APOYO A INGESA CONSULTORIA SAS EN LA FORMULACIÓN Y/O CORRECCIÓN DE PROYECTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA VERTIMIENTOS INDUSTRIALES EN EMPRESAS CON PROCESOS SANCIONATORIOS VIGENTES

GUZMÁN ROMERO MARLLY TATIANA

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

INGENIERÍA AMBIENTAL

BOGOTA D.C

2023

APOYO A INGESA CONSULTORIA SAS EN LA FORMULACIÓN Y/O CORRECCIÓN DE PROYECTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA VERTIMIENTOS INDUSTRIALES EN EMPRESAS CON PROCESOS SANCIONATORIOS VIGENTES

GUZMÁN ROMERO MARLLY TATIANA

Código estudiantil no. 20162180020

INFORME DE PASANTÍA COMO MODALIDAD DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

MARTHA LUCIA MOJICA HERNÁNDEZ

Ingeniera Sanitaria – Magister en Ingeniería Civil

Director Interno

MANUEL ENRIQUE ARTEAGA SALAZAR

Ingeniero Ambiental y Sanitario

Director Externo

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

INGENIERÍA AMBIENTAL

BOGOTA D.C

2023

AGRADECIMIENTOS

A Dios por conducir mi camino hasta esta victoria, por ser mi aliento en cada momento difícil por el que atravesé a lo largo de este proceso, pero a la vez por crear tantos momentos de satisfacción y alegría con cada meta cumplida; finalmente por permitirme formarme académicamente en la profesión que me hace feliz.

A mi mamá, por su excelente labor, a quien debo todo lo que he podido tener y lo que soy como persona hasta el día de hoy; por su esfuerzo, el amor y la perseverancia con que me ha sacado adelante y su apoyo incondicional en cada paso que doy.

A los profesores de Ingeniería Ambiental de la Universidad Distrital, quienes cada uno y a su manera aportaron a mi formación profesional y como persona, brindando un mundo infinito de conocimientos y experiencias que enriquecieron e hicieron única esta experiencia en la academia.

A mis compañeros y amigos Jesica Daza y Wilmer Caro con quienes conformamos una amistad incondicional, brindándonos los ánimos que a veces se desvanecían en medio de las adversidades. Tal apoyo moral fue un impulso enorme que me permite culminar esta etapa.

A mi novio, Camilo Camargo, por apoyarme incondicionalmente en todos mis proyectos, por darme la convicción de lo que soy capaz y de lo que merezco y por brindarme los medios y el ánimo que necesité para culminar.

A la universidad pública, mi alma mater La Universidad Distrital Francisco José de Caldas, por ser un Escuela de Educación Superior que abre sus puertas a todos los tipos de pensamiento, creando un espacio cultural enriquecedor que fortalece el pensamiento crítico desde la academia frente a las realidades de nuestro país.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado con todo mi amor a mi madre, Edilma Guzmán, como una ofrenda por la labor que ha hecho hasta el son de hoy para formarme como una persona íntegra, por los valores inculcados, por tener la confianza puesta en mí y en lo que soy capaz, por tener la valentía de enfrentar la maternidad sola y que hoy puedas sentirte orgullosa de este resultado. Mis logros son por ti y para ti mamá, te amo.

RESUMEN EJECUTIVO

En el desarrollo de esta pasantía se apoyó los servicios de asesoría ambiental que brinda INGESA consultoría SAS, en la atención de los procesos administrativos que expide la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA hacia empresas que incumplen u omiten la normatividad ambiental en materia de vertimientos. Para ello se realizó el esquema de algunos procesos con el fin de estandarizarlos y llevarlos a la práctica como protocolos guía en la subsanación de los procesos sancionatorios. Se realizó una consulta documental sobre el marco legal aplicable, generando una matriz normativa; además se realizó la identificación de empresas con procesos sancionatorios vigente que cumplieran con los criterios de viabilidad de intervención por parte de INGESA; se realizó un acercamiento con dichas compañías con el fin de ofrecer el apoyo técnico y se tomó un proceso sancionatorio como caso de estudio, para el cual se propuso desde el fundamento teórico y tomando como base la información disponible en los documentos públicos de la SDA, un sistema de tratamiento de aguas residuales como plan piloto teniendo en cuenta la naturaleza y caracterización de los vertimientos. Es preciso que la propuesta sea ajustada a las dimensiones puntuales y disponibilidad de infraestructura de la empresa en cuestión. Se reconoció la importancia de dar atención a los procesos sancionatorios no sólo desde la parte jurídica sino también desde la parte técnica con la intervención de un ingeniero ambiental para formular las medidas correctivas apropiadas y garantizar la correcta gestión de los vertimientos evitando incurrir en sanciones futuras.

Palabras Clave: Proceso sancionatorio ambiental, gestión de vertimientos, límite máximo permisible, medidas correctivas.

ABSTRACT

In the development of this internship, we supported the environmental advisory services provided by INGESA consulting SAS, in the attention of the administrative processes issued by the District Secretariat of Environment - SDA to companies that fail or omit to comply with environmental regulations regarding discharges. For this purpose, an outline of some processes was made in order to standardize them and put them into practice as guiding protocols in the correction of the sanctioning processes. A documentary consultation was carried out on the applicable legal framework, generating a normative matrix; in addition, companies with sanctioning processes in force that met the criteria for feasibility of intervention by INGESA were identified; these companies were approached in order to offer technical support and a sanctioning process was taken as a case study, for which a wastewater treatment system was proposed from the theoretical basis and taking as a basis the information available in the public documents of the SDA, as a pilot plan taking into account the nature and characterization of the discharges. The proposal must be adjusted to the specific dimensions and infrastructure availability of the company in question. It was recognized the importance of paying attention to the sanctioning processes not only from the legal side but also from the technical side with the intervention of an environmental engineer to formulate the appropriate corrective measures and guarantee the correct management of the discharges avoiding incurring in future sanctions.

Keywords: Environmental sanctioning process, discharge management, maximum permissible limit, corrective measures.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 11
1. GENERALIDADES 12
1.1 OBJETIVOS 12
1.1.1 Objetivo General 12
1.1.2 Objetivos específicos 12
1.2 MARCO DE REFERENCIA 13
1.2.1 Información general de INGESA consultoría SAS 13
1.2.2 Misión 15
1.2.3 Visión 15
1.2.4 Modelo de Trabajo 16
1.2.5 Organigrama 16
2. METODOLOGÍA 19
2.1 Fase 1. Fase preliminar 19
2.2 Fase 2. Revisión documental. 19
2.3 Fase 3. Selección del acto administrativo a trabajar. 21
2.4 Fase 4. Planteamiento de soluciones 22
3. RESULTADOS 23
3.1 Compilación de la fase preliminar 23
3.2 Resultados de revisión documental. 25
3.3 Resultado acto administrativo seleccionado 30
3.4 Resultado planteamiento de soluciones 33
3.4.1 Antecedentes 33

3.4.2 Procedencia de los vertimientos 40

3.4.3 Impactos ambientales: 41

3.4.4 Sistema de tratamiento existente 41

3.4.5 Posibles falencias del sistema. 43

3.4.6 Alternativa - solución. 44

3.4.6.1 Tratamiento preliminar 47

3.4.6.2 Tratamiento primario 49

3.4.6.3 Tratamiento secundario 50

3.4.6.4 Tratamiento terciario 51

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS 53
4.1 Análisis general 53

4.2 Indicadores de cumplimiento 56

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 58
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 59
7. ANEXOS 63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Marco Legal aplicable al desarrollo de la pasantía……..…….....27

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos evaluados en los sectores económicos de interés para INGESA.....28

Tabla 3. Antecedentes del proceso sancionatorio AUTO No. 3909……..……..….....33

Tabla 4. Comparación de los resultados de laboratorio con los LMP para actividad de servicios de salud según la normatividad…….....…….....…36

Tabla 5. Incumplimiento de LMP según la caracterización de vertimientos presentada por la empresa objeto de estudio…….…….....……..…...….40

Tabla 6. Índice de biodegradabilidad según la relación DBO/DQO…….....…….….....46

Tabla 7. Rendimiento de depuración del tanque Imhoff……..…….....……...…...55

Tabla 8. Indicadores de cumplimiento de la pasantía.....56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Logo empresarial de INGESA Consultoría SAS.....14

Figura 2. Ubicación geográfica de INGESA Consultoría SAS desde Google Maps.....14

Figura 3. Presencia de INGESA Consultoría SAS en Colombia.....15

Figura 4. Organigrama de INGESA Consultoría SAS.....17

Figura 5. Interfaz de inicio de la página web de la SDA.....20

Figura 6. Ubicación de la pestaña *"Boletín Legal Ambiental"* en la página web de la SDA.....20

Figura 7. Interfaz página de consulta actos administrativos.....20

Figura 8. Etapas de consultoría en procesos sancionatorios ambientales.....24

Figura 9. Diagrama de resultados de revisión documental en el Boletín Legal Ambiental de la SDA.....26

Figura10. Radicado de solicitud de copias de documentos en la SDA.....32

Figura 11. Descripción del vertimiento según informe de caracterización.....42

Figura 12. Diagrama de procesos – sistema de tratamiento de agua residual actual.....43

Figura 13. Rejilla de cribado.....48

Figura 14. Trampa de grasas.....49

Figura 15. Sección transversal de un tanque Imhoff.....50

Figura 16. Esquema de un reactor UASB.....51

INTRODUCCIÓN

Los procesos productivos que se enmarcan dentro de las diversas actividades económicas dan origen a diferentes tipos de residuos, entre los más comunes se encuentran los residuos sólidos, las emisiones atmosféricas y los vertimientos de aguas residuales; además existe otro tipo de desechos con mayor particularidad como son los residuos nucleares. Para cada caso, la normatividad colombiana ha estipulado una serie de requisitos y parámetros que han de cumplirse con el fin de garantizar una segura y apropiada disposición final de los mismos.

Siendo INGESA Consultoría SAS una empresa especializada en la asesoría técnica de proyectos de saneamiento ambiental con énfasis en vertimientos y sistemas hidráulicos, se encuentra dentro de sus servicios, dar atención a los actos administrativos sancionatorios que emite la Secretaría Distrital de Ambiente hacia las empresas que incurren en infracciones ambientales por sobrepasar los límites máximos permisibles (LMP) en los parámetros evaluados para vertimientos puntuales, según las características de su proceso productivo. En otras palabras, INGESA Consultoría SAS brinda asesoría técnica para subsanar este tipo de procesos ofreciendo alternativas de solución para corregir los parámetros que dan origen a la sanción.

Atender estas sanciones es importante para evitar incurrir en multas de altos costos en valor económico o en el cierre parcial o total de la compañía, además de mitigar los impactos ambientales generados por estos vertimientos y contribuir al buen nombre empresarial. Es por ello que en el desarrollo de esta pasantía se aportará en la formulación de un proyecto de gestión ambiental para el manejo adecuado de vertimientos industriales, atenuando la sanción impuesta por la autoridad ambiental para al menos una empresa en el Distrito Capital.

1. GENERALIDADES

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Apoyar a INGESA Consultoría S.A.S en la formulación y/o corrección de proyectos de gestión ambiental para vertimientos industriales en empresas con procesos sancionatorios vigentes.

1.1.2 Objetivos específicos

1. Identificar empresas con procesos sancionatorios vigentes por infringir la normatividad relacionada a gestión de vertimientos.
2. Realizar acompañamiento a las visitas técnicas para identificar las problemáticas ambientales generadas por los vertimientos.
3. Apoyar en la formulación de soluciones para el manejo ambiental de los vertimientos dando cumplimiento a la normatividad vigente.

1.2 MARCO DE REFERENCIA

1.2.1 Información general de INGESA consultoría SAS

INGESA Consultoría SAS, de ahora en adelante INGESA, es una empresa constituida desde el año 2015 bajo el número de NIT 900.853.651-1 Conformada por un equipo multidisciplinario, esta empresa cuenta con la experiencia para brindar asesoría en la formulación, ejecución y seguimiento de proyectos ambientales, especialmente en el sector hidráulico y de saneamiento ambiental. Dentro de su trayectoria ha brindado soporte técnico y logístico para la resolución de sanciones emitidas por autoridades ambientales como la Secretaría Distrital de Ambiente a empresas con infracciones por el manejo inadecuado de sus vertimientos; además, INGESA Consultoría SAS ha desarrollado un novedoso sistema de tratamiento de decaimiento radiológico para vertidos generados en los procedimientos de medicina nuclear, con lo cual, ha logrado brindar servicios técnicos y de ingeniería para importantes empresas como IDIME S.A y el Centro Oncológico de Antioquía – COA. Dentro de sus valores empresariales se encuentran la responsabilidad, integralidad, diligencia, resolución y honestidad. En la figura 1 se aprecia el logo empresarial de INGESA.

Figura 1

Logo empresarial de INGESA Consultoría SAS

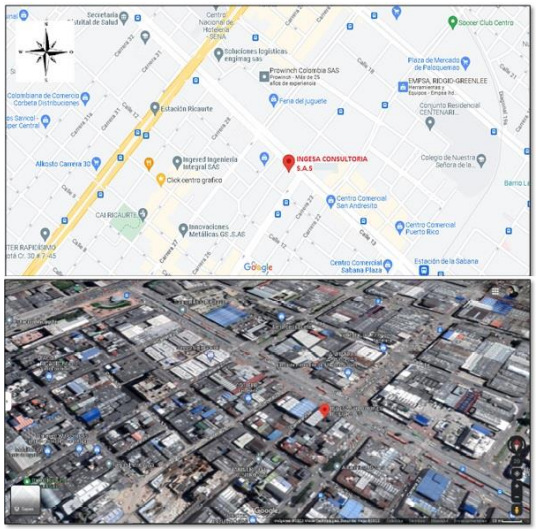


Fuente: INGESA, (2021)

Su centro de atención se encuentra ubicado en la Cl. 13 No 24-37 (ver Figura 2), barrio Los Mártires en la ciudad de Bogotá, sin embargo, INGESA tiene cobertura de sus servicios en Medellín, Bucaramanga, Manizales, Tunja, Girardot, Pereira, Cali, Neiva y Villavicencio, (ver Figura 3).

Figura 2

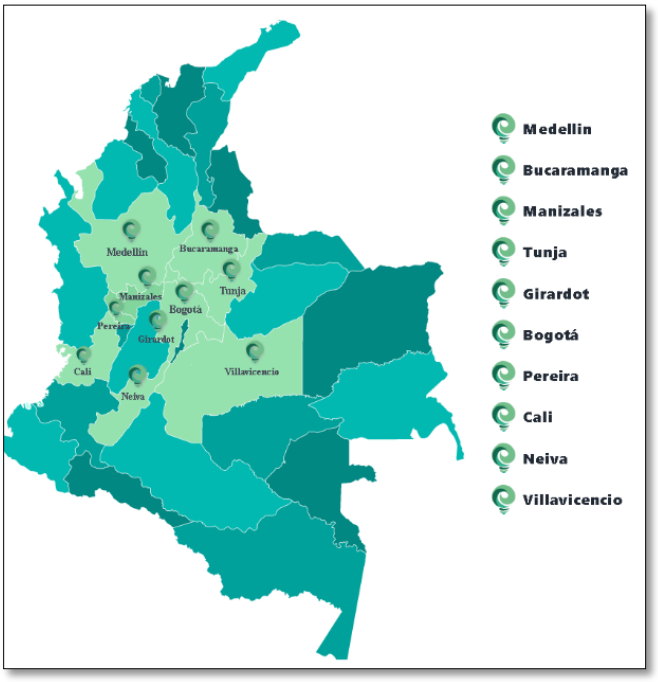
Ubicación geográfica de INGESA Consultoría SAS desde Google Maps.



Fuente: Google maps, (2023).

Figura 3

Presencia de INGESA Consultoría SAS en Colombia.



Fuente: INGESA, (2021).

1.2.2 Misión

Orientar de manera integral desde la fase de diseño hasta la ejecución del proyecto ambiental, siendo facilitadores en la generación, evaluación e implementación de soluciones acordes a la realidad de nuestros clientes y exigencias normativas ambientales vigentes. (INGESA, 2021).

1.2.3 Visión

Nuestra visión al año 2025 es ampliar la cobertura de servicios de acuerdo a las nuevas necesidades del mercado, implementando el uso de herramientas, tecnologías especializadas y metodologías innovadoras. (INGESA, 2021)

1.2.4 Modelo de Trabajo

Su plan de trabajo se basa en prestar servicios profesionales enfatizados en soluciones ambientales en los procesos productivos de diferentes sectores económicos como construcción, desarrollo rural, desarrollo urbano, salud pública y sector hidrocarburos, en ámbitos públicos y privados, basados en los parámetros legales para lograr el mejoramiento en las practicas productivas e incrementar el desempeño y competitividad de las compañías que implementan sistemas de gestión. (INGESA, 2021).

De forma general, todos los procesos se inician con la generación de un diagnóstico a partir del cual se identifica el estado de la empresa y las alternativas de solución mediante un soporte técnico sustentado desde la ingeniería, haciendo siempre la debida revisión del marco legal aplicable según el caso. Posteriormente se procede con el diseño, ejecución, desarrollo, control y seguimiento del proyecto.

1.2.5 Organigrama

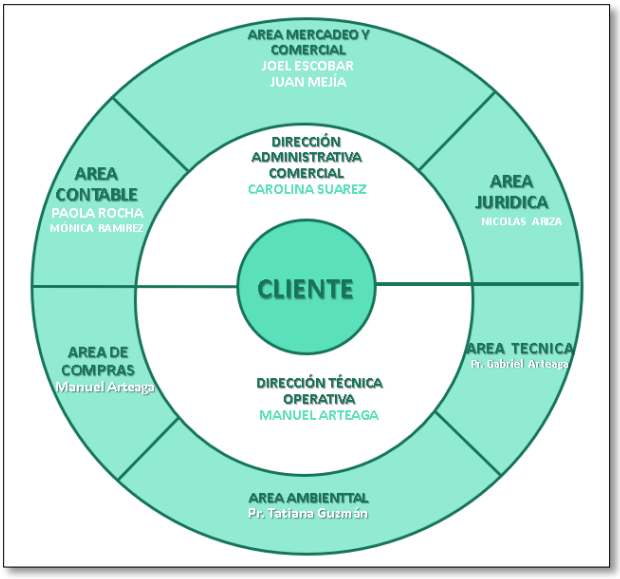
El organigrama de INGESA no tiene una estructura jerárquica, por el contrario, mantiene una estructura circular (ver Figura 4), donde todas las áreas son codependientes entre sí para el funcionamiento de la empresa. Como epicentro se posicionan los clientes quienes son el engranaje principal, seguidamente se divide en la Dirección Administrativa Comercial dirigida por Carolina Suarez donde la acompaña Paola Rocha y Mónica Ramírez en el área contable; Joel Escobar y Juan Mejía en el área de mercadeo y comercial y Nicolás Ariza como apoyo jurídico. La otra parte que completa el esquema circular es la Dirección Técnica Operativa en manos del Ingeniero Manuel Arteaga quien, además, se encarga del área de compras y como apoyo tiene a Gabriel Arteaga en el área técnica y a Tatiana Guzmán (Autora del presente proyecto) en el área ambiental.

Este esquema circular representa una forma de organización empresarial donde, si bien hay una persona que encabeza cada Dirección, se necesita del buen desempeño de todo el equipo de trabajo para alcanzar las metas y que la empresa se mantenga a flote; en este orden de ideas, los clientes son el eje principal y entorno a ellos gira la operación de INGESA Consultoría SAS.

La pasantía se desarrolla bajo la Dirección Técnica Operativa, apoyando la prestación de servicios de consultoría en ingeniería ambiental, realizando una propuesta técnica con medidas correctivas para ser implementadas en el sistema de tratamiento de agua residual de una empresa, con el fin de subsanar y minorizar la multa que se genere de la sanción ambiental impuesta por la SDA a causa de las posibles falencias en su gestión de vertimientos.

Figura 4

Organigrama de INGESA Consultoría SAS.



Fuente: INGESA, (2023).

El organigrama de INGESA no tiene una estructura jerárquica, por el contrario, mantiene una estructura circular donde todas las áreas son codependientes entre sí para el funcionamiento de la empresa. Como epicentro se posicionan los clientes quienes son el engranaje principal,

seguidamente se divide en la Dirección Administrativa Comercial dirigida por Carolina Suarez donde la acompaña Paola Rocha y Mónica Ramírez en el área contable; Joel Escobar y Juan Mejía en el área de mercadeo y comercial y Nicolás Ariza como apoyo jurídico. La otra parte que completa el esquema circular es la Dirección Técnica Operativa en manos del Ingeniero Manuel Arteaga quien, además, se encarga del área de compras y como apoyo tiene a Gabriel Arteaga en el área técnica y a Tatiana Guzmán (Autora del presente proyecto) en el área ambiental.

Este esquema circular representa una forma de organización empresarial donde, si bien hay una persona que encabeza cada Dirección, se necesita del buen desempeño de todo el equipo de trabajo para alcanzar las metas y que la empresa se mantenga a flote; en este orden de ideas, los clientes son el eje principal y entorno a ellos gira la operación de INGESA Consultoría SAS.

La pasantía se desarrolla bajo la Dirección Técnica Operativa, apoyando la prestación de servicios de consultoría en ingeniería ambiental, realizando una propuesta técnica con medidas correctivas para ser implementadas en el sistema de tratamiento de agua residual de una empresa, con el fin de subsanar y minorizar la multa que se genere de la sanción ambiental impuesta por la SDA a causa de las posibles falencias en su gestión de vertimientos.

2. METODOLOGÍA

Se plantea el desarrollo de la pasantía en una distribución de cuatro fases:

2.1 Fase 1. Fase preliminar.

Durante esta primera fase se realizó una capacitación por parte de INGESA hacia el estudiante para conocer las actividades y los servicios que ofrece la empresa. Esta capacitación se llevó a cabo durante una jornada laboral comprendida de siete horas donde los temas tratados fueron:

- Presentación del equipo de trabajo y organigrama de la empresa.
- Campo de acción, actividades, enfoque, misión y visión, modelo de trabajo.
- Área de trabajo en la cual se desarrollará la pasantía.
- Objetivo de la pasantía y las actividades a desarrollar por el estudiante.
- Metodología de trabajo para cumplir con el objetivo de la pasantía.
- Prospección del tipo de empresa de interés para INGESA Consultoría SAS
- Contexto del proceso sancionatorio ambiental.
- Proceso contencioso administrativo
- Intervención de INGESA en el proceso sancionatorio ambiental.
- Generalidades de la normativa de interés para INGESA Consultoría.

2.2 Fase 2. Revisión documental.

En atención a los objetivos de la pasantía, fue preciso iniciar con la identificación de las empresas con procesos sancionatorios vigentes por infringir la normatividad relacionada a gestión de vertimientos, para ello, se realiza la consulta en la página web de la Secretaría Distrital de Ambiente por medio del enlace www.ambientebogota.gov.co que dirige a la interfaz que se observa en la figura 5; luego, por medio de la pestaña ubicada en la parte inferior derecha llamada: *"Boletín Legal Ambiental"* (ver Figura 6), donde está disponible al público la consulta

de los actos administrativos emitidos por la SDA. Para este caso, basta con hacer un filtro en tipo de acto seleccionando la opción *"AUTO"*, por tema: "vertimientos" y por año, como se observa en la figura 7.

Figura 5

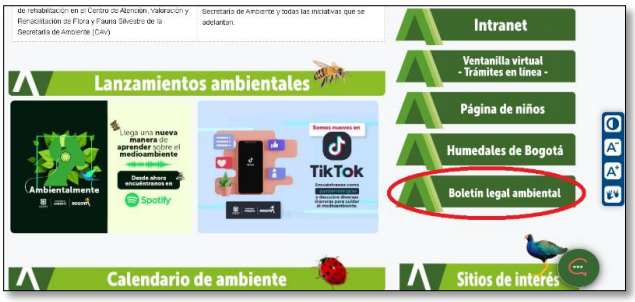
Interfaz de inicio de la página web de la SDA.



Fuente:SDA, (s.f.)

Figura 6

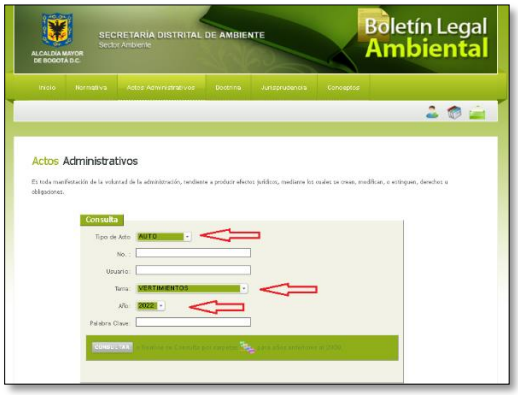
Ubicación de la pestaña "Boletín Legal Ambiental" en la página web de la SDA



Fuente: SDA, (s.f.)

Figura 7

Interfaz página de consulta actos administrativos.



Fuente: SDA, (s.f.)

Por otra parte, para la revisión documental de la normativa se realizó una matriz donde se compila el marco legal de interés según las actividades y campo de acción de INGESA. Sin embargo, de esta extensa matriz se rescata el marco legal que se ha de tener en cuenta para el tema que se desarrolla en la presente pasantía (ver Tabla 1.).

2.3 Fase 3. Selección del acto administrativo a trabajar.

Una vez identificadas las empresas con procesos sancionatorios vigentes, se revisa el "*AUTO"* (documento del acto administrativo) emitido por la SDA con el fin de determinar la viabilidad técnica y comercial de intervención por parte de INGESA para el apoyo técnico en la subsanación de dichos procesos.

Para la viabilidad técnica, se tiene en cuenta los causales de la sanción, es decir, si el motivo por el cual abren el proceso es por el incumplimiento u omisión de los requisitos ambientales necesarios para la operación de un proyecto en los LMP de algunos parámetros, por la carencia de un permiso de vertimientos, o porque no se cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales, está dentro del alcance de INGESA brindar una solución desde la parte técnica y de ingeniería ambiental y sanitaría realizando modificaciones a los procesos de tratamiento o diseñando e instalando sistemas de tratamiento acordes a las características de la empresa; por otra parte, si los causales son netamente por fallas administrativas y/o documentales, no es de interés tomar el caso ya que no está dentro del enfoque de los servicios que brinda INGESA Consultoría SAS.

Para la viabilidad comercial, el criterio a evaluar es la actividad económica de la empresa y el tamaño de la misma, pues INGESA centra sus esfuerzos en las medianas y grandes empresas, quienes "según lo estipulado en el Decreto 1299 de 2008 y la sentencia 486 de 2009, las empresas que deben tener registrado el Departamento de Gestión Ambiental son las grandes y

medianas empresas; las empresas de carácter industrial y las empresas que requieran de licencia ambiental, plan de manejo ambiental, permisos, concesiones y demás autorizaciones ambientales.” (CAR, 2020), donde por lo general, tienen un alto sentido de responsabilidad ambiental empresarial y cuentan con el capital para su gestión.

Al identificar una empresa con viabilidad técnica y comercial, se establece contacto con el área encargada de gestión ambiental, se ofrece los servicios de consultoría y apoyo para la atención al proceso administrativo y de ser posible, según el interés de la empresa, se concreta una visita de diagnóstico, seguido de solicitar una copia del expediente del proceso sancionatorio en la sede principal de la Secretaría Distrital de Ambiente ubicada en la Avenida Caracas No. 54 – 38, para tener un panorama amplio y concreto del estado actual de la empresa frente al caso.

Para este trámite, se siguió el protocolo de solicitud de expedientes detallado en el Anexo 1.

2.4 Fase 4. Planteamiento de soluciones

Con las herramientas obtenidas al finalizar la tercera fase, se realiza un informe de diagnóstico donde se detalla el estado actual de la empresa frente al proceso; en caso de tener, se describe el funcionamiento de la planta de tratamiento de agua residual según la información copilada en la visita técnica. se formula el concepto técnico sobre su operatividad, en el cual plantean las medidas correctivas a implementar para dar alcance a lo estipulado por la normatividad ambiental (Resolución 0631 de 2015) y así subsanar los causales que dieron lugar a la sanción. Este informe es presentado a la empresa en cuestión para ser evaluado como proyecto ambiental en gestión de vertimientos y si la compañía aprueba su implementación, se puede minorizar la sanción ambiental y dar cierre al proceso administrativo con la SDA.

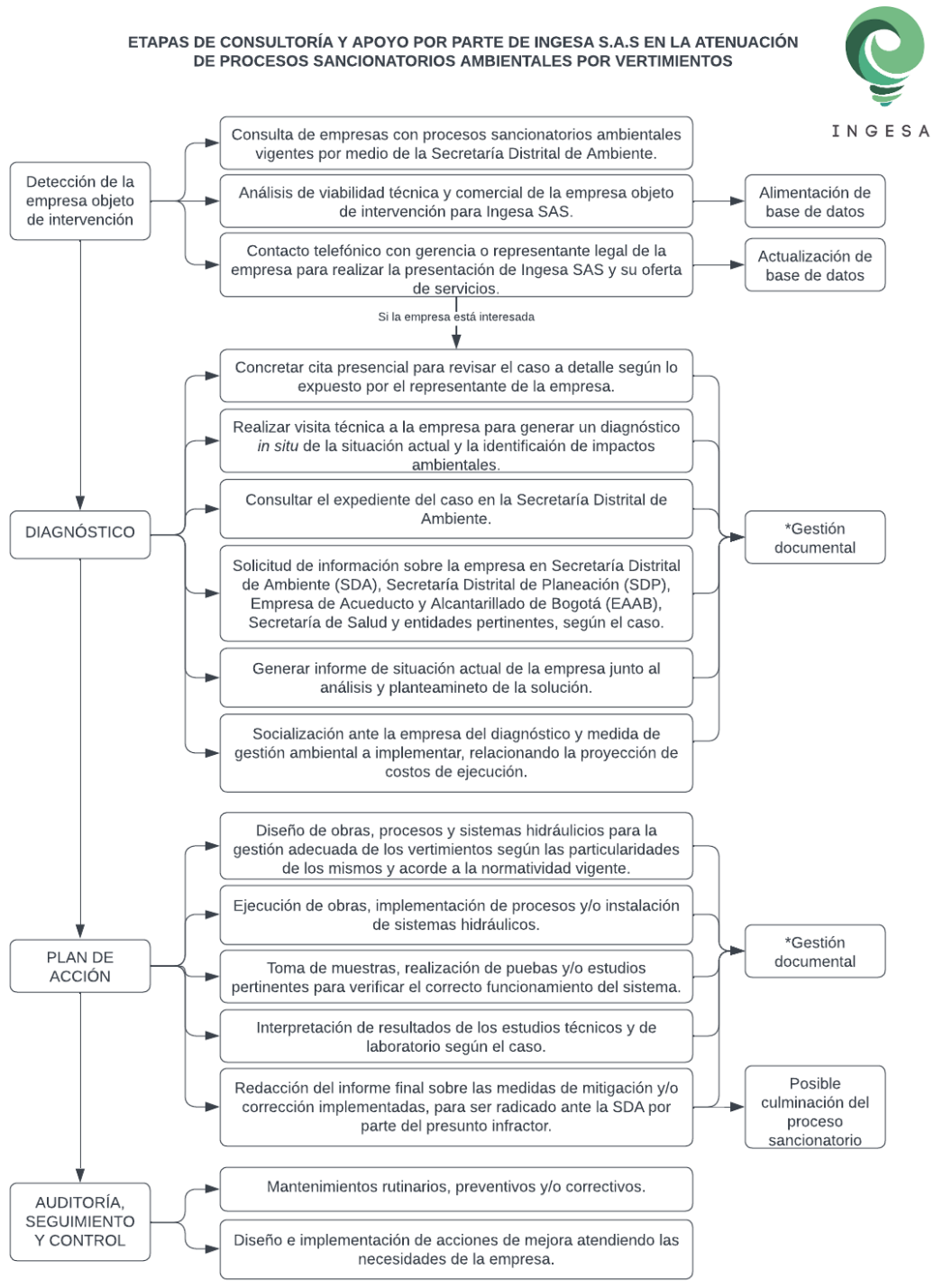
3. RESULTADOS

3.1 Compilación de la fase preliminar

Como resultado de la capacitación, se realizó un esquema (Figura 8), de las etapas en que INGESA brinda sus servicios de consultoría en ingeniería ambiental para la atención de los procesos sancionatorios.

Figura 8

Etapas de consultoría en procesos sancionatorios ambientales.



* Para fines del presente proceso, entiéndase por Gestión documental al desarrollo de informes, consulta de información en entidades públicas y privadas, redacción de radicados y/o respuestas a presentar ante la SDA y demás procesos de consulta o registro documental.
Nota: Ingesa S.A.S no está en la obligación de tramitar radicados ante la Secretaría Distrital de Ambiente, dicha actividad es responsabilidad del presunto infractor o empresa en cuestión.

Fuente: Autor, (2023)

Para el desarrollo de esta pasantía se ejecutaría hasta la primera fase de la tercera etapa: "Plan de acción; Diseño de obras, procesos y sistemas hidráulicos para la gestión adecuada de los vertimientos según las particularidades de los mismos, acorde a la normatividad vigente", donde se plantean soluciones y/o medidas correctivas a implementar por la empresa en cuestión, de manera que sean tomadas como acciones atenuantes por la SDA a la hora de realizar la tasación de la multa. El desarrollo de las demás etapas descritas en la Figura 8 no se llevan a cabo durante esta pasantía ya que la ejecución de las obras es netamente una decisión gerencial de la empresa en cuestión.

Por otra parte, se realizó un diagrama de flujo sobre las etapas procesales en sanciones ambientales según la Ley 1333 de 2009 (ver Anexo 2.) y los momentos oportunos para la intervención de INGESA en el proceso.

3.2 Resultados de revisión documental.

Al realizar la búsqueda de actos sancionatorios por vertimientos emitidos por la SDA durante el año 2022 se encuentra una larga lista de más de 300 empresas con procesos vigentes. De esta lista se procedió a realizar el filtro de viabilidad técnica y comercial teniendo en cuenta los criterios descritos en la fase dos de la metodología, seleccionando así 22 empresas como clientes potenciales.

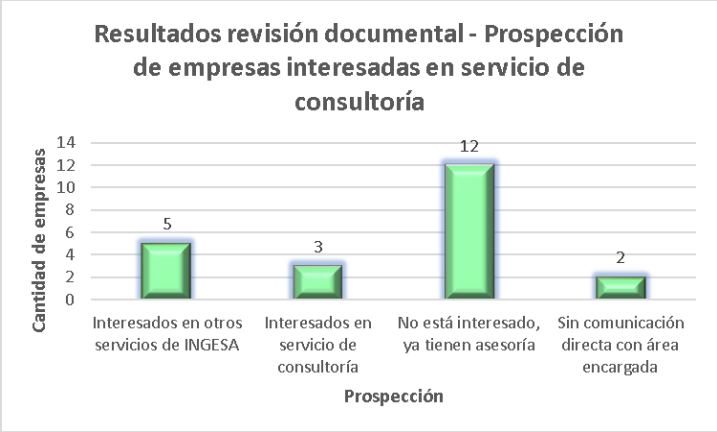
Se realizó una base de datos donde se registró la información de contacto y ubicación de dichas empresas junto con los causales que dieron lugar a la sanción; posteriormente se estableció comunicación telefónica con cada una de las empresas para ofrecer los servicios de consultoría ambiental y apoyo en la subsanación del proceso, de las cuales 12 empresas manifestaron no estar interesadas ya que están manejando el sancionatorio internamente; no se logró comunicación directa con la persona encargada del área ambiental en 2 empresas, a éstas, se les envió el

brochure empresarial al correo electrónico; 5 empresas manifestaron estar interesadas en otros servicios de INGESA, para las cuales se envió información comercial al correo y 3 empresas estuvieron interesadas en el apoyo técnico para dar atención al proceso sancionatorio, sin embargo consultarían primero con su equipo de trabajo, con el gerente o con el área de jurídica para dar respuesta concreta sobre la contratación de los servicios de INGESA.

Dicha base de datos reposa en el archivo informático de INGESA Consultoría SAS quien se reserva los derechos de confidencialidad al contener información comercial e información legal de terceros que puede vulnerar su imagen empresarial. En la figura 9 se expone una gráfica que ilustra los resultados descritos anteriormente.

Figura 9

Diagrama de resultados de revisión documental en el Boletín Legal Ambiental de la SDA.



Fuente: Autor, (2023).

Por otra parte, como normatividad aplicable para al desarrollo de esta pasantía, se tiene a consideración el marco legal contenido en la Tabla 1.

Tabla 1

Marco legal aplicable al desarrollo de la pasantía.

MARCO LEGAL	
Ley 1333 de 2009	Se establece el Procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones, a términos puntuales de interés se puede citar el Título I. Disposiciones generales, Título II. Las infracciones en materia ambiental y el Título III. Proceso sancionatorio.
Resolución 3957 de 2009	"Por la cual se establece la norma técnica, para el control y manejo de los vertimientos realizados a la red de alcantarillado público en el Distrito Capital.
Ley 1437 de 2011	Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo, a resaltar se puede mencionar el Título III. Proceso administrativo general, Capítulo 1. Reglas generales y el Capítulo 3. Procedimiento administrativo sancionatorio.
Resolución 0631 de 2015	Se establecen los parámetros y 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. Allí, se encontrarán los parámetros físico químicos y sus respectivos límites de concentración evaluados para los diferentes tipos de vertimientos según la actividad de procedencia.
Decreto 1076 de 2015	Compilatorio de la normatividad expedida por el Gobierno Nacional en ejercicio de las facultades reglamentarias conferidas por el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política, para la cumplida ejecución de las leyes del sector Ambiente.

Fuente: Autor, (2023).

La resolución 0631 de 2015 permite el control de las sustancias contaminantes que llegan a cuerpos de agua vertidas por 73 actividades productivas presentes en ocho sectores económicos del país. Esta resolución es de obligatorio para todas aquellas personas que desarrollen actividades industriales, comerciales o de servicios y que en el desarrollo de las mismas generen aguas residuales, que serán vertidas en un cuerpo de agua superficial o al alcantarillado público. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MinAmbiente, s.f.).

Dentro de los sectores económicos que son de interés para la intervención por parte de INGESA para brindar el apoyo de consultoría ambiental en materia de vertimientos, está el sector de elaboración de productos alimenticios y bebidas, sector de actividades de fabricación y manufactura de bienes, y el sector de actividades asociadas con servicios y otras actividades. A termino general, en la Tabla 2 se relaciona los parámetros fisicoquímicos evaluados en la caracterización de los vertimientos generados en las actividades productivas que se enmarcan en los sectores económicos mencionados.

Tabla 2

Parámetros fisicoquímicos evaluados en los sectores económicos de interés para INGESA.

PARÁMETRO	UNIDAD	PARÁMETRO	UNIDAD
pH	Unidades de pH	Sulfuros (S^{2})	mg/L
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O_2	Cloruro (Cl^{-})	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L O_2	Cadmio (Cd)	mg/L
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	Cinc (Zn)	mg/L
Sólidos Sedimentables (SSED)	mg/L	Cobre (Cu)	mg/L

Grasas y aceites	mg/L	Cromo (Cr)	mg/L
Compuestos semivolátiles fenólicos	mg/L	Mercurio (Hg)	mg/L
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	mg/L	Níquel (Ni)	mg/L
Ortofosfatos ($(P - PO_4^3)$	mg/L	Plomo (Pb)	mg/L
Fósforo Total (P)	mg/L	Selenio (Se)	mg/L
Nitratos ($N - NO_3$)	mg/L	Aluminio (Al)	mg/L
Nitritos ($N - NO_2$)	mg/L	Arsénico (As)	mg/L
Nitrógeno amoniacal ($N - NH_3$)	mg/L	Estaño (Sn)	mg/L
Nitrógeno Total (N)	mg/L	Hierro (Fe)	mg/L
	mg/L	Cobalto (Co)	mg/L
Cianuro Total (CN^-)	mg/L	Acidez Total	mg/L ($CaCO_3$)
Hidrocarburos Totales (HTP)	mg/L	Alcalinidad Total	mg/L ($CaCO_3$)
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)	mg/L	Dureza Cálcica	mg/L ($CaCO_3$)
BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno)	mg/L	Dureza Total	mg/L ($CaCO_3$)
Compuestos orgánicos halogenados absorbibles (AOX)	mg/L	Color Real (Medidas de absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436 nm, 525 nm y 620 nm)	m^{-1}
Sulfatos (SO_4^{2-})	mg/L		

Nota: Parámetros evaluados para las actividades productivas enmarcadas en los sectores económicos de elaboración de productos alimenticios y bebidas, sector de actividades de fabricación y manufactura de bienes, y el sector de actividades asociadas con servicios según la Resolución 631 de 2015. Fuente: Autor, (2023).

El control se realiza a partir de la medición de la concentración de las sustancias descargadas a los cuerpos de agua y que afectan la calidad del agua. A partir de lo dispuesto en esta Resolución la medición de las sustancias contaminantes se realizará en mg/L y no en kg día, como se venía haciendo con el Decreto 1594 de 1984. Lo anterior permite contar con parámetros fijos a cumplir según la actividad productiva. (MinAmbiente, s.f.).

3.3 Resultado acto administrativo seleccionado

Es importante resaltar que la información legal de terceros relacionada en este informe de pasantía es de consulta pública en la SDA y se utiliza únicamente con fines académicos, sin ánimo de exponer información que pueda vulnerar la imagen empresarial de alguna entidad. Dentro de las tres empresas interesadas en los servicios de consultoría ambiental para la atención de los procesos sancionatorios, se encuentra el AUTO No. 3909 de 2022 “por el cual se ordena el inicio de un proceso sancionatorio ambiental y se toman otras determinaciones” por sobrepasar los LMP según lo la Resolución 0631 de 2015, para los parámetros DQO Y DBO5 en la caja de inspección de una entidad que de ahora en adelante se llamará empresa objeto de estudio.

La ubicación de la empresa objeto de estudio no se revela en este informe por políticas de privacidad.

Se selecciona este caso al cumplir con el análisis de viabilidad técnica y comercial ya que los causales de la sanción son posibles fallas técnicas en el sistema de tratamiento, para lo cual se puede dar solución desde la ingeniería ambiental; además, la empresa objeto de estudio es una entidad consolidada a nivel nacional, con una amplia experiencia en los servicios que ofrecen y un alto sentido de responsabilidad ambiental empresarial.

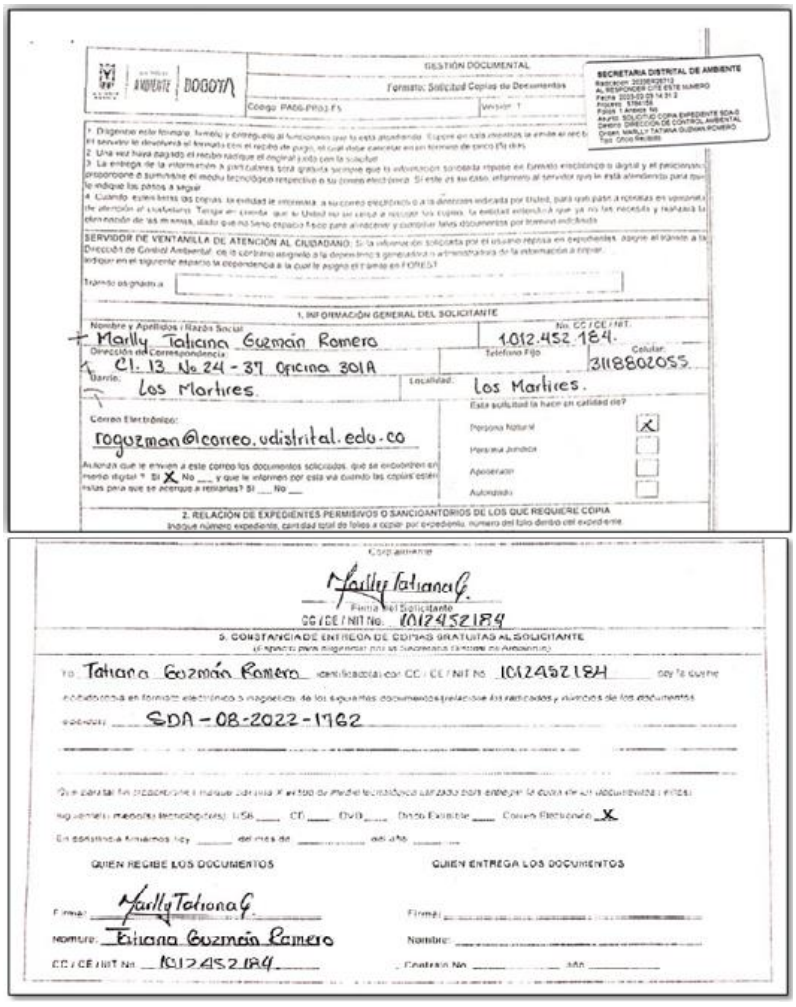
Por medio del contacto telefónico se tuvo comunicación con el departamento de Gestión de Calidad y Medio Ambiente de la empresa, quienes manifestaron no haber realizado ninguna gestión frente a este último proceso sancionatorio, de manera que se propuso una visita técnica para exponer a detalle los servicios de INGESA, la metodología de trabajo y hacer un diagnóstico preliminar sobre el estado actual de la empresa frente al tema. Sin embargo, dicha visita no fue posible ya que el debido proceso para llegar a la persona responsable de autorizar el ingreso y las personas encargadas de manejar el acto administrativo resultó bastante extenso y no se logró concretar en los tiempos que se desarrolla la pasantía. No obstante, para el diagnóstico y la formulación de soluciones se tomó como referencia el análisis de caracterización de vertimientos, el concepto técnico emitido por la SDA en 2019 y una revisión bibliográfica que fundamente la alternativa de solución propuesta.

Además, realizó una visita a la Secretaría Distrital de Ambiente para revisar el expediente número SDA 08-2022-1762 correspondiente al AUTO sancionatorio No. 3909, allí se tomó registro fotográfica de algunos folios del archivo para poder revisar a detalle la información desde las instalaciones de INGESA, ya que el tiempo para revisar los documentos en la SDA es limitado a una (1) hora; sin embargo, también se solicitó la copia del expediente en archivo digital (siguiendo el protocolo descrito en el Anexo 1.) para estudiarlo en su totalidad y así tener un antecedente claro del origen del proceso. En la Figura 10 se observa la evidencia fotográfica

del trámite realizado en la SDA; el expediente fue enviado vía correo electrónico y se reserva el derecho de confidencialidad.

Figura 10

Radicado de solicitud de copias de documentos en la SDA.



Fuente: Autor, (2023)

3.4 Resultado planteamiento de soluciones

Para el planteamiento de soluciones se estableció un diagnóstico conformado por los antecedentes donde se determina el origen del proceso sancionatorio; se describe la procedencia de los vertimientos, el sistema de tratamiento actual y las posibles falencias en el mismo. Posteriormente se planteó una posible solución teórica que mejore la Gestión de los Vertimientos y permita el cumplimiento de la normatividad que la rige.

3.4.1 Antecedentes

Como primera parte del diagnóstico, se hizo una revisión del expediente No. SDA-08-2022-1762 consultado en la SDA, con el fin de establecer la cronología de los hechos que dieron origen al AUTO sancionatorio 3909 de 2022 y los avances hasta el momento. De lo cual se obtuvo la Tabla 3 que se muestra a continuación.

Tabla 3

Antecedentes del proceso sancionatorio Auto No. 3909

CRONOLOGÍA DE ANTECEDENTES			
27/12/2019	Empresa objeto de estudio	Radicado 2019ER303427	Por el cual se radicó ante la SDA la caracterización de sus vertimientos para el año 2019.
23/08/2021	SDA	Concepto Técnico No. 9283	Incumplimiento normativo en materia de vertimientos según el análisis de la caracterización de vertimientos realizada el 09/12/2019 y presentada ante la SDA bajo el radicado No. 2019ER303427 el 27 de diciembre de 2019, donde se evidencia sobrepasar el valor LMP para los parámetros de DBO5 (662 mg/l) y DQO (1839 mg/l).

10/06/2022	SDA	Auto No. 3909	Por el cual se ordena el inicio de un proceso sancionatorio ambiental por el incumplimiento al valor máximo de los parámetros DQO, DBO5 según lo expuesto en el concepto técnico 9283 del 23 de agosto de 2021.

Nota: Información tomada del expediente No. SDA-08-2022-1762 de la SDA. Fuente: Autor, (2023).

La empresa objeto de estudio, al ser prestadora de servicios de salud y generar aguas residuales no domésticas que se vierten al alcantarillado público, está en la obligación de declarar y caracterizar sus vertimientos anualmente. Además, la Secretaría Distrital de Ambiente está en la potestad de realizar visitas técnicas sin previo aviso al establecimiento y tomar muestras de las aguas residuales con el fin de determinar el cumplimiento de las Res. 0631/2015. En cualquiera de los dos casos, si la SDA evidencia el incumplimiento de la norma, puede iniciar un proceso administrativo por el cual busca sancionar a la empresa que incumple u omite la normatividad. Para este caso, la empresa en cuestión procedió en diciembre de 2019 a enviar la caracterización de sus vertimientos a la SDA; luego la Subdirección de Control Ambiental al Sector Público - SCASP analiza la información allegada y emite su concepto técnico donde determina el cumplimiento de los valores permisible en los parámetros exigidos por Res. 0631/2015 según su actividad económica. Este concepto técnico es remitido al grupo legal de la SCASP para que se tomen las medidas pertinentes en caso de evidenciarse el incumplimiento a la norma.

El grupo legal está en la facultad de iniciar un proceso sancionatorio frente a la empresa en cuestión por incumplimiento u omisión de la norma; dicho proceso está reglamentado por la Ley 1333 de 2009 (Ver Anexo 2.) y a su vez hace recurso del Proceso Contencioso Administrativo.

El proceso sancionatorio puede culminar en una amonestación, tratándose de cursos de educación ambiental u obras ambientales como jornadas de siembras, en la imposición de multa económica, o el cierre parcial o total de la empresa. Sin embargo, durante el proceso, que llega tardar entre dos y cinco años, el presunto infractor puede realizar medidas correctivas y de compensación que ayudan a atenuar la sanción.

Ahora bien, al evaluar la trazabilidad de los antecedentes de la Tabla 3 se evidencia que la empresa en cuestión no ha hecho aportes al proceso tal como lo reportó durante el contacto telefónico y tampoco se han formulado cargos, de manera que el sancionatorio se encuentra en la primera fase donde "se realiza verificación de los hechos u omisiones a las normas ambientales y cualquier persona puede interferir para aportar pruebas" (Ley 1333 de 2009). (Ver Anexo 2.). Siendo ésta la mejor etapa en la que INGESA puede intervenir para dar manejo al caso formulando medidas correctivas y con aprobación gerencial, ejecutarlas para presentarlas ante la SDA como elementos probatorios atenuantes que pueden llevar a una reducción considerable de la multa; teniendo en cuenta que, si el establecimiento ha incurrido en sanciones anteriormente, puede ser un agravante y conllevar a sanciones legales mayores.

Como primer paso, es pertinente que la empresa objeto de estudio haga uso del recurso de confesión mediante el cual puede aceptar las deficiencias o errores en la gestión de sus vertimientos, seguido de la presentación de un plan de acción con las medidas correctivas a implementar para subsanar dichas falencias y mitigar su impacto ambiental. Este plan de acción son las soluciones que se proponen en esta pasantía.

Ahora, teniendo en cuenta la actividad económica de dicha empresa, y luego de analizar el acto administrativo se identificó el artículo aplicable de la Resolución 0631 de 2015 con el cual fueron evaluados, siendo el Artículo 14. Parámetros fisicoquímicos y sus valores límites

máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas (ARnD) de actividades asociadas con servicios y otras actividades. Puntualmente se ha de cumplir con LMP de los parámetros relacionados para "Actividades de atención a la salud humana – atención médica con y sin internación".

Además, como las aguas son vertidas al alcantarillado público, se acopla el Art. 16. Parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos de aguas residuales no domésticas ARnD al alcantarillado público, en el cual solicita multiplicar el valor del LMP que corresponda según su actividad económica por un factor de 1.50 para algunos parámetros; de manera que las concentraciones permitidas para actividades en atención a salud humana y los resultados de la caracterización se exponen en la tabla 4.

Tabla 4

Comparación de resultados de laboratorio con los LMP para actividades de servicios de salud según la normatividad.

PARÁMETRO	UNIDADES	ACTIVIDADES DE ATENCIÓN A LA SALUD HUMANA – ATENCIÓN MÉDICA CON Y SIN INTENACIÓN	RESULTADOS DE LABORATORIO	CUMPLIMIENTO
Generales				
pH	Unidades de pH	5,00 – 9,00	8,0 – 8,8	Cumple
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O_2	300	1839	No Cumple

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L O_2	225	662	No Cumple
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	75	67	Cumple
Grasas y Aceites	mg/L	15	12	Cumple
Fenoles	mg/L	0,20	0,15	Cumple
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	mg/L	Análisis y reporte	2,5	N.A
Compuestos de Fósforo				
Ortofosfatos (PO_4^{3-})	mg/L	Análisis y reporte	0,2	N.A
Fósforo Total (P)	mg/L	Análisis y reporte	6,3	N.A
Compuestos de Nitrógeno				
Nitratos ($N - NO_3^-$)	mg/L	Análisis y reporte	8,2	N.A
Nitritos ($O - NO_2^-$)	mg/L	Análisis y reporte	<0,007	N.A
Nitrógeno Amoniacal ($N - NH_3$)	mg/L	Análisis y reporte	227,08	N.A
Nitrógeno Total (N)	mg/L	Análisis y reporte	264,32	N.A
Iones				
Cianuro Total (CN^-)	mg/L	0,5	<0,10	Cumple

Metales y metaloides				
Cadmio (Cd)	mg/L	0,05	<0,001	Cumple
Cromo (Cr)	mg/L	0,5	<0,005	Cumple
Mercurio (Hg)	mg/L	0,01	<0,001	Cumple
Plata (Ag)	mg/L	Análisis y reporte	<0,002	N.A
Plomo (Pb)	mg/L	0,10	<0,010	Cumple
Otros parámetros para análisis y reporte				
Acidez Total	mg/L $CaCO_3$	Análisis y reporte	<5	N.A
Alcalinidad Total	mg/L $CaCO_3$	Análisis y reporte	1039	N.A
Dureza Cálcica	mg/L $CaCO_3$	Análisis y reporte	<15	N.A
Dureza Total	mg/L $CaCO_3$	Análisis y reporte	<5	N.A
Color real (Medidas de absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436 nm, 525 nm y 620 nm	m^{-1}	Análisis y reporte	0,4; 1,5; 0,3 para cada longitud de onda respectiva-mente	N.A

Fuente: H2O Es Vida, (2019).

Según los resultados de la caracterización sólo sobrepasan los límites máximos permisibles para DBO5 y DQO; sin embargo, no reportan el valor para sólidos sedimentables (SSED) que según la norma el límite máximo es de 7,5 mg/L.

En el caso del nitrógeno total, se obtuvo una concentración de 264,32 mg/L. El nitrógeno (N) es un contaminante presente en las aguas residuales, “derivado de compuestos como urea, amoniaco, aminoácidos, óxido aminos, creatina, creatinina y ácido úrico” (Cárdenas & Sánchez, 2013), que debe ser eliminado por múltiples razones: aumenta la acidez de medio que lo contiene, reduce el oxígeno disuelto de las aguas superficiales, es tóxico para el ecosistema acuático, entraña un riesgo para la salud pública y junto al fósforo (P), son responsables del crecimiento desmesurado de organismos fotosintéticos producto de la eutrofización. Todos estos factores hacen que la legislación sea cada vez más restrictiva en cuanto a los límites máximos permitidos para este parámetro.

El resultado de la concentración para fenoles fue de 0,15 mg/L con un límite de 0,20 mg/L. “El fenol es muy utilizado en la industria química, farmacéutica y clínica como un potente fungicida, bactericida, sanitizante, antiséptico y desinfectante. Además, son compuestos bastante ácidos a comparación con los alcoholes que son menos densos que el agua.” (Cueva, 2017), lo cual se explicaría con el uso de sanitizantes, y desinfectantes en el laboratorio clínico de la empresa objeto de estudio.

Por otra parte, mediante el concepto técnico la SDA hace un análisis y compara los resultados del informe de caracterización con relación a la normatividad vigente en materia de vertimientos. En la tabla 5 se exponen los parámetros que sobrepasan los LMP según la Resolución 631 de 2015.

Tabla 5

Incumplimiento de LMP según la caracterización de vertimientos presentada por la empresa objeto de estudio.

Resultados Reportados en el Informe de Caracterización

5.2 Caracterización INSTITUTO DE DIAGNÓSTICO MEDICO S.A. IDIME – LAGO CAJA DE INSPECCIÓN INTERNA SALIDA PTAR.

Parámetro	*Unidades*	*NORMA (Resolución 631/2015) (Resolución 3957/2009* por rigor subsidiario).*	*RESULTADO OBTENIDO CAJA DE INSPECCION INTERNA SALIDA PTAR"*	*CUMPLIMIENTO*	*Carga contaminante (Kg/día)*
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	*mg/L O2*	*300*	*1839*	*NO*	*2,70641952*
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	*mg/L O2*	*225*	*662*	*NO*	*0,97425216*

** Concentración Resolución 3957 del 2009 (Aplicación Rigor Subsidiario).*

Nota: *Para los demás parámetros se toman los valores establecidos en la Resolución 631 de 2015*

Fuente: SDA, (2022).

3.4.2 Procedencia de los vertimientos

La empresa seleccionada como caso de estudio es una entidad de carácter privado donde su principal actividad son la toma de imágenes diagnósticas; sin embargo, ofrecen otros servicios que dan origen a los vertimientos de interés sanitario como son las actividades de laboratorio clínico y el área patología de los cuales se presentó la caracterización ante la SDA.

Los exámenes de laboratorio clínico constituyen un procedimiento de rutina dentro de la práctica médica y son de gran ayuda para diagnosticar, prevenir y controlar un gran número de patologías por medio del análisis de muestras y fluidos corporales como sangre, orina, materia fecal, secreción vaginal o uretral, esputo, entre otros. (IDIME, 2022).

Según Orozco (2022) el procesamiento de muestras que realiza el laboratorio clínico, para el diagnóstico de enfermedades en usuarios (…) tienen un consumo significativo de agua potable

en comparación con el necesario para otros servicios de atención en salud. Las aguas residuales resultantes de estos servicios contienen una mezcla de fluidos corporales con sustancias químicas que son utilizadas durante la atención. (…). Estas aguas, al ser vertidas en el alcantarillado sin tratamiento previo, pueden alterar la calidad del agua que es entregada a la ciudad y generar importantes problemas de contaminación hídrica.

Con lo anterior, se puede afirmar que las actividades de laboratorio y el lavado de los instrumentos utilizados en el mismo, generan vertimientos con alto contenido de residuos biológicos, lo que puede aumentar la materia orgánica contenida en el agua residual y explicar las altas concentraciones de DBO5 y DQO registradas en la caracterización de 2019.

3.4.3 Impactos ambientales:

Este tipo de vertimientos puede generar una afectación significativa al recurso hídrico de la ciudad si no se disponen con las condiciones sanitarias que estipula la normatividad ambiental. En el mejor de los casos, pueden ser aguas que llegan a ser procesadas en las plantas de tratamiento agua residual de la ciudad, sin embargo, no todas las poblaciones cuentas con estos sistemas, por lo que las aguas residuales son conducidas directamente a cuerpos de agua superficial. Ahora bien, al contener residuos de fluidos corporales, pueden existir microorganismos patógenos y sustancias químicas utilizadas en los estudios clínico, que pueden resultar peligrosos para el ser humano, la flora y fauna de los cuerpos de agua donde finalmente llegan estos vertimientos.

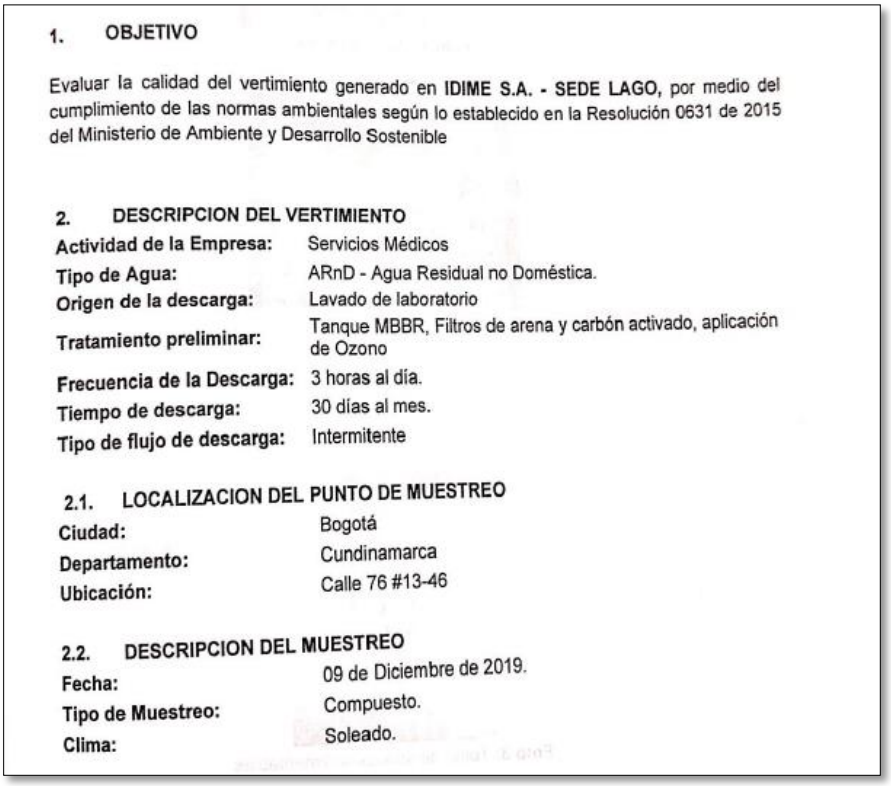
3.4.4 Sistema de tratamiento existente

Según la descripción del vertimiento en el informe de caracterización de aguas residuales realizado por el laboratorio H2O es vida (2019), la empresa en cuestión cuenta con un tratamiento preliminar para aguas residuales conformado por un tanque Biorreactor de lecho

móvil (MBBR, por sus siglas en inglés), filtros de arena y carbón activado e inyección de ozono, teniendo una frecuencia de descarga de 3 horas al día de manera intermitente con un caudal promedio Q= 0,269 L/s. (Ver Figura 11).

Figura 11

Descripción del vertimiento según informe de caracterización.



1. OBJETIVO

Evaluar la calidad del vertimiento generado en **IDIME S.A. - SEDE LAGO,** por medio del cumplimiento de las normas ambientales según lo establecido en la Resolución 0631 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

2. DESCRIPCION DEL VERTIMIENTO

Actividad de la Empresa:	Servicios Médicos
Tipo de Agua:	ARnD - Agua Residual no Doméstica.
Origen de la descarga:	Lavado de laboratorio
Tratamiento preliminar:	Tanque MBBR, Filtros de arena y carbón activado, aplicación de Ozono
Frecuencia de la Descarga:	3 horas al día.
Tiempo de descarga:	30 días al mes.
Tipo de flujo de descarga:	Intermitente

2.1. LOCALIZACION DEL PUNTO DE MUESTREO

Ciudad:	Bogotá
Departamento:	Cundinamarca
Ubicación:	Calle 76 #13-46

2.2. DESCRIPCION DEL MUESTREO

Fecha:	09 de Diciembre de 2019.
Tipo de Muestreo:	Compuesto.
Clima:	Soleado.

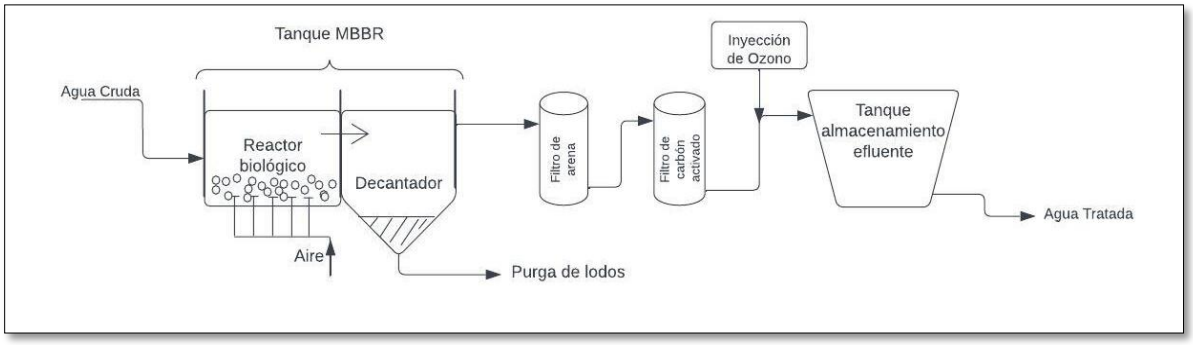
Fuente: H2O es vida, (2019)

Con base a esta descripción se realizó un diagrama de procesos (Ver Figura 12) que simula el sistema de tratamiento existente, aclarando que no se tiene certeza de que cumpla con esas características ya que no se logró la visita de diagnóstico y por tanto se carece de evidencia fotográfica e información puntual sobre el sistema de tratamiento, de manera que no se puede detallar las dimensiones, las unidades de proceso, el modo de operación y la eficiencia del mismo. Sin embargo, lo que se puede evaluar a partir de la descripción del sistema y de los resultados de la caracterización donde se supera el LMP para DBO5 y DQO, es que muy

posiblemente el sistema no obedezca a las características particulares de los vertimientos que se manejan producto de las actividades de laboratorio clínico y resulte insuficiente para el tratamiento de estas aguas residuales.

Figura 12

Diagrama de procesos - sistema de tratamiento de agua residual actual.



Fuente: Autor, (2023).

3.4.5 Posibles falencias del sistema.

Mantenimiento:

El objetivo del mantenimiento de una planta es el control de calidad para obtener mejores resultados. Debe incluir el control de calidad en procesos, como captación, bombeo, filtración, separación de sólidos, procesos bioquímicos aeróbicos o anaeróbicos, uso de lodos activados, decantación y descarga, entre otros. (Disin SA, 2019).

Un adecuado mantenimiento garantiza la calidad de agua. Además, si se involucran los elementos y mano de obra calificada para realizar las reparaciones (en caso de ser necesarias) y ajustes pertinentes, se garantizará adicionalmente la vida útil del sistema de tratamiento, (Disin SA, 2019). De manera una posible razón por la cual no se cumplió con los LMP según lo estipulado en la Resolución 0631 de 2015, puede deberse a una falta de mantenimiento en el

sistema, lo que disminuye la eficiencia del mismo y da como resultado agua de con una carga contaminante alta.

Por otro lado, un buen mantenimiento puede evitar el riesgo de incidentes y accidentes laborales, en caso de que alguno de sus empleados no cuente con la suficiente experiencia para resolver algún problema durante la operación del sistema. (Disin SA, 2019).

Los lodos y las espumas acumuladas deben ser removidos en intervalos equivalentes al periodo de limpieza del proyecto. Estos intervalos se pueden ampliar o disminuir, siempre que estas alteraciones sean justificadas y no afecten los rendimientos de operación ni se presenten olores indeseables. Debe realizarse una remoción periódica de lodos por personal capacitado que disponga del equipo adecuado para garantizar que no haya contacto entre el lodo y las personas Antes de cualquier operación en el interior del tanque, la cubierta debe mantenerse abierta durante un tiempo suficiente (>15 min.) para la remoción de gases tóxicos o explosivos. En ningún caso los lodos removidos, pueden arrojarse a cuerpos de agua. En zonas aisladas, los lodos pueden disponerse en lechos de secado. Los lodos secos pueden disponerse en rellenos sanitarios o en campos agrícolas; cuando estos últimos no estén dedicados al cultivo de hortalizas, frutas o legumbres que se consumen crudas. (Ortiz & Verano, 2018)

Insuficiencia:

Teniendo como referencia la descripción en el informe de caracterización del tratamiento preliminar, un posible problema es la insuficiencia del sistema para controlar las cargas contaminantes de las aguas residuales del laboratorio clínico.

3.4.6 Alternativa - solución.

Teniendo en cuenta que no se logró realizar la visita de diagnóstico para el planteamiento de soluciones, se realizó una consulta bibliográfica con la cual se fundamenta la propuesta

presentada en este proyecto; además, los resultados del laboratorio de agua nos dan un panorama del funcionamiento de la planta de tratamiento. Por lo tanto, es preciso aclarar que esta propuesta se sugiere como un plan piloto el cual debe ser ajustado a las dimensiones técnicas de la empresa en cuestión.

Los aportes más significativos de la consulta bibliográfica se rescatan a continuación y al ser los valores de DBO y DQO los que se encuentran fuera de lo permitido por la norma, se dio especial atención al tratamiento adecuado para el control de estos parámetros que, en otras palabras, se traducen en una carga contaminante alta por materia orgánica, lo cual resulta lógico teniendo en cuenta la procedencia de los vertimientos.

Según el artículo *EL AGUA tratamiento de aguas residuales hospitalarias (2016*), el valor de la DQO siempre será superior al de la DBO, debido a que muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente pero no biológicamente. La diferencia es que los gramos o miligramos de oxígeno se refieren, en el caso de la DBO, a los requeridos por la degradación biológica de la materia orgánica; mientras que, en el caso de la DQO, representan los necesarios para la degradación química de la materia orgánica. La relación entre (DBO5/ DQO) nos da una idea del nivel de contaminación de las aguas y su biodegradabilidad.

Por un lado, se han establecido rangos de concentración de la DBO que indican el grado de contaminación, como menciona Ibáñez (2017), una medida aproximada y algunos valores de referencia en función del tipo del agua pueden ser:

- Pura: entre 2 y 20 mg/l
- Poco contaminada entre 20 y 100 mg/l
- Medianamente contaminada entre 100 y 500 mg/l
- Muy contaminada entre 500 y 3.000 mg/l

- Extremadamente contaminada entre 3.000 y 15.000 mg/l

De manera que los vertimientos de la empresa objeto de estudio pueden clasificarse, según los rangos anteriores, como agua muy contaminada (662 mg/L).

Por otra parte, varios autores utilizan los valores descritos en la tabla 6 como índice de biodegradabilidad.

Tabla 6

Índice de biodegradabilidad según la relación DBO/DQO.

CUADRO II. CRITERIOS DE BIODEGRADABILIDAD SEGÚN LA RELACIÓN DBO_5*/DQO** (Ardila *et al.* 2012)

DBO_5/DQO	Carácter
> 0.8	Muy biodegradable
0.7 – 0.8	Biodegradable
0.3 – 0.7	Poco biodegradable
< 0.3	No biodegradable

* Demanda bioquímica de oxígeno transcurridos cinco días de reacción; ** Demanda química de oxígeno

Fuente: Bioplas Depuración, (s.f.).

Según los resultados de la caracterización de vertimientos de 2019 registrada en el acto administrativo, se procedió a determinar este índice así:

$$\frac{DBO}{DQO} = \frac{662\ mg\ O_2/L}{1839\ mg\ O_2/L} = 0{,}359$$

El índice de biodegradabilidad obtenido fue de 0,359 lo que da un carácter de poco biodegradable a las aguas residuales en cuestión. Sin embargo, Dollerer (1996), como se citó en Berrio et al, (2012), señaló que en algunos tipos de tratamiento biológico se obtiene una

remoción baja de DQO debido a la alta Demanda Química de Oxigeno (DQO) inicial que presenta el desecho, lo que permite a su vez que el procedimiento anaeróbico sea más ventajosos comparado con el aeróbico. Estos tratamientos han sido muy investigados, y reportan que se manejan diferentes temperaturas (entre 11°C y 24°C) con eficiencias de remoción de DQO entre el 80% y 90%.

En 2018, Ortiz & Verano sugirieron que para el tratamiento de los parámetros físico-químicos como DBO, DQO y pH se plantean tratamientos primarios como coagulación, floculación, Sedimentación y tanques de filtración con carbón activado con el fin de reducir la concentración de fenoles, adicional y teniendo en cuenta que los vertimientos están compuestos por fluidos corporales se plantea un tratamiento biológico anaerobio con el fin de reducir la materia orgánica presente en los vertimientos.

Los tratamientos biológicos, dentro de los cuales existe gran variedad, pueden ser clasificados como procesos aeróbicos, anaeróbicos y anóxicos; son métodos económicamente eficaces para la remoción de compuestos orgánicos biodegradables. (Welander, 1988, como se citó en Berrio et al, 2012).

Con base a la consulta bibliográfica descrita anteriormente se propone un Sistema de tratamiento de aguas residuales con las siguientes unidades de proceso:

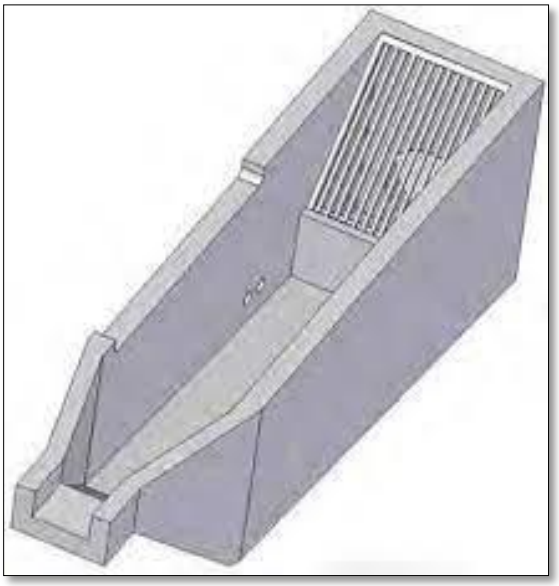
3.4.6.1 Tratamiento preliminar

Cribado: El cribado es la primera operación que se debe considerar en una planta de tratamiento de aguas. Su objetivo es interceptar los cuerpos gruesos antes de que dañen o vuelvan más lento los procesos depurativos. La captación de los cuerpos se realiza a través de cribas o rejillas metálicas con tamices que van de 4-6 cm para el cribado grueso, y de 0,2 a 0,5 cm para el cribado fino (ver Figura 13). La limpieza de las cribas puede ser manual en el caso de plantas

pequeñas o bien puede ser mecánica. (Gómez, 2013). Teniendo en cuenta que el agua residual proviene de las actividades de laboratorio clínico, es muy poco probable que lleguen a las redes hidráulicas sólidos de gran tamaño, por lo tanto, se sugiere una rejilla para sólidos muy finos.

Figura 13.

Rejilla de cribado

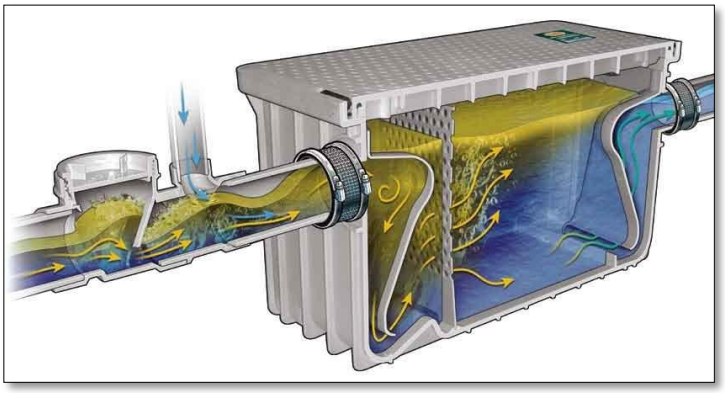


Fuente: Vásquez, A. et al. (2013).

Trampa de grasas: Las trampas de grasa (ver Figura 14) son dispositivos de gran importancia para el tratamiento de aguas residuales. Se trata de dispositivos de pretratamiento de aguas residuales que generalmente se ubican en la descarga de equipos de procesamiento de alimentos, cocinas, hoteles y en la entrada del sistema de alcantarillado, luego de las unidades de desbaste, para evitar que los aceites y las grasas lleguen al interior de las plantas de tratamiento o al medio ambiente, ya que pueden generar graves daños tanto al medio ambiente como a muchos de los equipos de tratamiento de aguas. (IQR Ingeniería Química, 2021).

Figura 14.

Trampa de grasas.



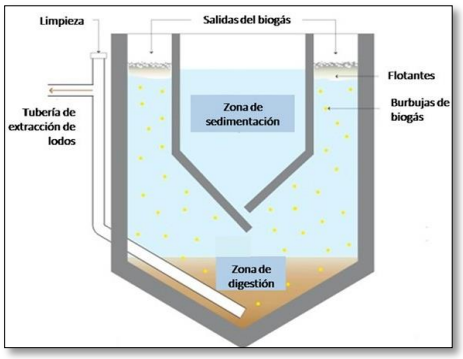
Fuente: Saeco Honduras, (2011).

3.4.6.2 Tratamiento primario

Tanque Imhoff: Es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos. Durante la operación las aguas residuales fluyen a través de la cámara de sedimentación, donde se remueven gran parte de los sólidos sedimentables. Éstos resbalan por las paredes inclinadas del fondo de la cámara de sedimentación pasando a la cámara de digestión a través de la ranura con traslape existente en el fondo del sedimentador. El traslape tiene la función de impedir que los gases o partículas suspendidas de sólidos, producto de la digestión, que inevitablemente se producen en el proceso de digestión, sean desviados hacia la cámara de natas o área de ventilación. El tanque Imhoff elimina del 40% al 50% de sólidos suspendidos y reduce el DBO en un 25 a 40%. Los lodos acumulados en el digestor del tanque Imhoff se extraen periódicamente y se conducen a lechos de secados. (Moreno, 2017). En la figura 15 se ilustra la sección transversal de un tanque Imhoff.

Figura 15

Sección transversal de un tanque Imhoff.



Fuente: Salas, (2020).

3.4.6.3 Tratamiento secundario

Reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA): Los reactores RAFA o también conocidos como UASB (del inglés Upflow Anaerobic Sludge Blanket) fueron desarrollados para el tratamiento de aguas residuales industriales con una concentración de materia orgánica media y elevada. En resumen, el reactor UASB es un tanque en el cual las aguas residuales son introducidas en la parte inferior y salen por la parte superior, estableciendo un flujo ascendente, siendo la mezcla del sistema promovida por el flujo ascensional del fluido y por las burbujas de gas. (Bedoya & Sánchez, 2009).

En la figura 16 se presenta un esquema de un reactor UASB, que consiste básicamente de 3 zonas:

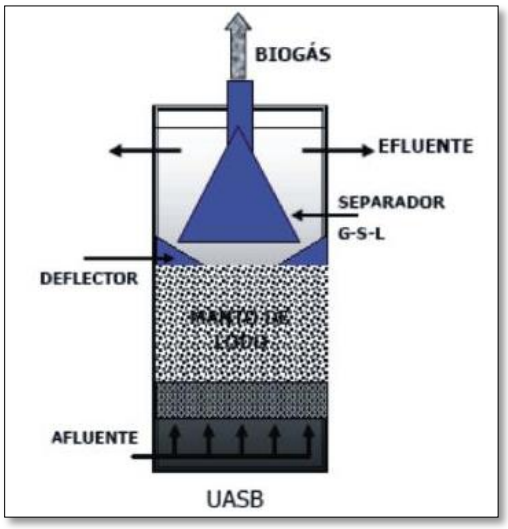
- Zona de entrada: donde en efluente a ser tratado es uniformemente distribuido en la base del reactor y encaminado ascensionalmente a la zona de digestión.
- Zona de digestión: el efluente pasa a través de un lecho de bacterias anaerobias donde los contaminantes son degradados y transformados en gas.

- Zona de sedimentación: está localizada en la parte superior del reactor, allí sucede la separación del gas, sólido y líquido.

Entre las ventajas de los reactores UASB se tienen: son sistemas compactos, con baja demanda de área, sin necesidad de utilización de un material de soporte, se obtienen niveles de remoción de DBO/DQO superiores al 80%, bajo costo de operación, elevada concentración del lodo excedente, no necesitando de una unidad de espesamiento de lodo, bajo consumo de energía. (Bedoya & Sánchez, 2009).

Figura 16

Esquema de un reactor UASB



Fuente: Bedoya & Sánchez, (2009).

3.4.6.4 Tratamiento terciario

Desinfección: Este proceso es el paso final antes de distribuir las aguas residuales ya tratadas al ambiente, y es para matar microorganismos que pueden representar un peligro para la

salud. Este proceso, llamado desinfección puede ser alcanzado agregando cloro, exponiendo el agua residual a rayos ultravioletas o mediante la ozonización. (Belzona, s.f.).

Una buena opción es mediante ozonización, el ozono es un poderoso oxidante y desinfectante con una velocidad de esterilización superior a la de un tratamiento convencional de cloro aumentando su eficacia. Esto permite tratamientos con ozono con tanques de contacto muy reducidos ya que únicamente son necesarios unos tres minutos de tiempo de contacto para asegurar la desinfección. (Belzona, 2010).

Además, se recomienda la instalación de accesorios de retro lavado para eliminar los contaminantes de los filtros. “El retrolavado es un proceso que se utiliza en el tratamiento de agua y aguas residuales para bombear el agua hacia atrás a través de medios de filtros, lo que incluye cualquier elemento colocado en un filtro que cambie la calidad del agua que pasa por él. En ocasiones, este proceso implica el uso intermitente de aire comprimido y es una forma de mantenimiento preventivo para volver a utilizar los medios de filtros” (Gardner Denver, 2023). Añadido a esto, es importante implementar procesos complementarios en el mantenimiento de la planta, para ello es preciso instalar accesorios de purga que permita extraer los excesos e impurezas a lo largo del sistema. Por otra parte, los lodos generados en el tratamiento primario y secundario serán conducidos a un lecho de secado y serán tratados con la aplicación de cal la cual “higieniza el lodo destruyendo los microorganismos y bacterias presentes en el mismo y evita su crecimiento, disminuyendo el mal olor de forma drástica”. (Calcinor, 2020). Al finalizar el tratamiento de los lodos, serán llevado por una empresa externa encargada de su adecuada disposición final.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Análisis general

Los resultados obtenidos en la fase preliminar constituyeron la adquisición de saberes y conocimientos técnicos referentes al funcionamiento y modelo de trabajo de la empresa INGESA Consultoría SAS, además de conocer el marco legal en el que se desarrollan los procesos sancionatorios ambientales en el Distrito capital. Estos conocimientos permitieron trabajar en pro de los objetivos de la pasantía y los entregables de esta etapa representan un aporte documental en la esquematización de los procesos de INGESA.

En la figura 8, se esquematizó el modelo de trabajo de INGESA para atender los procesos sancionatorios en el desarrollo de su actividad de consultoría ambiental y sanitaria, de modo que cualquier persona con las aptitudes pertinentes que apoye esta actividad pueda interpretarlo y tener claro el proceso. Ahora, según proyecciones de INGESA, se pretende conformar la actividad de consultoría ambiental como una dependencia de la empresa por lo que este registro documental es un aporte importante para la conformación de esta área.

Por otra parte, el anexo 2 recopiló por medio de un flujograma dinámico las etapas procesales en sanciones ambientales que concuerda con lo estipulado en la Ley 1333 de 2009 en su Título IV “Procedimiento sancionatorio”. Este entregable podrá ser implementado en INGESA como un procedimiento estándar en el área de consultoría ambiental.

En cuanto a la revisión documental, la base de datos construida para el registro de las empresas con procesos sancionatorios vigentes y que son objeto de interés comercial para INGESA, resulta una herramienta de software útil que podrá seguir siendo consultada y alimentada en función de esta actividad preliminar como es la búsqueda de posibles compañías a las cuales INGESA puede brindar sus servicios de consultoría.

Además, se relaciona la construcción de un marco legal no solamente en función del desarrollo de esta pasantía, sino en general, un marco que obedece a todas las actividades desarrolladas por INGESA, la cual presta servicios también en el diseño, construcción y mantenimiento de sistemas hidráulicos e hidrosanitarios, sistemas de bombeo y demás obras en función del recurso hídrico. Este documento representa una base de consulta útil y de soporte legal en el cual se enmarcan todos los servicios de esta empresa.

Por otra parte, el acto administrativo seleccionado como caso de estudio, cumplió con los criterios de viabilidad técnica y comercial, siendo ésta una empresa ampliamente constituida que cuenta con los recursos económicos para el desarrollo de este tipo de proyectos ambientales, es altamente probable la ejecución de la propuesta aquí presentada. Además, se puede establecer una relación comercial efectiva entre la empresa en cuestión e INGESA, ya que ésta brinda un servicio de posventa constituido por el mantenimiento periódico preventivo de la planta de tratamiento de agua residual.

Ahora, con respecto al sistema de tratamiento propuesto se puede mencionar que a pesar de los pocos sólidos suspendidos que se pueden presentar en las aguas residuales provenientes del laboratorio clínico, es pertinente la instaación de un tratamiento preliminar para evitar obstrucciones y garantizar una correcta operación en las siguientes unidades del sistema.

Por otra parte la selección de un tanque imhoff para el tratamiento primario resulta apropiado desarrollandose en él un tratamiento tanto físico (con los procesos de decantación) cómo biológico (por los procesos microbianos producidos en la zona de digestión). Además, atiende los parámetros críticos que incentivaron el inicio del proceso sancionatorio (DQO y DBO). En lo referente a los rendimientos de depuración que se alcanzan en los tanques Imhoff, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7

Rendimientos de depuración del tanque Imhoff.

Parámetro	Reducción (%)
Sólidos en suspensión	55 - 65
DBO_5	25 - 35
DQO	20 - 30
N_T	-
P_T	-
Coliformes fecales (reducción u. log.)	0 - 1

Fuente: Salas, (2020)

Otra ventaja que se puede resaltar de este equipo es “la importante reducción de volumen que experimenta la materia orgánica en la zona de digestión (hasta el 40%), que permite espaciar en el tiempo las operaciones de extracción de los lodos acumulados. Por lo tanto, se trata de otra de las tecnologías de tratamiento que nos libera (temporalmente) de la <esclavitud de los lodos>”. (Salas, 2020).

Para el tratamiento secundario, donde se planteó un reactor anaeróbio de flujo ascendente, concuerda con lo sugerido por Ortiz & Verano (2018), quienes afirmaron que teniendo en cuenta que los vertimientos están compuestos por fluidos corporales es preciso plantear un tratamiento biológico anaerobio con el fin de reducir la materia orgánica presente en los vertimientos.

Sin embargo, la Comisión Nacional del Agua – CONAGUA (2015), rescata que la eliminación de patógenos en la mayoría de esos postratamientos no es eficiente, por lo que es necesario aplicar sistemas de desinfección, como: lagunas de maduración, cloración, radiación ultravioleta, ozonización, filtros de arena, entre otros. Lo cual obedece al planteamiento de la ozonización como tratamiento terciario.

En general, este trabajo de grado resulta un aporte como base de las medidas correctivas que la empresa objeto de estudio puede implementar y presentar ante la SDA como un acto probatorio y atenuante de su sanción por el incumplimiento parcial de la Resolución 0631 de 2015 en materia de gestión de vertimientos. Sin embargo, queda a disposición un trabajo complementario relacionado con el diseño y acople de esta propuesta en relación a las dimensiones técnicas y características puntuales de las aguas residuales en cuanto a cantidades y frecuencia de descarga, así como a la estructura física disponible para la construcción del sistema de tratamiento.

4.2 Indicadores de cumplimiento

Para garantizar el cumplimiento de los objetivos propuestos se plantearon los indicadores descritos en la Tabla 7.

Tabla 8.

Indicadores de cumplimiento de la pasantía.

Nombre	Meta	Indicador
Matriz con base normativa aplicable.	1	$\frac{Número\ de\ matrices\ diseñadas}{Número\ de\ matrices\ propuestas} x100$
Diseño proyecto de gestión de vertimientos para empresa con proceso sancionatorio.	1	$\frac{Número\ de\ proyectos\ diseñados}{Número\ de\ proyectos\ propuestos} x100$

Fuente: Autor, (2023).

Se cumplió con el 100% de la matriz normativa aplicable para los procesos sancionatorios en materia de vertimientos la cual se puede evidenciar en la tabla 1 de este documento. Por otra parte, se planteó parcialmente el proyecto de gestión de vertimientos, ya que al no ser posible la

visita de diagnóstico en la empresa en cuestión, se propuso un sistema de tratamiento de aguas residuales como plan piloto y desde el fundamento teórico, de manera que es necesario ajustarlo a las dimensiones técnicas de la empresa, por tanto se atribuye un porcentaje de cumplimiento del 40% para el segundo indicador.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La carencia de una visita técnica resultó ser una barrera que impidió la formulación de una propuesta diseñada acorde a las características técnicas de la empresa en cuestión, sin embargo, la caracterización de los vertimientos y el concepto técnico de la Secretaría Distrital de Ambiente, permitieron hacer un análisis y formular una posible solución desde el fundamento teórico.

Se resalta, que en el ejercicio de esta pasantía se evidenció la poca disposición que tienen las instituciones para intervenir y resolver este tipo de sancionatorios, ya que gran parte de las empresas prestan poca atención al proceso, en parte, por el largo tiempo que se puede tardar el desarrollo del mismo, y por otra la falta de conocimiento y poca disponibilidad de capital para dar atención al caso. Otro gran porcentaje de las empresas deciden atender el acto administrativo sólo desde el área jurídica sin tener en cuenta la parte técnica, que además de ayudar a atenuar la sanción es una medida correctiva y preventiva que evita la reincidencia en el incumplimiento de la normatividad, por ello es importante la intervención de un ingeniero ambiental para la subsanación de este tipo de procesos.

En concordancia con lo anterior, es importante incluir durante el proceso sancionatorio ambiental, el acompañamiento de una figura jurídica especialista en derecho administrativo para contestar de manera objetiva, oportuna y correcta los actos administrativos ante la SDA.

Se recomienda reevaluar la propuesta presentada según las características técnicas de empresa a la cual pertenece el caso de estudio. Luego, teniendo en cuenta las dimensiones puntuales de los equipos, se podrá hacer una propuesta económica sensata sobre los costos de compra, instalación y mantenimiento del sistema.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bedoya & Sánchez, (2009). Tratamiento de aguas residuales de la industria láctea en sistemas anaerobios tipo UASB. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612009000200004

Berrio et al, (2012). Sistemas de tratamiento para residuos generados en laboratorio de análisis químico. Universidad Nacional de Colombia.

Belzona, (2010). Tratamiento de aguas residuales. Recuperado de https://www.belzona.com/es/solution_maps/wastewater/money_map.pdf

Bioplas Depuración, (s.f.). Biodegradabilidad: relación DBO/DQO. Recuperado de http://www.bioplastdepuracion.com/index.php?s=noticia&n=63

Calcinor, (2020). Tratamiento de lodos. Recuperado de https://www.calcinor.com/es/calcinor/tratamiento-de-lodos

CAR, (2020). Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Inscripción Departamentos de Gestión Ambiental. Recuperado de, https://www.car.gov.co/vercontenido/2188#:~:text=%C2%BFConcretamente%20cuales%20empresas%20est%C3%A1n%20en,Las%20grandes%20y%20medianas%20empresas

Cárdenas & Sánchez, (2013). Nitrógeno en aguas residuales: orígenes, efectos, y mecanismos de remoción para preservar el ambiente y la salud pública. EciElo. Universidad y Salud vol.15 no.1 Pasto, Colombia.

CONAGUA, (2015). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente. Comisión Nacional del Agua, México.

Disin SA, (2019). Diseño y construcciones industriales. ¿Cuándo realizar un mantenimiento general a una planta de tratamiento de agua? Recuperado de https://www.disin.com/cuando-realizar-mantenimiento-general-a-una-planta-de-tratamiento-de-agua/

Cueva, (2017). Informe de laboratorio de química orgánica – Química de Fenoles. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – ESPOCH. Facultad de ciencias. Escuela de bioquímica y Farmacia.

Gardner Denver, (2023). Soplantes y retrolavado de filtros. Recuperado de https://www.gardnerdenver.com/es-co/hoffmanandlamson/industries/water-and-wastewater-treatment/filter-backwash

Gómez, (2013). Cribado o Rejillas. Recuperado de https://es.slideshare.net/arnoldofabianduran/cribado-o-rejillas

H2O es vida SAS, (2019). Informe de monitoreo y caracterización. Informe 4354-19.

Ibáñez, (2017). DBO y DQO para la caracterización de aguas residuales. Recuperado de https://nihonkasetsu.com/es/dbo-y-dqo-para-caracterizar-aguas-residuales/#:~:text=Poco%20contaminada%20entre%2020%20y,3.000%20y%2015.000%20mg%2Fl

INGESA, (2021). Ingeniería y consultoría ambiental. Recuperado de, https://ingesaconsultoria.com/

IDIME, (2022). Instituto de Diagnóstico Médico. Laboratorio clínico general, especializado y alta especialidad. Recuperado de https://idime.com.co/laboratorio-clinico/

IQR Ingeniería Química, (2021). Trampas de grasa para el tratamiento de aguas residuales. Recuperado de https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2021/11/trampas-de-grasa-tratamiento-aguas-residuales.html

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (s.f.).Vertimiento y Reuso de Aguas Residuales. Gestión Integral del Recurso Hídrico. Recuperado de https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/vertimientos-y-reuso-de-aguas-residuales/

Moreno, (2017). Tratamiento de aguas residuales en el tanque Imhoff para disminuir la contaminación en la quebrada Sicacate del distrito de montero. Universidad Nacional de Piura. Facultad de ingeniería industrial. Piura, Perú.

Saeco Honduras, (2011). ¿Qué es una trampa de grasas? Blog consultado en http://saecohn.blogspot.com/2011/11/trampa-de-grasa.html

Salas, (2020). El modelo de Tanque Imhoff: fundamentos y diseño. Recuperado en el blog https://www.iagua.es/blogs/juan-jose-salas/modesto-tanque-imhoff-fundamentos-y-diseno

SDA, (2022). Auto N. 3909 "Por el cual se ordena el inicio de un proceso sancionatorio ambiental y se toman otras determinaciones". Consultado en Boletín Legal Ambiental.

Ortiz & Verano, (2018). Estudio de viabilidad para la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en el laboratorio Bioimagen. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Tecnología en Gestión y Servicios Públicos. Bogotá, Colombia.

Orozco, K. (2022). Manejo de agua residual en los servicios de odontología y laboratorio clínico en una Institución Prestadora de Salud IPS. [Trabajo final para optar por el título de

Magister en Ingeniería Ambiental. Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional de la universidad Nacional de Colombia

Vásquez, A. et al. (2013). Propuesta de mejora de tratamiento de aguas residuales en una empresa pesquera. Repositorio Institucional Pirhua. Universidad de Piura. Perú.

7. ANEXOS

ANEXO 1. PROTOCOLO PARA SOLICITUD DE EXPEDIENTES EN LA SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE (SDA).

1. En la SDA ubicada en Av. Caracas #54-38, Localidad de Chapinero, Bogotá, solicitar al servidor de la ventanilla de atención al ciudadano, el expediente con su respectivo número representado siempre en la siguiente secuencia: "SDA-XX-XXXX-XXX".
2. Por reglamento de la SDA, cada solicitante que desee realizar la consulta, puede acceder a máximo tres (3) expedientes al día.
3. Firmar la planilla de registro de solicitudes de expediente.
4. Entregar a la persona encargada de atención al ciudadano un documento de identidad que será devuelto una vez finalice la consulta.
5. Ingresar a la sala de consulta y esperar la entrega de las carpetas (puede tardar aproximadamente 15 minutos).
6. Por reglamento de la SDA, se dispone de una (1) hora para realizar las consultas pertinentes en el(los) expediente(s) solicitados.
7. Si lo amerita, se procede a la toma de registro fotográfico de los folios de interés sin deslegajar ni alterar el orden interno de los expedientes.
8. En caso de requerir revisar los anexos del expediente, tales como CD's o memorias USB se ha de solicitar acompañamiento del asesor encargado.
9. Si se desea la copia en físico o digital del expediente se procede siguiendo los pasos descritos a continuación.

Solicitud de copia en físico o digital de expedientes

1. Solicitar al servidor de la ventanilla de atención al ciudadano un formato de *Solicitud de Copias de Documentos,* diligenciar y entregarlo nuevamente al servidor, quien generará el recibo de pago según la cantidad de folios solicitados (si el expediente se encuentra disponible en formato electrónico o digital y el solicitante así lo requiere, la copia no generará ningún cobro).

2. El servidor devolverá el formato y el recibo de pago generado que deberá cancelar a término de cinco (5) días.

3. Una vez cancelado, radicar el recibo original junto al formato de *Solicitud de Copias de Documentos* en la ventanilla de atención al ciudadano.

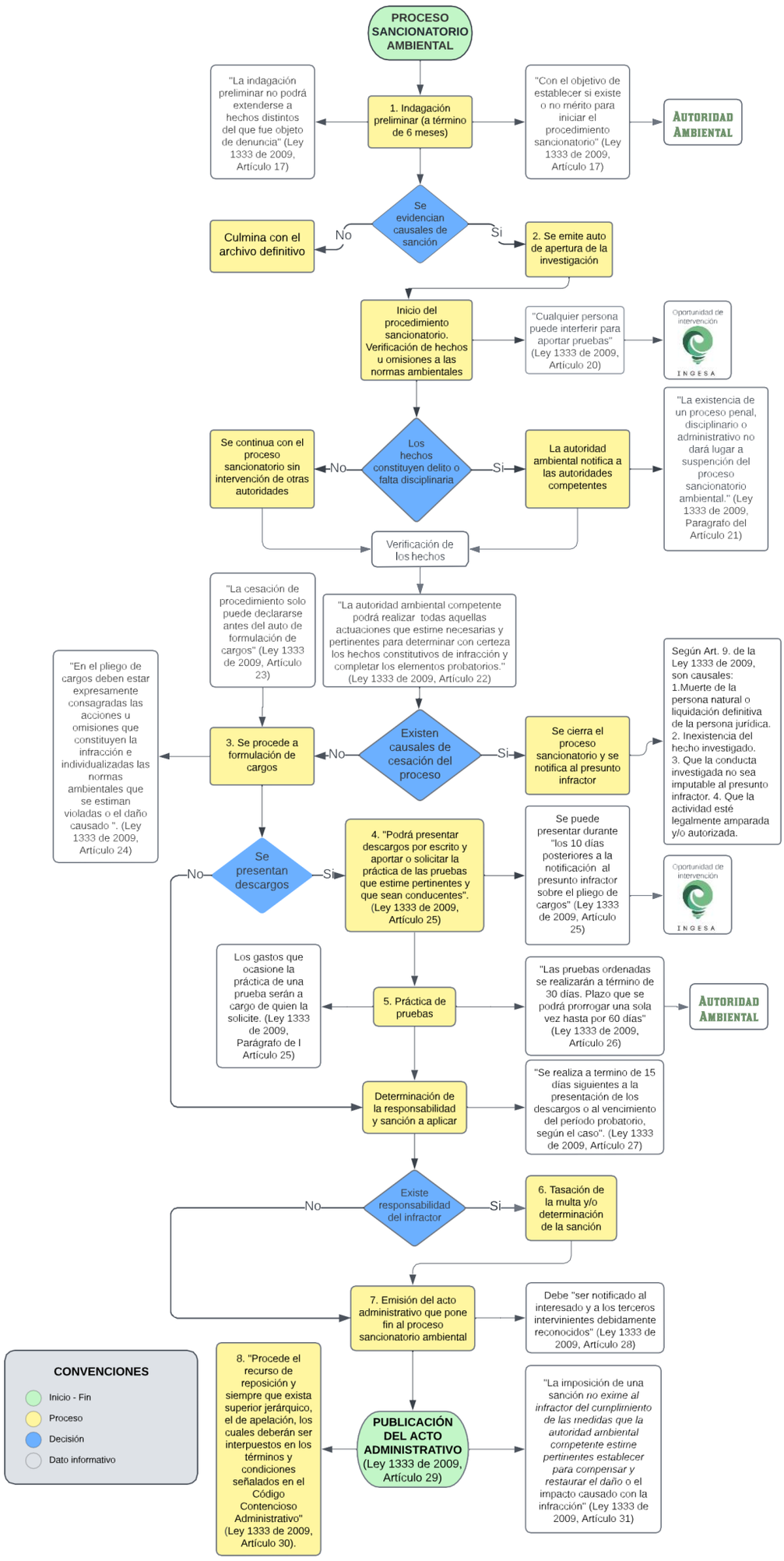
4. La solicitud será resuelta a término aproximado de quince (15) días hábiles. Una vez estén listas las copias, la SDA hará la respectiva notificación al correo electrónico o la dirección suministrada por el solicitante.

5. El solicitante debe acercarse a la ventanilla de atención al ciudadano a recoger las copias lo antes posible, de lo contrario éstas serán destruidas ya que la SDA no cuenta con el espacio físico para almacenar y custodiar estos documentos.

Nota: Información adaptada del protocolo de consulta de expedientes de la Secretaría Distrital de Ambiente.

Fuente: Autor, (2023).

ANEXO 2. Esquema de las etapas procesales en sanciones ambientales según Ley 1333 de 2009



Fuente: Autor, (2023)