, con el fin que el coagulante (ej: sulfato de aluminio II, polímeros de alta densidad), le den condiciones al efluente después del proceso y su paso al punto de muestreo positivas con respecto a la norma.
- Finalmente el efluente pasa a la caja de inspección externa en la cual se toma la muestra para una posterior caracterización.

Los tratamientos de aguas residuales en las industrias de alimentos específicamente en la industria de lácteos pueden variar según el tamaño de la empresa y el proceso desarrollado, en industrias grandes se tiene evidencia que existen procesos como lagunas facultativas ya que este tipo de industrias tienen disponibilidad de terrenos, permitiendo condiciones aerobias y anaerobias para el tratamiento del agua por medio de ciclos biológicos de descontaminación de esta.

Por otra parte están las industrias que no cuentan con este tipo de facilidades, sin embargo presentan un nivel productivo alto el cual les permite montar un tipo de tratamiento menos costoso y que le puede traer beneficios económicos y ecológicos a las industrias por medio de una separación por gravedad o aireación que permite el montaje de sistemas complejos de remoción por gravedad de la materia orgánica del efluente basándose en la densidad.

Sin embargo para el tipo de industrias presentadas en esta propuesta mediana, pequeña y micro empresa, el tratamiento a seguir sería el mencionado anteriormente que le puede traer buenos beneficios ecológicos, económicos y están más acorde con el nivel de producción y caudales que se puedan presentar en este tipo de industrias.

Figura 6: propuesta sistema de tratamiento en empresas de lácteos





## 5.2. PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA - PML

Para la industria de alimentos lácteos el proceso evolutivo de la PML, se ve reflejado principalmente en:

- **Reutilización en el sitio:**

Numerosos procesos internos dentro del amplio engranaje productivo generan residuos intermedios que pueden tratarse con bajos niveles de inversión y pueden reutilizarse. En el caso de las empresas de alimentos puede incluso derivarse una línea de subproductos que minimice los vertimientos o la generación de residuos sólidos, aumentando los niveles de productividad de la empresa.

- **Procesamiento del suero en la industria láctea.**

Este es un producto que generalmente se considera residuo y es vertido a las fuentes de agua sin algún tratamiento previo. Dada su composición de proteínas, grasa y carbohidratos (lactosa), es un sustrato ideal para procesos fermentativos y de obtención de otros productos, principalmente queso ricotta, aunque también hay avances en la producción de etanol (por fermentación con *Kluyveromyces fragilis*), procesos de desmineralización, hidrólisis de lactosa y producción de metano. Descritos en la Tabla 11.

Tabla 11: Composición porcentual de los lactosa en sueros

COMPONENTE	LIQUIDI		SOLIDO	
	DULCE*	ACIDO**	DULCE	ACIDO
PROTEINA	0,8	0,7	12	12
LACTOSA	4,9	4,4	73,3	68,7
MINERALES	0,5	0,8	7,9	11,5
GRASA	0,2	0,04	1,3	0,8
AGUA	93	93,5	4,6	3,9
ACIDO LACTICO	0,2	0,5	1,7	4,6

\*Suero procedente de la coagulación enzimática de la leche (pH ≈ 6,4)

\*\*Suero procedente de la coagulación ácida de la leche (pH ≈ 4,5)

Fuente: Formulación de planes de Pretratamiento de efluentes industriales

Por otra parte las autoridades ambientales y las industrias han reconocido que la prevención de la contaminación es más rentable que el control de la misma, por lo cual han buscado oportunidades para ser ambientalmente más eficientes y han

encontrado en la PML una herramienta de competitividad de las empresas mediante la implementación de estas medidas.

## 6. CONCLUSIONES

Los residuos derivados de los procesos industriales son por lo general sustancias que contienen componentes negativos para el medio ambiente. Por este motivo, el control que se debe ejercer sobre ellos ha de ser rigurosa, sin dejar de lado ningún aspecto en lo concerniente a su producción, transporte, almacenado y eliminación.

La industria alimenticia Al desarrollar e implementar medidas de Producción Más Limpia pueden minimizar los costos y el tiempo de manejo de los impactos generados al medio ambiente.

Para el manejo de las aguas residuales no domesticas se debe tener en cuenta inicialmente la carga contaminante, esto con el fin de implementar un sistema de tratamiento de estas acorde con los caudales generados por el establecimiento.

Es claro que la industria alimentaria genera una gran cantidad de residuos que van a parar a la atmósfera, a las fuentes de agua o a los sitios para disposición final de residuos sólidos. También lo es el que tales residuos comprometen gravemente los ecosistemas por su alta concentración de materia orgánica. Entonces es imperativo que quienes se encargan de los procesos también tengan clara su responsabilidad y la necesidad de implementar planes adecuados de producción más limpia, antes que costosas inversiones en tratamiento de residuos.

## 7. RECOMENDACIONES

Es importante recordar que un tratamiento para aguas residuales no domésticas, se debe implementar después de conocer el caudal generado por la industria, y al momento de conocer su carga físico-química, ya que esto es fundamental para establecer qué tipo de tratamiento se va a instalar.

Se debe determinar que si al momento de instalar un tratamiento de coagulación el tipo de coagulante utilizado, no afecte el efluente que se va a descargar, ya que si no se maneja de forma controlada puede afectar los resultados de una caracterización a este, y puede modificar resultados que afecten a la industria, al momento de dar cumplimiento con las normas ambientales.

Identificar al momento de comprar detergentes o desinfectantes utilizados en las actividades de limpieza, que estos no contengan una concentración muy alta de fenoles o cresoles pues esto también puede afectar el efluente al momento de la descarga y de igual manera modificar los resultados de una caracterización.

## BIBLIOGRAFÍA

1. GRUPO DE INVESTIGADORES AMBIENTALES. Evaluación Técnica y económica de Tecnologías para Reusó de Aguas de procesos en industrias de los sectores alimentos, textil, curtiembres y galvanoplastia. Primera edición marzo de 2005.
2. RESOLUCIÓN 3957 DEL 19 JUNIO DE 2009, Secretaria Distrital de Ambiente SDA
3. SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE, Proyecto Zonas Piloto de Recuperación Ambiental (ZOPRA). Base de datos de la Localidad de Fontibón Agosto 2009.
4. GUIA AMBIENTAL, Para el Sector Alimentos, Acercar, SDA, Bogotá, D.C., Marzo de 2004.
5. VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA, ACERCAR, DAMA, CINSET, 1999. Pág. 55 – 68.
6. FORMACIÓN DE PLANES DE PRE TRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES, Ministerio de –medio Ambiente, 2002
7. MANUAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS. DEPARTAMENTO DE SANIDAD DEL ESTADO DE NUEVA YORK, Limusa Noriega Editores.
8. TRATAMIENTO DE AGUA PARA LA INDUSTRIA Y OTROS USOS. Eskel Nordel. C.E.C.S.A.
9. INGENIERIA DE AGUAS RESIDUALES, TRATANIENTO, VERTIDO Y REUTILIZACION, Prólogo de Angel Cajigas. Mc Graw Hill
10. MANUAL DE DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES ORÍGEN, DESCARGA, TRATAMIENTO Y TRATAMIENTO Y ANALISIS DE AGUAS RESIDUALES, Cooperación Técnica República Federal de Alemania.
11. QUIMICA PARA INGENIERIA AMBIENTAL, Clair N. Sawyer; Perry L. Mc Carty, Mc Graw Hill, Bogotá 2001.
12. WATER SUPPLY AND SEWERAGE, Terence J. Mc Ghee, Mc Graw Hill, New York 1960.

13. INGENIERIA AMBIENTAL CONTAMINACIÓN Y TRATAMIENTOS, Alfa Omega Grupo Editorial S.A., Ramon Sans Fonfria, 1999.
14. PURIFICACION DE AGUAS Y TRATAMIENTO Y REMOCION DE AGUAS RESIDUALES, Gordon Maskew Fair, Limusa Noriega editores, 2005.
15. ABASTECIMIENTO DE AGUAS Y REMOSION DE AGUAS RESIDUALES, editorial Limusa, Gordon Maskew Fair, Mexico, 1979.
16. EL AGUA, Universidad Central, Carlos Jaime Prieto Bolivar, 2002.
17. MANUAL DEL AGUA, Mc Graw Hill, Nalco Chemical Company, Mexico, 1989.
18. ECOLOGIA INDUSTRIAL: INGENIERIA MEDIO AMBIENTAL APLICADA A LA INDUSTRIA Y A LA EMPRESA. Manual para responsables medioambientales, Mariano Seoanez Calvo, Ediciones Mundiprensas, 1998.
19. ECOLOGIA PLANETA, Margalef, Barcelona, 1981.
20. TEORIA DE LOS SISTEMAS ECOLOGICOS, Margalef R., Publicaciones universales de Barcelona, 1991.
21. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA DE 1991, Asamblea Nacional Constituyente.
22. LEY 99 DE 1993. Mediante esta Ley se creó el Ministerio del Medio de Ambiente.
23. DECRETO 1594 DE 1984. USO DEL AGUA Y RESIDUOS LÍQUIDOS, Ministerio de Agricultura

## ANEXO 1: GLOSARIO

Los conceptos que se presentan a continuación están orientados a facilitar la comprensión del contenido.

**ACIDEZ:** La capacidad cuantitativa del agua de neutralizar una base, expresada en equivalente de carbonato de calcio en PPM o del mg/l. El número de los átomos de hidrógeno que están presente determina esto. Es medido generalmente por medio de una valoración con una solución de hidróxido sódico estándar. [2]

**AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS:** Desechos líquidos provenientes de la actividad doméstica en residencias, edificios e instituciones. [2]

**AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS:** Son los residuos líquidos procedentes de una actividad comercial, industrial o de servicios y que en general, tienen características notablemente distintas a las domesticas. [2]

**AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES:** Desechos líquidos provenientes de las actividades industriales. [2]

**AUTODECLARACIÓN:** Para efectos de dar cumplimiento a lo establecido en el acuerdo 332 de 2008 se entenderá por auto declaración el diligenciamiento por parte de todos los Usuarios que requieran permiso de vertimientos del Formulario Único Nacional de Solicitud de Permiso de Vertimientos, el cual deberá ser presentado junto con los anexos exigidos por la Secretaria Distrital de Ambiente-SDA. [2]

**CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES:** Determinación de la cantidad y características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales. [2]

**CARGA CONTAMINANTE DIARIA (Cc):** Es el resultado de multiplicar el caudal promedio por la concentración de la sustancia contaminante, por el factor de conversión de unidades y por el tiempo diario de vertimiento del Usuario, medido en horas, es decir: [2]

**CAUDAL PROMEDIO HORARIO:** Corresponde al valor del promedio aritmético de todos los caudales medidos durante la caracterización realizada de acuerdo a los lineamientos que para ello se exponen en la presente norma. [2]

**CRESOL:** Grupo de compuestos químicos manufacturados que también se presentan de manera natural en el medio ambiente. En forma pura son sólidos incoloros, pero pueden ser líquidos si ocurren en mezclas.

**DBO (Demanda Biológica de Oxígeno):** La cantidad de oxígeno (medido en el mg/l) que es requerido para la descomposición de la materia orgánica por los organismos unicelulares, bajo condiciones de prueba. Se utiliza para medir la cantidad de contaminación orgánica en aguas residuales. [2]

**DQO (Demanda Química de Oxígeno):** Cantidad de oxígeno (medido en mg/L) que es consumido en la oxidación de materia orgánica y materia inorgánica oxidable, bajo condiciones de prueba. Es usado para medir la cantidad total de contaminantes orgánicos presentes en aguas residuales. En contraposición al BOD, con el DQO prácticamente todos los compuestos son oxidados. [2]

**FENOL:** es un compuesto orgánico aromático débilmente ácido y se asemeja a los alcoholes en su estructura.

**LAGUNA FACULTATIVA:** Las lagunas facultativas son aquellas que poseen una zona aerobia y una zona anaerobia, situadas respectivamente en superficie y fondo.

**pH:** El valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculado por el número de iones de hidrógeno presente. Es medido en una escala desde 0 a 14, en la cual 7 significa que la sustancia es neutra. Valores de pH por debajo de 7 indica que la sustancia es ácida y valores por encima de 7 indican que la sustancia es básica. [2]

**PRE-TRATAMIENTO:** Proceso utilizado para reducir o eliminar los contaminantes de las aguas residuales antes de que sean descargadas. [2]

**PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA:** Aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, a los productos y a los servicios para aumentar la eficiencia total y reducir los riesgos a los seres humanos y al ambiente. La Producción Más Limpia se puede aplicar a los procesos usados en cualquier industria, a los productos mismos y a los distintos servicios que proporciona la sociedad. [1]

**REGISTRO DE VERTIMIENTOS:** Es la facultad que tiene la entidad para llevar y sentar la información de manera ordenada sucesiva y completa referente a los vertimientos realizados a la red de alcantarillado público o a fuentes superficiales para la administración del recurso hídrico; el formulario de solicitud de registro de vertimientos adoptado por la SDA hace parte del presente acto administrativo. [2]

**SÓLIDOS SUSPENDIDOS:** Partículas sólidas orgánicas o inorgánicas que se mantienen en suspensión en una solución. [2]

**SUSTANCIA DE INTERÉS AMBIENTAL:** Son los compuestos, elementos, sustancias y parámetros indicadores de contaminación fisicoquímica y biológica,



que permiten evaluar la calidad del vertimiento y su efecto sobre el recurso hídrico. Especialmente las contenidas en la tabla B de la presente Resolución. [2]

**SUSTANCIA DE INTERÉS SANITARIO:** Sustancias químicas, elementos o compuestos que pueden causar daños o son tóxicos para la salud humana o cualquier forma de vida acuática. Para efectos de la presente Resolución se consideran sustancias de interés sanitario las sustancias contenidas en el artículo 20 del Decreto 1594 de 1984 y demás sustancias contenidas en la tabla A de la presente Resolución. (Acuerdo 332 de 2008). [2]

**TRATAMIENTO FÍSICO Y QUÍMICO:** Proceso generalmente usado para facilitar el tratamiento de aguas residuales. Proceso físico es por ejemplo la filtración. Tratamiento químico puede ser por ejemplo la coagulación, la cloración, o el tratamiento con ozono. [1]

**TRATAMIENTO PRIMARIO DE AGUAS RESIDUALES:** La eliminación de sólidos suspendidos, flotando o precipitados de un agua residual sin tratar. [2]

**TRATAMIENTO SECUNDARIO:** La eliminación o reducción de contaminantes y DBO del efluente procedente del tratamiento primario de las aguas residuales.

**TRATAMIENTO TERCIARIO:** Limpieza avanzada de aguas residuales que va más allá del secundario o el estado biológico, eliminando nutrientes como el fósforo, nitrógeno y la mayoría de la DBO y sólidos suspendidos. [2]

**USUARIO:** Toda persona natural o jurídica de derecho público o privado, que utilice agua tomada directamente del recurso o de un acueducto, o cuya actividad pueda producir vertimiento directo o indirecto al recurso. [2]

**VERTIMIENTO:** Cualquier descarga líquida hecha a un cuerpo de agua o a un alcantarillado. [2]

**VERTIMIENTO NO PUNTUAL:** Aquel en el cual no se puede precisar el punto exacto de la descarga al recurso, tal es el caso de los vertimientos provenientes de la escorrentía, aplicación de agroquímicos u otros similares. [2]