

APOYO EN LA ELABORACIÓN DE UN SIG PARA EL ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO Y
LA ACEPTACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
MEDIANTE LA TECNOLOGÍA DE LÁMINAS FILTRANTES®.

Presentado por
EDSGAR CRISTIANO SUCRE NIÑO

Director
JHON HENRY FONSECA PIEDRAHITA

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
TECNOLOGÍA EN CARTOGRAFÍA
FUSAGASUGÁ
2019

CONTENIDO

DEDICATORIA	7
AGRADECIMIENTOS	8
1. RESUMEN	9
2 ABSTRAC	10
3 INTRODUCCIÓN	11
4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
5 JUSTIFICACIÓN	13
6 OBJETIVOS	14
6.1 Objetivo General.	14
6.2 Objetivos Específicos.	14
7 MARCO REFERENCIAL	15
7.1 Marco teórico	15
7.1.1 Marco conceptual	17
7.2 Marco legal	18
8 UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS AGRO-CLIMATOLÓGICAS	20
9 RECURSOS FÍSICOS, TALENTO HUMANO Y METODOLOGÍA	21
9.1 Infraestructura y equipos	21
9.2 Personal	21
9.3 Metodología	21
10 DESARROLLO DEL PROYECTO	24
10.1 Estructuración de ficha técnica	24
10.2 Recolección de datos	25
10.3 Estandarización de la información	25
10.3.1 Estandarización de departamentos	26
10.3.2 Estandarización de municipios	26
10.3.3 Estandarización de autoridad ambiental	27
10.3.4 Estandarización de aguas residuales	28
10.4 Organización de la información	28
10.4.1 Tabla constructores	28

10.4.2	Tabla clientes	29
10.4.3	Tabla plantas	30
10.4.4	Tabla mantenimientos	33
10.5	Georreferenciación de sistemas	34
10.6	Estructuración de la base de datos	35
10.6.1	Creación de la base de datos	35
10.6.2	Seleccionar la base de datos	35
10.6.3	Creación de tablas sin relación	35
10.6.4	Creación de tabla con dependencia	37
10.6.5	Creación de tabla compuesta	38
10.7	Generar modelo entidad-relación	39
10.8	Incorporar información a la base de datos	40
10.9	Conectar base de datos con Qgis	41
10.10	Generar cartografía	41
10.10.1	Localización y clasificación de sistemas de tratamiento de aguas residuales.	42
11	ANÁLISIS	48
11.1	Análisis generales	48
11.2	Análisis de datos nulos	49
11.3	Análisis de datos entre el año 2000 y 2004	49
11.4	Análisis de datos entre el año 2005 y 2009	49
11.5	Análisis de datos entre el año 2010 y 2014	49
11.6	Análisis de datos entre el año 2015 y 2019	49
12	CONCLUSIONES	50
13	BIBLIOGRAFÍA	51

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización de pasantía - Fuente: Google Maps.....	20
Ilustración 2. Metodología - Fuente: Autor.	23
Ilustración 3. Actividad de clientes. – Fuente: Autor.	29
Ilustración 4. Ubicación de sistemas - Fuente: Autor.	31
Ilustración 5. Clasificación según el tipo de flujo - Fuente: Autor.	31
Ilustración 6. Porcentaje según el tipo de residuo tratado - Fuente: Autor.	32
Ilustración 7. Georreferenciación planta de tratamiento Balcones del Cesar- Manaure – Fuente: Google Maps.....	34
Ilustración 8. Georreferenciación Parque Ambiental Mosquera – Fuente: Google Maps.	34
Ilustración 9. Modelo entidad-relación – Fuente: Autor.....	39
Ilustración 10. Exportar datos mediante MySQL for Excel – Fuente: Autor.	40
Ilustración 11. Conexión de base de datos con Qgis. – Fuente: Autor.	41
Ilustración 12. Clasificación sistemas construidos en la ciudad de Bogotá - Fuente: Autor.	43
Ilustración 13. Clasificación sistemas construidos en el municipio de Cajicá - Fuente: Autor.	44
Ilustración 14. Clasificación sistemas construidos en el municipio de Mosquera - Fuente: Autor.	45
Ilustración 15. Clasificación sistemas construidos en el municipio Fusagasugá - Fuente: Autor.	46
Ilustración 16. Clasificación sistemas construidos en el municipio de Chía - Fuente: Autor.	47
Ilustración 17. Clasificación de sistemas según su año de construcción. - Fuente: Autor.	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formato de ficha técnica - Fuente: Autor.	24
Tabla 2. Estandarización de departamentos. - Fuente: ANLA.	26
Tabla 3. Estandarización de autoridad ambiental. - Fuente: ANLA.....	27
Tabla 4. Estandarización de aguas residuales. - Fuente: ANLA.....	28
Tabla 5. Información constructores. - Fuente: Autor.....	28
Tabla 6. Actividad clientes. - Fuente: Autor.....	29
Tabla 7. Clasificación de sistemas por departamentos. - Fuente: Autor.....	30
Tabla 8. Clasificación de sistemas según tipo de flujo. - Fuente: Autor.	31
Tabla 9. Clasificación de sistemas según tipo de agua tratada. - fuente: Autor.	32

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

Dedico la realización del presente proyecto principalmente a Dios por darme la bendición y oportunidad de desarrollar la presente pasantía. A mi familia, especialmente a mi madre por todo el apoyo y palabras de aliento que día a día me impulsaron a culminar satisfactoriamente las actividades planeadas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a la empresa BIOLODOS S.A. E.S.P por brindarme la oportunidad de realizar la pasantía. Al ing. Alejandro Patarroyo por todo el apoyo y acompañamiento para la realización de este proyecto, al igual que al ing. Jeisson Malaver y al tnlgo. En obras civiles José Alberto Céspedes. También agradecer al profesor Jhon Henry Fonseca por el acompañamiento y orientación para la óptima realización del presente proyecto.

1. RESUMEN

El objetivo principal del presente proyecto es analizar mediante técnicas de cartografía y Sistemas de Información Geográfica (SIG), la aceptación y expansión que ha tenido la tecnología de Láminas Filtrantes®. Mediante la construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales (STAR). Esto se logró mediante la recolección de información sobre cada uno de los STAR construidos, posterior a esto se georreferenció cada uno de estos sistemas mediante la herramienta Google maps. Al mismo tiempo que se estructuró y creó una base de datos por medio del programa MySQL Workbench, sobre la cual se almacenó la información de una manera organizada y estandarizada. Como resultado de estos procedimientos se obtuvo una base de datos programada sobre lenguaje SQL, se generó cartografía sobre cada uno de los municipios donde se realizaron STAR, Así como bajo la dirección del ing. De sistemas de la empresa; se generó un geo-visor. Dicho proyecto se realizó como modalidad de pasantía en la empresa Biolodos S.A E.S.P. quien suministró información de los archivos de, así como de personal que labora. Esto con el fin de contar con una información actualizada.

Palabras clave: sistema de tratamiento de agua residual. Tecnología de Láminas filtrantes®. Sistema de Información Geográfica. Tecnologías amigables. Biolodos S.A E. S. P. Agencia Nacional de Licencias Ambientales.

2 ABSTRAC

The main objective of this project is to analyze using mapping techniques and Geographic Information Systems (GIS), the acceptance and expansion of The Filter sheet technology®. By building wastewater treatment systems (STAR). This was achieved by gathering information on each of the built (STAR). each of these systems was georeferenced through the Google maps tool. At the same time that a database was structured and created through the MySQL Workbench program, on which information was stored in an organized and standardized manner. This project was carried out as an internship modality in the company Biolodos S.A E.S.P. who provided information from the archives, as well as staff working. This in order to have up-to-date information.

Keywords: wastewater treatment system. Filter sheet technology®. Geographic Information System. Friendly technologies. Biolodos S.A E. S. P. National Environmental Licensing Agency.

3 INTRODUCCIÓN

Las fuentes de agua superficial son eje de desarrollo de los seres humanos ya que permiten el abastecimiento para las diferentes actividades socioeconómicas realizadas en cada asentamiento poblacional; no obstante, de forma paradójica y casi proporcional muchas de estas actividades alteran y deterioran estas fuentes de agua. Torres et. (2008)

Las aguas superficiales en general, son sometidas a dos tipos de contaminación. Contaminación natural (arrastre de material particulado y disuelto y presencia de materia orgánica natural (MON) y contaminación de origen antrópico (descarga de aguas residuales domésticas, escorrentía agrícola, efluentes de procesos industriales, entre otros). Torres et. (2008). Es por esto por lo que la empresa Biolodos S.A. E.S.P. en su compromiso con el medio ambiente y el desarrollo de la sociedad colombiana, busca como mitigar la contaminación antrópica sobre cada una de las fuentes de agua superficial, mediante la elaboración de STAR implementando la tecnología de Láminas Filtrantes®, la cual ha tenido gran aceptación y auge en departamentos como Cundinamarca, Boyacá, Antioquia y algunos de la costa Caribe.

Debido a la gran aceptación que ha tenido la empresa Biolodos S.A E.S.P. la cantidad de información sobre diferentes proyectos ejecutados ha crecido y se dificulta el acceso y la consulta de datos. Como solución a esta problemática se plantea la recolección, organización y tabulación de datos acerca de los proyectos anteriormente mencionados. Esto con el fin de desarrollar un SIG que permita acceder, manipular y analizar fácilmente estos datos.

Este proyecto aplicará procesos y técnicas para georreferenciación, obtención, organización y análisis de los datos recolectados de cada uno de los diferentes proyectos. Esto proporciona beneficio para la empresa, ya que facilitará a los directivos la toma de decisiones.

4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El aumento en las actividades industriales, así como el incremento de la población genera cada día un incremento en las aguas contaminadas por cada uno de estos procesos esto ha llevado a que la sociedad busque herramientas y técnicas que ayuden a mitigar esta problemática, que sean amigables con el medio ambiente y que sean de bajo costo. La empresa Biolodos S.A. E.S.P. intentando llenar estas exigencias, ofrece como mejor opción la construcción de STAR implementando la tecnología de Láminas Filtrantes®. Los cuales han tenido gran aceptación en la sociedad colombiana para quien hasta el momento la empresa Biolodos S.A. E.S.P. ha construido más de 150 sistemas tanto para empresas, alcaldías y colegios. Como para hogares, los cuales no cuentan con servicio de alcantarillado.

El aumento significativo en la implementación de tecnologías amigables con el medio ambiente y el servicio que presta la empresa Biolodos S.A E.S.P. de tratar aguas residuales por medio de la tecnología de Láminas Filtrantes®. Genera una problemática para la empresa, a la cual cada vez se le hace más difícil llevar un registro estandarizado y organizado de cada uno de estos sistemas, así como conocer su ubicación exacta, es por ello por lo que surge la necesidad de crear una base de datos que además de almacenar esta información, permita almacenar y visualizar el contenido espacial de los mismos lo cual permita llevar un adecuado y oportuno control sobre cada uno de los diferentes proyectos realizados y sus respectivos mantenimientos.

5 JUSTIFICACIÓN

Los sistemas de información geográfica (SIG) datan de hace unos 57 años, concretamente del año 1962, cuando fue diseñado en Canadá el primer sistema de estas características con el objetivo de inventariar los recursos naturales existentes.

Sin embargo, fue hasta los años 90 y luego de la caída de términos como base de datos georreferenciada o base de datos espaciales cuando se generalizó el término sistema de información geográfica. Gómez Piñero (1992).

Los SIG son herramienta fundamental en la vida diaria, ya que nos permiten realizar análisis espaciales actuales y futuros, resolver problemáticas globales, regionales y locales, así como obtener respuesta a decisiones estratégicas en función de diferentes escenarios. PYP Geoconsulting S.A.S. (2015).

Los Sistemas de Información Geográfica se desarrollan, por tanto, como una tecnología que permite la manipulación y el análisis de los datos geográficos (Gantz, 1990; Lang & Speed, 1990), siendo de interés no sólo para los organismos administrativos y para científicos e investigadores sino también para empresas comerciales de software y/o hardware (Cebrián y Mark, 1986). Gómez Piñero (1992).

6 OBJETIVOS

6.1 Objetivo General.

- Analizar espacialmente el crecimiento y la aceptación del sistema de tratamiento de aguas residuales mediante la elaboración de un SIG sobre los diferentes proyectos con la tecnología de Láminas Filtrantes® en Colombia, llevados a cabo por la empresa Biolodos S.A E.S.P.

6.2 Objetivos Específicos.

- Recolectar información sobre los proyectos realizados con la tecnología de Láminas Filtrantes®.
- Por medio de Google maps. georreferenciar cada uno de los proyectos realizados con la tecnología de Láminas Filtrantes®.
- Diseñar y estructurar una base de datos geográfica, para insertar la información recolectada. mediante lenguaje SQL y el programa MySQL.
- Generar cartografía que evidencie el crecimiento y aceptación que han tenido los proyectos realizados con la tecnología de Láminas Filtrantes® en Colombia.

7 MARCO REFERENCIAL

7.1 Marco teórico

Según la UNESCO (2003) el uso que se hace del agua va en aumento en relación con la cantidad disponible. El ser humano se ha apoderado del 54% del agua disponible en el planeta. En el 2025, el hombre consumirá el 70%. Esta estimación se ha realizado considerando únicamente el crecimiento demográfico. Sin embargo, si el consumo de recursos hídricos per cápita sigue creciendo al ritmo actual, dentro de 25 años el hombre podría llegar a utilizar más del 90% del agua dulce disponible, dejando a las demás especies solo un 10%. (Delgadillo et al.,2010)

La naturaleza tiene una habilidad asombrosa para "limpiar" pequeñas cantidades de agua de desecho y contaminación, pero si se hiciese cargo de los miles de millones de galones de agua y drenaje que el hombre origina diariamente, no tendría la capacidad suficiente para hacerlo. Las instalaciones de tratamiento de aguas reducen la contaminación en las aguas de desecho a un nivel que la naturaleza puede manejar. EAAAB. (Empresa de acueducto, alcantarillado y aseo de Bogotá)

El tratamiento de las aguas residuales domésticas tiene como objetivo eliminar los contaminantes del agua, producir agua potable limpia y generar residuos sólidos aptos para reutilizarse o liberarse al medio ambiente.

Por otra parte, en numerosas actividades industriales se utilizan grandes cantidades de agua, no solo como materia prima sino también como medio de refrigeración y agente limpiador. Las aguas residuales industriales también pueden incluir aguas pluviales contaminadas y agua de lixiviación procedente de instalaciones de tratamiento de residuos industriales sólidos.

El aumento en la generación de aguas residuales ha obligado al ser humano a encontrar y aplicar alternativas de tratamiento eficientes, autónomas y viables económicamente. Entre las soluciones más atractivas están los humedales artificiales, quienes imitan los procesos que ocurren espontáneamente en la naturaleza. Estos humedales producen efluentes de buena calidad, al mismo

tiempo que tienen bajos costos de inversión, operación y mantenimiento. Además de no requerir personal altamente capacitado. (Arias. et al., 2003)

El correcto funcionamiento de un humedal artificial se lleva a cabo gracias a la interacción de sus componentes. Los cuales son:

- Un sustrato o material granular: sirve de soporte a la vegetación y permite la fijación de la biopelícula bacteriana que interviene en la mayoría de los procesos de eliminación de contaminantes presentes en las aguas a tratar
- La vegetación: principalmente compuesta por micrófitos emergentes que contribuyen a la oxigenación del sustrato a nivel de la rizosfera, a la eliminación de nutrientes por absorción/extracción y al desarrollo de la biopelícula bacteriana.
 - El agua por tratar o influente: circula a través del sustrato y la vegetación. MON arquitectura y biología. (2012)
 - La interacción de estos componentes permite que se realice el proceso de depuración del agua. El cual se basa en los siguientes principios:
- Eliminación de sólidos en suspensión gracias a fenómenos de filtración que tienen lugar entre el sustrato y las raíces.
- Eliminación de materia orgánica gracias a la acción de los microorganismos (principalmente bacterias). Los microorganismos que se desarrollan pueden ser aerobios (con O₂) o anaerobios (sin O₂).
- Eliminación de nitrógeno bien por acción directa de las plantas, bien por procesos de nitrificación-desnitrificación desarrollados por los microorganismos antes mencionados.
- Eliminación de fósforo principalmente debido a los fenómenos de adsorción sobre los componentes del sustrato.
- Eliminación de patógenos mediante la adsorción sobre partículas del sustrato, la toxicidad producida por las raíces de las plantas y la acción depredadora de bacteriófagos y protozoos. MON arquitectura y biología. (2012)

Existen diferentes tipos de humedales artificiales, los cuales se pueden clasificar en función de la circulación del agua a través de este. Estos tipos de humedales son:

- Humedales artificiales de flujo libre o superficial: el agua circula por encima del sustrato continuamente. Se favorecen las condiciones aerobias al estar el agua directamente expuesta a la atmósfera. Se emplean para tratar efluentes procedentes de tratamientos secundarios y para crear y restaurar ecosistemas acuáticos.
- Humedales artificiales de flujo subsuperficial: el agua circula a través del sustrato.

En la mayoría de los casos se usan para el tratamiento de aguas residuales generadas en núcleos de población de menos de 2000 habitantes. En función del sentido del flujo, pueden ser horizontales o verticales.

- Humedales artificiales de flujo subsuperficial vertical: el agua circula verticalmente a través del sustrato de manera intermitente. Se suelen incluir chimeneas de aireación para favorecer las condiciones aerobias. Se suelen desarrollar procesos de nitrificación, entre otros.
- Humedales artificiales de flujo subsuperficial horizontal: el agua circula horizontalmente a través del sustrato de manera continua. Se favorecen las condiciones anaerobias al mantenerse el nivel del agua por debajo del sustrato. Se suelen desarrollar procesos de desnitrificación, entre otros. (Arias. et al., 2003)

7.1.1 Marco conceptual

PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Las aguas residuales pueden provenir de actividades industriales o agrícolas y del uso doméstico. Los tratamientos de aguas industriales son muy variados, según el tipo de contaminación, y pueden incluir precipitación, neutralización, oxidación química y biológica, reducción, filtración, ósmosis, etc. (AGUASISTEC)

ARD: Aguas Residuales Domésticas, (ARD): Son las procedentes de los hogares, así como las de las instalaciones en las cuales se desarrollan actividades industriales, comerciales o de servicios y que correspondan a: Descargas de los retretes y servicios sanitarios, descargas de los sistemas de

aseo personal (duchas y lavamanos), de las áreas de cocinas y cocinetas, de las pocetas de lavado de elementos de aseo y lavado de paredes y pisos y del lavado de ropa (No se incluyen las de los servicios de lavandería industrial). MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. (2015)

ARnD: Aguas Residuales no Domésticas, (ARnD): Son las procedentes de las actividades industriales, comerciales o de servicios distintas a las que constituyen aguas residuales domésticas, (ARD). MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. (2015)

Humedales artificiales: los humedales artificiales son zonas construidas por el hombre en las que se reproducen, de manera controlada, los procesos físicos, químicos y biológicos de eliminación de contaminantes que ocurren normalmente en los humedales naturales. (madrimasd.org)

Sistema de láminas filtrantes: Humedales artificiales que utiliza plantas de cañamo (*phragmites communis*) monocotiledónea que tiene la propiedad de liberar grandes volúmenes de oxígeno hacia sus raíces y bacterias aeróbicas y anaeróbicas que digieren importantes cantidades de residuos. (Biolodos S.A E.S. P)

7.2 Marco legal

Reglamento de contaminantes. Resolución 06-31 de 2015

- Se incorporó la diferenciación de las Aguas Residuales Domésticas (ARD) de las Aguas Residuales no Domésticas (ARnD).

Aguas Residuales Domésticas, (ARD): Son las procedentes de los hogares, así como las de las instalaciones en las cuales se desarrollan actividades industriales, comerciales o de servicios y que correspondan a:

1. Descargas de los retretes y servicios sanitarios. Cocinas y cocinetas, de las pocetas de lavado de elementos de aseo y lavado de paredes y pisos y del lavado de ropa (No se incluyen las de los servicios de lavandería industrial).

2. Descargas de los sistemas de aseo personal (duchas y lavamanos), de las áreas de Aguas Residuales no Domésticas, (ARnD): Son las procedentes de las actividades industriales, comerciales o de servicios distintas a las que constituyen aguas residuales domésticas, (ARD).
3. Se pasó de los valores límites máximos permisibles expresados en carga (Kg/día) a los expresados en concentración (mg/L).

8 UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS AGRO-CLIMATOLÓGICAS

El presente proyecto de pasantía se desarrolló en el parque ambiental Biolodos (PAF). El cual se encuentra ubicado en el Km 61 Vía Bogotá-Girardot Sector la Venta en el municipio de Fusagasugá. que es capital de la provincia del Sumapaz y el tercer municipio más poblado de Cundinamarca, después de Bogotá y Soacha.

Según el portal CLIMATE-DATA.ORG. Fusagasugá tiene un clima tropical. Los veranos son mucho más lluviosos que los inviernos en Fusagasugá. De acuerdo con Köppen y Geiger clima se clasifica como Aw. La temperatura aquí es en promedio 19.4 ° C. La precipitación media aproximada es de 1137 mm.

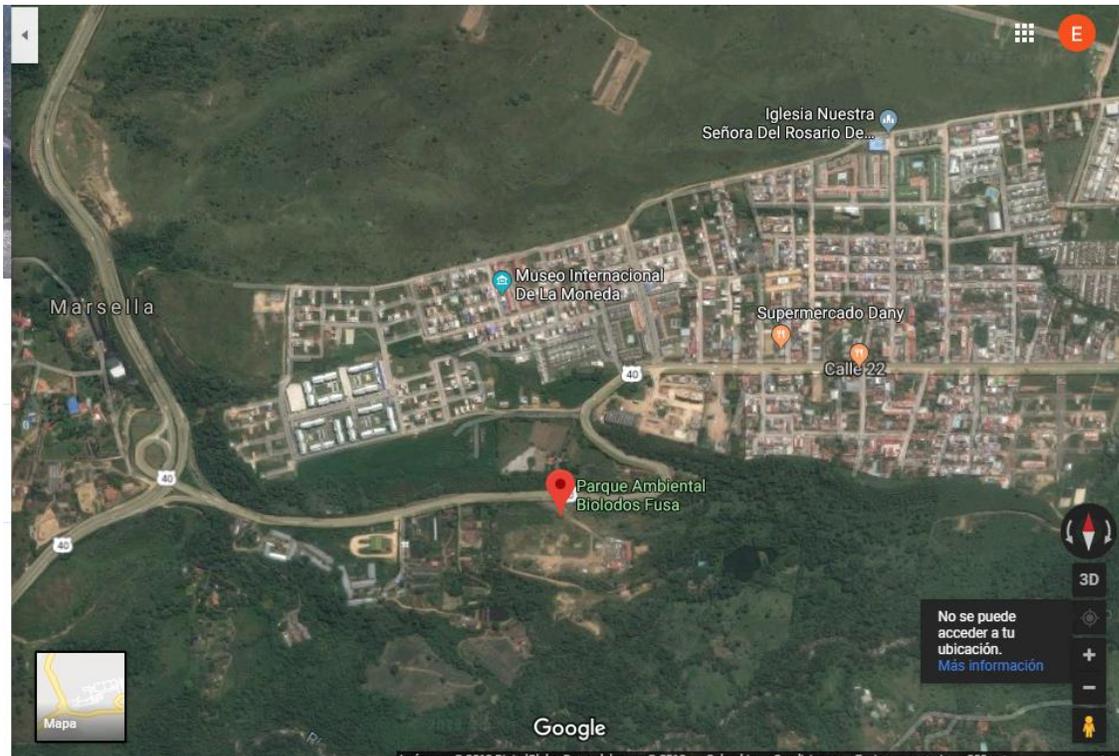


Ilustración 1. Localización de pasantía - Fuente: Google Maps

9 RECURSOS FÍSICOS, TALENTO HUMANO Y METODOLOGÍA

9.1 Infraestructura y equipos

El presente proyecto se llevará a cabo en las oficinas del parque ambiental Biolodos (PAF). La recolección y sistematización de la información, se realizará mediante un computador hp Pavilion y con la ayuda de software como Excel, MySQL Workbench 8.0 y Google mapas. La información recolectada y la base de datos generada se almacenará en el servidor de la empresa.

Para los procesos de análisis y generación de cartografía. Se dispondrá del software QGIS

9.2 Personal

Ing. Alejandro Patarroyo Morales. Ingeniero civil, director de departamento técnico Biolodos S.A E.S.P. Tutor asignado por la empresa para el desarrollo de la presente pasantía

Ing. Jeisson Malaver. Ingeniero de sistemas egresado de la universidad de Cundinamarca, prestara asesoría en programación de lenguaje SQL y correcta utilización de programa MySQL.

Ing. Hans Henrickson. Ingeniero naval, presidente y fundador de la empresa Biolodos S.A E.S.P. fuente primaria para la recolección e identificación de STAR elaborados

Tec. en obras civiles. José Alberto Céspedes. Inspector de obras realizadas por la empresa. Su colaboración en este proyecto consiste en identificar STAR realizados y brindar información sobre cada uno de ellos.

9.3 Metodología

Con la ayuda de José Alberto céspedes, Ing. Alejandro Patarroyo, Ing. Hans Henrickson y obteniendo información del archivo de la empresa Biolodos S.A E.S.P. se recolectará la información que se considere necesaria sobre cada uno de los proyectos. Esta información se almacenará inicialmente en una ficha técnica formato Excel.

Contando con la asesoría y colaboración del personal a cargo de la construcción, se identificarán y georreferenciarán mediante Google maps cada proyecto realizado obteniendo su ubicación exacta.

Mediante el software MySQL y con la asesoría del Ing. Jeisson Malaver se estructurará la base de datos y posteriormente se hará el ingreso de la información recolectada. Este proceso se realizará por medio de lenguaje SQL.

Posterior a estos procesos, se conectará la base de datos al software QGIS. Esto con el fin de realizar los diferentes procesos que permitan analizar el crecimiento de la tecnología de Láminas Filtrantes®, para determinar este análisis se tendrá en cuenta la cantidad de plantas elaboradas, los servicios ofrecidos y la cantidad de agua residual tratada.

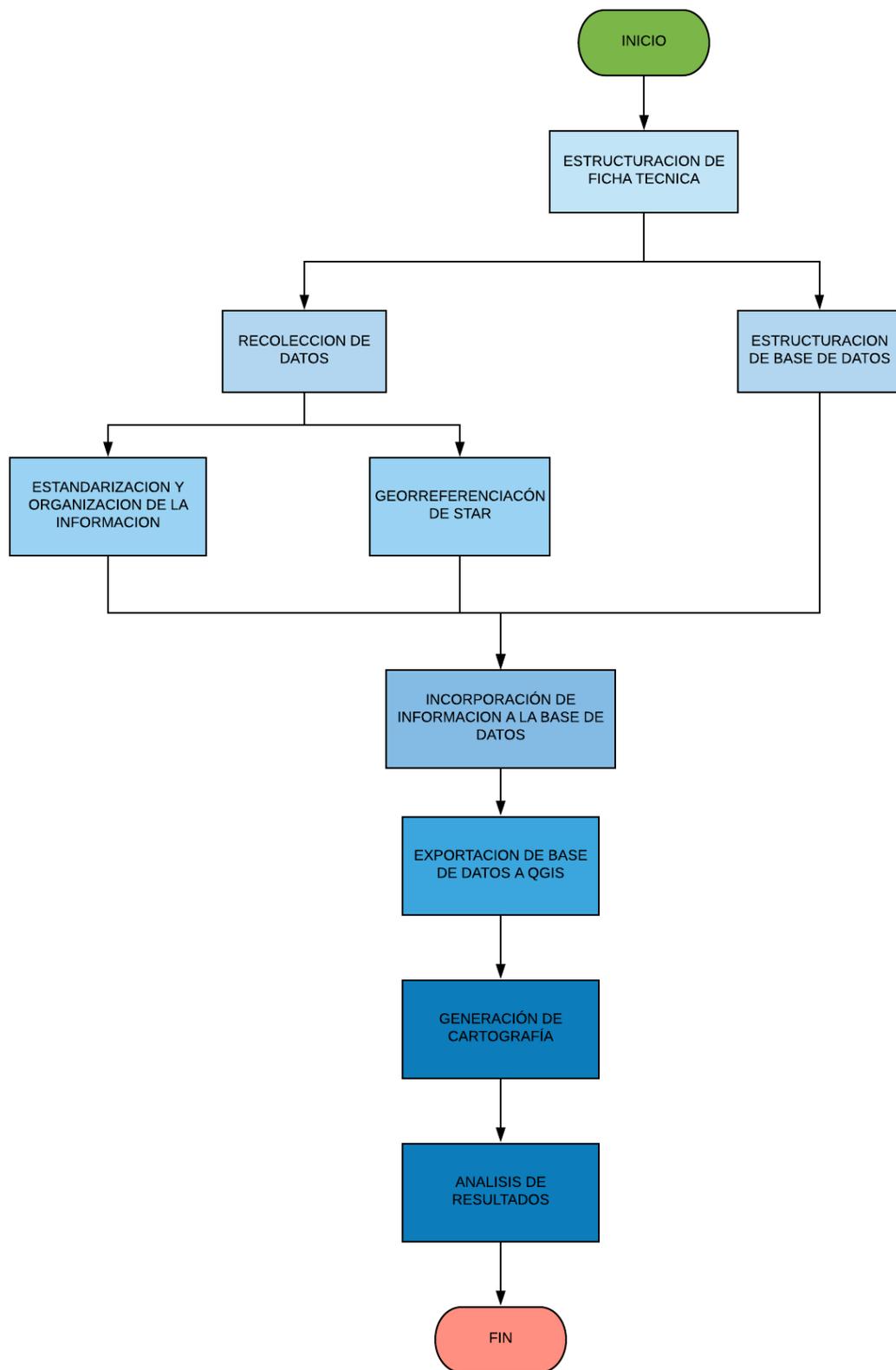


Ilustración 2. Metodología - Fuente: Autor.

10 DESARROLLO DEL PROYECTO

10.1 Estructuración de ficha técnica

Al inicio de la pasantía en la empresa BIOLODOS S.A se realizó una reunión a la cual asistieron los gerentes de la empresa, en compañía del Ing. Alejandro Patarroyo, quién fue asignado como asesor y jefe directo para realización de esta.

En esta reunión se expresó la problemática que tiene la empresa al no contar con una base de datos donde se almacene información actualizada de los proyectos realizados. Al mismo tiempo se manifestó el interés por generar cartografía donde se visualice la localización de cada uno de estos proyectos. Contando con la asesoría del Ing. Alejandro Patarroyo se determinó cuál sería la información de interés para ser almacenada en la Base de Datos, para lograr el objetivo se desarrolló la siguiente ficha técnica en el programa Excel.

Tabla 1. Formato de ficha técnica - Fuente: Autor.

NOMBRE SISTEMA				
UBICACIÓN				
CORDENADAS				
PROPIETARIO				
CONTACTO				
FECHA DE CONSTRUCCIÓN				
CONSTRUCTOR				
EMPRESA EJECUTORA				
CAUDAL DIMENCIONADO				
ÁREA TOTAL				
TIPO DE VERTIMIENTO				
ESTADO ACTUAL				
ULTIMO MTO				
MODIFICACIONES REALIZADAS Y FECHA				
OBSERVACIONES				

10.2 Recolección de datos

Después de estructurar la ficha técnica se solicitó información al presidente de la empresa, el director de departamento técnico, el inspector de obras, al departamento de contabilidad y personal encargado de la construcción. Quienes suministraron información sobre los sistemas de los cuales se tenía conocimiento.

En total se recolectó información de 194 sistemas construidos. De los cuales no se cuenta con toda la información solicitada en la ficha técnica, debido a esto la base de datos puede gran cantidad de datos nulos.

10.3 Estandarización de la información

Una vez recolectada la información se tuvo en cuenta el modelo de almacenamiento de datos geográfico de la ANLA para presentación de estudios ambientales, esto con el fin estandarizar la información recolectada. Para esto se tuvo en cuenta la codificación que da ANLA para vertimientos (elementos puntuales), basado en esto se estandarizo la codificación para departamento, municipio, autoridad ambiental y tipo de agua residual.

10.3.1 Estandarización de departamentos

Tabla 2. Estandarización de departamentos. - Fuente: ANLA.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
91	Amazonas
05	Antioquia
81	Arauca
88	Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina
08	Atlántico
11	Bogotá, D.C.
13	Bolívar
15	Boyacá
17	Caldas
18	Caquetá
85	Casanare
19	Cauca
20	Cesar
27	Chocó
23	Córdoba
25	Cundinamarca
94	Guainía
95	Guaviare
41	Huila
44	La Guajira
47	Magdalena
50	Meta
52	Nariño
54	Norte de Santander
86	Putumayo
63	Quindío
66	Risaralda
68	Santander
70	Sucre
73	Tolima
76	Valle del Cauca
97	Vaupés
99	Vichada

10.3.2 Estandarización de municipios

La agencia nacional de licencias ambientales (ANLA) da una codificación de 5 dígitos para 1122 municipios, donde los dos primeros números son el código del departamento y los siguientes son los asignados según la importancia del municipio, siendo el valor más bajo el del municipio capital.

10.3.3 Estandarización de autoridad ambiental

Tabla 3. Estandarización de autoridad ambiental. - Fuente: ANLA.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1001	AMVA
1002	CAM
1003	CAR
1004	CARDER
1005	CARDIQUE
1006	CARSUCRE
1007	CAS
1008	CDA
1009	CDMB
1010	CODECHOCO
1011	CORALINA
1012	CORANTIOQUIA
1013	CORMACARENA
1014	CORNARE
1015	CORPAMAG
1016	CORPOAMAZONIA
1017	CORPOBOYACA
1018	CORPOCALDAS
1019	CORPOCESAR
1020	CORPOCHIVOR
1021	CORPOGUAJIRA
1022	CORPOGUAVIO
1023	CORPOMOJANA
1024	CORPONARIÑO
1025	CORPONOR
1026	CORPORINOQUIA
1027	CORPOURABA
1028	CORTOLIMA
1029	CRA
1030	CRC
1031	CRQ
1032	CSB
1033	CVC
1034	CVS
1035	DADMA
1036	DAGMA
1037	DAMAB
1038	EPA
1039	SDA
1040	MADS
1041	SPNN

10.3.4 Estandarización de aguas residuales

Tabla 4. Estandarización de aguas residuales. - Fuente: ANLA.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
50210	Residual doméstica
50220	Residual industrial
50230	Residual industrial de perforación y asociadas
50240	Residual industrial de formación
50250	Residual Mixta

10.4 Organización de la información

Teniendo en cuenta las necesidades expuestas por BIOLODOS S.A y atendiendo la sugerencia de que no toda la información sea expuesta al público. Esta fue dividida en cuatro tablas estas fueron: Tabla constructores; la cual contiene información sobre la persona responsable de la construcción del sistema, Tabla clientes; contiene los datos del propietario del sistema, Tabla plantas; abarca información general sobre cada uno de los sistemas, esta información se brindara al público, por último se creó la Tabla mantenimientos; compuesta por datos de la tabla constructores y tabla plantas para dar a lugar a la tabla mantenimientos; esta con el fin de llevar un seguimiento a los sistemas realizados y programar futuros visitas y mantenimientos.

10.4.1 Tabla constructores

Tabla 5. Información constructores. - Fuente: Autor.

NOMBRE	CONTACTO	EMPRESA
SIN INFORMACIÓN	SIN INFORMACIÓN	SIN INFORMACIÓN
JOSE ALBERTO CESPEDES	3114609950	TRANSFOR ECKOSKANDIA
ARTURO MORENO	SIN INFORMACIÓN	TRANSFOR ECKOSKANDIA
ORLANDO BAQUERO	SIN INFORMACIÓN	TRANSFOR ECKOSKANDIA
IVAN ESLAVA	SIN INFORMACIÓN	TRANSFOR ECKOSKANDIA
OSCAR PUERTA	SIN INFORMACIÓN	TRANSFOR ECKOSKANDIA
WILSON SEGURA	SIN INFORMACIÓN	SCANDROOTS
MARCOLINO HERRERA	SIN INFORMACIÓN	SCANDROOTS

10.4.2 Tabla clientes

En esta tabla se recolectaron 89 registros de clientes los cuales se dividieron por actividad realizada obteniendo la siguiente información.

Tabla 6. Actividad clientes. - Fuente: Autor

ACTIVIDAD	CANTIDAD
DOMESTICA	45
HIDROCARBUROS	1
INDUSTRIAL	33
LÁCTEOS	1
MIXTA	6

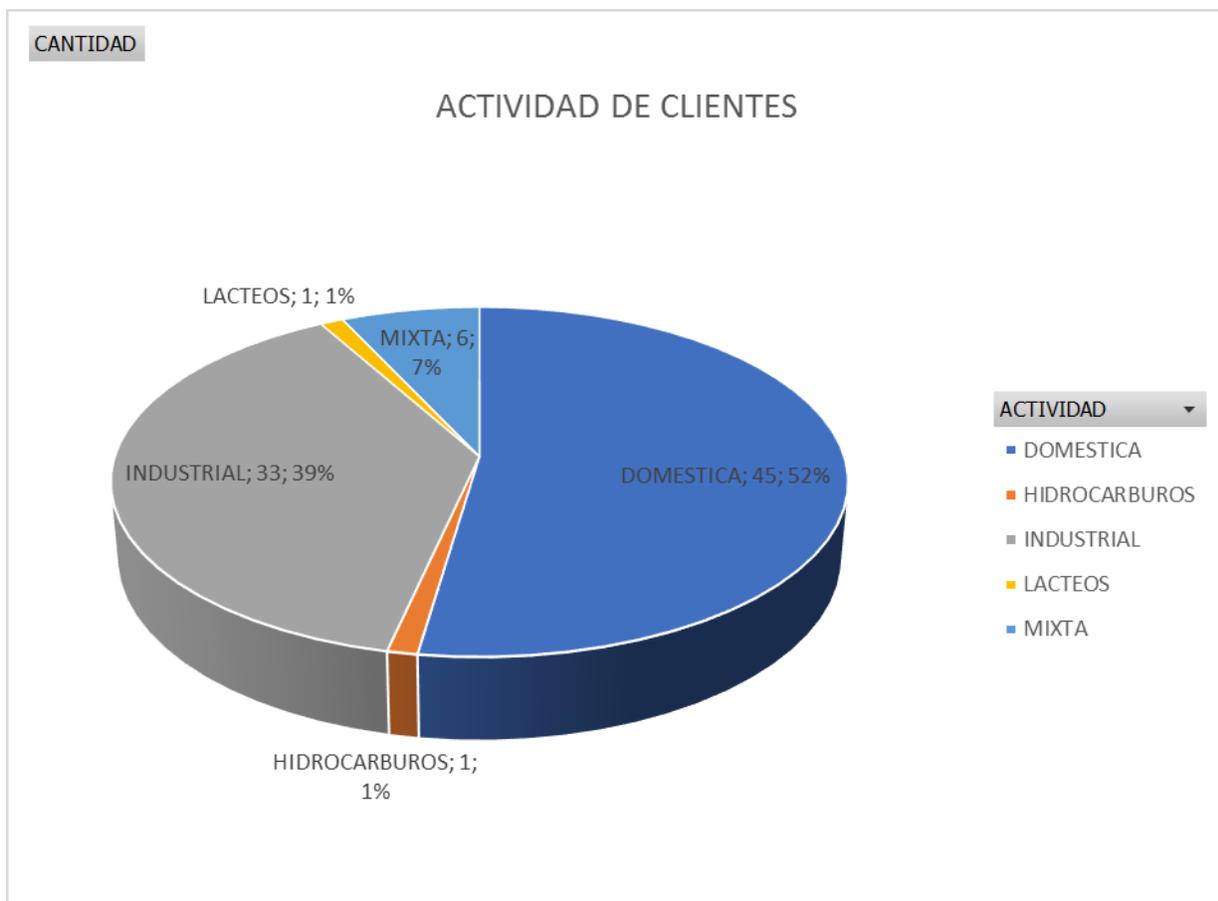


Ilustración 3. Actividad de clientes. – Fuente: Autor.

10.4.3 Tabla plantas

En esta tabla se consignó la información relevante de cada uno de los 194 sistemas construidos. La información que se consideró relevante fue: un id que se asignó para cada sistema, nombre, código del departamento, código del municipio, código de la autoridad ambiental, coordenadas, propietario, dirección, constructor, área del sistema, tipo de flujo, código del tipo de residuo, caudal, así como se le asignó un espacio para almacenar planos y registro fotográfico.

A continuación, algunos análisis realizados con la información de esta tabla.

Tabla 7. Clasificación de sistemas por departamentos. - Fuente: Autor.

código_dpto	CANTIDAD DE SISTEMAS
11	15
13	2
15	8
19	1
20	6
25	114
5	15
73	1
76	4
8	7
85	14
86	3
95	1
S/N	3

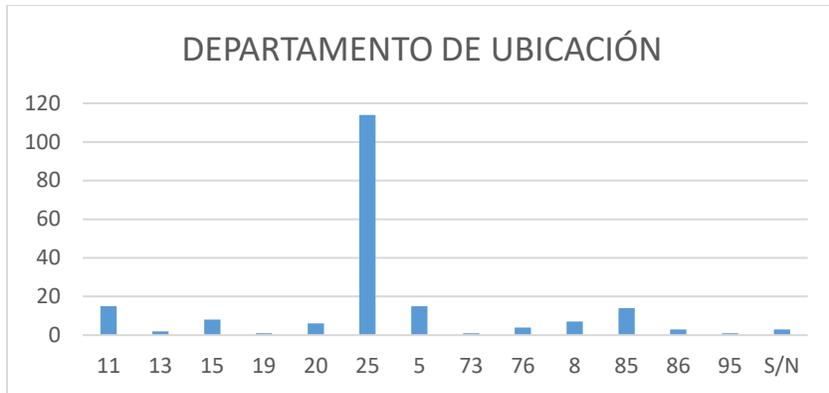


Ilustración 4. Ubicación de sistemas - Fuente: Autor.

Tabla 8. Clasificación de sistemas según tipo de flujo. - Fuente: Autor.

tipo flujo	cantidad de sistemas
flujo horizontal	172
flujo vertical	22

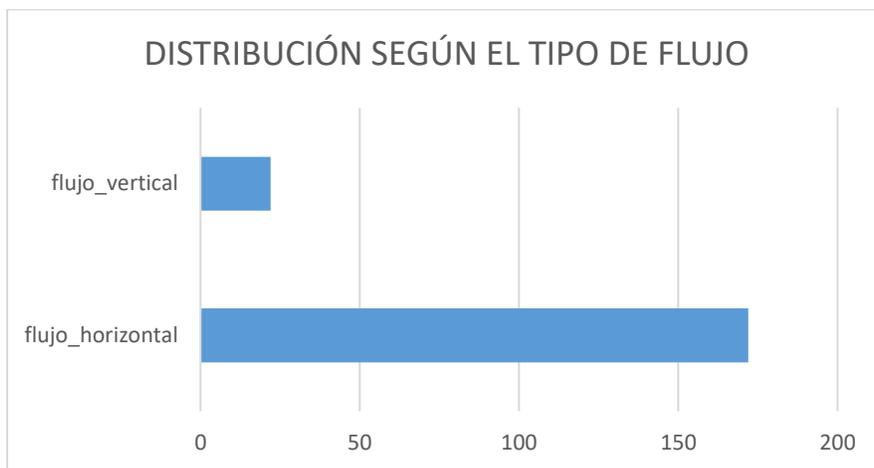


Ilustración 5. Clasificación según el tipo de flujo - Fuente: Autor.

Tabla 9. Clasificación de sistemas según tipo de agua tratada. - fuente: Autor.

código_agua_residual	CANTIDAD DE SISTEMAS
50210	125
50220	51
50230	4
50250	14

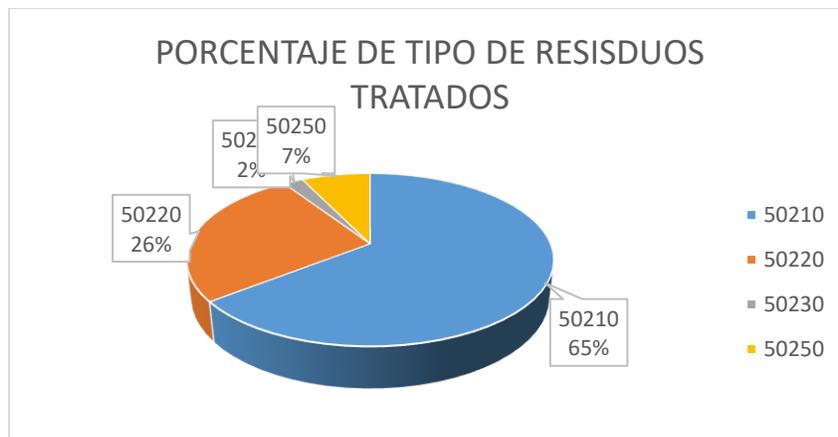


Ilustración 6. Porcentaje según el tipo de residuo tratado - Fuente: Autor.

10.5 Georreferenciación de sistemas

Después de organizar la información, con la colaboración de José Alberto Céspedes quien es conocedor de los sistemas elaborados. Se obtuvo coordenadas de localización de cada uno de estos teniendo como herramienta la aplicación Google Maps.



Ilustración 7. Georreferenciación planta de tratamiento Balcones del Cesar- Manaure – Fuente: Google Maps.

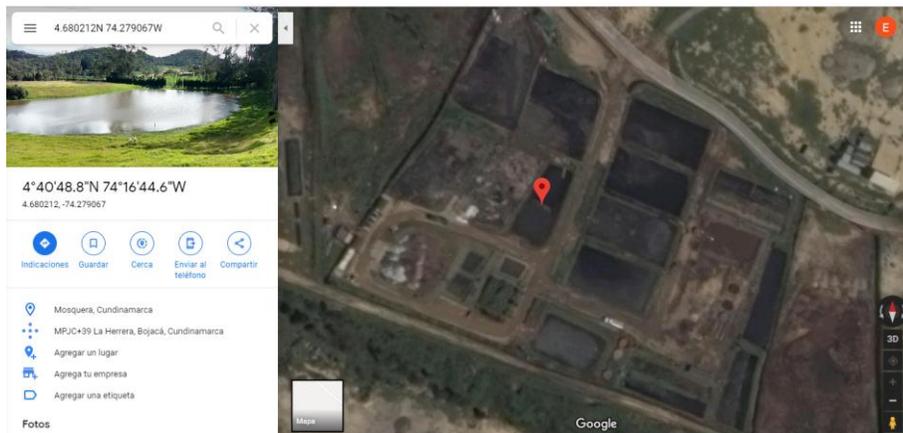


Ilustración 8. Georreferenciación Parque Ambiental Mosquera – Fuente: Google Maps.

10.6 Estructuración de la base de datos

Mediante el programa MySQL Workbench y por medio de lenguaje SQL se programó la estructura que llevaría la base de datos.

10.6.1 Creación de la base de datos

```
1 #crear base de datos
2 • CREATE DATABASE IF NOT EXISTS Biolodos;
3
```

10.6.2 Seleccionar la base de datos

```
4 • USE Biolodos;
```

10.6.3 Creación de tablas sin relación

Luego de esto, se crearon las tablas que no tenían ninguna relación. En este caso fueron las tablas: departamento, municipio, autoridad ambiental, tipo_Agua_residual, constructores y clientes.

```
5 • CREATE TABLE IF NOT EXISTS Departamento(
6     Codigo VARCHAR(10) NOT NULL,
7     Descripcion VARCHAR(40) NOT NULL,
8     PRIMARY KEY(Codigo)
9 )ENGINE=INNODB;
10
11
12
13 • CREATE TABLE IF NOT EXISTS Municipio(
14     Codigo VARCHAR(10) NOT NULL,
15     Descripcion VARCHAR(40) NOT NULL,
16     PRIMARY KEY(Codigo)
17 )ENGINE=INNODB;
18 • INSERT INTO MUNICIPIO VALUES ('S/N','S/N');
19
20 • CREATE TABLE IF NOT EXISTS Autoridad_Ambiental(
21     Codigo VARCHAR(10) NOT NULL,
22     Descripcion VARCHAR(40) NOT NULL,
23     PRIMARY KEY(Codigo)
24 )ENGINE=INNODB;
```

```
25
26
27 ● ○ CREATE TABLE IF NOT EXISTS Tipo_Agua_residual(
28     Codigo VARCHAR(10) NOT NULL,
29     Descripcion VARCHAR(40) NOT NULL,
30     PRIMARY KEY(Codigo)
31 )ENGINE=INNODB;
32
33
34 ● ○ CREATE TABLE IF NOT EXISTS Constructores(
35     nombre VARCHAR(120) NOT NULL,
36     contacto VARCHAR(120),
37     empresa_ejecutora VARCHAR(120),
38     PRIMARY KEY(nombre)
39 )ENGINE=INNODB;
40
41 ● ○ CREATE TABLE IF NOT EXISTS Clientes(
42     nombre VARCHAR(120) NOT NULL,
43     contacto VARCHAR(120),
44     actividad VARCHAR(120),
45     PRIMARY KEY(nombre)
46 )ENGINE=INNODB;
```

10.6.4 Creación de tabla con dependencia

Consecutivamente se creó la tabla Plantas. La cual tiene dependencia de todas las tablas creadas anteriormente.

```
48 • CREATE TABLE IF NOT EXISTS Plantas(  
49     id_plantas INT NOT NULL,  
50     nombre VARCHAR(120) NOT NULL,  
51     codigo_dpto VARCHAR(10) NOT NULL,  
52     codigo_mpio VARCHAR(10) NOT NULL,  
53     codigo_autoridad_ambiental VARCHAR(10) NOT NULL,  
54     coordenadas POINT NOT NULL,  
55     propietario VARCHAR(120) NOT NULL,  
56     direccion VARCHAR(120),  
57     fecha_construccion VARCHAR(50),  
58     constructor VARCHAR(120) NOT NULL,  
59     area VARCHAR(50),  
60     tipo_flujo ENUM('flujo_horizontal', 'flujo_vertical', 'lodos'),  
61     codigo_agua_residual VARCHAR(10) NOT NULL,  
62     caudal VARCHAR(50),  
63     Planos BLOB,  
64     registro_fotografico BLOB,  
65     PRIMARY KEY(id_plantas),  
66     CONSTRAINT fkdepartamento_plantas  
67     FOREIGN KEY(codigo_dpto)  
68     REFERENCES Departamento(Codigo),  
69     CONSTRAINT fkmunicipio_plantas  
70     FOREIGN KEY(codigo_mpio)  
  
71     REFERENCES Municipio(Codigo),  
72     CONSTRAINT autoridad_ambiental_plantas  
73     FOREIGN KEY(codigo_autoridad_ambiental)  
74     REFERENCES Autoridad_Ambiental(Codigo),  
75     CONSTRAINT fkpropietario_plantas  
76     FOREIGN KEY(propietario)  
77     REFERENCES clientes(nombre),  
78     CONSTRAINT fkconstructor_plantas  
79     FOREIGN KEY(constructor)  
80     REFERENCES constructores(nombre),  
81     CONSTRAINT fkagua_residual_plantas  
82     FOREIGN KEY(codigo_agua_residual)  
83     REFERENCES tipo_agua_residual(codigo)  
84 )ENGINE=INNODB;
```

10.6.5 Creación de tabla compuesta

Por último, se creó la tabla mantenimientos, que tiene dependencia de la tabla Constructores y la tabla Plantas.

```
94 ● ○ CREATE TABLE IF NOT EXISTS mantenimiento(  
95     id_planta INT NOT NULL,  
96     CONSTRAINT fkplanta  
97     FOREIGN KEY( id_planta)  
98     REFERENCES plantas(id_plantas),  
99     estado_actual ENUM('activo', 'inactivo'),  
100    ultimo_mantenimiento DATE,  
101    modificaciones VARCHAR(255),  
102    comentarios VARCHAR(255),  
103    Constructor_encargado VARCHAR(120) NOT NULL,  
104    CONSTRAINT fk_mantenimientos  
105    FOREIGN KEY(Constructor_encargado)  
106    REFERENCES constructores(NOMBRE)  
107 )ENGINE=INNODB;
```

10.7 Generar modelo entidad-relación

Una vez creada la base de datos y mediante la herramienta Reverse Engineer... generamos un modelo entidad relación de la base de datos.

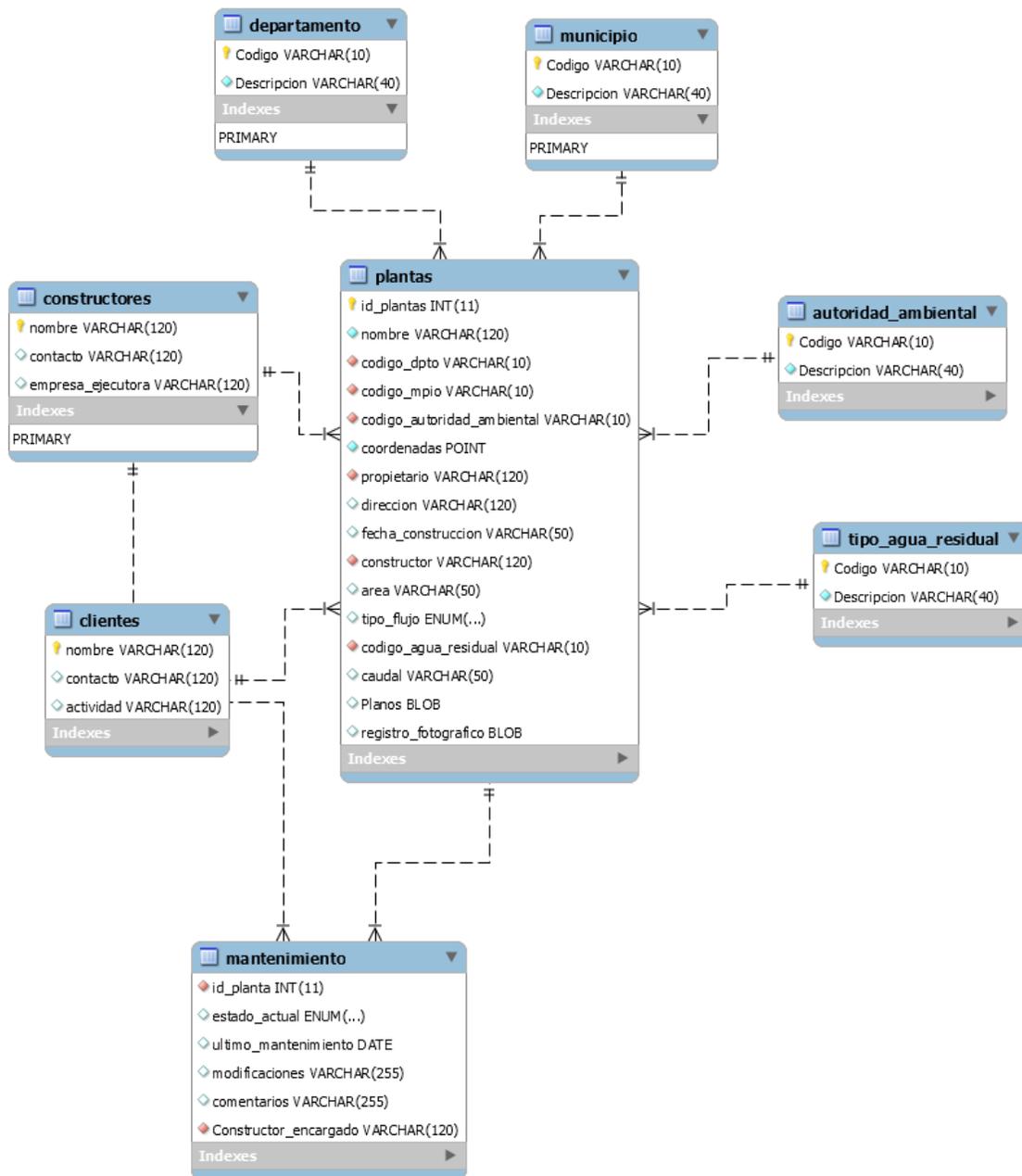


Ilustración 9. Modelo entidad-relación – Fuente: Autor.

10.8 Incorporar información a la base de datos

Con la finalidad de optimizar y agilizar el proceso de incorporar los datos, se utilizó la aplicación MySQL for Excel la cual permite exportar tablas desde Excel. Siempre y cuando tengan la misma estructura.

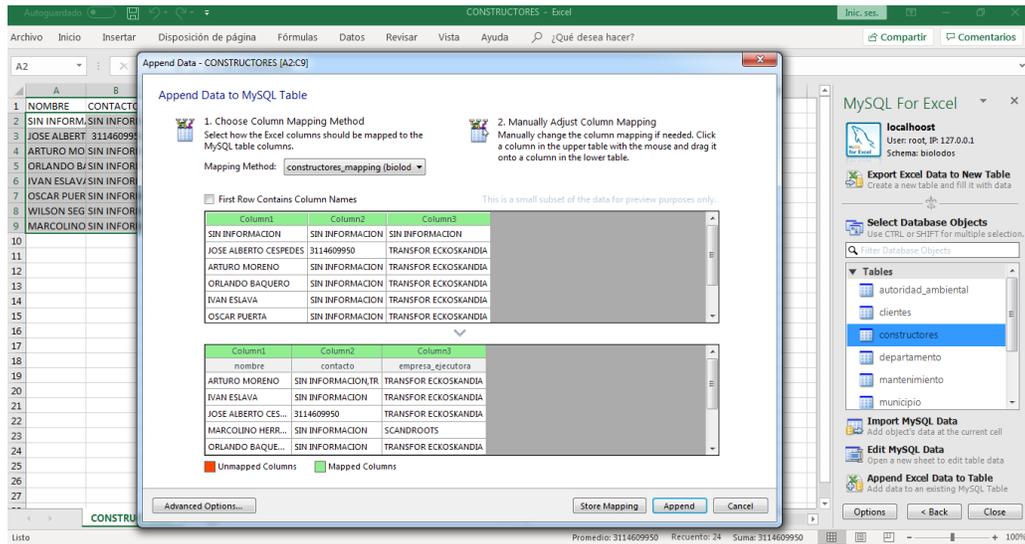


Ilustración 10. Exportar datos mediante MySQL for Excel – Fuente: Autor.

10.10.1 Localización y clasificación de sistemas de tratamiento de aguas residuales.

A lo largo de este proyecto se recolectó información sobre 194 sistemas, los cuales están concentrados en su mayoría en el departamento de Cundinamarca y aunque inicialmente se implementaron mayormente en industrias. Con el pasar del tiempo se han venido implementando en hogares, colegios y alcaldías.

Con el fin de facilitar el análisis de la información recolectada, se realizó una clasificación. Donde se asignó un color para cada uno de los sistemas, según su año de construcción.

- Al realizar la clasificación anterior. Se pudo identificar que no se tiene información sobre el año de su construcción de 41 sistemas.
- Se identificaron 86 sistemas los cuales se construyeron hasta el año 1999.
- Según la información recolectada. Entre el año 2000 y 2004, se construyeron 5 sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- Durante este periodo de tiempo, se construyeron 30 sistemas según la información recolectada.
- Entre el año 2010 y 2014 se construyeron 7 sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- En el transcurso entre 2015 y lo que va de 2019 se han construido 25 sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Se realizaron 47 salidas graficas correspondientes a cada uno de los municipios donde se encuentran localizados sistemas de tratamiento de aguas residuales implementando la tecnología de Láminas Filtrantes®.

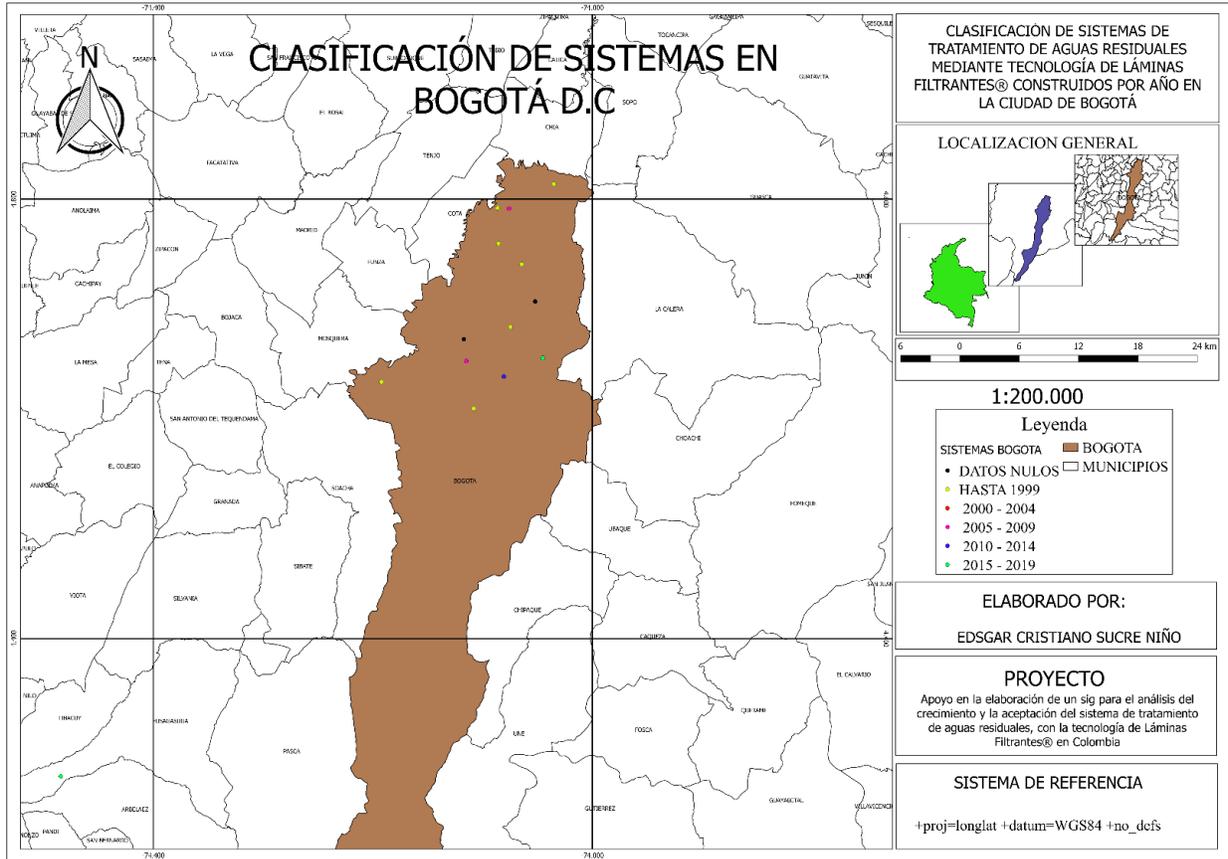


Ilustración 12. Clasificación sistemas construidos en la ciudad de Bogotá - Fuente: Autor.

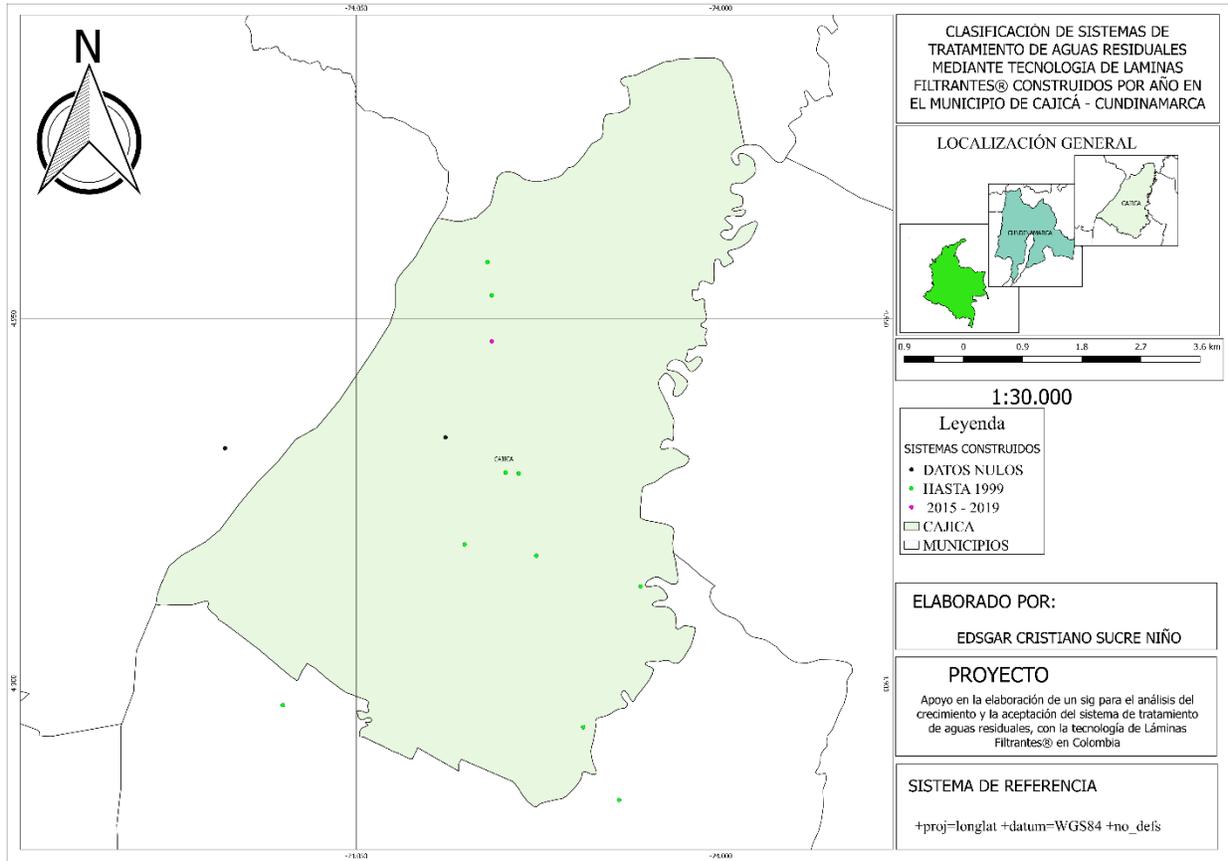


Ilustración 13. Clasificación sistemas construidos en el municipio de Cajicá - Fuente: Autor.

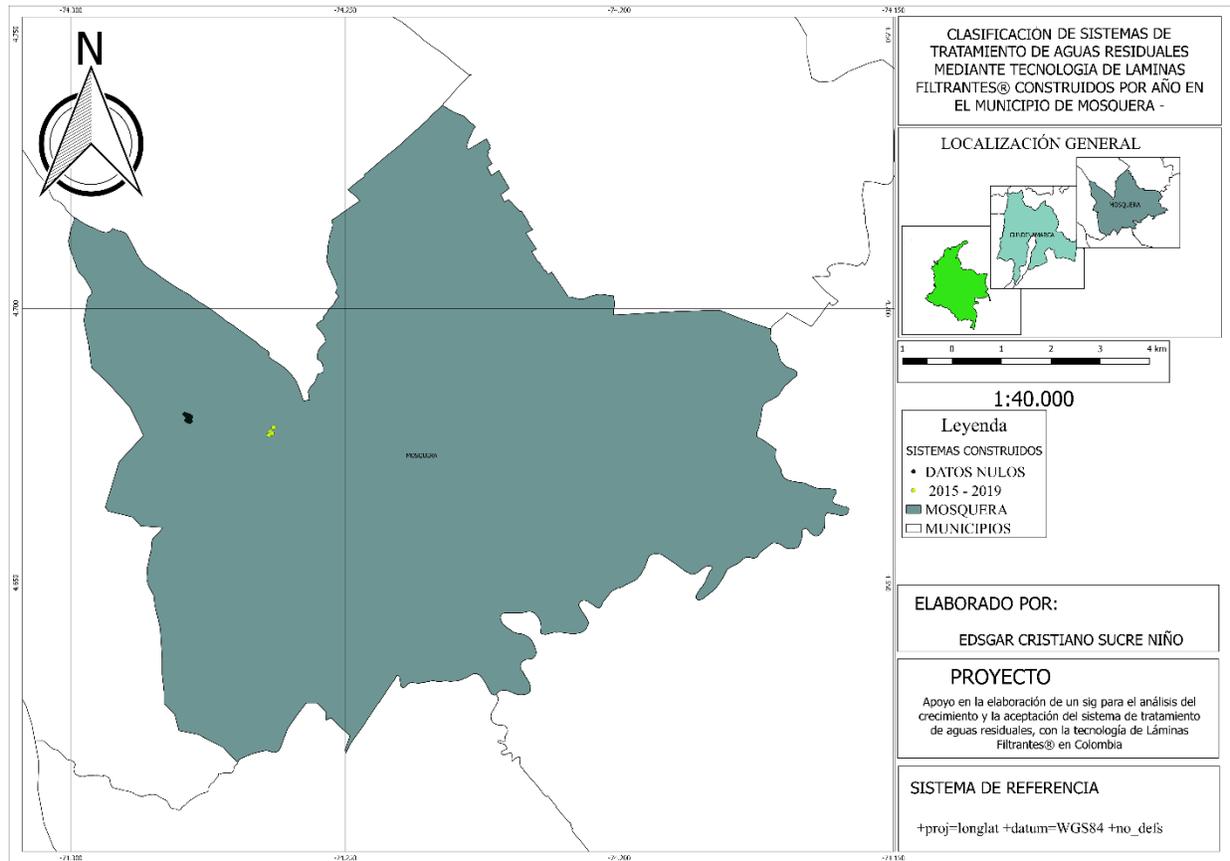


Ilustración 14. Clasificación sistemas construidos en el municipio de Mosquera - Fuente: Autor.

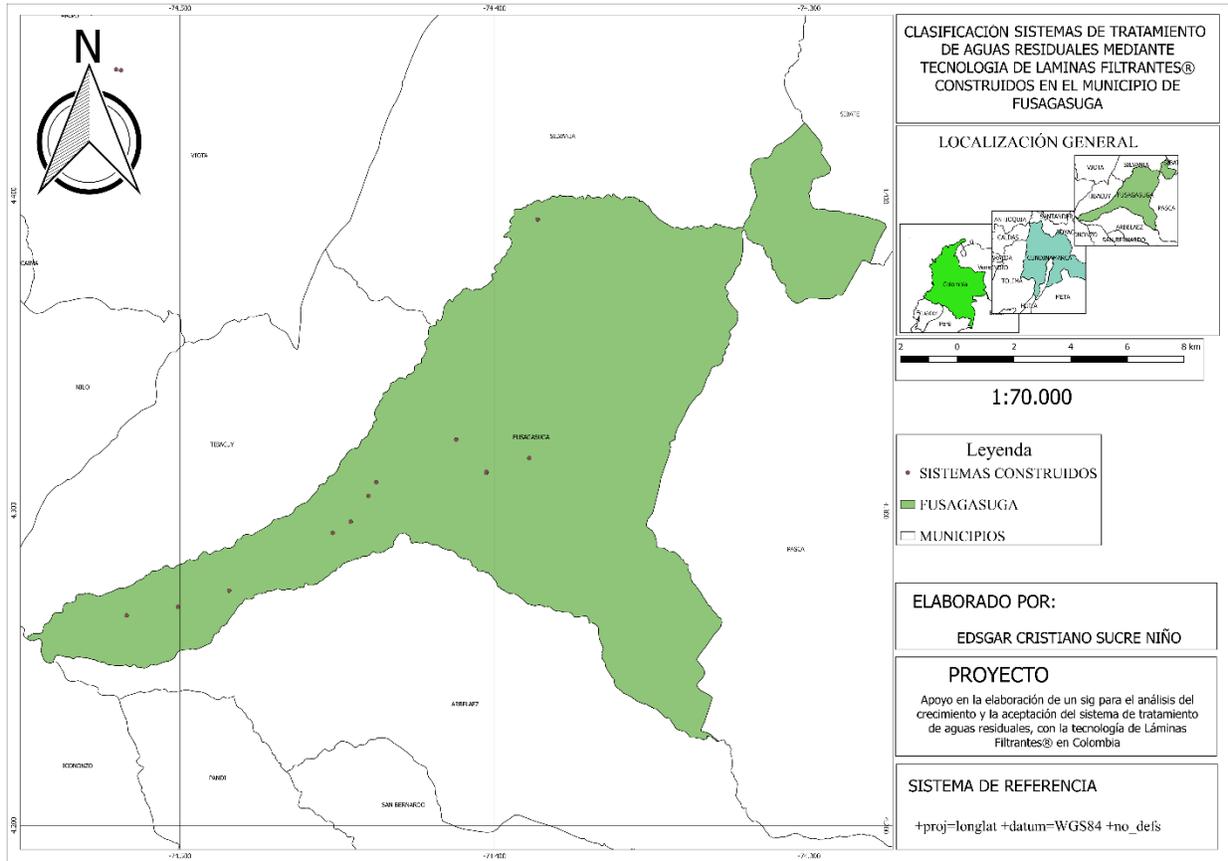


Ilustración 15. Clasificación sistemas construidos en el municipio Fusagasugá - Fuente: Autor.

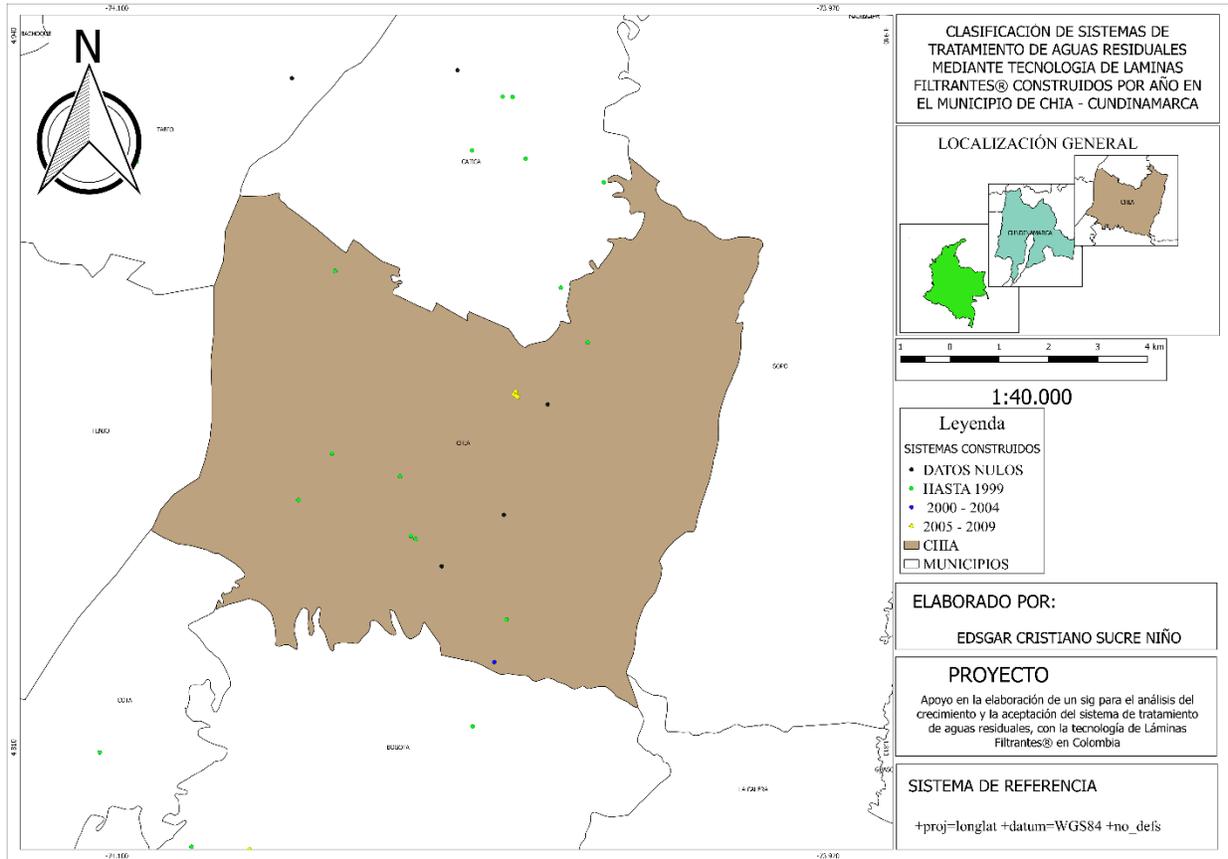


Ilustración 16. Clasificación sistemas construidos en el municipio de Chía - Fuente: Autor.

11 ANÁLISIS

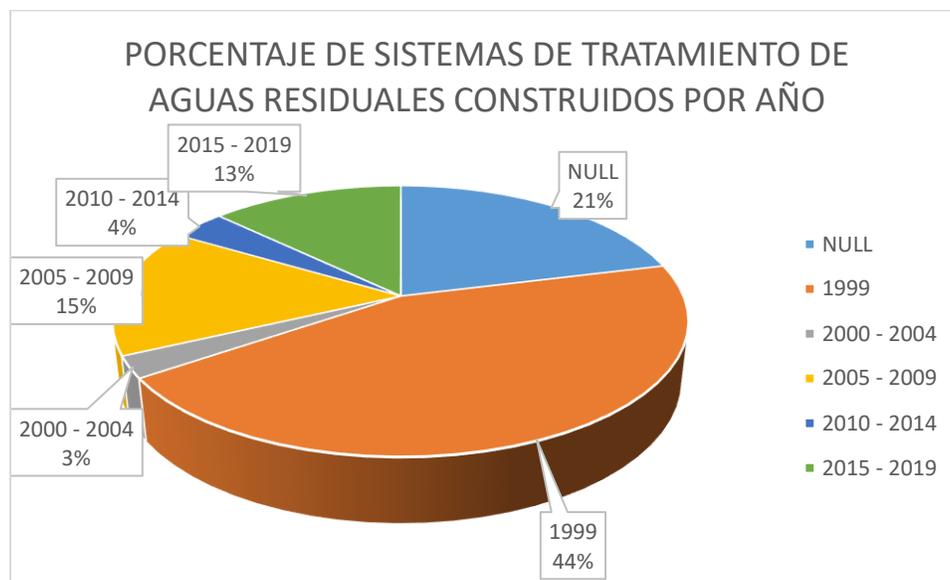


Ilustración 17. Clasificación de sistemas según su año de construcción. - Fuente: Autor.

11.1 Análisis generales

Según la información representada en la gráfica anterior, el 65 % de los datos recolectados, son de antes de 2000 y datos nulos. Por lo tanto, estos datos no hacen parte del estudio de expansión propuesto en este proyecto.

Por otra parte, asumiendo que los datos sobre los cuales no se tiene información sobre el año de construcción, sean posteriores al año 2000. La expansión de la tecnología de Láminas Filtrantes® en Colombia, ha sido del 125.6% en los últimos 20 años, respecto a los sistemas hechos hasta el año 1999.

Sin tener en cuenta los datos sobre los cuales no hay información sobre el año de construcción. La expansión de la tecnología de Láminas Filtrantes® en Colombia, ha sido del 77.9% en los últimos años.

11.2 Análisis de datos nulos

Según la gráfica. El 21% de los datos recolectados no tienen información sobre el año de su construcción, esto dificulta el poder hacer una afirmación concreta sobre la expansión de la tecnología de Láminas Filtrantes® en la implementación de STAR.

11.3 Análisis de datos entre el año 2000 y 2004

De acuerdo con la gráfica. El 3% de los datos recolectados corresponden a los años entre 2000 y 2004.

En cuanto al estudio de expansión de los STAR. Entre los años 2000 y 2004, la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales tuvo una expansión del 5.8% respecto a los sistemas elaborados hasta el año 1999.

11.4 Análisis de datos entre el año 2005 y 2009

Teniendo como referencia la gráfica anterior. El 15% de los sistemas recolectados en la presente investigación fueron elaborados entre el año 2005 y 2009. Lo que equivale a una expansión del 34.9% respecto a los sistemas elaborados hasta el año 1999.

11.5 Análisis de datos entre el año 2010 y 2014

De acuerdo con la gráfica realizada, el 4% de los sistemas recolectados en la base de datos fueron hechos en el periodo que comprende entre los años 2010 a 2014. Esto equivale al 8.1% de expansión respecto a los sistemas elaborados hasta el año 1999.

11.6 Análisis de datos entre el año 2015 y 2019

Analizando la información arrojada por la gráfica anterior. El 13% de los de los sistemas realizados mediante la tecnología de Láminas Filtrantes® fueron realizados en el periodo de tiempo que va desde el 2015 hasta la actualidad. Esta información es igual al 29.1% de expansión respecto a los sistemas elaborados hasta 1999.

12 CONCLUSIONES

Se observó un déficit en la información con la que cuenta la empresa BIOLODOS S.A. E.S.P., la cual se ve reflejada en la cantidad de espacios nulos en cada una de las tablas de la base de datos. Lo anterior lleva a que no se pueda hacer una afirmación concreta sobre la expansión que ha tenido el uso de sistemas de tratamiento de aguas residuales implementando la tecnología de Láminas Filtrantes®.

Se evidencia la necesidad de llevar un oportuno control de los proyectos desarrollados por la empresa Biolodos, mediante un Sistema de Información Geográfica que no sólo alimente información alfanumérica relevante, sino que además proporcione su distribución a lo largo y ancho del territorio. De esta manera poder llevar un óptimo seguimiento que nos brinde la capacidad de discernir mejor acerca del crecimiento y la aceptación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales mediante la técnica de Láminas Filtrantes®.

Por otro lado, se resalta la importancia de la aplicación MySQL for Excel a la hora de incorporar datos en masa, puesto que ingresar registro por registro puede ser tedioso y dificultar la estandarización de la información.

13 BIBLIOGRAFÍA

- Arias I., C., & Brix, H. (2003). Humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, (13), 17-24.
- Clean Water Technology. Como Hacer Una Planta de Tratamiento de Aguas (PTAR) Eficiente
- Master® Builders solutions. Plantas de tratamiento de aguas residuales Soluciones de reparación, protección e impermeabilización.
- RESOLUCIÓN 631 DE 2015 (marzo 17) Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible.
- EAAAB. Guía conceptual sobre la ptar salitre.
- Torres P. (2012). PERSPECTIVAS DEL TRATAMIENTO ANAEROBIO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN PAÍSES EN DESARROLLO.
- Liria J. (2008). Sistemas de información geográfica y análisis espaciales: un método combinado para realizar estudios panbiogeográficos.
- MON arquitectura + biología (2012). Humedales artificiales para la depuración de lixiviados de diferentes orígenes.
- Delgadillo et. (2010) Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales.
- <http://portal.anla.gov.co/sistema-informacion-geografica>
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE (2106) Resolución No 2182
- <http://pypgeoconsulting.com/la-importancia-de-los-sistemas-de-informacion-geografica/>

- Gómez Piñero (1992) LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA. SU IMPORTANCIA Y SU UTILIDAD EN LOS ESTUDIOS MEDIOAMBIENTALES.