DESARROLLO DE LA ADICIÓN, CORROBORACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS NO INTEGRADOS A LA RED DE CALIDAD HÍDRICA DE BOGOTÁ RCHB, EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO DE INVERSIÓN N°978, "CENTRO DE INFORMACIÓN Y MODELAMIENTO AMBIENTAL" DE LA SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE DE BOGOTÁ

DANIEL AUGUSTO ORTIZ RIOS

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES
INGENIERIA SANITARIA
BOGOTA
2017

DESARROLLO DE LA ADICIÓN, CORROBORACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS NO INTEGRADOS A LA RED DE CALIDAD HÍDRICA DE BOGOTÁ RCHB, EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO DE INVERSIÓN N°978, “CENTRO DE INFORMACIÓN Y MODELAMIENTO AMBIENTAL” DE LA SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE DE BOGOTÁ

DANIEL AUGUSTO ORTIZ RIOS
Código estudiantil: 20131181005

INFORME DE PASANTÍA CON LA SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE DE BOGOTÁ D.C. PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO SANITARIO

Ing. CAUDEX VITELIO PEÑARANDA OSORIO
Director Interno

Ing. EDWIN FERNANDO LUGO BARAHONA
Director Externo

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES
INGENIERIA SANITARIA
BOGOTA
2017

“Las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente opiniones de la universidad”. (Artículo 117, Acuerdo 029 de 1998).”

CONTENIDO

CONTENIDO 4
LISTA DE FIGURAS 5
LISTA DE TABLAS 5
ABSTRACT 6
TITULO: 6
RESUMEN: 6
TITLE: 7
ABSTRACT: 7
PALABRAS CLAVE: 8
KEY WORDS: 8
INTRODUCCIÓN 9
1. OBJETIVOS 12
1.1 GENERAL 12
1.2 ESPECÍFICOS 12
2. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE 13
3. ACTIVIDADES 15
3.1 FASE 1: Metodología de la captura de datos a partir de la base inicial de datos y el sistema “FOREST” 15
3.2 FASE 2: Modelamiento del sistema de identificación del cumplimiento de la resolución 631 de 2015 19
3.3 FASE 3: Fase de elaboración del informe final 24
4. RESULTADOS 25
4.1 FASE 1: Establecimiento de la base parcial de datos 25
4.2 FASE 2: Análisis del cumplimiento de la resolución 631 de 2015 en relación a la base de datos establecida 25
5. CONCLUSIONES 36
6. RECOMENDACIONES 38
7. EVALUACIÓN DE LA PASANTIA 40
8. BIBLIOGRAFÍA 41

ANEXOS 42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama SDA (2017) 14
Figura 2. Flujograma Fase 1, parte 1 16
Figura 3. Flujograma Fase 1, parte 2 17
Figura 4. Aplicativo "FOREST" 18
Figura 5. Numeración de tablas y columnas en la Resolución 631 de 2015 19
Figura 6. Flujograma Fase 2, parte 1 21
Figura 7. Hoja de Excel resumen 22
Figura 8. Hoja resumen Incumplimiento de parámetros por actividad económica 23
Figura 9. Flujograma Fase 2, parte 2 23
Figura 10. Generadores de Agua Residual según su tipo 26
Figura 11. Gráfica que representa la distribución de usuarios que vierten ARnD por Localidad 28
Figura 12. Gráfica que representa la distribución de usuarios que vierten ARnD con datos de caudal 29
Figura 13. Flujo de los vertimientos de ARnD de los usuarios del censo 29
Figura 14. Usuarios que tratan sus ARnD 30
Figura 15. Cumplimiento de la resolución 631 de 2015 en relación a las ARnD 31
Figura 16. Cumplimiento de la R631/2015 por sector productivo 32
Figura 17. Parámetros de mayor incumplimiento dentro del censo 33
Figura 18. Parámetros de mayor incumplimiento en el sector de alimentos y bebidas 35
Figura 19. Parámetros de mayor incumplimiento en el sector de Fabricación y Manufactura de Bienes 35

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Vertedores de ARnD en la ciudad de Bogotá 27
Tabla 2. Usuarios evaluados por sector productivo dentro de la R631/2015 32
Tabla 3. Incumplimiento de parámetros por sector productivo 34
Tabla 4. Indicadores de Evaluación de la Pasantía 40

ABSTRACT

TITULO:

Desarrollo de la adición, corroboración y análisis de datos no integrados a la Red de Calidad Hídrica de Bogotá RCHB, en el contexto del proyecto de inversión n°978, “Centro de Información y Modelamiento Ambiental” de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá.

RESUMEN:

En el marco de la sentencia del rio Bogotá, expedida por el Tribunal Administrativo de Cundinamarca, el cual responsabiliza por omisión al Estado Colombiano de la catástrofe ecológica del río Bogotá, sus quebradas y afluentes, por lo que el fallo obliga a más de 56 entidades entre públicas y privadas a cumplir unos pactos durante el proceso, y condena los puntos que no fueron aceptados por los demandados[1]. Dentro de las 56 entidades públicas y privadas condenadas se encuentra la Secretaría Distrital de Ambiente de la ciudad de Bogotá. Por ende, se genera dentro de la entidad el proyecto de inversión n°978, “Centro de Información y Modelamiento Ambiental”, el cual tiene como objetivo aumentar la disponibilidad de información para la toma de decisiones de los ciudadanos y de los servidores públicos en temas ambientales a través de un Centro de Información y Modelamiento Ambiental, lo cual constituye un principio en la toma decisiones para la recuperación del río.

Enmarcado dentro del anterior contexto, el presente proyecto pretende ampliar la disponibilidad de la información, en materia de vertimientos de aguas residuales no domésticas al Río Bogotá. En primera instancia se realizó la adición y corroboración de seiscientos conceptos técnicos pertenecientes a la red de vertimientos de aguas residuales en la ciudad de Bogotá. Los anteriores criterios técnicos fueron discriminados por seis grandes acápites: Por la identificación del vertedor y del predio, el proceso productivo que desarrolla, su fuente de abastecimiento, los vertimientos que genera, el tipo de tratamiento que emplea para estos, y la caracterización del vertimiento. Los mencionados conceptos fueron extraídos de

[1] Tiempo, C. (2017). SENTENCIA POR EL RÍO BOGOTÁ. El Tiempo. Obtenido el 7 de agosto de 2017, de http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1554585

documentos oficiales de la Secretaría Distrital de Ambiente, facilitados gracias al aplicativo “FOREST”, el cual permite buscar documentación existente dentro de la entidad; la información fue extraída en el período comprendido entre el 2012 y el 2017. El análisis va dirigido hacia el cumplimiento de la resolución 631 de 2015, “por la cual establece los parámetros y los valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones”[2], en relación a los usuarios que vierten aguas residuales no domésticas (ARnD) a la red de alcantarillado de la ciudad de Bogotá (y finalmente al río de mismo nombre) y que se encuentran dentro del censo. Lo anterior con el fin de conocer el porcentaje de empresas analizadas que cumple con la norma distrital vigente, además de establecer en aspectos generales cuales son los principales problemas de las empresas que realizan vertimientos de aguas residuales no domésticas que no dan cumplimiento a la legislación.

TITLE:

Development of the addition, corroboration and analysis of data not integrated to the Water Quality Network of Bogotá RCHB, in the context of the investment project n ° 978, "Information and Environmental Modeling Center" of the District Environmental Secretariat of Bogotá.

ABSTRACT:

In the context of the judgment of the Bogotá river, issued by the Administrative Court of Cundinamarca, which blames the Colombian State for omitting the ecological catastrophe of the Bogotá river, its ravines and tributaries, and the ruling obliges more than 56 entities Between public and private to comply with agreements during the process, and condemns the points that were not accepted by the defendants. Among the 56 public and private entities condemned is the District Department of Environment of the city of Bogotá. As a result, the investment project no. 978, "Information and Environmental Modeling Center" is generated within the entity, which aims to increase the availability of information for the decision-making of citizens and public servants in Environmental issues through an Information and

[2] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015). Resolución 631 de 2015. Colombia, p.1.

Environmental Modeling Center, which is a principle in making decisions for the recovery of the river.

Framed within the above context, the present project aims to expand the availability of information on non-domestic wastewater discharges to the Bogotá River. In the first instance, the addition and corroboration of six hundred technical concepts pertaining to the network of wastewater discharges in the city of Bogotá was carried out. The above technical criteria were discriminated by six major areas: For the identification of the spillway and the land, the productive process that develops, its source of supply, the spills it generates, the type of treatment it uses, and the characterization of the dumping. The aforementioned concepts were extracted from official documents of the District Environment Secretariat, facilitated by the "FOREST" application, which allows searching for existing documentation within the entity; the information was extracted in the period between 2012 and 2017. The analysis is directed towards compliance with resolution 631 of 2015, "by which it establishes the maximum permissible parameters and values in the spot discharges to surface water bodies And public sewer systems and other provisions, "in relation to users who pour non-domestic wastewater (ARnD) to the sewerage network of the city of Bogotá (and finally to the river of the same name) and found Within the census. The above in order to know the percentage of companies analyzed that complies with the current district regulation, in addition to establishing in general aspects what are the main problems of companies that carry out non-domestic wastewater discharges that do not comply with the legislation.

PALABRAS CLAVE:
(Concepto, Vertimientos, Resolución, CIMA, SDA, Bogotá).

KEY WORDS:
(Judgment, Concept, Vertimientos, Resolution, CIMA, SDA, Bogotá).

INTRODUCCIÓN

El propósito del presente consiste en el desarrollo de la adición, corroboración y análisis de datos no integrados a la red de calidad hídrica de Bogotá RCHB, en el contexto del proyecto de inversión n°978, “Centro De Información y Modelamiento Ambiental” de la secretaría distrital de ambiente de Bogotá.

La Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), como autoridad ambiental del Distrito Capital, posee como funciones “promover, orientar y regular la sostenibilidad ambiental de Bogotá; controlando los factores de deterioro ambiental y promoviendo buenas prácticas ambientales, como garantía presente y futura del bienestar y calidad de vida de la población urbana y rural, y como requisito indispensable para la recuperación, conservación y uso de bienes y servicios ecosistémicos y valores de biodiversidad”[3], luego de entrar en vigencia el Decreto 109 de 2009, la SDA modifica su estructura interna y son dictadas otras disposiciones, teniendo dentro de sus funciones “Administrar los datos provenientes de las Redes de Monitoreo en el Distrito con el fin de formular estrategias de gestión, control y vigilancia con base en sus resultados”[4].

Con base en lo anterior, la SDA ha establecido un organigrama que compone su estructura organizacional, donde se encuentra la Dirección de Control Ambiental, la cual según el Decreto Distrital 175 de 2009 en su artículo 2 tiene por objeto “Dirigir los procesos técnico-jurídicos necesarios para el cumplimento de las regulaciones que en materia ambiental sean aplicables al Distrito”, adquiriendo funciones como: “Dirigir la ejecución de políticas, planes, programas y proyectos necesarios para la evaluación, control y seguimiento ambiental al uso, explotación, comercialización, aprovechamiento y movilización de los recursos naturales sobre los cuales la Secretaría es autoridad ambiental” y “Coordinar las actividades a ejecutar con las dependencias a su cargo para la ejecución y programación operativa de las visitas técnicas de evaluación, control y seguimiento ambiental”[5]. De acuerdo con las obligaciones anteriormente mencionadas, se formuló el proyecto de inversión N°978, “Centro de Información y Modelamiento Ambiental”, el cual está destinado a la recopilación, organización y modelamiento de la información ambiental de

[3] Misión - Secretaria Distrital de Ambiente. (2017). Ambientebogota.gov.co. Obtenido el 7 de Agosto de 2017, de http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/mision
[4] Decreto 109 de 2009 (2009). Bogotá.
[5] Decreto 175 de 2009 (2009). Bogotá.

Bogotá, de modo que, se cuente con información que permita la correcta toma de decisiones en materia ambiental (Ficha Técnica Proyecto de Inversión N°978)[6].

En el presente documento se presenta el informe de pasantía desarrollado en la Secretaría Distrital de Ambiente articulado al proyecto de inversión N°978. Los beneficios de ésta articulación para la consolidación del "Centro de Información y Modelamiento Ambiental" y para la formación profesional se da en doble vía: En el caso del "Centro de Información y Modelamiento Ambiental" es imperativo robustecer su base de datos a partir de la información obtenida de las redes, además de proporcionar el valor agregado del análisis en relación a la norma. Este análisis se desarrolla a partir de la información consignada en los conceptos técnicos, por lo que es una actividad que requiere de personas con formación en temas afines a la problemática ambiental; a su vez, para quien apoya este trabajo, es fuente para la adquisición de experiencia, puesto que la revisión y captura de datos e información ayuda a reafirmar sus conceptos y a perfilar sus desarrollos formativos posteriores. Finalmente, hay una oportunidad adicional para el que desarrolla estas tareas, ya que al participar con expertos en modelamiento y análisis de sistemas complejos ambientales, puede comprender los resultados de análisis normativos en relación a la información recopilada, y poder identificar realmente la situación actual de la ciudad de Bogotá en materia de vertimientos de aguas residuales no domésticas (ARnD).

El presente informe se ha dividido en 4 capítulos:

Capítulo 1: Objetivos. Se establecen los objetivos generales y específicos de la pasantía.

Capítulo 2: Contextualización de la Secretaría Distrital de Ambiente. Se describe la historia de la entidad en la cual se llevó a cabo la pasantía.

[6] Proyecto 978 Centro de Información y Modelamiento Ambiental. (2016). Ambientebogota.gov.co. Retrieved 7 August 2017, de http://ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=cec3ec42-c3d2-4d56-abef-09425e8de641&groupId=55886

Capítulo 3: Descripción de las actividades realizadas a lo largo de la pasantía:

- Fase 1. Metodología de la captura de datos a partir de la base inicial de datos y el sistema “FOREST”.
- Fase 2. Modelamiento del sistema de identificación del cumplimiento de la resolución 631 de 2015.
- Fase 3. Elaboración del informe final

Capítulo 4: Resultados obtenidos

- Fase 1: Establecimiento de la base parcial de datos.
- Fase 2: Análisis del cumplimiento de la resolución 631 de 2015 en relación a la base de datos establecida.

Capítulo 5: Conclusiones del trabajo de pasantía

Capítulo 6: Recomendaciones

Capítulo 7: Evaluación del trabajo de pasantía

Capítulo 8: Bibliografía

1. OBJETIVOS

1.1 GENERAL

- Desarrollo de la adición, corroboración y análisis de datos no integrados a la red de calidad hídrica de Bogotá RCHB, en el contexto del proyecto de inversión n°978, “Centro De Información Y Modelamiento Ambiental” de la secretaría distrital de ambiente de Bogotá.

1.2 ESPECÍFICOS

- Apoyar la captura y organización de datos e información de los conceptos técnicos elaborados en la Subdirección de Recurso Hídrico y Suelo de la Secretaría Distrital de Ambiente, integrándolos en la base de datos que sea establecida por el Centro de Información y Modelamiento Ambiental.
- Emplear el análisis de los datos e información capturada, organizada y almacenada, por medio del grupo de modelado matemático y estadístico del Centro de Información y Modelamiento Ambiental, grupo del cual hace parte quien desarrolla este proyecto, en el análisis y verificación del cumplimiento de la resolución 631 de 2015.
- Expedir un informe de las actividades realizadas durante la pasantía en el Centro de Información y Modelamiento Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente.

2. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE

La Secretaría Distrital de Ambiente nace de la necesidad de dar un uso y un manejo adecuado a los recursos naturales del distrito capital, y a su vez de desarrollar procesos para la protección del medio ambiente. Inicialmente, el Concejo de Bogotá aprobó la creación del Departamento Administrativo del Medio Ambiente (DAMA) por medio del acuerdo 9 de 1990. Posteriormente se articula a la nación la ley 99 de 1993, la cual crea el Ministerio de Medio Ambiente, y genera un nuevo orden en el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente. Esta ley, organiza además el Sistema Nacional Ambiental, estableciendo un nuevo tratamiento especial a los centros poblados que cuenten con una población urbana mayor a un millón de habitantes, dándoles la facultad de generar un ente regulador que dentro de este perímetro urbano posea funciones y responsabilidades ambientales, trascendiendo las funciones asignadas a otros municipios que no cumplan el requisito anteriormente descrito, los cuales continúan regidos por las Corporaciones Autónomas Regionales (CARs).

El ente regulador existente (DAMA), experimenta una serie de cambios internos en relación a su estructura y sus funciones dentro del perímetro urbano, formalizado mediante el Decreto 673 de 1995. Luego, la estructura organizacional del DAMA es cambiada por el Decreto Distrital 308 de 2001, el cual otorga a sus dependencias funciones. Este decreto es derogado por el Decreto 330 de 2003 que se encuentra vigente en la actualidad.

La Secretaría Distrital de Ambiente nace con el Acuerdo 257 de 2006, el cual remplaza al DAMA con nuevas herramientas y estructura, todo esto surge de la Reforma Administrativa del Distrito Capital. Posteriormente se genera el decreto 561 de 2006, que establece la estructura organizacional de la Secretaría Distrital de Ambiente, determina las funciones de sus dependencias y se dictan otras disposiciones. Finalmente se genera el decreto 109 de 2009, que modifica la estructura de la Secretaría Distrital de Ambiente y se dictan disposiciones para la modernización de la entidad, derogando así el decreto 561 de 2006.[7]

[7] Historia - Secretaria Distrital de Ambiente. (2015). Ambientebogota.gov.co. Retrieved 7 August 2017, from http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/algo-de-historia

En la figura No.1 nos muestra el organigrama de La Secretaría Distrital de Ambiente, en lo que concierne a las direcciones y subdirecciones que tienen afines con el trabajo realizado en la pasantía, caso de la Subdirección del Recurso Hídrico y Suelo y de la Dirección de Control Ambiental.

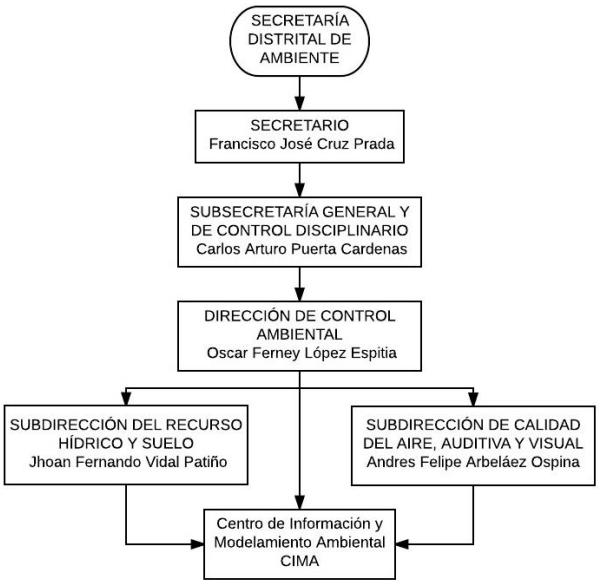


Figura 1. Organigrama SDA (2017)

El Centro de Información y Modelamiento Ambiental (CIMA) se encuentra contemplado en el proyecto de inversión N° 978 el cual está destinado a aumentar la disponibilidad de información para la toma de decisiones de los ciudadanos y de los servidores públicos en temas ambientales a través de un Centro de Información y Modelamiento Ambiental, por medio del fortalecimiento de los sistemas de capturas de datos, dándole valor agregado a los mismos y estableciendo sistemas de difusión de la información para la toma de decisiones.[8]

[8] Proyecto 978 Centro de Información y Modelamiento Ambiental. (2016). Ambientebogota.gov.co. Retrieved 7 August 2017, from http://ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=cec3ec42-c3d2-4d56-abef-09425e8de641&groupId=55886

3. ACTIVIDADES

Las siguientes son las fases del Trabajo Realizado en la Secretaría Distrital de Ambiente:

3.1 FASE 1: Metodología de la captura de datos a partir de la base inicial de datos y el sistema "FOREST"

Consiste en la consolidación de la información obtenida de los conceptos técnicos emitidos por la Subdirección del Recurso Hídrico y del Suelo de la Dirección de Control Ambiental en la Secretaría Distrital de Ambiente, mediante un proceso metodológico que se describe a continuación:

Se estableció que la búsqueda de información se remitiera en primera instancia a una base inicial de datos entregada por la SDA en medio magnético (hoja Excel) al pasante con datos de NIT (Número de Identificación Tributaria), nombre, georeferenciación de los usuarios, la georeferenciación de los puntos de vertimiento a la red de alcantarillado y el tipo de agua residual que vierten a la red de las 3000 iniciales empresas suministradas por la SDA, el DANE y la Cámara de Comercio. Si los datos de georeferenciación de la empresa y del punto de vertimiento de cada empresa se encuentran registrados en coordenadas polares, es necesario convertir este tipo de coordenadas a un sistema geográfico DMS (Grados:Minutos:Segundos por sus siglas en Inglés) en cada una de las empresas.

Continuando el trabajo, y con la información de coordenadas estandarizadas, se emplea la búsqueda de los conceptos técnicos por medio del aplicativo "FOREST", utilizando como referente el NIT(Número de Identificación Tributaria), y que este coincidiese dentro del aplicativo con el nombre legal de la empresa. Como se muestra en la siguiente figura

Esta búsqueda reduce su rango únicamente a lo que fue emitido por la Subdirección del Recurso Hídrico y Suelo (SRHS) en relación a los conceptos técnicos emitidos por esta subdirección; El período dentro del cual se realizó la búsqueda de la información y recopilación de conceptos fue durante el tiempo comprendido entre el 1 de enero de 2012 y el año actual (2017). Si dentro del aplicativo no se encuentra información en relación a los conceptos técnicos emitidos para cada empresa, se remitirá a una búsqueda en un segundo grupo de bases de datos suministradas por la SDA, el DANE y la Cámara de Comercio. En última instancia si no se encuentra información sustancial de las empresas a analizar, se recomienda programar visitas técnicas para poder recopilar la información necesaria para el robustecimiento de la base de datos del Centro de Información y Modelamiento Ambiental. Además, luego de haber generado un listado de las empresas de las cuales sería necesario llevar a cabo la visita, se hizo una confirmación telefónica de la existencia de las empresas, para así, llevar a cabo un filtro que permitiera reducir el número de visitas necesarias para el censo, con lo que se podrá lograr un trabajo más eficiente y eficaz en la incorporación de datos en el censo (figura 2 y 3).

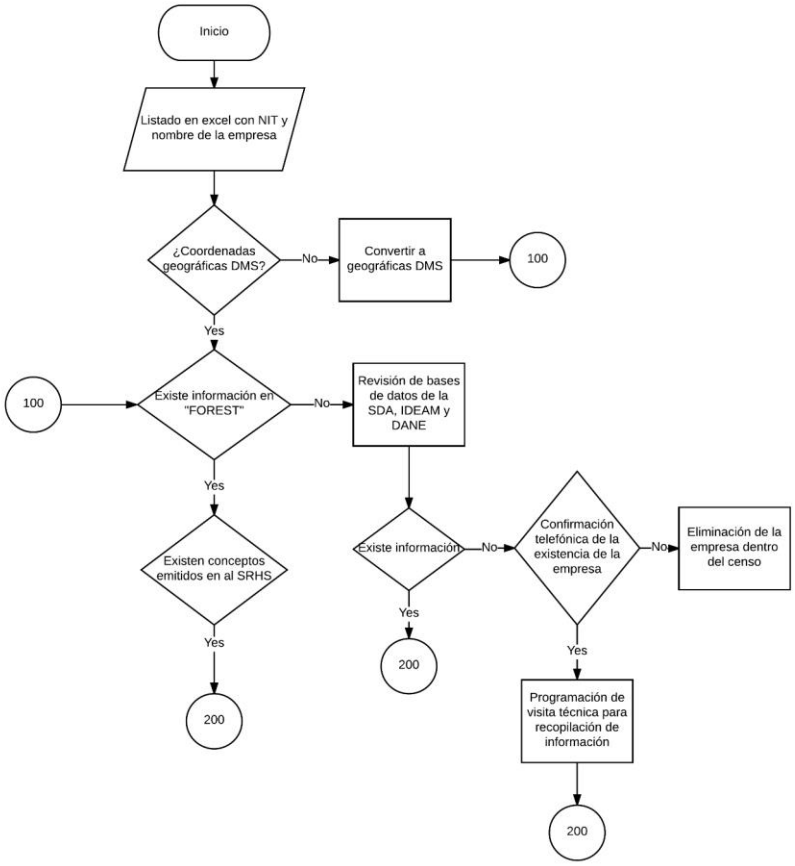


Figura 2. Flujograma Fase 1, parte 1

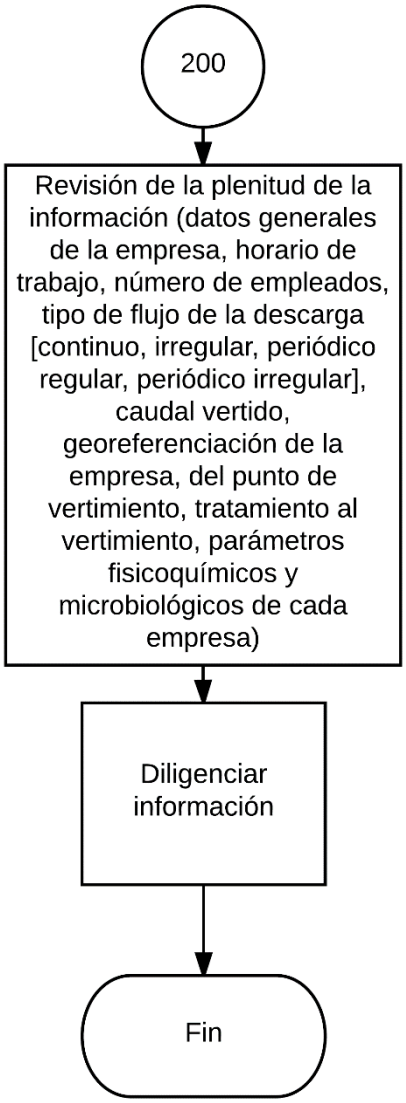


Figura 3. Flujograma Fase 1, parte 2

La revisión de datos permitirá establecer la población objetivo de análisis dentro del censo, debido a que esta posibilita percibir si es necesario o no incluir dentro del mismo a cada empresas; Esto depende de la información suministrada por la base inicial de datos y el sistema “FOREST” (Figura 4). Si la información suministrada no es sustancial, se sugiere realizar visitas a los establecimientos que generan vertimientos en la ciudad de Bogotá.

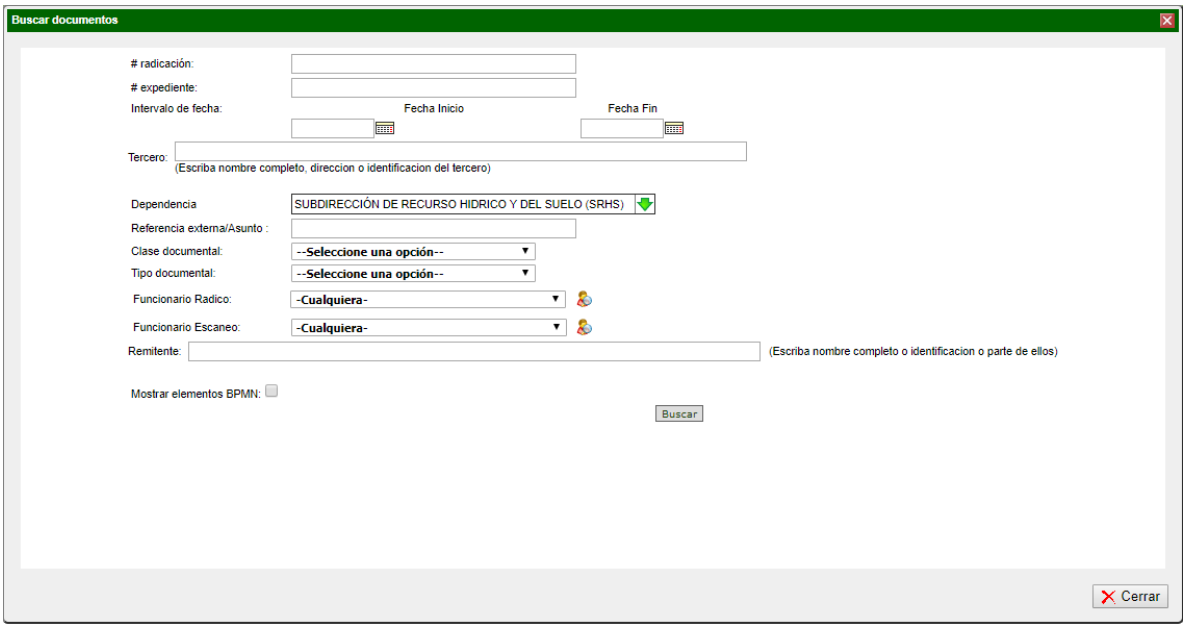


Figura 4. Aplicativo "FOREST"

Posteriormente, se realiza la revisión de la plenitud de la información (datos generales de la empresa, horario de trabajo, número de empleados, tipo de flujo de la descarga [continuo, irregular, periódico regular, periódico irregular], caudal vertido, georeferenciación de la empresa, del punto de vertimiento, tratamiento al vertimiento, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de cada empresa). Por lo cual el paso a seguir era diligenciar y estandarizar la información recopilada de las actividades de búsqueda en el aplicativo FOREST, la base inicial de datos suministrados por la SDA, DANE y Cámara de Comercio, o las visitas programadas.

Se destaca que los conceptos manejados por el autor durante la estancia en la entidad fueron alrededor de 600.

3.2 FASE 2: Modelamiento del sistema de identificación del cumplimiento de la resolución 631 de 2015

Consiste en primera estancia en recopilar todos los datos de CIIU de los usuarios dentro del censo y desarrollar listas desplegables en Excel que contengan los sectores productivos que describe la resolución 631 de 2015. Posteriormente se desarrolla una nueva lista desplegable anclada a los sectores productivos mencionados con anterioridad, por lo cual, dependiendo del sector productivo seleccionado, se presentarán las actividades económicas específicas dentro del sector. Esta clasificación se le dará a cada uno de los CIIU contemplados en el censo para su posterior análisis.

Para poder desarrollar una lógica, dentro de la resolución se enumeraron todas las tablas correspondientes a los límites máximos permisibles (LMP) y a su vez, dentro de cada tabla, se enumeraron las columnas que describen las actividades de desarrollo a las cuales las evalúa la norma. La figura 5 representa una sección de la enumeración suministrada a las tablas y columnas de la norma, para el caso del sector Agroindustria.

Tabla 1

AGROINDUSTRIA

		Columna 1	Columna 2	Columna 3
PARÁMETRO	UNIDADES	PROCESAMIENTO DE HORTALIZAS, FRUTAS, LEGUMBRES, RAÍCES Y TUBÉRCULOS	BENEFICIO DE CAFÉ (CLASIFICACIÓN DE LA FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS – FNC/ CENICAFE).	
			PROCESO O ECOLÓGICO	PROCESO TRADICIONAL
Generales				
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	5,00 a 9,00	5,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O_2	150,00	3.000,00	650,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L O_2	50,00		400,00
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	100,00	800,00	400,00
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L	5,00	10,00	10,00
Grasas y Aceites	mg/L	10,00	30,00	10,00
Compuestos de Fósforo				
Fósforo Total (P)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Compuestos de Nitrógeno				
Nitrógeno Total (N)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Otros Parámetros para Análisis y Reporte				
Color Real (Medidas de absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436 nm, 525 nm y 620 nm).	m^{-1}	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte

Figura 5. Numeración de tablas y columnas en la Resolución 631 de 2015

Posteriormente se desarrolló en Excel por cada tabla una hoja que contenía los límites máximos permisibles (LMP) de los parámetros fisicoquímicos de cada columna, de forma tal, que estableciendo una programación por medio de condicionales anclados, permitiese revisar parámetro a parámetro a cada usuario dando como resultado si este cumple o no la normativa vigente. A su vez, para poder

ingresar a los usuarios dentro de las tablas, se generó una hoja que recogía absolutamente todos los parámetros que evalúa la normativa en todas sus tablas; paso seguido, se estandarizó la base de datos suministrada por la SDA, usuario por usuario, a la hoja que recogía todos los parámetros de la norma. Esta base suministrada por la SDA contenía la caracterización de los vertimientos de cada uno de los usuarios que generan ARnD y que la vierten al alcantarillado público.

En seguida, se igualaron los datos estandarizados en la hoja que recogía todos los parámetros de la norma, a todas las hojas que estaban segregadas por las tablas y columnas de la resolución nombradas con anterioridad, por lo que permitía conocer si cumplían o no, según la actividad económica con la que había sido diseñada cada una de las hojas de Excel (figura 6).

Para poder identificar el resultado correspondiente a la empresa según su actividad económica, se generó una hoja de Excel que resumía y condesaba los datos de la siguiente forma, tomando como referencia la figura 7:

- Una sección donde se contenía el nombre de cada una de las empresas, su ID dentro del censo y su número de CIIU (3 primeras columnas).
- Una columna donde se empleó una programación por medio de condicionales que identificaba el sector productivo de cada empresa en relación a su número de CIIU (columna 4).
- Una columna donde se empleó una programación por medio de condicionales que identificaba la actividad económica dentro del sector productivo al que pertenece de cada empresa en relación a su número de CIIU (columna 5).
- Una columna que por medio de condicionales anclados, reconocía el número de la tabla correspondiente al sector productivo al cual pertenece por medio de la columna que identificaba el sector productivo de cada empresa nombrada con anterioridad (columna 6).
- Una columna que por medio de condicionales anclados, reconocía el número de la columna correspondiente a su actividad económica desarrollada dentro del sector productivo al que pertenece por medio de la columna que identificaba la actividad económica de cada empresa nombrada con anterioridad(columna 7).

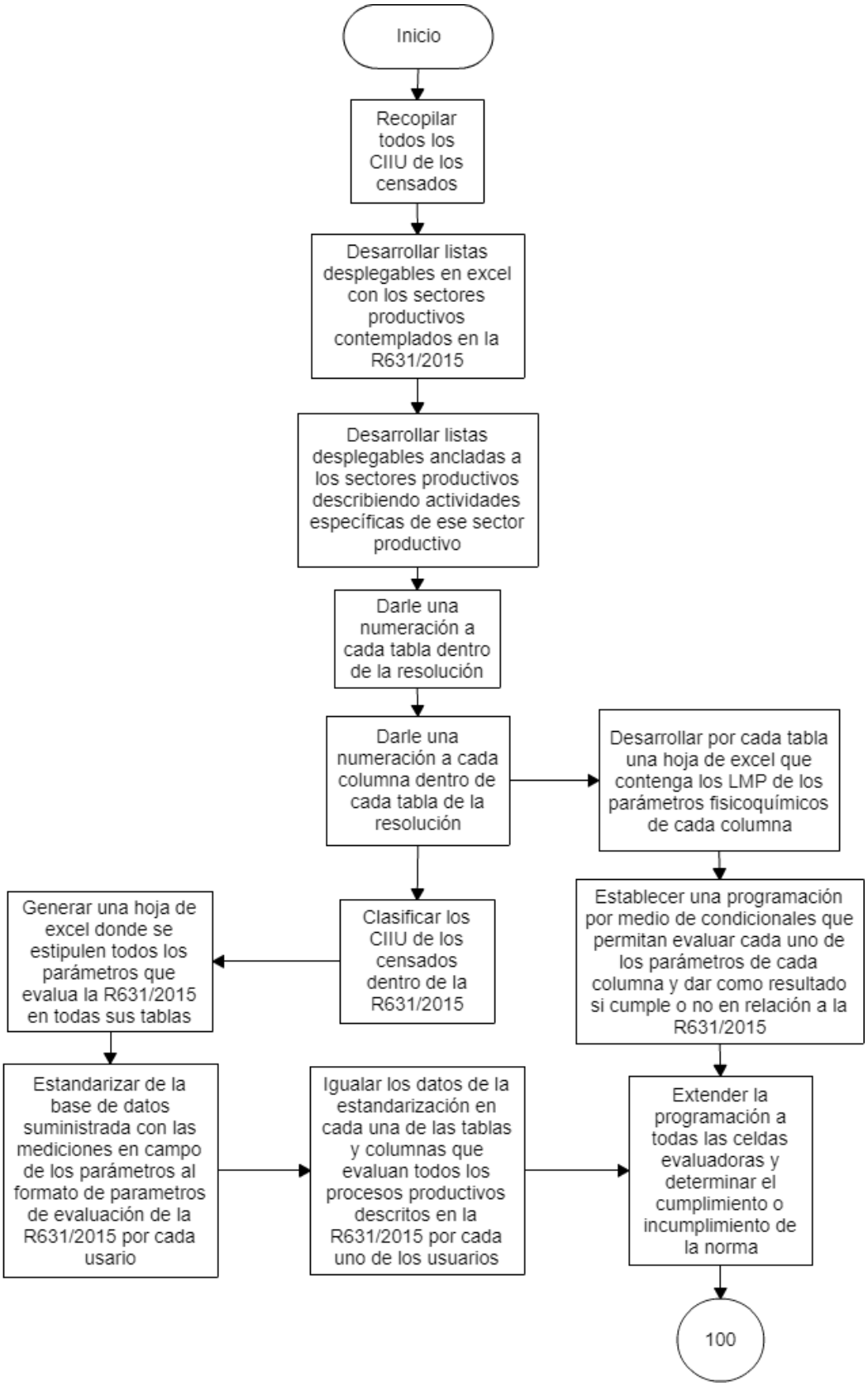


Figura 6. Flujograma Fase 2, parte 1

EMPRESA	ID	CIIU	SECTOR	SUBSECTOR	TABLA	COLUMNA	CUMPLIMIENTO
EXXON MOBI	1	4731	HIDROCARBUROS	VENTA Y DISTRIBUCIÓN (DOWNSTREAM)	7	4	FALSO
EDS AUTOGA	2	4731	HIDROCARBUROS	VENTA Y DISTRIBUCIÓN (DOWNSTREAM)	7	4	CUMPLE
GASEOSAS CC	3	1104	ALIMENTOS_Y_BEBIDAS	ELABORACIÓN DE BEBIDAS NO ALCOHOLICAS, AG	8	4	FALSO
EDS AUTOGA	4	4731	HIDROCARBUROS	VENTA Y DISTRIBUCIÓN (DOWNSTREAM)	7	4	CUMPLE
EDS AUTOGA	5	4731	HIDROCARBUROS	VENTA Y DISTRIBUCIÓN (DOWNSTREAM)	7	4	FALSO
INVERSIONES	6	4731	HIDROCARBUROS	VENTA Y DISTRIBUCIÓN (DOWNSTREAM)	7	4	FALSO
GECA TANNE	7	1511	FABRICACION_Y_MANUFAC	FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS DE PIEL, CURTIDO Y	10	3	CUMPLE
ORGANIZACI	8	4731	HIDROCARBUROS	VENTA Y DISTRIBUCIÓN (DOWNSTREAM)	7	4	FALSO
INVERSIONES	9	4731	HIDROCARBUROS	VENTA Y DISTRIBUCIÓN (DOWNSTREAM)	7	4	CUMPLE
INVERSIONES	10	4731	HIDROCARBUROS	VENTA Y DISTRIBUCIÓN (DOWNSTREAM)	7	4	CUMPLE
CERVECERIA	11	1103	ALIMENTOS_Y_BEBIDAS	ELABORACIÓN DE MALTAS Y CERVEZAS	8	3	FALSO
LEGRAND CO	12	2732	FABRICACION_Y_MANUFAC	FABRICACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS DE ILUMI	16	3	FALSO
EDS AUTOGA	13	4731	HIDROCARBUROS	VENTA Y DISTRIBUCIÓN (DOWNSTREAM)	7	4	CUMPLE
EDS AUTOGA	14	4731	HIDROCARBUROS	VENTA Y DISTRIBUCIÓN (DOWNSTREAM)	7	4	FALSO
EDS AUTOGA	15	4731	HIDROCARBUROS	VENTA Y DISTRIBUCIÓN (DOWNSTREAM)	7	4	CUMPLE
EDS AUTOGA	16	4731	HIDROCARBUROS	VENTA Y DISTRIBUCIÓN (DOWNSTREAM)	7	4	CUMPLE
EDS AUTOGA	17	4731	HIDROCARBUROS	VENTA Y DISTRIBUCIÓN (DOWNSTREAM)	7	4	FALSO
EDS AUTOGA	18	4731	HIDROCARBUROS	VENTA Y DISTRIBUCIÓN (DOWNSTREAM)	7	4	CUMPLE
EDS AUTOGA	19	4731	HIDROCARBUROS	VENTA Y DISTRIBUCIÓN (DOWNSTREAM)	7	4	CUMPLE
TEXTILES SW	20	1410	FABRICACION_Y_MANUFAC	FABRICACIÓN DE PRODUCTOS TEXTILES	10	2	FALSO
BAVARIA S.A.	21	1103	ALIMENTOS_Y_BEBIDAS	ELABORACIÓN DE MALTAS Y CERVEZAS	8	3	CUMPLE
AZUL K S.A.	22	2023	FABRICACION_Y_MANUFAC	FABRICACIÓN DE JABONES, DETERGENTES Y PROI	14	4	FALSO

Figura 7. Hoja de Excel resumen

- Una columna que mediante condicionales anclados, reconocía el número de la tabla correspondiente al sector productivo, y el número de la columna que identificaba la actividad económica y remitía el valor a la celda de cumplimiento o incumplimiento de la norma de esa tabla y actividad económica correspondiente para cada una de las empresas (columna 8).

La figura 7 describe la hoja de Excel resumen que contiene la información mencionada con anterioridad.

Después de todo este proceso se generó un nuevo archivo de Excel donde en cada hoja del archivo se encontraba segregada cada una de las columnas de la resolución con los usuarios pertenecientes a esta actividad económica desarrollada y dentro de estas se empleó la función “contar.si” y “contar.si.conjunto” para, como su nombre lo dice, contar por parámetro las empresas que cumplían e incumplían el mismo. Se generó dentro de este nuevo archivo una hoja resumen que evidenciaba el número de empresas que cumplían e incumplían cada uno de los parámetros por cada actividad económica desarrollada; Dentro de esta hoja resumen se señaló el parámetro que más se incumple por actividad económica desarrollada (figura 8). Por último se generaron en los archivos empleados para el

análisis hojas donde se contemplan gráficas y tablas de la información modelada para su posterior análisis (figura 9).

CONTEOS POR ACTIVIDAD

AGROINDUSTRIA

P1.1	CUMPLE	INCUMPLE	TOTAL
PH	4	3	7
DQO	3	4	7
DBO5	4	3	7
SST	7	0	7
SSED	7	0	7
Grasas y Aceites	6	1	7
TOTAL	7	4	7

GANADERIA

P4.1	CUMPLE	INCUMPLE	TOTAL
PH	25	18	43
DQO	38	5	43
DBO5	38	5	43
SST	37	6	43
SSED	43	0	43
Grasas y Aceites	28	15	43
Cloruros(Cl-)	43	0	43
Sulfatos(SO4"-2)	43	0	43
TOTAL	43	18	43

MINERIA

P5.2	CUMPLE	INCUMPLE	TOTAL
PH	4	6	10
DQO	5	5	10
DBO5	7	3	10
SST	9	1	10
SSED	9	1	10
Grasas y Aceites	9	1	10
Fenoles	9	1	10
Hidrocarburos Totales (HTF	10	0	10

FABRICACIÓN Y MANUFACTURA DE BIENES

P10.1	CUMPLE	INCUMPLE	TOTAL
PH	0	1	1
DQO	1	0	1
DBO5	1	0	1
SST	1	0	1
SSED	1	0	1
Grasas y Aceites	1	0	1
TOTAL	1	1	1

P10.2	CUMPLE	INCUMPLE	TOTAL
PH	43	22	65
DQO	43	22	65
DBO5	46	19	65
SST	49	16	65
SSED	63	2	65
Grasas y Aceites	52	13	65
Fenoles	59	6	65
Hidrocarburos Totales (HTP	65	0	65
Cloruros(Cl-)	65	0	65
Sulfuros(S2-)	43	22	65
Cadmio(Cd)	65	0	65
Cinc(Zn)	65	0	65
Cobalto (Co)	65	0	65
Cobre(Cu)	65	0	65
Cromo (Cr)	63	2	65
Niquel(Ni)	65	0	65
TOTAL	65	22	65

P10.3	CUMPLE	INCUMPLE	TOTAL
PH	77	7	84
DQO	81	3	84

P15.1	CUMPLE	INCUMPLE	TOTAL
PH	44	18	62
DQO	46	16	62
DBO5	47	15	62
SST	55	7	62
SSED	62	0	62
Grasas y Aceites	46	16	62
Fenoles	61	1	62
Cloruros (Cl-)	62	0	62
Sulfatos(So4"2-)	62	0	62
Arsenico (As)	62	0	62
Cadmio (Cd)	62	0	62
Mercurio (Hg)	62	0	62
TOTAL	62	18	62

P15.2	CUMPLE	INCUMPLE	TOTAL
PH	3	6	9
DQO	8	1	9
DBO5	8	1	9
SST	8	1	9
SSED	9	0	9
Grasas y Aceites	9	0	9
Fenoles	9	0	9
Cloruros (Cl-)	9	0	9
Fluorurosf-)	9	0	9
Sulfatos(So4"2-)	9	0	9
Antimonio (Sb)	9	0	9
Arsenico (As)	9	0	9
Cadmio (Cd)	9	0	9
Plomo(Pb)	9	0	9
TOTAL	9	6	9

P17.3	CUMPLE	INCUMPLE
PH	11	14
DQO	21	4
DBO5	24	1
SST	24	1
SSED	25	0
Grasas y Aceites	24	1
Fenoles	25	0
Hidrocarburos Totales (HTF	25	0
Cianuro Total (CN-)	25	0
Aluminio (Al)	24	1
Arsenico (As)	25	0
Cadmio(Cd)	25	0
Cinc(Zn)	25	0
Cobre(Cu)	25	0
Cromo (Cr)	25	0
Estaño (Sn)	25	0
Hierro (Fe)	24	1
Mercurio	25	0
Niquel(Ni)	25	0
Plata (Ag)	25	0
Plomo (Pb)	25	0
TOTAL	25	14

P17.4	CUMPLE	INCUMPLE
PH	13	19
DQO	32	0
DBO5	27	5
SST	31	1
SSED	32	0
Grasas y Aceites	32	0

Figura 8. Hoja resumen Incumplimiento de parámetros por actividad económica

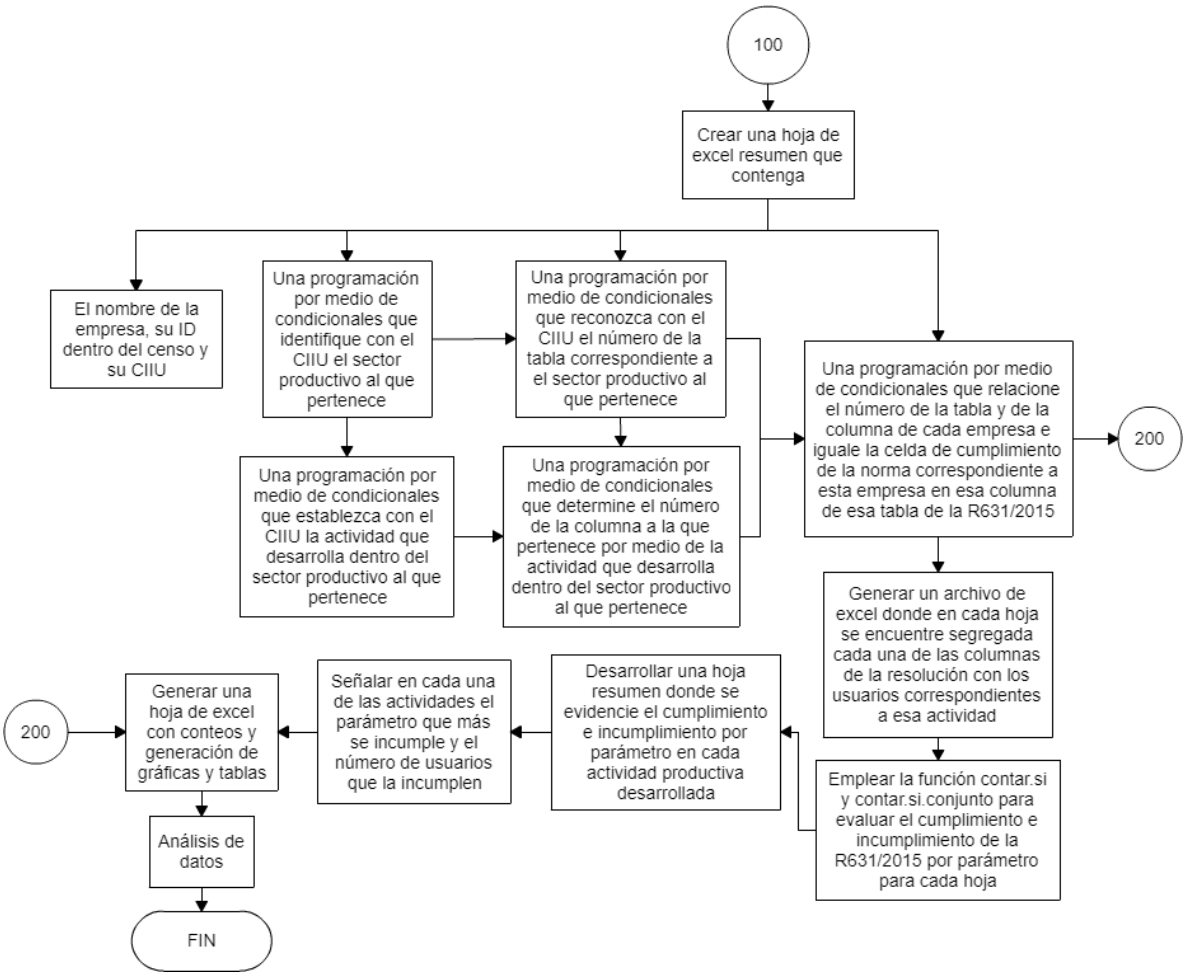


Figura 9. Flujograma Fase 2, parte 2

3.3 FASE 3: Fase de elaboración del informe final

Es el documento que dará cuenta de las actividades realizadas por el pasante durante su estadía en la Secretaría Distrital de Ambiente. Este será elaborado de acuerdo con las especificaciones que define la universidad, como señala el acuerdo 038 de 2015 emitido por el consejo académico de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Este establece que para la modalidad de pasantía, en su artículo 7, el estudiante debe entregar un informe de las actividades realizadas a lo largo de su pasantía, y debe contener como mínimo los siguientes aspectos:

- Título y autor.
- Objetivos de la pasantía.
- Descripción de cada uno de los resultados alcanzados en el desarrollo de la pasantía debidamente ordenados y expuestos en forma coherente.
- Análisis de resultados, productos, alcances e impactos del trabajo de grado de acuerdo con el plan de trabajo.
- Evaluación y cumplimiento de los objetivo de la pasantía.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Concepto entregado por el profesional designado por la entidad donde se realizó el trabajo de grado.[9]

[9] Acuerdo 038 de 2015 (2015). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.

4. RESULTADOS

4.1 FASE 1: Establecimiento de la base parcial de datos

Con la Metodología de la captura de información a partir de la base inicial de datos y el sistema "FOREST" establecida, se llega a disponer que de los 5000 usuarios registrados de las bases de SDA, DANE y la Cámara de Comercio, se seleccionan 1381 usuarios para la fecha en que fue suministrada la estandarización de los datos capturados por medio del formato del SIRH[10], suministrado por el IDEAM[11] (9 agosto de 2017). Ya que se aplicó a los 5000 usuarios un primer filtro en el cual se establecía si eran objeto de análisis dentro del censo al generar vertimientos en la red de alcantarillado de la ciudad de Bogotá, y un segundo filtro en el que consistía en seleccionar solo los usuarios que generaran vertimientos de tipo no doméstico (ARnD).

El que muchos de los usuarios que vertían a la red de alcantarillado de la ciudad de Bogotá sus ARnD tuvieran los datos a consideración dentro del censo incompletos o prácticamente nulos, hizo que la fase de captura de información de datos fuese más dispendiosa, debido a que fue necesario el empleo de confirmación telefónica y visitas a cada una de las empresas que se encontraban dentro del censo.

4.2 FASE 2: Análisis del cumplimiento de la resolución 631 de 2015 en relación a la base de datos establecida

En esta fase se evidencian resultados cuantitativos que describen el tipo de vertimientos de las empresas dentro del censo, la ubicación de los usuarios en la ciudad, la disponibilidad de información de caudal de los usuarios, el tipo de flujo del caudal reportado por los usuarios, si se da tratamiento a los vertimientos, y el cumplimiento e incumplimiento de la resolución 631 de 2015 de los usuarios del censo.

En primera instancia se logra diferenciar del grupo de datos del censo, cuáles de los usuarios (empresas) que vierten a la red de alcantarillado público de la ciudad de Bogotá generan aguas residuales domésticas (ARD) o no domésticas (ARnD).

La mayoría de los usuarios seleccionados dentro del censo son de interés dentro del análisis, ya que sus vertimientos son de aguas residuales no domésticas (figura

[10] ¿Qué es el SIRH? - IDEAM. (2014). SIAC. Retrieved 28 August 2017, from http://www.siac.gov.co/sirh

[11] ACERCA DE LA ENTIDAD - IDEAM. (2014). IDEAM. Retrieved 28 August 2017, from http://www.ideam.gov.co/web/entidad/acerca-entidad

10), por lo que puede deducirse que sus vertimientos son 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[12]), al contener elementos que potencialmente requieren un tratamiento especial por parte de las plantas de tratamiento de aguas (PTAR), ya que pueden presuntivamente a llegar a afectar a los cuerpos de agua a donde desembocan, y en su defecto a las mismas plantas que llevan a cabo el tratamiento.

La capacidad instalada de las PTARs en la ciudad, no es suficiente para atender el volumen de aguas residuales producidas; La ciudad de Bogotá tiene la capacidad de tratar un caudal aproximado de 4 m^3/s de aguas residuales[13], y únicamente la producción per cápita de m^3 de agua residual en la ciudad es de 6,63 m^3/s[14] de aguas residuales producidas en la ciudad de Bogotá, esta producción per cápita solo calcula las aguas residuales domésticas de la ciudad de Bogotá, por lo que el valor de aguas residuales no domésticas aumentaría el valor.

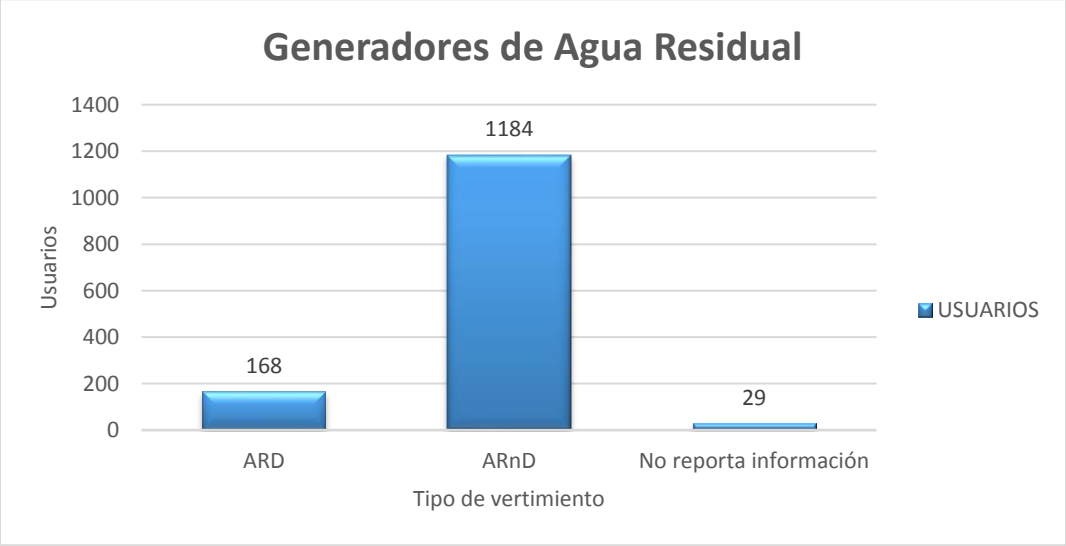


Figura 10. Generadores de Agua Residual según su tipo

[12] Vertimientos - Secretaria Distrital de Ambiente. (2014). Ambientebogota.gov.co. Retrieved 28 August 2017, from http://ambientebogota.gov.co/vertimientos

[13] ¿Cuánta agua residual se trata en Bogotá? - Observatorio Ambiental de Bogotá. (2013). Oab2.ambientebogota.gov.co. Retrieved 28 August 2017, de http://oab2.ambientebogota.gov.co/es/con-la-comunidad/noticias/cuanta-agua-residual-se-trata-en-bogota

[14] ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ. (2012). Boletín No. 40 Sobre el consumo y la producción de agua potable y residual en el uso residencial urbano de Bogotá D.C. (p. 27). Bogotá D.C.: SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN

La tabla 1 presenta el universo de usuarios que vierten al alcantarillado público ARnD en la ciudad de Bogotá.

Es también de interés el conocer la distribución de los usuarios por localidad, ya que se podría ejecutar con un posterior análisis el impacto que se generan en las diferentes localidades en relación a las zonas aferentes a las que pertenecen dentro de la ciudad de Bogotá, logrando establecer cuál es la cuenca hidrográfica a las cuales afectan cada uno de los usuarios del presente censo. Es de recalcar que el mayor porcentaje de usuarios que vierten ARnD a la red de alcantarillado público pertenecen a la localidad de Puente Aranda (20%), y esto obedece a que el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de la ciudad establece una zona industrial dentro de esta localidad; a su vez, la localidad de Fontibón (14%), es la segunda en contener este tipo de usuarios, debido a que en ella se encuentra la "zona franca", siendo este un parque industrial dentro del perímetro de la ciudad de Bogotá (figura 11).

Tabla 1. Vertedores de ARnD en la ciudad de Bogotá

LOCALIDAD	USUARIOS ARnD
Antorio Nariño	28
Barrios Unidos	69
Bosa	14
Chapinero	10
Ciudad Bolivar	28
Engativá	113
Fontibón	160
Kennedy	137
La Candelaria	1
Los Mártires	54
Puente Aranda	238
Rafael Uribe Uribe	24
San Cristobal	13
Santa Fe	13
Suba	68
Teusaquillo	20
Tunjuelito	56
Usaquén	55
Usme	17
No datos	66
TOTAL	1184

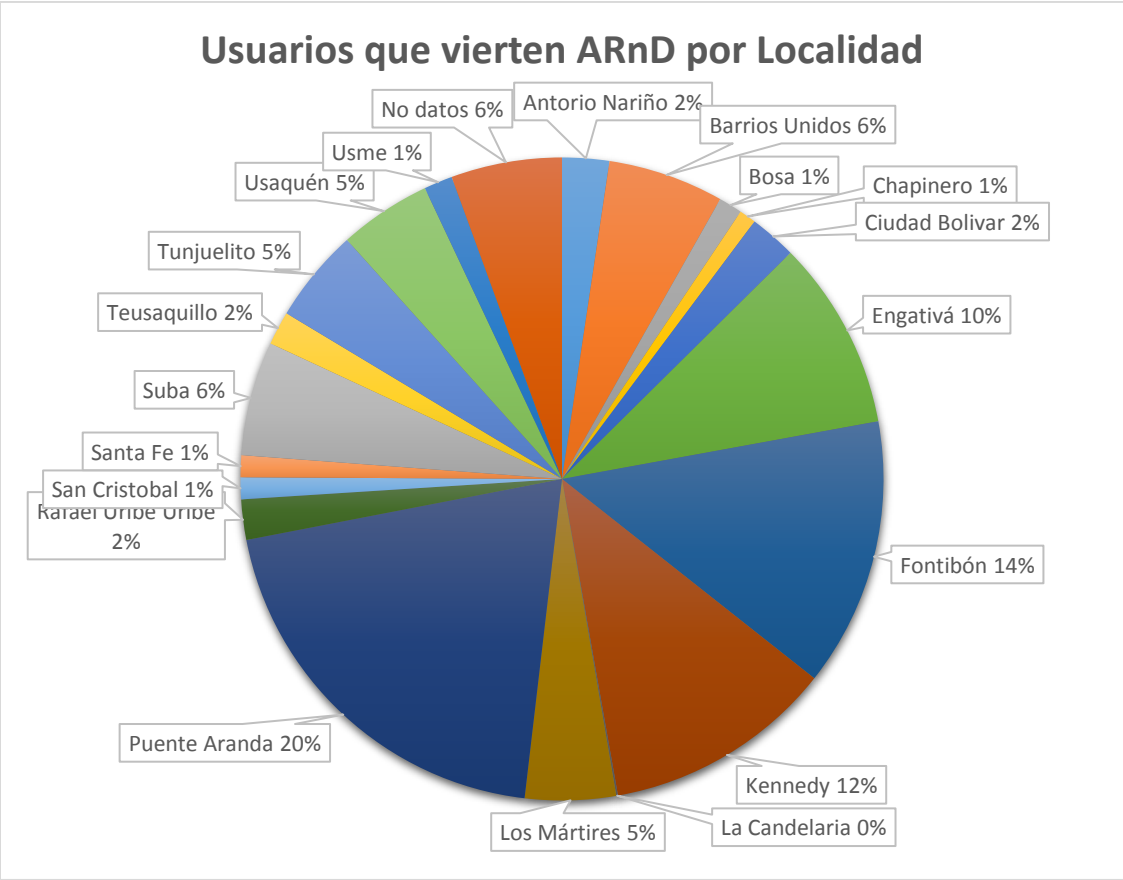


Figura 11. Gráfica que representa la distribución de usuarios que vierten ARnD por Localidad

Es importante lograr establecer el caudal de cada uno de los usuarios analizados, debido a que el 64% del universo analizado dentro del censo no cuenta con éste dato, por lo que es imperativo conocerlo, para poder determinar, del volumen total de aguas residuales en la ciudad de Bogotá, el porcentaje que aporta el sector industrial (figura 12). Se llega a una estimación de que aproximadamente el universo de usuarios aporta 1,0278 m^3/s de aguas residuales no domésticas a la red de alcantarillado público; esta estimación se logró solo con el valor de los usuarios que poseen datos de caudal (431).

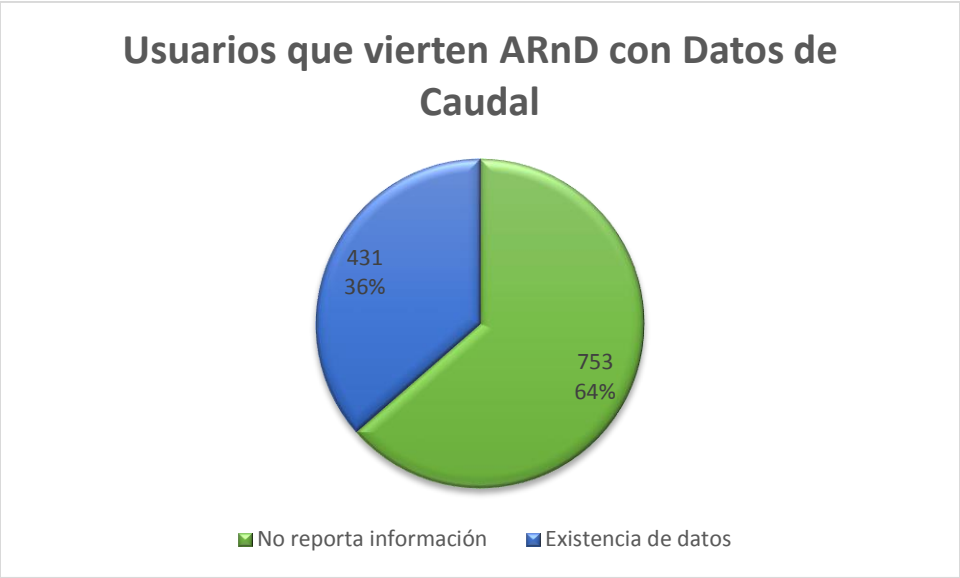


Figura 12. Gráfica que representa la distribución de usuarios que vierten ARnD con datos de caudal

El problema que se enfrentó en la estimación del cálculo de caudales mencionada con anterioridad, fue que los usuarios que reportaban este caudal, el flujo de sus vertimientos podía variar, por lo que la relación de tiempo cambiaba según usuario. Esta relación de flujo se estandarizó a m^3/s para poder lograr llegar a la estimación anterior. Hay que tener en cuenta que aunque algunos usuarios no aportasen al censo el dato del caudal que vierten, si suministraron el tipo de flujo de sus vertimientos; lo que permitió estandarizar flujos batch a m^3/s. La figura 13 describe el flujo de los vertimientos de ARnD a la red de alcantarillado de los usuarios contenidos en el censo.

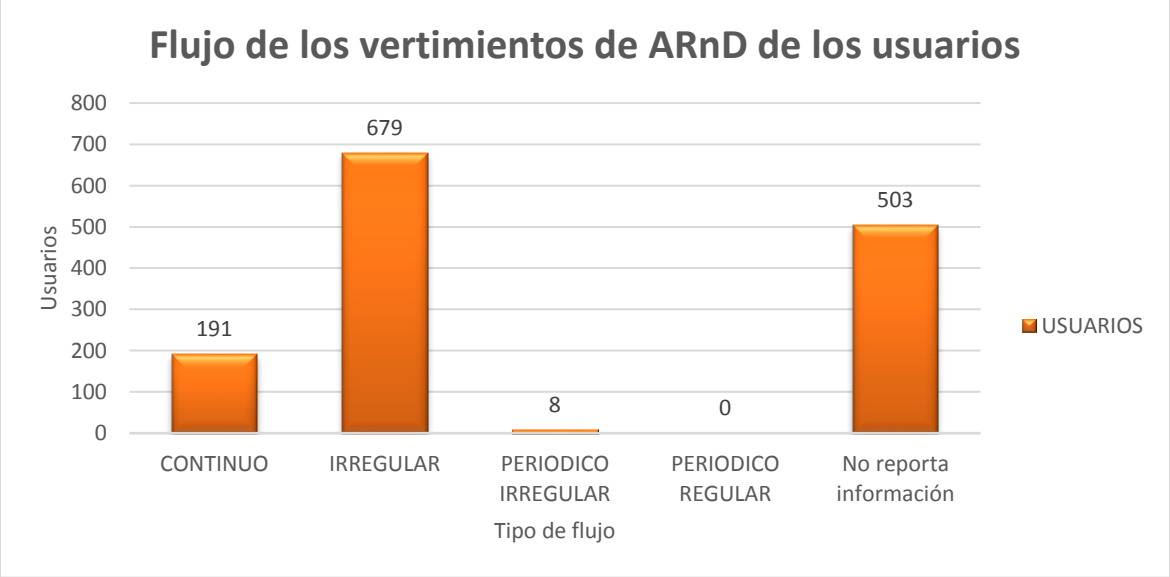


Figura 13. Flujo de los vertimientos de ARnD de los usuarios del censo

Aunque la cantidad de usuarios que le dan tratamiento a sus aguas residuales es alta (961 usuarios), es de importancia aclarar que este tratamiento no es suficiente, como se hablará posteriormente, debido a que no llegan a cumplir con la normativa actual vigente, la cual es la resolución 631 de 2015, por lo que es imperativo tomar medidas correctivas al caso, ya que el cumplimiento de la normativa asegura la calidad de los cuerpos hídricos, debido a que esta tiene contemplado dentro de los límites máximos permisibles la propiedad de resiliencia que poseen los cuerpos de agua, además del tratamiento que se le deben dar a estas aguas residuales en las debidas plantas de tratamiento. La figura 14 describe el número de usuarios que tratan sus aguas residuales no domésticas antes de verterlas a la red de alcantarillado de la ciudad de Bogotá.

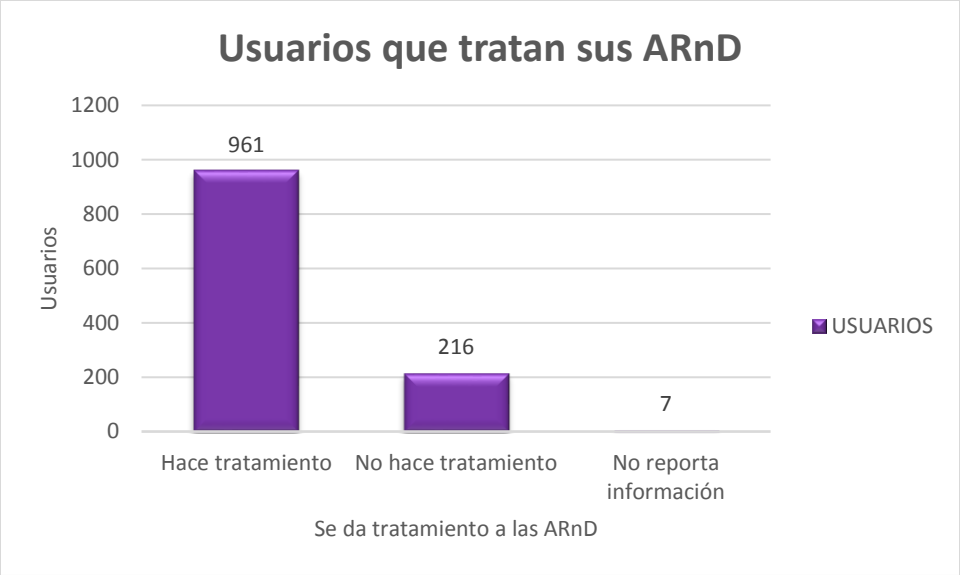


Figura 14. Usuarios que tratan sus ARnD

En relación a la normativa vigente (resolución 631 de 2015), del universo de usuarios que vierten ARnD a la red de alcantarillado, 750 incumplen esta norma, por lo que se puede deducir en el mejor de los casos, que de los 961 usuarios que hacen tratamiento a sus vertimientos, como mínimo 534 usuarios no dan el tratamiento requerido a sus vertimientos, siendo esta una situación preocupante, ya que el ente regulador (SDA) debe ser más estricto con las empresas, por lo que el simple hecho de implementar sistemas de tratamiento no hace que las empresas cumplan la normativa vigente, sino que además, este tratamiento se debe hacer de forma eficiente y eficaz, ya que estos resultados actuales comprometen ambientalmente a los cuerpos hídricos a donde descargan estas aguas residuales.

Este control del cumplimiento de la normativa debe hacerse con las sanciones respectivas a las empresas que incumplen, ya que un reiterado control de estas, permitirá que la situación evolucione y cambie a bien dentro de poco tiempo.

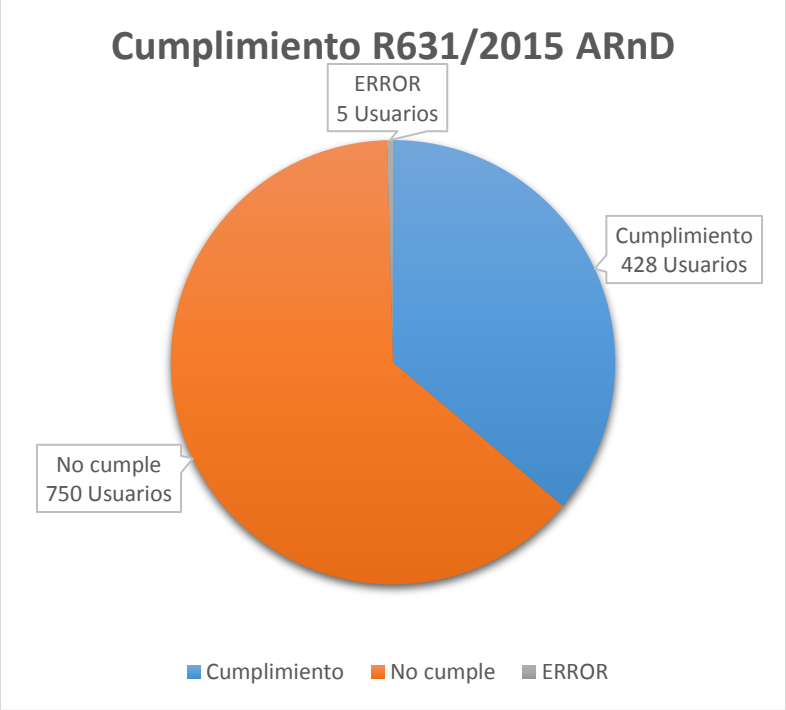


Figura 15. Cumplimiento de la resolución 631 de 2015 en relación a las ARnD

El sector productivo que predomina en la ciudad de Bogotá es el de fabricación de manufactura y bienes (555), seguido del sector de hidrocarburos (401) y el sector de alimentos y bebidas (124) descritas en la tabla 2, lo que sugiere que el incumplimiento dentro de estos tres sectores puede llegar a acarrear problemas medioambientales. Lo anterior se hace patente sobre todo en lo relacionado con el sector de hidrocarburos (181 de 401 usuarios), ya que el mal manejo de los mismos puede llegar a contaminar los cuerpos de agua y suelos, por lo que es aconsejable desarrollar procesos de descontaminación in situ o ex situ utilizando cepas microbianas adaptadas al sustrato específico (hidrocarburos). El autor de éste informe recomienda utilizar el microorganismo *Pseudomona Aeruginosa*, por su experiencia en el manejo de la mencionada bacteria en la degradación específica del sustrato en cuestión. La *Pseudomona Aeruginosa*, tiene una alta adaptabilidad y puede emplear como sustrato a los hidrocarburos, lo que permitiría una biorremediación del sitio de forma exitosa. Lo anterior se reduce a que es económica y ambientalmente más viable el llevar una prevención y mitigación de riesgos haciendo cumplir la normativa, que solucionando los problemas que causa el

incumplimiento de la misma. Además en el sector de alimentos y bebidas, el asegurar el cumplimiento de la normativa asegura también que la vida útil de la red de alcantarillado no se reduzca, ya que las aguas residuales que genera la industria cárnica suelen tener altos contenidos de grasas y aceites, lo que podría llegar a colmatar las redes. En otros procesos del mismo sector (alimentos y bebidas), el pH de estas aguas residuales llegan a ser muy bajos causando una alta acidez y por lo tanto la corrosión de la red de alcantarillado. La figura 16 describe el número de usuarios que cumplen e incumplen la resolución 631 de 2015 por cada sector productivo dividido dentro de la normativa.

Tabla 2. Usuarios evaluados por sector productivo dentro de la R631/2015

Parámetro/ Sector	Agroindustria	Ganadería	Minería	Hidrocarburos	Alimentos y bebidas	Fabricación y manufactura de bienes	Servicios y otras actividades	Otros	Total
Cumplimiento	2	21	7	220	65	108	0	5	428
Incumplimiento	4	22	5	181	59	442	5	32	750
Error	0	0	0	0	0	5	0	0	5
Total	6	43	12	401	124	555	5	37	1183

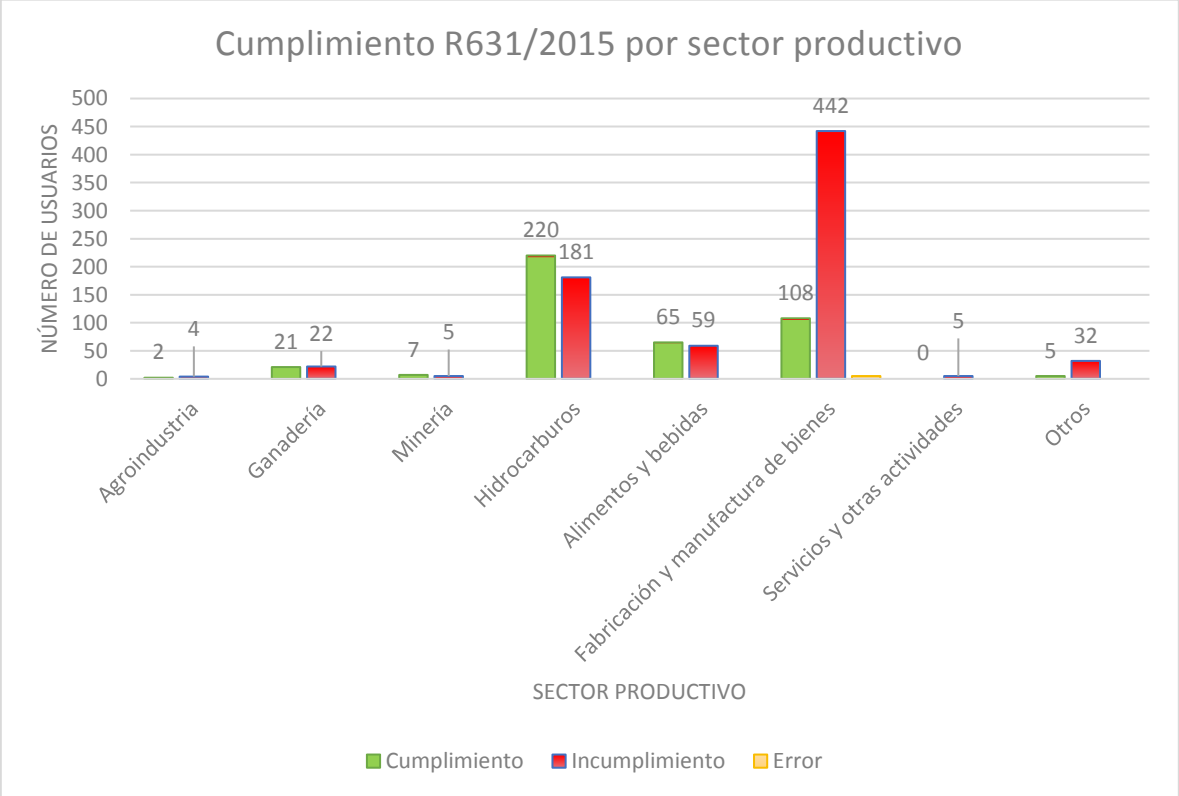


Figura 16. Cumplimiento de la R631/2015 por sector productivo

Es de importancia reconocer que el parámetro fisicoquímico por el cual se llega a incumplir la resolución 631 de 2015 es principalmente el pH, seguido de la DBO_5, lo que llega a expresarse en corrosión o colmatación de la red de acueducto y alcantarillado de la ciudad de Bogotá, dando como resultado gastos innecesarios en el mantenimiento prematuro de la red debido a éste problema. Además se debe tener en cuenta que el alto contenido de DBO_5 dentro de la red es sintomático de grandes problemas, ya que evidencia que hay un alto contenido de microorganismos dentro de la red, que podrían llegar a ser patógenos para el ser humano, sobre todo, partiendo del hecho del que el origen de algunos de estos vertimientos provienen del sector cárnico, donde la manipulación inadecuada de algunos animales como los cerdos genera organismos patógenos de alta peligrosidad como la Cisticercosis[15] (figura 17).

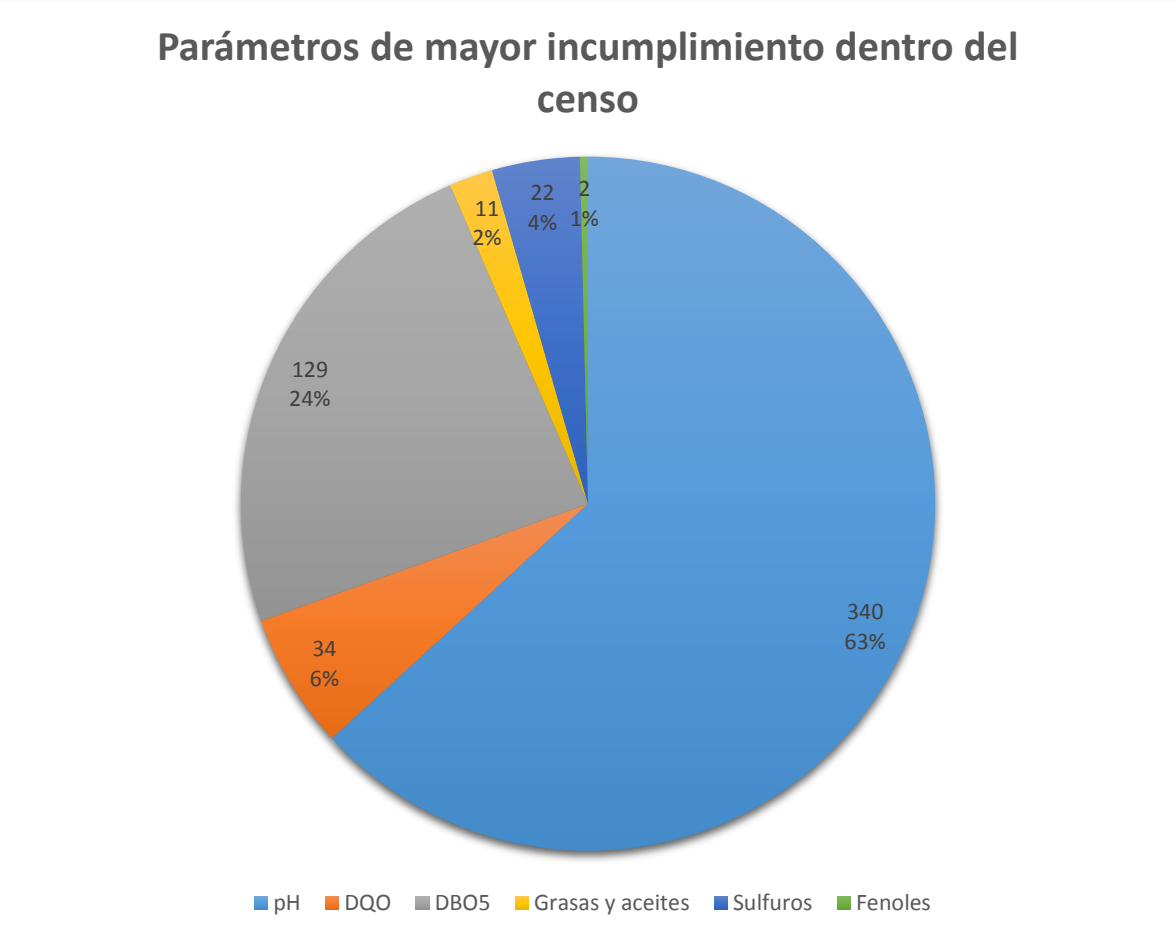


Figura 17. Parámetros de mayor incumplimiento dentro del censo

[15] Cisticercosis: MedlinePlus enciclopedia médica. (2017). Medlineplus.gov. Retrieved 28 August 2017, from https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000627.htm

Hay que tener en cuenta el hecho que aunque el parámetro en el que más se incumple es en el de pH, el aporte de la DBO_5 neto en el sector de hidrocarburos (tabla 3) es el único parámetro que lo hace. Para el caso en concreto del sector de hidrocarburos, se sugiere implementar tratamientos biológicos, como lo podrían ser reactores de tipo UASB (del inglés Upflow Anaerobic Sludge Blanket -reactor de flujo ascendente a través de un manto de lodos-), Reactor Biológico Secuencial (SBR) u otro tipo de tratamientos biológicos que permitan reducir el valor de la DBO_5 dentro de estas aguas residuales.

Tabla 3. Incumplimiento de parámetros por sector productivo

Sector Productivo	Parámetro	Incumplimiento	Total de datos
Agroindustria	DQO	4	7
Ganadería	pH	28	43
Minería	pH	7	12
Hidrocarburos	DBO_5	129	401
Alimentos y bebidas	pH	64	116
	DQO	4	12
	Grasas y aceites	4	8
Fabricación y manufactura de bienes	pH	221	543
	DQO	26	78
	Sulfuros	22	65
	Grasas y aceites	7	12
Servicios y otras actividades	Fenoles	2	4
Otros	pH	20	31

En la misma tabla 3, se puede evidenciar que para el caso de la producción de alimentos y bebidas y la fabricación y manufactura de bienes se evidencia que el incumplimiento no se da en un solo parámetro, como en la mayoría de sectores productivos; esto obedece a que los procesos que llevan a cabo estos sectores tienden a ser muy variados entre sí, ya que encierran un gran grupo de empresas dentro de una misma clasificación (por ejemplo, la “fabricación y manufactura de bienes incluye empresas tan diversas como curtido de cueros, industrias textiles, siderurgia, etc.), por lo que, aunque estén dentro de un mismo sector productivo, probablemente las aguas residuales que generen unos en relación con otros pueden

ser totalmente distintas; No obstante, se evidencia una constante dentro de estos dos sectores (alimentos y bebidas y la fabricación y manufactura de bienes) que los parámetros que más se incumplen son el pH, seguido de la DQO (Demanda Química de Oxígeno) y las grasas y aceites (tabla 3, figura 18 y 19).

Dentro del sector de fabricación y manufactura de bienes se encuentra un incumplimiento en el parámetro de los sulfuros, lo que puede sugerir que dentro de este sector se encuentran muchas industrias que emplean tintes industriales para textiles, los cuales tienen compuestos de azufre dentro de estos tintes, por lo que al llevar a cabo el proceso de coloración de las prendas, sus lixiviados aportan un alto contenido de sulfuros (tabla 3 y figura 19). Esto puede acarrear en que al contacto con otro tipo de aguas residuales dentro de la red se puedan generar ácidos sulfúricos que puedan debilitar la red produciendo la corrosión de la misma.

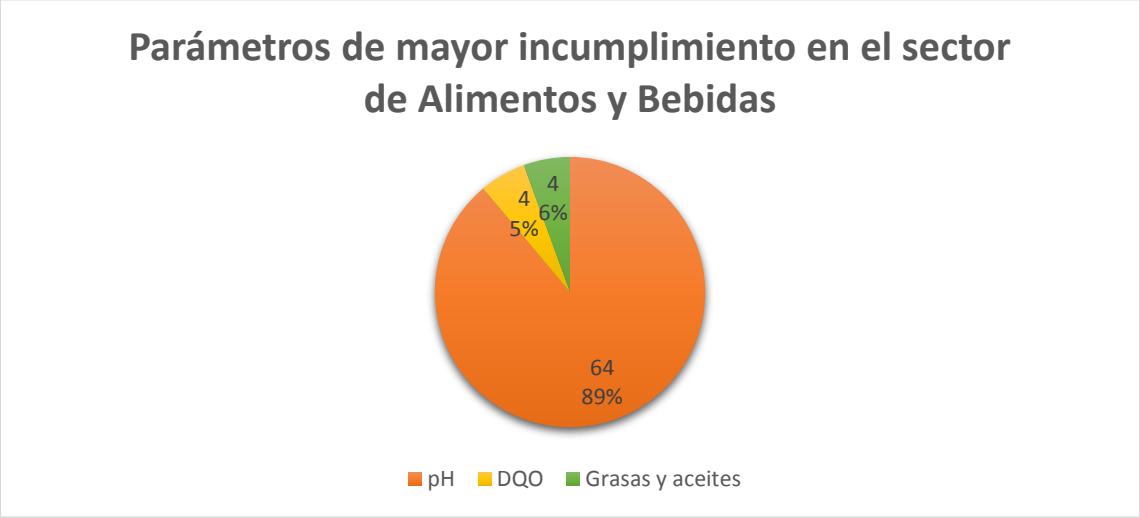


Figura 18. Parámetros de mayor incumplimiento en el sector de alimentos y bebidas

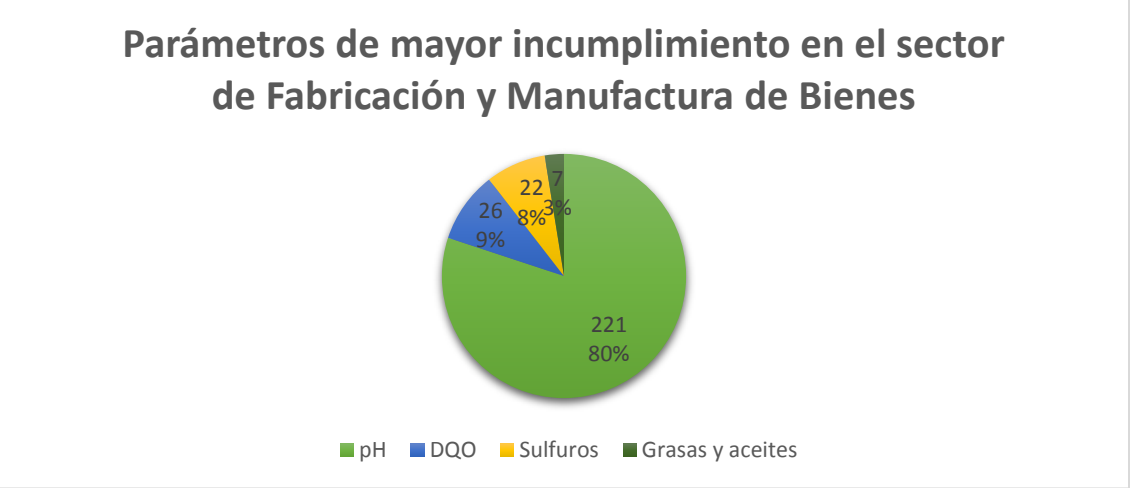


Figura 19. Parámetros de mayor incumplimiento en el sector de Fabricación y Manufactura de Bienes

5. CONCLUSIONES

- El proceso de captura y organización de datos e información de los conceptos técnicos elaborados en la Subdirección de Recurso Hídrico y Suelo de la Secretaría Distrital de Ambiente, así como la integración y estandarización en la base de datos que fue establecida por el Centro de Información y Modelamiento Ambiental logró cumplir la estructuración, clasificación y análisis de los usuarios dentro de los criterios establecidos, y con los filtros definidos y explicados a lo largo del documento, para poder finalizar una etapa primaria del proyecto de inversión N° 978 de la SDA.

- Se depuraron aproximadamente 3800 usuarios la base de datos inicial, de los cuales el autor trabajó en 600. Esta depuración se dio debido a que estos no eran de interés dentro del censo, lo que genera una base de análisis amplia, pero que es aproximada, ya que es complejo el tener un reporte de la totalidad de empresas que vierten a la red de alcantarillado de la ciudad de Bogotá. La información fue estructurada y validada por medio del formato SIRH suministrado por el IDEAM.

- La mayoría de empresas que vierten aguas residuales de tipo no doméstico a la red de alcantarillado de Bogotá realizan tratamiento a estas aguas, pero no obstante siguen incumpliendo la normativa vigente (resolución 631 de 2015), lo que genera problemas sanitarios en la ciudad; adicionalmente, la mayoría de estos incumplimientos se producen por un pH bajo, lo que puede agravar la situación, ya que este, además de dañar la estructura del alcantarillado público y de las plantas de tratamiento de agua residual (PTARs), puede generar impactos negativos en el cuerpo de agua en el cual descargan.

- Se evidencia que las dos zonas que generan mayor impacto en la ciudad de Bogotá en relación a los vertimientos de aguas residuales no domésticas son la localidad de Puente Aranda y Fontibón; esto es debido a que en ellas se encuentran parques industriales, lo que puede inferir directamente en la calidad de los cuerpos hídricos a los cuales hacen descargas dependiendo de la zona aferente a la que pertenezcan.

- La ausencia de datos de caudal imposibilita una aproximación más acertada a la realidad de la ciudad de Bogotá, no obstante se hace evidente que existe la

necesidad de ampliar y construir plantas de tratamiento de agua residual para poder suplir la demanda que exige la ciudad de Bogotá, por lo que se ven actualmente comprometidos los cuerpos hídricos a los cuales se hacen descarga de estas aguas.

- Es de recalcar la gran tarea que se lleva a cabo no solo en la entidad donde se realizó el trabajo (SDA), sino también el grupo de entidades que colaboraron de varias formas a suministrar datos relevantes para el censo, como lo fueron el DANE, la Cámara de Comercio y el IDEAM, lo que supone un trabajo riguroso en pro de vencer las barreras institucionales para lograr un resultado integral.

6. RECOMENDACIONES

- La necesidad de tener una base de datos con información más completa es de vital importancia, no solo para el Centro de Información y Modelamiento Ambiental o la Secretaría Distrital de Ambiente, sino para la ciudad de Bogotá y en general a todo el que desee acceder a la información que se suministra a partir del censo, ya que esto permite análisis de mayor exactitud y de mayor valor, por lo que se recomiendan procesos de seguimiento y vigilancia más estrictos y frecuentes.

- Se llevó a cabo una confirmación telefónica de los usuarios que eran de interés dentro del censo, debido a que la información suministrada por la base inicial de datos y por los conceptos técnicos emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente, no contaban con información relevante que pudiesen aportar al censo, por lo que la toma de datos llega a ser dispendiosa y es necesario implementar un sistema de actualización de datos para cada uno de los usuarios, donde estos puedan registrar los distintos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de sus vertimientos con certificación de laboratorios autorizados.

- Es evidente que llevar un control estricto de cada una de las empresas que vierten aguas residuales a la red de alcantarillado de Bogotá es una tarea de gran magnitud para la Secretaría Distrital de Ambiente, por lo que la entidad y el gobierno nacional deberían aumentar los esfuerzos y recursos destinados para la prevención y mitigación de riesgos ambientales, por medio del control que ejercen las autoridades competentes a las zonas pertenecientes a su jurisdicción.

- La identificación de las dos zonas que generan mayor impacto en la ciudad de Bogotá en relación a los vertimientos de aguas residuales no domésticas (localidad de Puente Aranda y Fontibón), conlleva a recomendar un estricto y riguroso control sobre estas zonas por parte de la autoridad ambiental competente (SDA).

- En particular se debe fortalecer la captura de datos de caudal vertido a la red por parte de los usuarios, ya que esto podría llegar a dar una aproximación más acorde a la realidad que vive la ciudad actualmente en el tema de aguas residuales no domésticas, y permite evaluar realmente el impacto que tienen

estas sobre el medio ambiente. Además, estos datos permiten análisis más profundos en relación a la dispersión de contaminantes en cuerpos de agua y como estos afectan directa o indirectamente a las poblaciones aguas abajo del punto de descarga.

- De otra parte, el control por parte de la autoridad ambiental (SDA) debe ser más riguroso y constante, ya que el hecho de que las empresas implementen sistemas de tratamiento de sus vertimientos no implica el hecho de que estos si cumplan con la normativa vigente.

7. EVALUACIÓN DE LA PASANTIA

El objetivo principal de esta pasantía era el desarrollo de la adición, corroboración y análisis de datos no integrados a la red de calidad hídrica de Bogotá RCHB, en el contexto del proyecto de inversión n°978, “Centro De Información Y Modelamiento Ambiental” de la secretaría distrital de ambiente de Bogotá; por tanto, se propusieron 2 indicadores para evaluar el desempeño y/o cumplimiento de las metas propuestas en esta pasantía, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4. Indicadores de Evaluación de la Pasantía

META	**INDICADOR**[16]	**RESULTADO**	**CUMPLIMIENTO**
Apoyar la captura y organización de datos e información de 384 conceptos técnicos elaborados en la Subdirección de Recurso Hídrico y Suelo de la Secretaría Distrital de Ambiente, integrándolos en la base de datos que sea establecida por el Centro de Información y Modelamiento Ambiental.	$\frac{CT\ analizados}{CT\ establecidos} * 100$	$\frac{600}{384} * 100 =$ 156,25%	Si cumple
Modelar y analizar los datos e información capturada de los conceptos técnicos en relación al cumplimiento de la resolución 631 de 2015.	$\frac{Inf.\ analizada}{Inf.\ recibida} * 100$	$\frac{1381}{1381} * 100 =$ 100%	Si cumple

[16] CT = Conceptos técnicos

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Tiempo, C. (2017). SENTENCIA POR EL RÍO BOGOTÁ. El Tiempo. Obtenido el 7 de agosto de 2017, de http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1554585

2. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015). Resolución 631 de 2015. Colombia, p.1.

3. Misión - Secretaria Distrital de Ambiente. (2017). Ambientebogota.gov.co. Obtenido el 7 de Agosto de 2017, de http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/mision

4. Decreto 109 de 2009 (2009). Bogotá.

5. Decreto 175 de 2009 (2009). Bogotá.

6. Proyecto 978 Centro de Información y Modelamiento Ambiental. (2016). Ambientebogota.gov.co. Retrieved 7 August 2017, de http://ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=cec3ec42-c3d2-4d56-abef-09425e8de641&groupId=55886

7. Historia - Secretaria Distrital de Ambiente. (2015). Ambientebogota.gov.co. Retrieved 7 August 2017, from http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/algo-de-historia

8. Proyecto 978 Centro de Información y Modelamiento Ambiental. (2016). Ambientebogota.gov.co. Retrieved 7 August 2017, de http://ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=cec3ec42-c3d2-4d56-abef-09425e8de641&groupId=55886

9. Acuerdo 038 de 2015 (2015). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.

10. ¿Qué es el SIRH? - IDEAM. (2014). SIAC. Retrieved 28 August 2017, from http://www.siac.gov.co/sirh

11. ACERCA DE LA ENTIDAD - IDEAM. (2014). IDEAM. Retrieved 28 August 2017, from http://www.ideam.gov.co/web/entidad/acerca-entidad

12. Vertimientos - Secretaria Distrital de Ambiente. (2014). Ambientebogota.gov.co. Retrieved 28 August 2017, from http://ambientebogota.gov.co/vertimientos

13. ¿Cuánta agua residual se trata en Bogotá? - Observatorio Ambiental de Bogotá. (2013). Oab2.ambientebogota.gov.co. Retrieved 28 August 2017, de

http://oab2.ambientebogota.gov.co/es/con-la-comunidad/noticias/cuanta-agua-residual-se-trata-en-bogota

14. ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ. (2012). Boletín No. 40 Sobre el consumo y la producción de agua potable y residual en el uso residencial urbano de Bogotá D.C. (p. 27). Bogotá D.C.: SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN Cisticercosis: MedlinePlus enciclopedia médica. (2017). Medlineplus.gov. Retrieved 28 August 2017, from https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000627.htm

15. Cisticercosis: MedlinePlus enciclopedia médica. (2017). Medlineplus.gov. Retrieved 28 August 2017, from https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000627.htm

ANEXOS

1. Anexo 1. Base de datos inicial de estandarización de datos con cálculo de caudales
2. Anexo 2. Análisis del censo en relación al cumplimiento de la resolución 631 de 2015
3. Anexo 3. Análisis del censo por incumplimiento por parámetro según el sector productivo