

**Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería civil en el apoyo de actividades técnicas y administrativas para la empresa Sitelsa S.A.S**

María Daniela Jerez Rangel

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniera Civil

Director:

Ing. Homer Armando Buelvas Moya

MGs. Evaluación y gerencia de proyectos

Universidad Industrial de Santander - UIS

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniería Civil

Bucaramanga

2023

### **Dedicatoria y agradecimientos**

Al concluir una etapa maravillosa de mi vida, quiero extender un profundo agradecimiento a quienes hicieron posible este sueño, por eso agradezco a Dios y a mis padres, Isabel Milena y Juan Carlos, por caminar junto a mí en todo momento y por ser siempre fuente de inspiración y fortaleza, por su esfuerzo y el amor que emplearon para formar una persona íntegra, a mi hermano Juan David por enseñarme que la nobleza es la virtud más importante en el ser humano, a mi abuela Isabel por abrirme las puertas de su casa y de su corazón, y aquellos amigos que me acompañaron desde el primer día, que me vieron crecer como profesional y como mujer, a quienes me ayudaron a seguir avanzando y a quienes hoy no pueden vivir este logro conmigo pero lo celebran desde la distancia.

**Tabla de contenido**

Introducción.....	9
1. Objetivos.....	11
1.1 Objetivo general.....	11
1.2 Objetivos específicos.....	11
2. Marco de referencia.....	12
2.1 Marco teórico.....	12
2.1.1 Gestión.....	12
2.1.2 Consultoría.....	12
2.1.3 Contratación pública en Colombia.....	13
2.1.4 Línea base.....	14
2.2 Marco conceptual.....	15
2.2.1 Red de Tuberías - Pipes Network.....	15
2.2.2 Part Builder.....	16
2.2.3 Redes de alcantarillado.....	16
2.2.4 Pozo o cámara de inspección.....	17
2.2.5 Cota batea y Cota clave.....	17
2.2.6 Caracterización de aguas.....	17
2.3 Marco legal – Sitelsa S.A.S.....	18
2.3.1 Sitelsa S.A.S.....	18
2.3.2 Misión.....	18

2.3.3	Visión .....	18
2.3.4	Política de calidad .....	19
2.3.5	EMPAS S.A. E.S.P .....	19
3.	Metodología.....	20
3.1	Inducción y capacitación .....	20
3.2	Documentos técnicos.....	20
3.3	Planos y modelos.....	20
3.4	Actividades administrativas .....	20
3.5	Informe final de prácticas .....	21
4.	Desarrollo de la práctica .....	22
4.1	Elaboración de Documentos técnicos.....	22
4.2	Planos y modelos.....	31
4.3	Actividades administrativas.....	38
5.	Conclusiones .....	47
6.	Referencias.....	48

**Lista de figuras**

Figura 1. Relación de lluvias extraídas de los informes de laboratorio.....	24
Figura 2. Tabla de Verano extraídas de los informes de laboratorio.....	25
Figura 3. Gráficas de fuentes superficiales extraídas del informe de laboratorio.....	27
Figura 4. Representación de gráficas elaboradas para fuentes superficiales.....	27
Figura 5. Gráficas de vertimientos extraídas del informe de laboratorio .....	29
Figura 6. Representación de gráficas elaboradas para vertimientos.....	30
Figura 7. Superficie y puntos topográficos.....	32
Figura 8. Nomenclatura de pozos, cajas y sumideros.....	33
Figura 9. Pozos, cajas y sumideros de Málaga .....	34
Figura 10. Propiedades de las estructuras en el software.....	35
Figura 11. Sistema de alcantarillado de Málaga, Santander.....	36
Figura 12. Líneas colectoras representativas del municipio de Málaga, Santander.....	37
Figura 13. Ilustración de plano 3, perfil 16 del proyecto de consultoría PMA de Málaga, Santander.....	38
Figura 14. Cotas de entrada y salida .....	39
Figura 15. Carpetas compartidas con información por zonas.....	40
Figura 16. Formato de campo para Pozo y Caja de inspección.....	40
Figura 17. Formato digitalizado con distancias.....	41
Figura 18. Formato digitalizado con cotas .....	42
Figura 19. Catálogo de tuberías extraídas de Civil 3D.....	44
Figura 20. Sumideros añadidos al catálogo.....	45
Figura 21. Nuevo formato canales .....	46

### **Lista de tablas**

Tabla 1. Productos del contrato de consultoría 078-22.....	22
Tabla 2. Toma de muestras de aguas para consumo.....	23
Tabla 3. Representación de tabla de resultados de análisis in situ para fuentes superficiales en temporada de lluvias .....	25
Tabla 4. Representación de tabla de resultados de análisis in situ para fuentes superficiales en temporada de verano.....	26
Tabla 5. Toma de muestras de aguas residuales.....	28
Tabla 6. Consolidación cargas contaminantes temporada de lluvias.....	30
Tabla 7. Consolidación cargas contaminantes temporada de verano .....	31
Tabla 8. Programación Equivalencia de áreas para canal.....	43
Tabla 9. Programación Equivalencia de áreas para tubería en bóveda .....	43

### **Lista de Apéndices**

Apéndice A. Informe de caracterización de aguas del PMA de Málaga, Santander	
Apéndice B. Manual de elaboración de plano de catastro de redes de alcantarillado empleando Pipe Networks en Civil 3D 2020.	
Apéndice C. Planos de perfil longitudinal del proyecto de consultoría PMA de Málaga, Santander	
Apéndice D. Formatos de inspección diligenciados en campo y digitalizados	
Apéndice E. Tablas extraídas y elaboradas a partir del informe de laboratorio de caracterización de aguas	

## Resumen

**Título:** Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería civil en el apoyo de actividades técnicas y administrativas para la empresa Sitelsa S.A.S\*

**Autor:** Maria Daniela Jerez Rangel\*\*

**Palabras Clave:** Consultoría, Alcantarillado, Caracterización de aguas, formatos de inspección, Pipe Networks

### Descripción:

En el presente documento muestra los resultados del apoyo en el área de gestión de proyectos en la empresa de construcción, SITELSA S.A.S., ubicada en la ciudad de Bucaramanga con el fin de aportar en el desarrollo de proyectos de consultoría con alto contenido técnico y evitar los posibles retrocesos asociados al manejo de software o presentación de documentos. Las actividades ejecutadas como auxiliar de ingeniería civil en el proyecto de consultoría *Plan Maestro de acueducto y alcantarillado del casco urbano del municipio de Málaga, Santander*, donde se elaboró el informe técnico de caracterización de aguas y realizaron aportes a la empresa en el mejoramiento de la metodología para el desarrollo de documentos técnicos y formatos de inspección de estructuras de tipo canal, además se realizó la elaboración de planos y modelos de la red de alcantarillado existente en el municipio, empleando softwares de dibujo especializado y desarrollando una propuesta de manual de implementación y manejo del software civil 3D específicamente en la herramienta pipe Networks como material de apoyo para la capacitación, inducción y reinducción del persona. Por último, se desempeñaron labores administrativas contribuyendo con la clasificación y organización de la información traída de campo, además de la digitalización de archivos con el fin de facilitar el trabajo del equipo técnico y los especialistas de la empresa SITELSA S.A.S

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director Homer Armando Buelvas Moya

### **Abstract**

**Title:** Business practice as a civil engineering assistant in the support of technical and administrative activities for the company Sitelsa S.A.S

**Author:** Maria Daniela Jerez Rangel\*\*

**Key words:** Consulting, Sewerage, Water characterization, inspection formats, Pipe Networks

### **Description:**

This document presents the undergraduate project in the form of business practice done in the company SITELSA S.A.S., in the city of Bucaramanga, in order to contribute in the development of consulting projects with high technical content and avoid possible setbacks associated with the management of software or presentation of documents. The activities performed as a civil engineering assistant in the consulting project Master Plan for aqueduct and sewerage of the urban area of the municipality of Malaga, Santander, where the technical report of water characterization was elaborated and contributions were made to the company in the improvement of the methodology for the development of technical documents and inspection formats for canal type structures, In addition, plans and models of the existing sewerage network in the municipality were prepared, using specialized drawing software and developing a proposal for a manual for the implementation and management of 3D civil software, specifically in the pipe Networks tool, as support material for training, induction and re-induction of personnel. Finally, administrative tasks were performed contributing with the classification and organization of the information brought from the field, in addition to the digitalization of files in order to facilitate the work of the technical team and the specialists of the company SITELSA S.A.S

---

\* Bachelor Thesis

\*\* Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director Homer Armando Buelvas Moya

## **Introducción**

La construcción de una obra civil involucra diversas etapas y procesos que se relacionan entre sí mediante una secuencia lógica de actividades, producto de formulaciones previas y estudios básicos o detallados que permiten planificar y ejecutar el proyecto hasta su etapa de cierre, ejecutados generalmente por empresas de consultoría especializada. Los estudios de prefactibilidad y factibilidad, el diseño, la ejecución, la operación y mantenimiento representan las etapas del ciclo de vida de un proyecto de construcción encaminadas a producir un resultado final operativo que supla una necesidad de una comunidad en particular (Lozano Serna et al., 2018).

En consecuencia al conocimiento del ciclo de vida, los proyectos de construcción se ven frecuentemente relacionados con tropiezos sobre la línea base establecida para su desarrollo debido a discordancias en los tiempos y costos proyectados, por este motivo, algunos autores como Lozano Serna (et al., 2018) formula los aspectos de mayor impacto en la variación de los tiempos de ejecución como “La planeación del cronograma, la maquinaria necesaria a tiempo, los cambios en los diseños, las fluctuaciones de la moneda y el sector dentro de la actividad económica. De acuerdo con estos resultados se percibe una tendencia de participación del factor general de planeación, lo cual confirma este factor global como uno de los más influyentes en la variabilidad del tiempo.”, pero que se puede controlar, cuando se poseen estudios y diseños complementarios (consultoría).

Sí bien cada constructor puede plantear en su propio ciclo de vida una secuencia de actividades que permite lograr el objetivo de un proyecto, existen herramientas y técnicas que permiten optimizar los procesos basados en los diseños previos. Por esta razón, en la contratación pública se presenta la necesidad de realizar procesos que apunten a la correcta y mejora ejecución de los procesos de construcción como la base para el desarrollo de un proyecto con correctos

estudios y diseños; y con la ejecución de consultorías con buenas prácticas de gerencia se apunta al beneficio de los proyectos de construcción en la etapa de planificación del ciclo de vida. Desde la perspectiva de Diaz (1997) “la asesoría en aspectos de gestión permite mejorar la competitividad, optimizar los procesos y mejorar la eficiencia mediante la implementación de buenas prácticas”.

El presente documento plantea el proyecto de grado, que se realizó en la empresa SITELSA S.A.S. en la ciudad de Bucaramanga, donde mediante un proceso de apoyo a un proyecto de consultoría se desarrollaron propuestas de apoyo a la planeación del futuro proyecto de construcción, dentro de los cuales se incluyen los informes de avance e informes de cobro parcial entre otros documentos técnicos y un documento de guía para el uso del Civil 3D (licencia estudiantil otorgada al correo daniela04jerez@gmail.com).

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo general**

Apoyar los procesos técnicos y administrativos de los proyectos a cargo de la empresa SITELSA S.A.S en Bucaramanga, Santander.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Apoyar la elaboración de documentos técnicos necesarios para la correcta ejecución de los proyectos de la empresa SITELSA S.A.S.
- Elaborar planos y modelos para el apoyo técnico de los proyectos a cargo de la empresa SITELSA S.A.S.
- Realizar apoyo a las actividades administrativas de los proyectos de la empresa SITELSA S.A.S.

## **2. Marco de referencia**

### **2.1 Marco teórico**

#### **2.1.1 Gestión**

De acuerdo con Muñoz Bernal (2017), la gestión es el proceso en el cual se coordinan, planifican, organizan y ejecutan las actividades en pro de la utilización eficiente de los recursos, además de organizar, dirigir y controlar recursos para llegar a su maximización, por lo cual, el gestor debe estar al tanto de los cambios que se produzcan tanto en el proyecto como en la empresa para responder eficientemente a ellos.

De igual forma Rebolledo (2012) define la gestión como “El proceso que emprende una o más personas con el objetivo de coordinar las actividades laborales de otro grupo de individuos. Otra forma de definir este término es como la capacidad con que cuenta una organización para definir sus propósitos y posteriormente alcanzarlos utilizando los recursos disponibles de manera eficiente”

#### **2.1.2 Consultoría**

Es el proceso que proporcione ayuda sobre el contenido de una actividad o aporte capacidad de realizarla, así como la asesoría en aspectos de gestión que permitan mejorar la competitividad, optimizar los procesos y mejorar la eficiencia mediante la implementación de buenas prácticas, incluso Peter Block (1981) plantea que la mayoría de los miembros del staff de las organizaciones son en realidad consultores, aun cuando oficialmente no se denominen a sí mismos “consultores”. Pues este autor plantea a su vez que un consultor es una persona que está en condiciones de ejercer cierta influencia sobre un individuo o una organización, pero sin poder directo para efectuar los cambios.

Sin embargo, desde el punto de vista de la contratación pública y la ingeniería civil, esta técnica permite comprobar si los proyectos y obras existentes tienen la calidad técnica adecuada y, además, pueden mejorar las previsiones de inversión en infraestructuras. Anteproyecto, proyecto, ejecución, licitación y construcción de obras civiles.

De forma general puede estar dividida en las siguientes actividades:

- Reconocimiento preliminar: Esta es la fase en la que se contacta con el cliente para identificar el problema y realizar un diagnóstico preliminar.
- Diagnóstico: Momento en que se evalúa y analiza un problema técnico.
- Plan de Acción: En este se proponen soluciones técnicas y alternativas al cliente y se realizan las discusiones y retroalimentación necesarias.
- Implementación: Fase en la que se realiza la coordinación, se evalúan las propuestas y se elabora un informe final. En algunos casos, puede ser necesario capacitar al personal en aspectos técnicos muy específicos que requieren un seguimiento constante

### **2.1.3 Contratación pública en Colombia**

La contratación pública en Colombia es la forma mediante la cual el estado suscribe un acuerdo con una persona natural y/o jurídica para el cumplimiento de obligaciones adquiridas con el estado, de esta forma se garantiza que los procesos se realicen de forma efectiva y transparente y que existan las condiciones que garanticen una libre competencia y no discriminación entre las partes involucradas.

- La entidad Transparencia por Colombia (2020) identifica 5 modalidades de contratación:  
Contratación directa: Es aquella que hacen las entidades públicas sin pasar por una licitación, es decir, sin que sea necesaria la obtención de varias ofertas.
- Licitación Pública: La entidad formula públicamente una convocatoria para que, en igualdad de oportunidades, los interesados presenten sus ofertas y se seleccione entre ellas la más favorable.
- Selección Abreviada: Es una modalidad de selección objetiva prevista para aquellos casos en los que es posible realizar trámites sencillos para mejorar la eficiencia de la gestión.
- Mínima Cuantía: Esta modalidad nace con el “Estatuto Anticorrupción” y procede en todos los casos en los que cuyo valor no exceda del diez por ciento (10%) de la menor cuantía de la entidad contratante.
- Concurso de Méritos: El concurso de méritos es aquel en el que priman los conocimientos, técnicas y organización especiales; esta es la modalidad prevista para la selección de consultores en la que podrán utilizarse sistemas de concurso abierto o de precalificación.

#### **2.1.4 Línea base**

Se conoce como línea base la medición del conjunto de los indicadores contemplados en el diseño de un proyecto para el seguimiento de un proyecto, de manera que se establecen unos valores de situación inicial que se usarán de referencia para compararse con los valores obtenidos al finalizar cada ciclo del proyecto, de manera que contribuya a una mejor toma de decisiones, por tanto, la dirección general de cooperación y solidaridad de Valencia (2017) propone como objetivos de la línea de base:

- Organizar una base de datos conforme a necesidades de información identificadas en los indicadores.
- Diseño del instrumento de medición y seguimiento de evolución de indicadores de la Línea de Base.
- Promover la eficiencia en el uso de recursos y la ejecución del proyecto.
- Ayudar a implementar un sistema de seguimiento y evaluación con el fin de medir los efectos generados por las acciones el proyecto.
- Redefinir los estándares asociados a cada uno de los indicadores que propone alcanzar con la intervención
- Conocer la variación de los indicadores de contexto con la finalidad de caracterizar otras variables que puedan influir positiva o negativamente a la consecución de los efectos esperados.

## **2.2 Marco conceptual**

### **2.2.1 Red de Tuberías - Pipes Network**

El pipe network o "red de tuberías" en Civil 3D es una herramienta de diseño que se utiliza para crear y modelar sistemas de tuberías para diferentes tipos de infraestructuras, como sistemas de drenaje pluvial, redes de agua potable, sistemas de alcantarillado, entre otros. De esta forma, permite crear un modelo tridimensional de la red de tuberías, lo que facilita el análisis y la optimización del diseño para cumplir con las especificaciones y normas requeridas.

Con el pipe network se pueden crear diferentes tipos de componentes y definir las características de cada uno de ellos, como diámetros, materiales, espesores de pared, entre otros.

Además, esta proporciona herramientas para el cálculo de caudales, pérdidas de carga y otros parámetros hidráulicos que son necesarios para el diseño adecuado de la red de tuberías.

### **2.2.2 Part Builder**

El Part Builder es una herramienta en Civil 3D que permite a los usuarios crear sus propios componentes o piezas personalizadas para su uso en el diseño de infraestructuras, lo que puede ayudar a mejorar la personalización, precisión y eficiencia del diseño, ya que permite a los usuarios crear componentes de diferentes tipos, como tuberías, estructuras, muros, entre otros, de forma personalizada utilizando diferentes elementos gráficos y propiedades, como materiales, tamaños, formas, texturas, entre otros. De esta manera, los usuarios pueden diseñar componentes que se adapten a sus necesidades específicas y que no se encuentren disponibles en las bibliotecas predefinidas de Civil 3D.

El proceso de creación de componentes personalizados en Part Builder implica el uso de herramientas gráficas para dibujar la geometría del componente, así como la definición de las propiedades específicas del componente. Una vez creado el componente, se puede agregar a la biblioteca de componentes personalizados de Civil 3D para su uso en el diseño de infraestructuras.

### **2.2.3 Redes de alcantarillado**

Es un sistema de infraestructura subterránea compuesto de “colectores principales, secundarios, interceptores, emisarios, cámaras de inspección, terminales de limpieza y tubos de inspección y limpieza, y otras estructuras complementarias” EMPAS (p. 7) , que se encuentra conectado entre sí, este se utiliza para transportar aguas pluviales (o aguas lluvias) y residuales de una comunidad hacia un punto de descarga o planta de tratamiento, evitando su acumulación en las calles y promoviendo la salubridad pública y preservando el medio ambiente.

#### **2.2.4 Pozo o cámara de inspección**

Según el manual para el cálculo de alcantarillados de la empresa pública de alcantarillado de Santander (EMPAS, 2021) un pozo de inspección es una “Estructura, de forma usualmente cilíndrica, localizada al inicio o dentro de un tramo de alcantarillado que permite acceso desde la superficie del terreno para inspección o mantenimiento de los conductos.” Mientras que las cajas de inspección cumplen la misma función que un pozo, pero se diferencia en que esta es una estructura rectangular.

#### **2.2.5 Cota batea y Cota clave**

En el contexto de las tuberías, estos términos se utilizan para describir las alturas relativas de diferentes puntos en un sistema de tuberías. La cota medida a clave de la tubería se refiere al punto más alto de la sección transversal externa, mientras que la cota medida en la batea de la tubería se refiere al punto más bajo en la parte interna de la sección transversal de la tubería.

#### **2.2.6 Caracterización de aguas**

La caracterización del agua tiene como objetivo conocer y analizar los parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua con el propósito de definir su aptitud para uso humano o doméstico, agrícola, entre otras, así pues, proporciona información valiosa para la toma de decisiones en el ámbito de la gestión de la calidad del agua, la protección de la salud pública, el tratamiento de aguas residuales, la gestión de riesgos ambientales y la conservación de la vida acuática.

Este estudio permite la presentación adecuada de los parámetros de caracterización y facilita la definición de la calidad del agua para un uso determinado y permite visualizar no sólo

los aspectos relacionados con su composición química y microbiológica sino también los requerimientos económicos, legales y de tratamiento para su aprovechamiento.

## **2.3 Marco legal – Sitelsa S.A.S**

### **2.3.1 Sitelsa S.A.S**

SITELSA S.A.S. es una empresa fundada en Bucaramanga en el año 2002 y desde ese año la empresa ha concentrado sus esfuerzos con el propósito de cubrir las necesidades en cuanto a interventoría y diseño de obras civiles, y asesoría en toda clase de operaciones relacionadas con la ingeniería tanto eléctrica, electrónica, telecomunicaciones, sistemas y afines.

Dadas las actuales condiciones del mercado, dinámico y cambiante, SITELSA S.A.S., es consciente de la necesidad de reaccionar y adaptarse a los cambios mediante la generación y el mantenimiento de un ambiente abierto y receptivo a la innovación, lo que nos convierte en una empresa que desarrolla procesos dinámicos con alta efectividad y de excelente calidad.

### **2.3.2 Misión**

SITELSA SAS, está encaminada a la prestación de servicios especializados en Consultoría e Interventoría de Obras de Ingeniería en general, diseño y gestión de proyectos, contribuyendo al desarrollo económico y social para generar progreso y bienestar a nuestros clientes, empleados, contratistas, asociados y comunidad.

### **2.3.3 Visión**

SITELSA SAS, está proyectada en el 2027 a ser una organización líder con reconocimiento y permanencia en el mercado a nivel nacional y con proyección internacional, reconocida por sus

altos estándares de servicio, el profesionalismo de su recurso humano, aplicando tecnologías y sistemas de información aportando constante innovación y el mejoramiento en los procesos.

#### **2.3.4 Política de calidad**

En SITELSA SAS, estamos altamente comprometidos en conseguir la satisfacción total de los clientes, garantizando la calidad, la protección del medio ambiente, la prevención de los accidentes y enfermedades asociados a los peligros y riesgos propios al trabajo de los colaboradores, en la planeación y ejecución de todos sus proyectos; orientados a satisfacer las expectativas, necesidades y requisitos de los clientes, aquellos suscritos por la organización, y los legales nacionales aplicables.

Con este fin nos apoyamos en un equipo humano calificado y en una selección de proveedores, contratistas y subcontratistas que nos garanticen los mejores suministros; de este modo aseguramos el mejoramiento continuo y la eficacia del Sistema de Gestión Integral.

La alta dirección se compromete con este principio, así como a su divulgación en toda la organización.

#### **2.3.5 EMPAS S.A. E.S.P**

La Empresa Pública de Alcantarillado de Santander S.A. E.S.P (EMPAS) elaboró el manual para el cálculo de alcantarillados, el cual tiene como objetivo establecer los parámetros de los cálculos hidráulicos y los criterios necesarios para el diseño de alcantarillado convencional, este documento se encuentra en la versión 01, elaborada a los 23 días del mes de agosto del año 2021 y se emplea como normativa de referencia en el desarrollo de los proyectos en la empresa SITELSA S.A.S

### **3. Metodología**

Para alcanzar los objetivos propuestos, el enfoque metodológico a utilizar incluyó las siguientes actividades:

#### **3.1 Inducción y capacitación**

Se llevó a cabo la inducción y capacitación en los procesos desarrollados en la empresa SITELSA S.A.S, el reconocimiento de los proyectos y su metodología de trabajo para establecer los entregables requeridos.

#### **3.2 Documentos técnicos**

Se brindó apoyo en la elaboración de documentos técnicos requeridos en la ejecución de los proyectos a partir de la revisión de los entregables exigidos en el contrato vigente en la consultoría, o a partir de las necesidades de la empresa SITELSA S.A.S.

#### **3.3 Planos y modelos**

Se elaboraron planos y modelos precisos, actualizados y confiables que cumplieron con las especificaciones y requerimientos del proyecto, empleando softwares de dibujo especializado para el apoyo técnico de los proyectos de la empresa SITELSA S.A.S que permitieron la reducción de errores y retrabajos en la ejecución.

#### **3.4 Actividades administrativas**

Se desempeñaron labores administrativas que contribuyeron con la clasificación y organización de la información traída de campo, además de la digitalización de archivos con el fin de facilitar el trabajo de los técnicos y especialistas de la empresa SITELSA S.A.S

### **3.5 Informe final de prácticas**

Realizar un informe final que cuente con el formato de presentación de la Biblioteca UIS, el cual contenga la información relevante que se obtuvo durante los 4 meses de la práctica empresarial, este será presentado a la Universidad industrial de Santander como evidencia del proceso desarrollado.

## 4. Desarrollo de la práctica

### 4.1 Elaboración de Documentos técnicos

En apoyo a la ejecución del proyecto *Plan Maestro de acueducto y alcantarillado del casco urbano del municipio de Málaga, Santander* se realiza una revisión de los entregables exigidos en el contrato vigente en la consultoría *Contrato de consultoría Número 078-22*, el cual tiene los productos mostrados en la

**Tabla 1. Productos del contrato de consultoría 078-22**

ÍTEM	<b>Producto 1: Actividades de diagnóstico</b>
1.1	Preliminares
1.2	Reconocimiento de campo, investigación predial inicial
1.3	Estudios de diagnóstico
1.3.1	Caracterización de aguas (residuales y/o agua para consumo)
1.3.2	Estudios fotogramétricos, topográficos y trabajos de campo de las áreas afectadas por el proyecto (topografía inicial)
1.3.3	Catastro de redes de acueducto, alcantarillado y suscriptores
1.3.3.1	Catastro de redes de acueducto
1.3.3.2	Catastro, inspección y topografía de pozos y elementos complementarios del sistema de alcantarillado
1.3.3.3	Catastro de suscriptores
1.3.4	Informe de estudio hidrológico (disponibilidad del agua y balance hídrico, hidrometeorológica)
1.3.5	Investigación de suelos y geotecnia
1.3.6	Estudio hidrogeológico
1.3.7	Informe de recopilación de información y diagnóstico del estado actual del sistema de acueducto y alcantarillado, y PTAPS
	<b>Producto 2: Análisis y selección de alternativas más favorables</b>
2.1	Análisis y selección de la alternativa más favorable
	<b>Producto 3: Ingeniería de detalle</b>
3.1	Diseño hidráulico (sistema de alcantarillado con sus estructuras complementarias)
3.2	Diseño hidráulico (sistema de acueducto con sus estructuras complementarias)
3.3	Diseño geotécnico y de suelos
3.4	Diseño estructural
3.5	Diseño de planta de tratamiento de agua potable
3.6	Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales
3.7	Manual de arranque, puesta en marcha, operación y mantenimiento de los sistemas de acueducto y alcantarillado
3.8	Estudios fotogramétricos, topográficos y trabajos de campo de las áreas a intervenir por el proyecto
3.9	Diseño geométrico y análisis de interferencias

<b>Producto 4: Estudio ambiental, licencias, permisos y ficha predial</b>	
4.1	Estudio ambiental, incluye Plan de Manejo Ambiental -PMA
4.2	Plan de manejo de tráfico – PMT
4.3	Estudio predial
4.4	Estudio licencias, permisos y autorizaciones
<b>Producto 5: Presupuesto, programación, documentos y entrega final</b>	
5.1	Estudio de mercado, incluye disponibilidad de mano de obra y materiales de construcción
5.2	Análisis de riesgos e imprevistos
5.3	Determinación de presupuestos de obras; presupuestos de interventorías
5.4	Programación de obras
5.5	Documento plan maestro de acueducto y alcantarillado
5.6	Ensamble final de los proyectos incluyendo todos los formatos y certificaciones que se requieran para la presentación del proyecto final ante el ente financiador designado

*Fuente: SITELSA S.A.S*

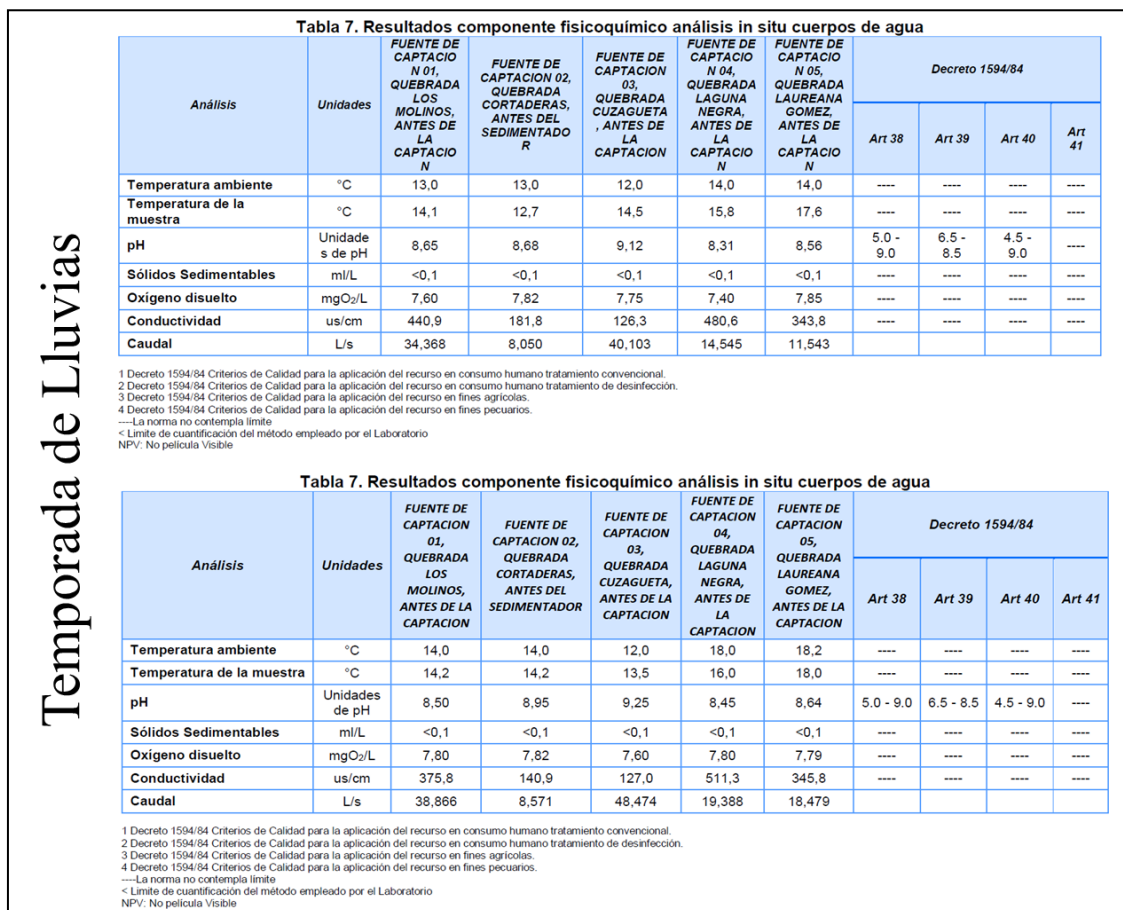
Inicialmente se desarrolló el producto 1.3.1 del contrato 078 elaborando el “*Informe de caracterización de aguas (residuales y/o para consumo)*” a partir del formato establecido por la empresa SITELSA S.A.S. como puede verse en el apéndice A (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Para llevar a cabo esta actividad se realizó una consulta bibliográfica con el fin de brindar una explicación acorde a las necesidades del lector sobre los estudios que se realizaron y su importancia, así como un contexto general sobre las condiciones del municipio de Málaga-Santander, sumado a esto, se revisaron los informes entregados por el laboratorio *Empresa Colombiana con soluciones ambientales “ECOSAM SAS”* a cargo de la toma y procesamiento de muestras, cabe resaltar que el laboratorio proporciona un informe por cada toma, estas se realizaron como se observa en la **Tabla 2** y **Tabla 5**.

**Tabla 2. Toma de muestras de aguas para consumo**

Número de toma	Fecha	Temporada
1	22 de agosto de 2022	Verano
2	24 de agosto de 2022	
3	6 de marzo de 2023	Invierno (Lluvias)
4	8 de marzo de 2023	

*Fuente: Elaboración propia*

A partir de los informes de las 4 tomas realizadas a las fuentes superficiales, es decir, aguas para consumo, se procesó la información mostrada en la **Figura 1** y **Figura 2** donde cada tabla corresponde a una toma y fue extraída de su respectivo informe independiente, con base en éstas se conformaron tablas como las mostradas en la **Tabla 3** y **Tabla 4** que permiten comparar directamente los resultados de los componentes fisicoquímicos del análisis in situ en temporada de Lluvias y de verano en las cuales se ven reflejados los parámetros de Temperatura de ambiente y de muestra, pH, sólidos sedimentables, Oxígeno disuelto, conductividad y caudal para las 5 fuentes superficiales: Quebrada Los Molinos, Quebrada Cortadera, Quebrada Cuzagueta, Quebrada Laguna Negra y Quebrada Laureano Gómez.



**Figura 1. Relación de lluvias extraídas de los informes de laboratorio**  
**Fuente: Empresa Colombiana con soluciones ambientales “ECOSAM SAS”**

Temporada de Verano

Análisis	Unidades	FUENTE DE CAPTACION N 01, QUEBRADA LOS MOLINOS, ANTES DE LA CAPTACION	FUENTE DE CAPTACION 02, QUEBRADA CORTADERAS, ANTES DEL SEDIMENTADO R	FUENTE DE CAPTACION 03, QUEBRADA CUZAGUETA, ANTES DE LA CAPTACION	FUENTE DE CAPTACION N 04, QUEBRADA LAGUNA NEGRA, ANTES DE LA CAPTACION	FUENTE DE CAPTACION N 05, QUEBRADA LAUREANA GOMEZ, ANTES DE LA CAPTACION	Decreto 1594/84			
							Art 38	Art 39	Art 40	Art 41
Temperatura ambiente	°C	12,8	13,8	13,2	19,2	19,4	----	----	----	----
Temperatura de la muestra	°C	12,3	12,5	13,7	16,8	18,2	----	----	----	----
pH	Unidades de pH	8,30	8,42	8,56	8,10	8,32	5,0 - 9,0	6,5 - 8,5	4,5 - 9,0	----
Sólidos Sedimentables	ml/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	----	----	----	----
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,90	8,03	7,80	7,95	7,85	----	----	----	----
Conductividad	us/cm	540,2	62,45	122,5	510,0	382,4	----	----	----	----
Caudal	L/s	15,58	7,767	30,57	8,028	10,29				

1 Decreto 1594/84 Criterios de Calidad para la aplicación del recurso en consumo humano tratamiento convencional.  
 2 Decreto 1594/84 Criterios de Calidad para la aplicación del recurso en consumo humano tratamiento de desinfección.  
 3 Decreto 1594/84 Criterios de Calidad para la aplicación del recurso en fines agrícolas.  
 4 Decreto 1594/84 Criterios de Calidad para la aplicación del recurso en fines pecuarios.  
 ----La norma no contempla límite  
 < Límite de cuantificación del método empleado por el Laboratorio  
 NPV: No película Visible

Análisis	Unidades	FUENTE DE CAPTACION N 01, QUEBRADA LOS MOLINOS, ANTES DE LA CAPTACION	FUENTE DE CAPTACION 02, QUEBRADA CORTADERAS, ANTES DEL SEDIMENTADO R	FUENTE DE CAPTACION 03, QUEBRADA CUZAGUETA, ANTES DE LA CAPTACION	FUENTE DE CAPTACION N 04, QUEBRADA LAGUNA NEGRA, ANTES DE LA CAPTACION	FUENTE DE CAPTACION N 05, QUEBRADA LAUREANA GOMEZ, ANTES DE LA CAPTACION	Decreto 1594/84			
							Art 38	Art 39	Art 40	Art 41
Temperatura ambiente	°C	13,2	13,0	13,1	15,6	18,8	----	----	----	----
Temperatura de la muestra	°C	13,0	12,2	13,7	15,0	18,2	----	----	----	----
pH	Unidades de pH	8,35	8,40	8,55	8,15	8,34	5,0 - 9,0	6,5 - 8,5	4,5 - 9,0	----
Sólidos Sedimentables	ml/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	----	----	----	----
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,92	8,02	7,88	7,85	7,80	----	----	----	----
Conductividad	us/cm	543,8	60,45	123,9	517,4	396,2	----	----	----	----
Caudal	L/s	0,017	8,000	0,032	8,280	3,864				

1 Decreto 1594/84 Criterios de Calidad para la aplicación del recurso en consumo humano tratamiento convencional.  
 2 Decreto 1594/84 Criterios de Calidad para la aplicación del recurso en consumo humano tratamiento de desinfección.  
 3 Decreto 1594/84 Criterios de Calidad para la aplicación del recurso en fines agrícolas.  
 4 Decreto 1594/84 Criterios de Calidad para la aplicación del recurso en fines pecuarios.  
 ----La norma no contempla límite  
 < Límite de cuantificación del método empleado por el Laboratorio  
 NPV: No película Visible

**Figura 2. Tabla de Verano extraídas de los informes de laboratorio**  
 Fuente: Empresa Colombiana con soluciones ambientales “ECOSAM SAS”

**Tabla 3. Representación de tabla de resultados de análisis in situ para fuentes superficiales en temporada de lluvias**

Análisis/ Unidades	Quebrada Los Molinos		Quebrada Cortaderas		Quebrada Cuzagueta		Quebrada Laguna Negra		Quebrada Laureano Gómez		Criterios de calidad (Decreto 1594 de 1984)			
	22/08/2022	24/08/2022	22/08/2022	24/08/2022	22/08/2022	24/08/2022	22/08/2022	24/08/2022	22/08/2022	24/08/2022	Art 38	Art 39	Art 40	Art 41
TEMPORADA DE LLUVIAS														
Temp. Ambiente [°C]	13,0	14,0	13,0	14,0	12,0	12,0	14,0	18,0	14,0	18,2	-	-	-	-
Temp. de la muestra [°C]	14,1	14,2	12,7	14,2	14,5	13,5	15,8	16,0	17,6	18,0	-	-	-	-
pH [unidades de pH]	8,65	8,5	8,68	8,95	9,12	9,25	8,31	8,45	8,56	8,64	5,0 - 9,0	6,5 - 8,5	4,5 - 9,0	-
Sólidos sedimentables [ml/L]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	-	-
Oxígeno disuelto [mgO <sub>2</sub> /L]	7,60	7,80	7,82	7,82	7,75	7,6	7,40	7,80	7,85	7,79	-	-	-	-
Conductividad [us/cm]	440,9	375,8	181,8	140,9	126,3	127,0	480,6	511,3	343,8	345,8	-	-	-	-
Caudal [L/s]	34,368	38,866	8,050	8,571	40,103	48,474	14,545	19,388	11,543	18,479	-	-	-	-

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla 4. Representación de tabla de resultados de análisis in situ para fuentes superficiales en temporada de verano**

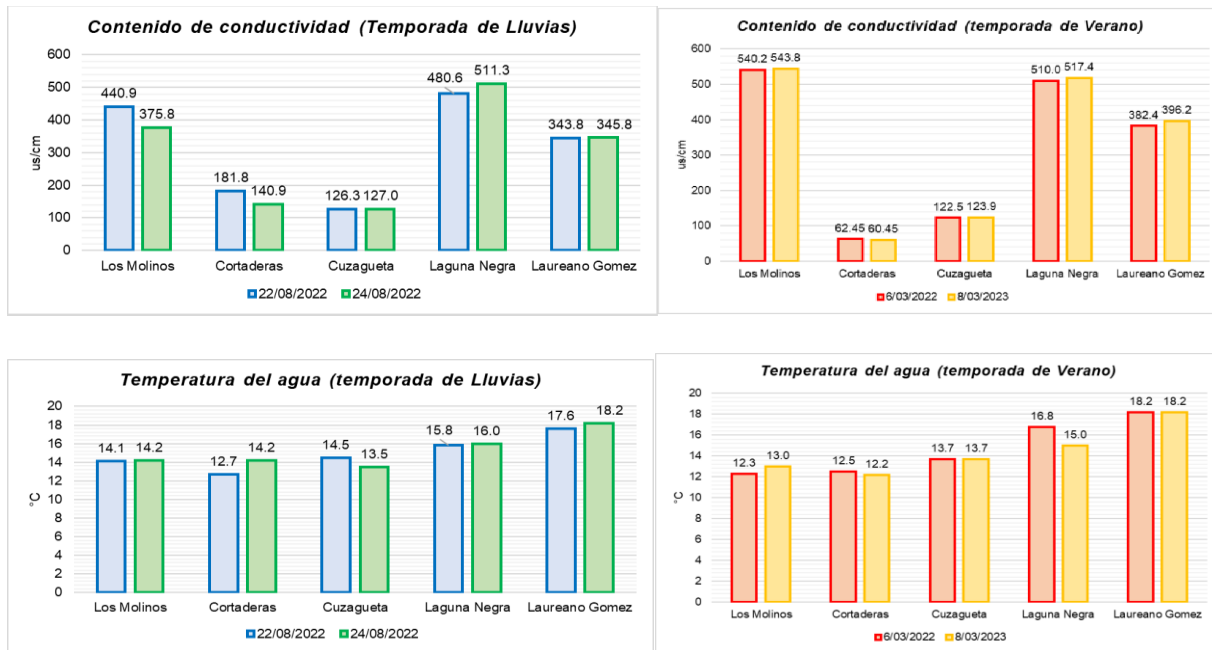
Análisis/ Unidades	Quebrada Los Molinos		Quebrada Cortaderas		Quebrada Cuzagueta		Quebrada Laguna Negra		Quebrada Laureano Gomez		Criterios de calidad (Decreto 1594 de 1984)			
<b>TEMPORADA DE VERANO</b>														
	06/03/ 2023	08/03 2023	06/03/ 2023	08/03 2023	06/03/ 2023	08/03 2023	06/03/ 2023	08/03 2023	06/03/ 2023	08/03 2023	Art 38	Art 39	Art 40	Art 41
Temp. Ambiente [°C]	12,8	13,2	13,8	13,0	13,2	13,1	19,2	15,6	19,4	18,8	-	-	-	-
Temp. de la muestra [°C]	12,3	13,0	12,5	12,2	13,7	13,7	16,8	15,0	18,2	18,2	-	-	-	-
pH [unidades de pH]	8,3	8,35	8,42	8,40	8,56	8,55	8,10	8,15	8,32	8,34	5,0 - 9,0	6,5 - 8,5	4,5 - 9,0	-
Sólidos sedimentables [ml/L]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	-	-
Oxígeno disuelto [mgO <sub>2</sub> /L]	7,9	7,92	8,03	8,02	7,80	7,88	7,95	7,85	7,85	7,80	-	-	-	-
Conductividad [us/cm]	540,2	543,8	62,45	60,45	122,5	123,9	510,0	517,4	382,4	396,2	-	-	-	-
Caudal [L/s]	15,58	0,017	7,767	8,000	30,57	0,032	8,028	8,280	10,26	3,864	-	-	-	-

**Fuente:** Elaboración propia

Así mismo se plantearon gráficas que permiten comparar los resultados de cada variable estudiada para la temporada de Lluvias y de verano, obtenidos del análisis de los componentes físicos en cada una de las fuentes superficiales, entre ellas se encuentran las mostradas en la **Figura 3** que representa el contenido de conductividad de las 4 tomas realizadas, cada una de estas fue extraída de su informe individual, con base en éstas se conformaron gráficas como las mostradas en la **Figura 4**, que permiten comparar directamente los resultados del análisis in situ, en este caso del contenido de conductividad en temporada de Lluvias y de verano.



**Figura 3. Gráficas de fuentes superficiales extraídas del informe de laboratorio**  
 Fuente: Empresa Colombiana con soluciones ambientales “ECOSAM SAS”



**Figura 4. Representación de gráficas elaboradas para fuentes superficiales**  
 Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se realizó la consolidación de la información del laboratorio para las 5 tomas del análisis de aguas residuales (vertimientos), pues a la fecha en que se elabora este informe el laboratorio no ha proporcionado el resultado de la sexta toma con fecha del 19 de abril del 2023 como se observa en la **Tabla 5**, de igual manera, se conformaron nuevas tablas de datos y gráficas que permitieron una mejor lectura y análisis de los resultados obtenidos satisfaciendo las necesidades de la empresa SITELSA S.A.S.

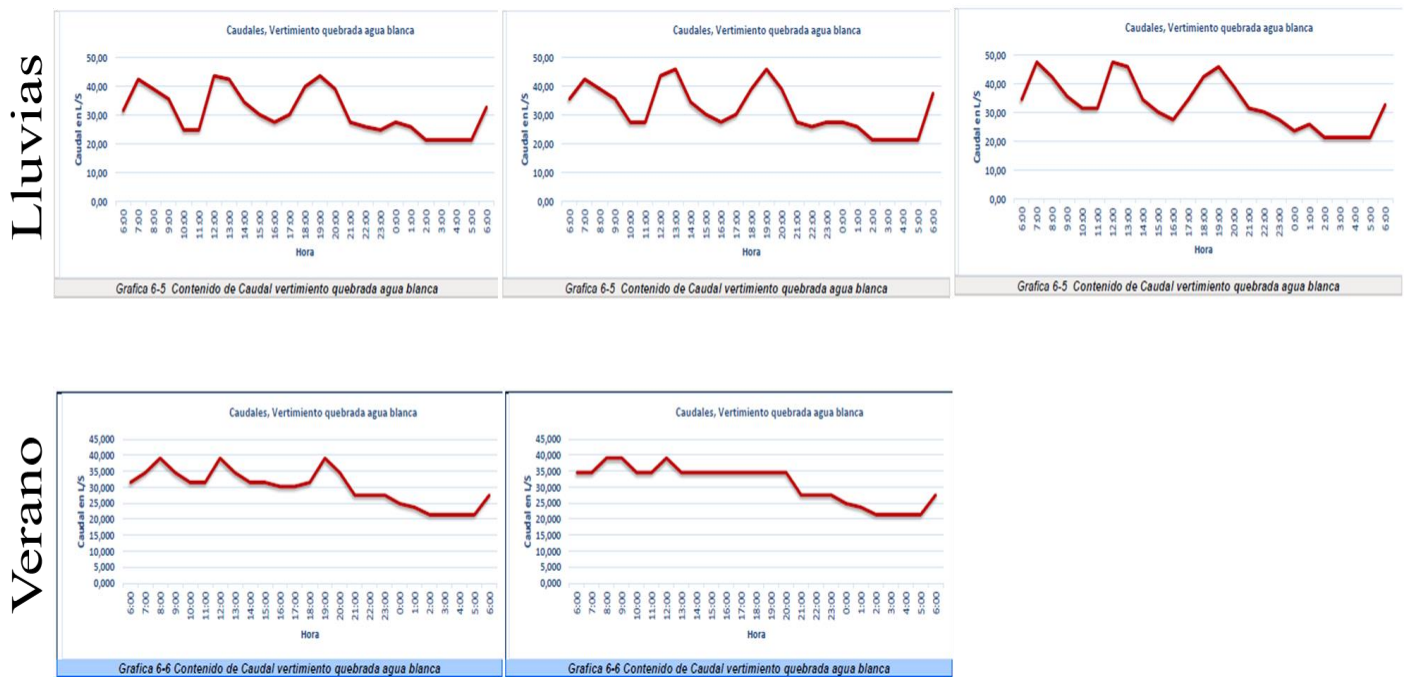
**Tabla 5. Toma de muestras de aguas residuales**

Número de toma	Fecha	Temporada
1	21 de agosto de 2022	Verano
2	23 de agosto de 2022	
3	29 de agosto de 2022	
4	5 de marzo de 2023	Invierno (Lluvias)
5	7 de marzo de 2023	
6	19 de abril de 2023 (PENDIENTE)	

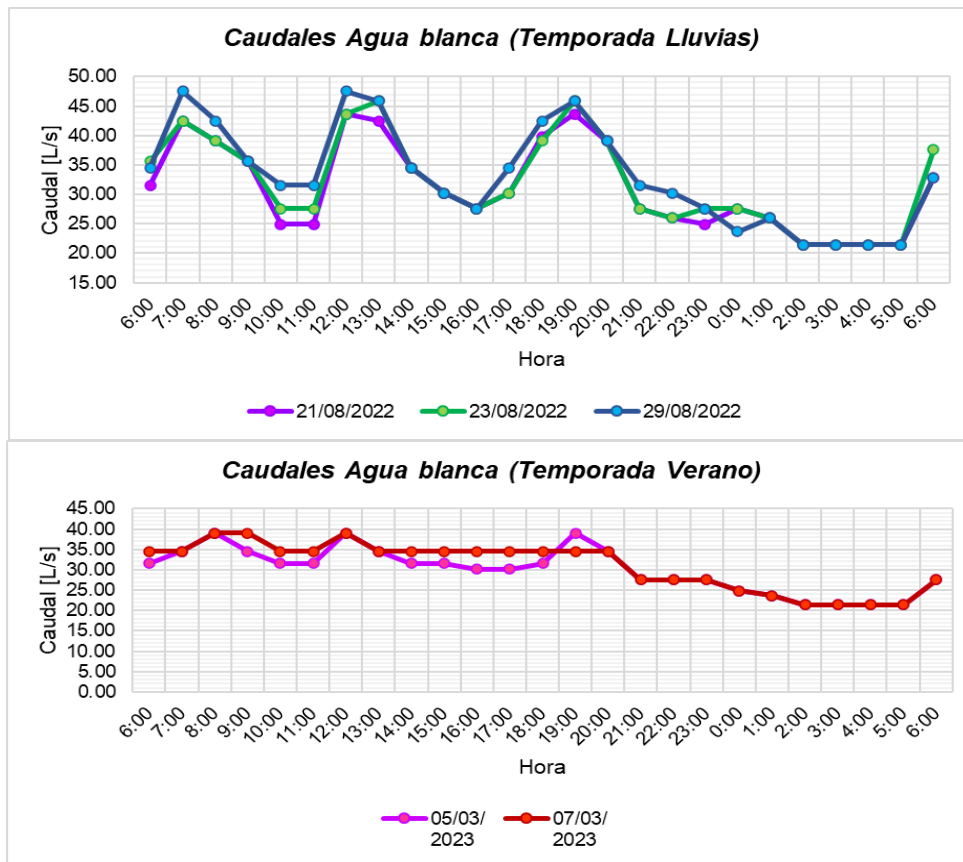
**Fuente:** *Elaboración propia*

A partir de los informes de las 5 tomas realizadas a los vertimientos, es decir, aguas residuales, se procesó la información que muestra los resultados de los análisis del vertimiento Aguablanca en temporada de lluvias y los resultados del vertimiento agua blanca en temporada de verano, donde cada tabla vista en el apéndice E (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) corresponde a una toma y fue extraída de su respectivo informe independiente, con base en éstas se conformaron tablas como las mostradas en **el apéndice E**, que permiten comparar directamente los resultados de los componentes fisicoquímicos del análisis in situ en temporada de Lluvias y de verano en las cuales se ven reflejados los parámetros de Caudal, Temperatura, pH, Oxígeno disuelto, Sólidos sedimentables para los 2 vertimientos: Vertimiento quebrada La Malagueña (Agua blanca) y Vertimiento quebrada La Magnolia (Sector Naranjitos)

Así mismo se conformaron gráficas que permiten comparar los resultados de cada variable estudiada para la temporada de Lluvias y de verano, obtenidos del análisis de los componentes físicos en cada uno de los vertimientos, entre ellas se encuentran las mostradas en la **Figura 5** que representa el caudal medido en las 3 tomas realizadas para la temporada de lluvias y las 2 tomas realizadas para la temporada de verano. Cada una de estas fue extraída de su informe individual, con base en éstas se conformaron gráficas como las mostradas en la **Figura 6**, que permiten comparar directamente los resultados del análisis in situ, en este caso el caudal medido en cada vertimiento en temporada de Lluvias y de verano.



**Figura 5. Gráficas de vertimientos extraídas del informe de laboratorio**  
**Fuente: Empresa Colombiana con soluciones ambientales “ECOSAM SAS”**



**Figura 6. Representación de gráficas elaboradas para vertimientos**  
 Fuente: Elaboración propia

Por último, se consolidó el análisis de cargas contaminantes para los parámetros del DBO y SST para la temporada de Lluvias en la **Tabla 6** y de verano en la **Tabla 7** de los 2 vertimientos estudiados.

**Tabla 6. Consolidación cargas contaminantes temporada de lluvias**

	Carga contaminante - Temporada de Lluvias					
	21/08/2022		23/08/2022		27/08/2022	
Quebrada	DBO [KgDBO5/día]	SST [KgSST/día]	DBO [KgDBO5/día]	SST [KgSST/día]	DBO [KgDBO5/día]	SST [KgSST/día]
Agua Blanca	342.615528	275.215752	484.8911424	395.4171816	198.8937972	348.884172
La magnolia	439.6417632	167.1396703	403.6366188	405.316264	413.596188	225.0732744
<b>Total</b>	<b>782.2572912</b>	<b>442.3554223</b>	<b>888.5277612</b>	<b>800.7334456</b>	<b>612.4899852</b>	<b>573.9574464</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 7. Consolidación cargas contaminantes temporada de verano**

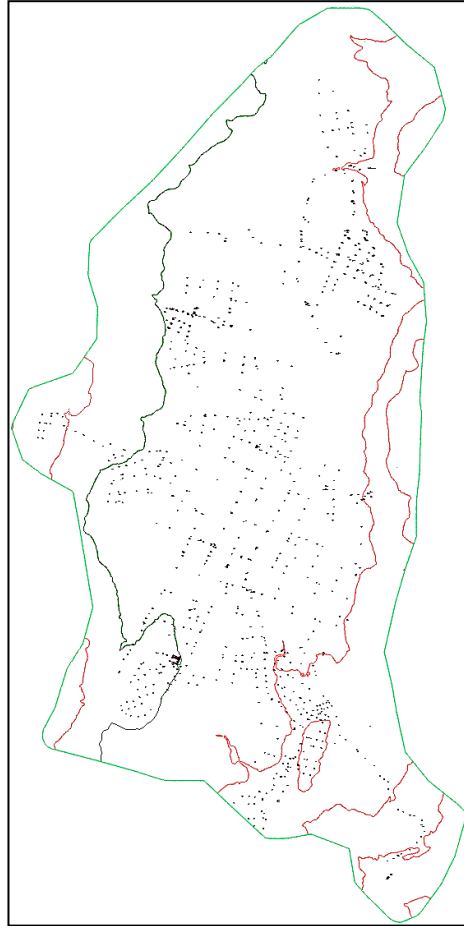
	Carga contaminante - Temporada de Verano					
	5/03/2023		7/03/2023		19/04/2023	
	DBO [KgDBO5/día]	SST [KgSST/día]	DBO [KgDBO5/día]	SST [KgSST/día]	DBO [KgDBO5/día]	SST [KgSST/día]
Quebrada Agua Blanca	299.4094908	712.1090592	486.2060424	718.1319132	-	-
La magnolia	324.1970784	469.6701264	374.1221808	1,080.3140240	-	-
<b>Total</b>	<b>623.6065692</b>	<b>1181.779186</b>	<b>860.3282232</b>	<b>1798.445937</b>	-	-

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2 Planos y modelos

Siguiendo el artículo 1.3.3.2 del *Contrato de consultoría número 078-22*, se realizó el *Catastro, inspección y topografía de pozos y elementos complementarios del sistema de alcantarillado* incluyendo pozos, sumideros y estructuras especiales, para el cual se elaboró el modelo del alcantarillado existente en el municipio de Málaga, Santander. Siendo esta la fase con mayor demanda de tiempo y dedicación, se da inicio en la primera semana de prácticas con una capacitación por parte de la empresa SITELSA S.A.S sobre el uso de la herramienta Pipes Network del software de diseño Civil 3D en el cual se exponen los temas de instalación de la plantilla de estilos y el catálogo de tuberías, la creación de la superficie, importar puntos topográficos y los comandos básicos para el modelado de pozos y tuberías, los cuales se pueden ver a profundidad en el apéndice B (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), donde se elaboró un manual con la información obtenida tanto en la capacitación como en la revisión autónoma que se realizó para cubrir las necesidades de la empresa que surgieron posteriormente.

El proceso de planimetría inicia con la creación de la superficie topográfica a partir del archivo XML proporcionado por el topógrafo del proyecto, además se importa la cartera de puntos georreferenciados de un archivo de texto, obteniendo lo que se ve en la **Figura 7**.



**Figura 7. Superficie y puntos topográficos**

**Fuente: Elaboración propia**

A partir de esta superficie de la Figura 10 y estos puntos inicia el modelado de la red de alcantarillado donde cada punto representa un pozo o sumidero, estas estructuras una a una y se les asigna el nombre correspondiente a partir de la nomenclatura establecida por el Manual para el cálculo de alcantarillado de la Empresa Pública de Alcantarillado de Santander (EMPAS), es decir, son nombrados siguiendo la nomenclatura de Calle-Carrera, de la siguiente manera:

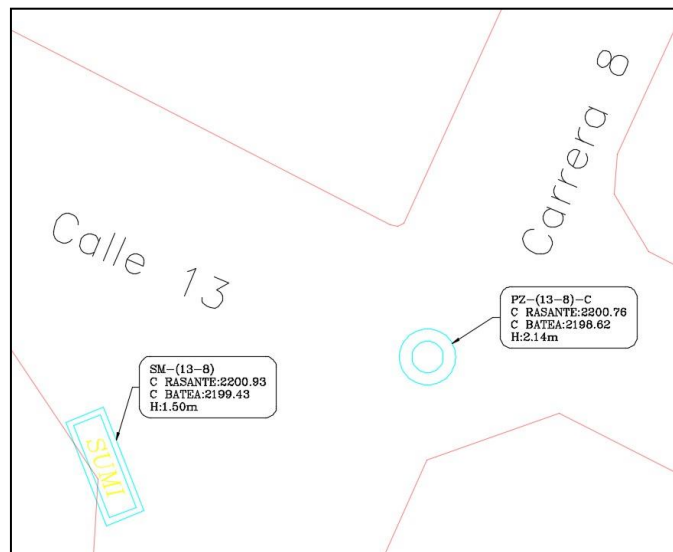
***PZ/C/SM- (Cl - Cra - #)- C/R/P***

***(ecuación 1)***

Donde:

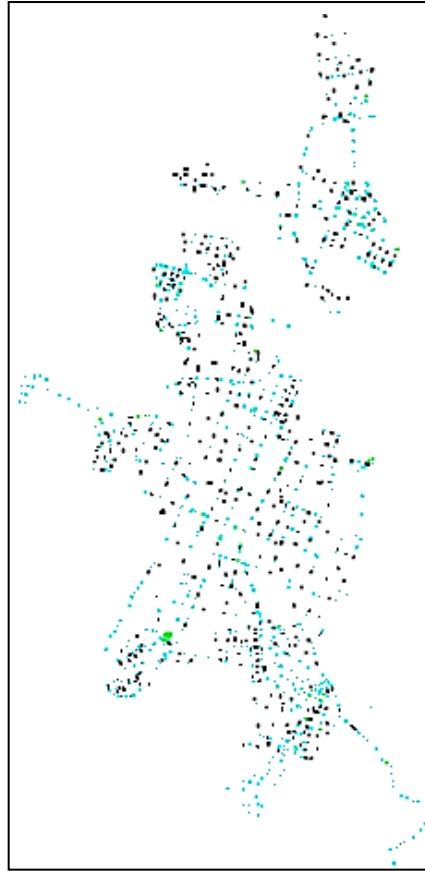
- **PZ/C/SM:** indica que la estructura es un pozo, caja de inspección o sumidero
- **CI:** Calle donde se encuentra ubicada la estructura
- **Cra:** Carrera donde se encuentra ubicada la estructura
- **#:** en caso de que en esa ubicación existan más de una estructura, serán numeradas
- **C/R/P:** Representa el tipo de alcantarillado, Combinado, Residual o Pluvial

Para poder realizar esta nomenclatura se asignó el nombre a las calles y las carreras siguiendo el plan de ordenamiento territorial actualizado a mayo del 2022, de esta forma se obtienen pozos y sumideros nombrados como se observa en la **Figura 8**. Una vez finalizada la ubicación y nomenclatura de estructuras, el modelo se apreciaba como muestra la **Figura 9** donde los puntos azules representan los pozos, cajas y sumideros existentes, distribuidos a lo largo de todo el municipio.



**Figura 8. Nomenclatura de pozos, cajas y sumideros**

*Fuente: Elaboración propia*

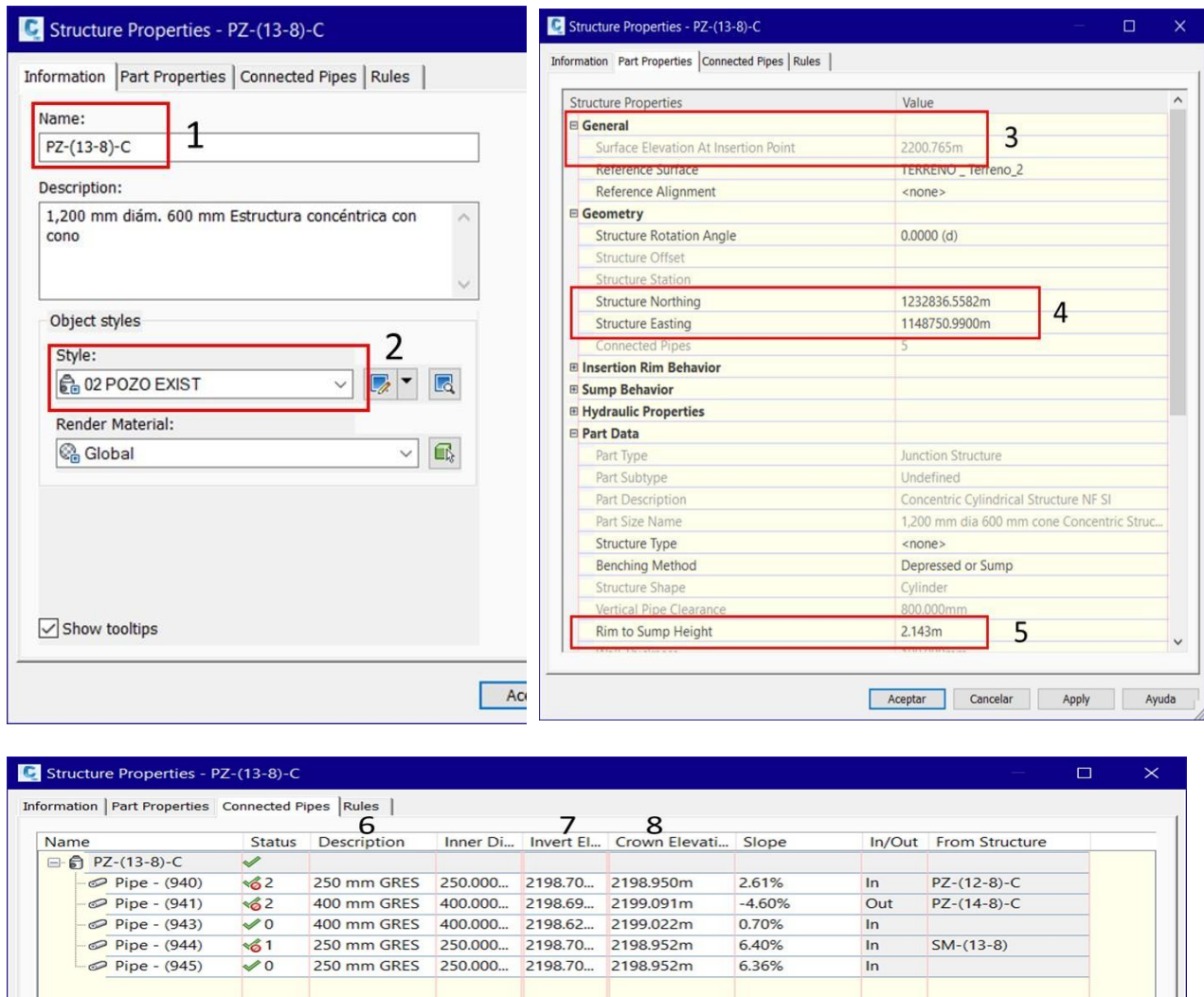


**Figura 9. Pozos, cajas y sumideros de Málaga**  
*Fuente: Elaboración propia*

Para completar el modelo es necesario conectar las estructuras siguiendo el sistema de tuberías reportado en la inspección realizada en campo, para eso es necesario abrir cada formato de inspección digitalizado e ingresar la cota de rasante leídas en el modelo para obtener las cotas de entrada y salida de las tuberías, posteriormente se selecciona cada una de las estructuras y se asignan las propiedades de la siguiente manera: (ver **Figura 10**)

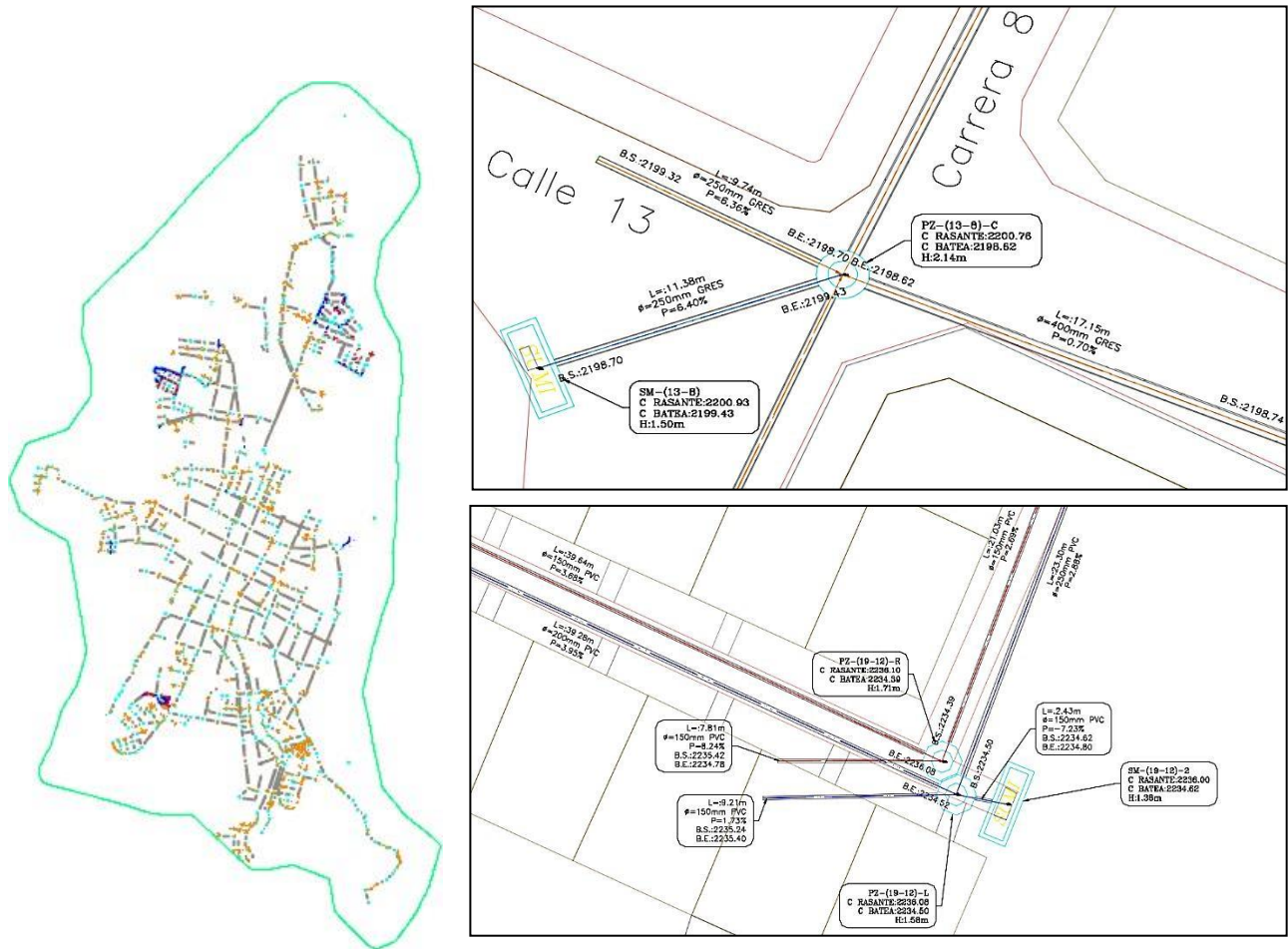
1. Nombre de la estructura siguiendo la nomenclatura EMPAS
2. Estilo de visualización, allí se puede modificar a un estilo de pozo, caja o sumidero
3. Cota de inserción de la estructura, esta es la cota de la rasante
4. Coordenadas Norte y Este

5. Altura de la estructura, medida desde la rasante
6. Descripción de la tubería que conecta al pozo, esta se modifica directamente de las propiedades de la tubería modelada
7. Cota a batea de la tubería
8. Cota a clave de la tubería



**Figura 10. Propiedades de las estructuras en el software**  
 Fuente: Elaboración propia

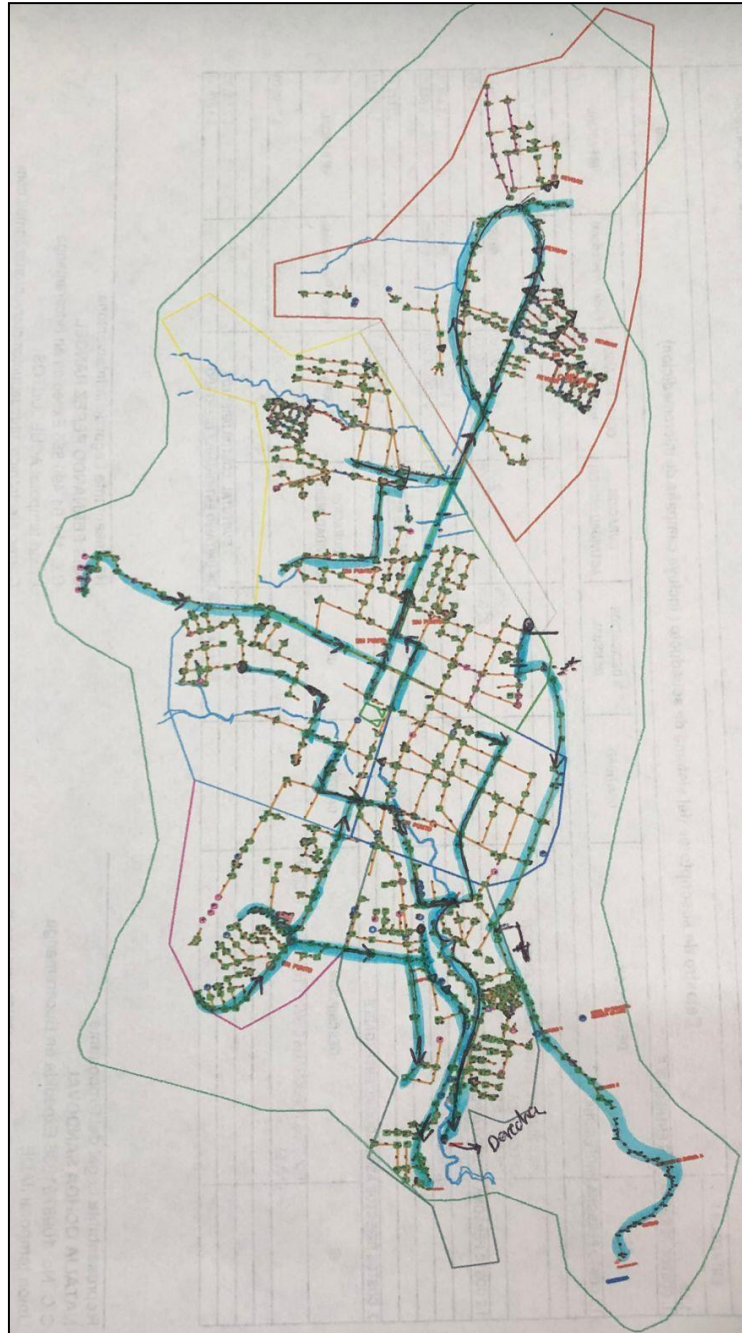
En este caso, para simplificar el proceso de modelado, se ingresan las cotas a clave de la tubería pues el software calcula la información faltante empleando el diámetro y la cota ingresada. En la **Figura 11** se puede observar el sistema con las 987 estructuras posicionadas y conectadas además se observa el detalle de las estructuras con sus respectivas tuberías domiciliarias e interconexiones.



**Figura 11. Sistema de alcantarillado de Málaga, Santander**  
Fuente: Elaboración propia

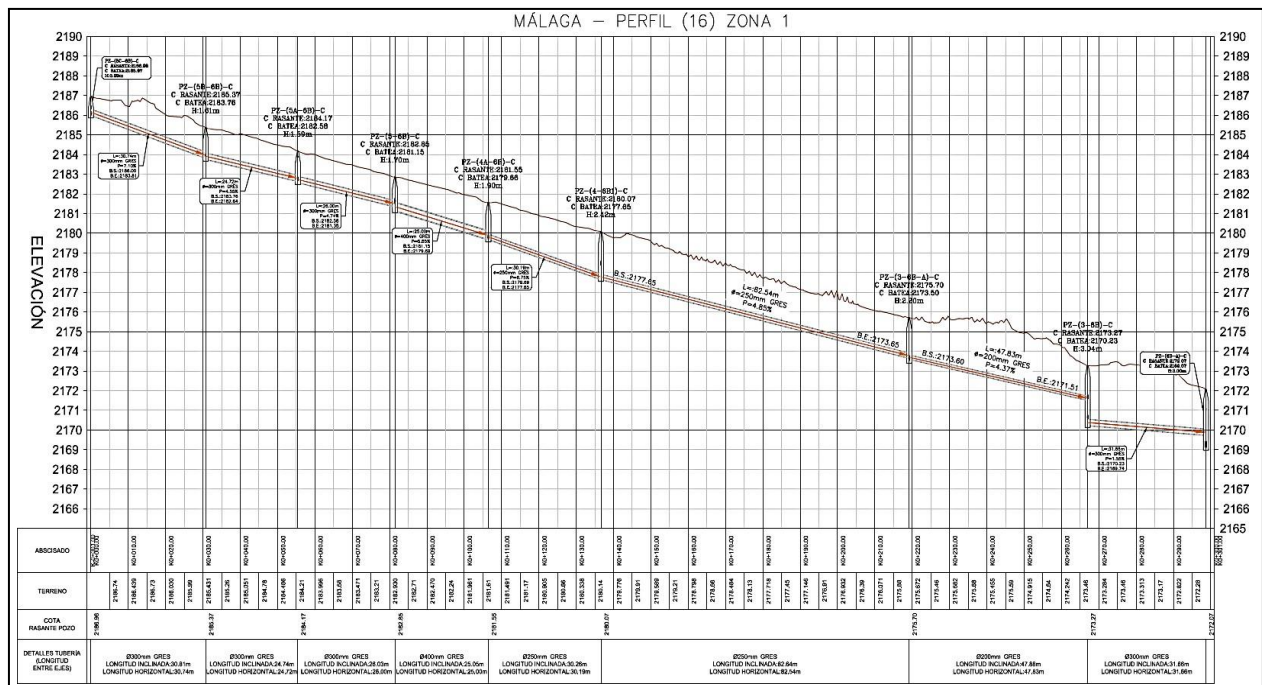
Como uno de los últimos procesos a seguir, con ayuda y orientación de mi tutora por parte de la empresa y el ingeniero diseñador del proyecto, se seleccionaron las líneas colectoras más representativas del municipio y a estas se les modeló el perfil longitudinal para facilitar el proceso

de rediseño y optimización del sistema, esto se lleva a cabo en las líneas que se muestran resaltadas en azul en la **Figura 12**.



*Figura 12. Líneas colectoras representativas del municipio de Málaga, Santander*  
*Fuente: Elaboración propia*

Donde se obtuvieron 39 tramos de perfil longitudinal que se organizaron en 17 planos como se observa en la **Figura 13** que muestra el perfil 16 perteneciente al plano 3, este perfil contiene sus respectivos pozos y tuberías nombradas, además las cotas de rasante, batea, entrada y salida de tuberías, la longitud y pendiente de cada tramo para ver esta información más a profundidad ir al **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

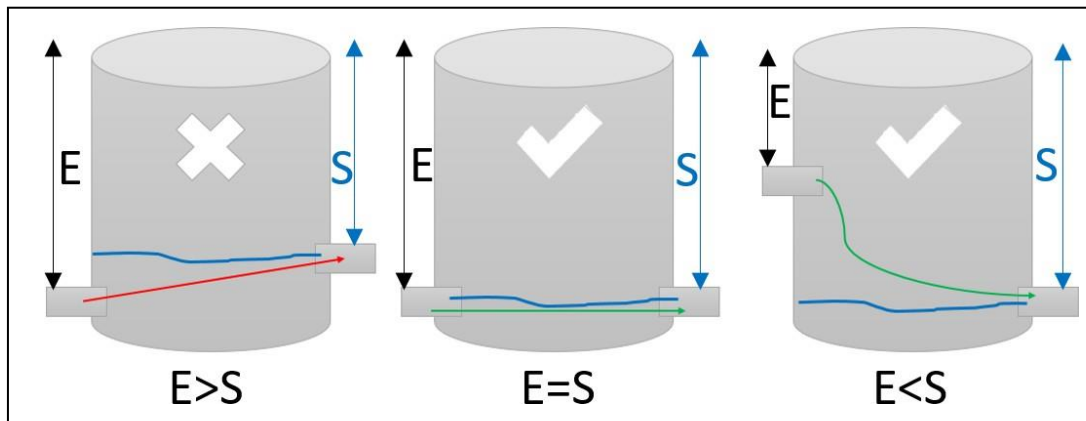


**Figura 13. Ilustración de plano 3, perfil 16 del proyecto de consultoría PMA de Málaga, Santander**  
 Fuente: Elaboración propia

### 4.3 Actividades administrativas

Se realizaron actividades de apoyo administrativo y trabajo de oficina, por lo cual se realizó la organización y digitación de los formatos de inspección de los pozos, cajas, sumideros y estructuras especiales, donde se tomaron las fotos recibidas de campo, se revisó que la información no tuviera discordancias con las estructuras que la rodea, considerando que los diámetros y materiales de tubería fueran homogéneos en el tramo, además que las distancias medidas desde la

corona del pozo hasta la clave de la tubería se mantuviera mayor en las tuberías de salida en comparación con las tuberías de entrada, asegurando así que la estructura no funcione gracias al rebose, como se muestra en la **Figura 14**.

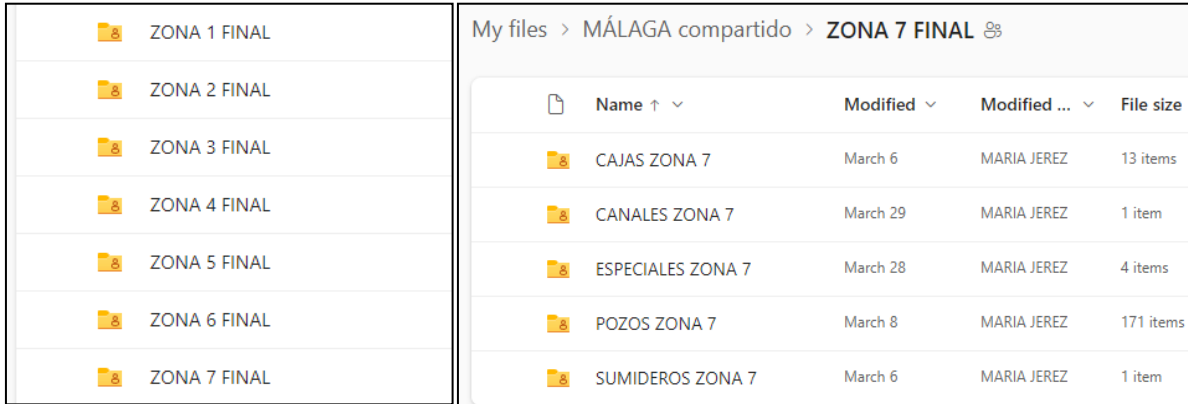


**Figura 14. Cotras de entrada y salida**

*Fuente: Elaboración propia*

Esta información se revisa de formatos como los mostrados en la **Figura 16**, donde se puede ver un formato de caja y pozo de inspección donde, en la primera tabla encontrada revisando el formato de arriba hacia abajo, se diligencian datos como la altura de la estructura, las dimensiones de la tapa, la cota de rasante, de fondo y de tapa, la ubicación con barrio y coordenadas, además del nombre de la estructura y la fecha de inspección, en la segunda tabla se encuentra la información del efluente o estructura de entrega donde se diligencian sus coordenadas y cota de rasante y de fondo, además de su nombre, en la tercera se asigna un espacio para realizar un esquema del pozo que incluya ubicación y tuberías conectadas y a la derecha de esta tabla existe un espacio para describir estas tuberías con sus distancias medidas desde la rasante, los diámetros y los materiales de cada tramo, por último se encuentra de un espacio para ingresar información en caso de que el pozo conecte con un sumidero y al final de la página un espacio para observaciones tanto del poco como del sumidero, para observar a detalle los formatos de sumidero, canal y estructura especial

ver el (**Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), además se realizó la digitalización d e todos estos POZO e INSPECCIONES y se organizó en carpetas compartidas, donde cada zona tenía sus respectivas subcarpetas como se observa a continuación (ver **Figura 15**).



**Figura 15. Carpetas compartidas con información por zonas**  
Fuente: Elaboración propia

**UNIÓN TEMPORAL INVERTELSA**

FORMATO DE INVESTIGACIÓN DE POZOS

Barrio: Tajamar Municipio: MÁLAGA

FECHA DE INVESTIGACIÓN: \_\_\_\_\_ COORDENADAS DEL POZO: \_\_\_\_\_

ALTA DE POZO (m): 1.02 DIMENSIÓN POZO - CAJA INSPECCIÓN (m): 1.10 COTA TAPA (mm): \_\_\_\_\_ COTA FONDO (mm): \_\_\_\_\_ COTA RASANTE (mm): \_\_\_\_\_

TIPO ALICANTARILLADO: \_\_\_\_\_ TIPO PAVIMENTO O SUPERFICIE: \_\_\_\_\_ TIPO DE POZO: \_\_\_\_\_

ESTRUCTURAS DE SEPARACIÓN: \_\_\_\_\_ TIPO TORPEDO: \_\_\_\_\_

LOCALIZACIÓN EN PLANTA: *Plan view showing well locations P2 (19-10A), CR 10A O P2 (20-10A), and P2 (19-10) with dimensions and a north arrow.*

MATERIAL TUBERÍA	TIPO DE PAVIMENTO O SUPERFICIE	TIPO DE ALICANTARILLADO	MATERIAL TAPA DE POZO	NOMENCLATURA POZO	TIPO DE POZO	TIPO DE SUMIDERO
PVC: Pulverizadora de asfalto	PF: Pavimento flexible	R: Saneamiento	INF: Hierro fundido	P: Pozo	N: Nuevo	SI: 100
G: Gres	PR: Pavimento rígido	L: Pluvial	CR: Concreto	C: Caja Inspección	R: Reparación	Lateral: SI: 200
CS: Concreto Simple	PP: Piedra Pegada	C: Combinado	PVC: Pulverizadora de asfalto	PC: Pozo control	RP: Reparación	SI: 400
CR: Concreto Reforzado	A: Adoquin		INF+CR: Tapa núcleo	PA: Estructura de separación	E: Existente	SI: 800
N: Novofurt	T: Tierra		TIPO DE ESTRUCTURA	MATERIAL REJILLA SUMIDERO		SI: 40
PFV: Fibra de Vidrio			M: Mampostería	INF: Hierro fundido		SI: 400
			CR: Concreto			Misto: SI: 1
PEAD: Polietileno de Alta Densidad			PVC: Pulverizadora de asfalto			


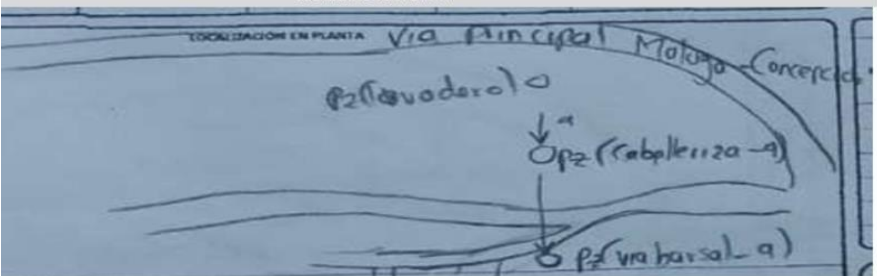
OBSERVACIONES: *Se evidenció un diámetro no comercial. Buen estado, no se evidenció la proveniencia de la entrada a...*

INFORMACIÓN OPERATIVA

SUMIDERO MARCAR CON (S)	Calculado	Pertido	Charrole	Tapa	Rejilla	Observaciones
POZOS MARCAR CON (X)						

**Figura 16. Formato de campo para Pozo y Caja de inspección**  
Fuente: Elaboración propia

Es importante recalcar que en la digitalización de los formatos se realizaba a su vez la programación de los mismo, ya que la información de campo es entregada como distancias y para poder realizar el modelo en Civil 3D con licencia de estudiante, se debían emplear Cotas, esta información topográfica no se obtuvo hasta unos meses después, por lo cual se dejaban programadas las casillas de las tuberías y cota de fondo del pozo para que así al ingresar la cota de rasante, estas casillas registrarán las cotas automáticamente, teniendo así un formato digitalizado con distancias (**Figura 17**) y posteriormente digitalizado con cotas (**Figura 18**).

		FORMATO DE INVESTIGACIÓN DE POZOS														
		BARRIO		MUNICIPIO		FECHA DE INVESTIGACIÓN			COORDENADAS							
		Zona Industrial		Malaga		Día	Mes	Año	X = 1149125.068							
INFORMACIÓN DE POZO																
DIMENSIÓN POZO - CAJA INSPECCIÓN (m)				COTA TAPA (msnm)	COTA FONDO (msnm)	COTA RASANTE (msnm)	TIPO ALCANTARILLADO			TIPO VÍA		TIPO PAVIMENTO Ó SUPERFICIE				
Ø Pozo	1.20	Ancho		0.00	-2.30		R	L	C	VEHIC	PEAT	PF	PR	PP	A	T
		Largo							X		X					X
ESTRUCTURAS DE SEPARACIÓN										COORDENADAS X=		COORDENADAS Y=		COTA RAS (msnm)		
PO LATERAL (m)		TIPO TORPEDO (m)						1149159.807		1234309.984		2178.8				
(S1) Pendiente Vertedero	(Enn) Altura Vertedero	(LT) Longitud Transición	(LC) Longitud Curvatura	(LV) Ancho Vertimiento	(b2) Ancho Cañuela	(L4) Longitud Vertimiento	(Y2) Altura Cañuela									
LOCALIZACIÓN EN PLANTA										COTA ENTRADA (msnm)		COTA SALIDA (msnm)		BOVEDA		
										-1.70		-1.78				

**Figura 17. Formato digitalizado con distancias**  
 Fuente: Elaboración propia

INVERTELSA		FORMATO DE INVESTIGACIÓN DE POZOS													
		BARRIO		MUNICIPIO		FECHA DE INVESTIGACIÓN			COC						
		Zona Industrial		Malaga		Día Mes Año			X = 1149125.068						
INFORMACIÓN DE POZO															
DIMENSIÓN POZO - CAJA INSPECCIÓN (m)				COTA TAPA (msnm)	COTA FONDO (msnm)	COTA RASANTE (msnm)	TIPO ALCANTARILLADO			TIPO VÍA		TIPO PAVIMENTO Ó SUPERF			
Ø Pozo	1.20	Ancho	Largo	2178.00	2175.70	2178.00	R	L	C	VEHIC	PEAT	PF	PR	PP	A
ESTRUCTURAS DE SEPARACIÓN															
TIPO LATERAL (m)		TIPO TORPEDO (m)						COORDENADAS X=		COORDENADAS Y=					
(S1) Pendiente Vertedero	(Enn) Altura Vertedero	(LT) Longitud Transición	(LC) Longitud Curvatura	(LV) Ancho Vertimiento	(b2) Ancho Cañuela	(L4) Longitud Vertimiento	(Y2) Altura Cañuela	1149159.807		1234309.984					
LOCALIZACIÓN EN PLANTA															
ID	COTA ENTRADA (msnm)	COTA SALIDA (msnm)	Ancho (m)												
a	2176.30														
b		2176.22													
c															
d															
e															
f															

**Figura 18. Formato digitalizado con cotas**  
*Fuente: Elaboración propia*

Otra de las actividades desarrolladas fue la plantilla de equivalencias, esta surge a partir de la necesidad de modelar estructuras que la plantilla empleada para el modelo en Civil 3D no incluía, esta plantilla mayormente se empleó para reemplazar canales y tuberías en bóveda que gracias a su forma no cilíndrica no podían ser modeladas de la manera tradicional, así pues, como se observa en la **Tabla 8** y **Tabla 9**, se desarrolló una programación en Excel que permite conocer el área de la sección transversal del canal que se desea modelar a partir de su forma, pues estos pueden tener formas rectangulares, triangulares, semicirculares o trapezoidales, a esto se le añade un 10% de área para conservar la condición de flujo libre y a partir de esta área total, se realiza una búsqueda automatizada en las tuberías cilíndricas con las que cuenta el software, las cuales fueron previamente extraídas manualmente a una tabla en el mismo libro (ver **Figura 19**), esta búsqueda automatizada ofrece como resultado la tubería que cumple la coincidencia de áreas y así

se obtiene la equivalencia entre el canal y una tubería cilíndrica que puede reemplazarlo sin afectar las condiciones hidráulicas del sistema.

**Tabla 8. Programación Equivalencia de áreas para canal**

ZONA	Canales						Diámetro C3D [mm]	Diámetro Comercial [in]
	Nombre	Forma	Ancho/ Diámetro/ B. Mayor [m]	Alto [m]	Base menor [m]	Área + 10% [m <sup>2</sup> ]		
Z2	17-12	Rectangular	0.4	0.45	-	0.19800	<b>500</b>	20
Z2	(18A-12)1	Semicírculo	0.4	-	-	1.16283	<b>1200</b>	42
Z2	(18A-12)2	Semicírculo	0.3	-	-	1.13534	<b>1200</b>	42
Z2	18B-10	Rectangular	0.4	0.45	-	0.19800	<b>500</b>	20
Z2	21-10B	Triangular	0.9	0.35	-	0.17325	<b>450</b>	18
Z2	9B-9C	Rectangular	0.3	0.25	-	0.08250	<b>300</b>	10
Z3	15-9	Rectangular	1.8	0.5	-	0.99000	<b>1100</b>	39
Z3	16-9	Trapezoidal	1.09	1.05	1	1.20698	<b>1200</b>	42
Z3	Barzal-15	Triangular	0.6	0.35	-	0.11550	<b>375</b>	14
Z4	13-13B	Rectangular	1.12	1.2	-	1.47840	<b>1350</b>	42
Z7	6B-4	Triangular	1.02	0.48	-	0.26928	<b>600</b>	20

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 9. Programación Equivalencia de áreas para tubería en bóveda**

ZONA	Tubería Bóvedas					Diámetro C3D [mm]	Diámetro Comercial [in]
	Nombre	Forma	Ancho/ Diámetro/ B. Mayor [m]	Alto [m]	Área + 10% [m <sup>2</sup> ]		
Z3	PZ(16-9-F)	Rectangular	0.46	0.3	0.15	<b>400</b>	16
Z3	PZ(15A-5-C)	Rectangular	0.3	0.15	0.05	<b>250</b>	10
Z5	PZ(12-7-A)	Rectangular	0.7	0.35	0.27	<b>600</b>	20
Z6	PZ(7-9-B)	Rectangular	0.3	0.2	0.07	<b>300</b>	10
Z1	SM(AV-Recreo)1-2	Rectangular	0.67	0.57	0.42	<b>700</b>	24

*Fuente: Elaboración propia*

Posteriormente esta programación se amplió para incluir los sumideros ya que estas estructuras son de sección transversal muy específica y el catálogo cuenta con limitaciones en estas estructuras de sección rectangular, sin embargo, al realizar la búsqueda en el catálogo existente del software Civil 3D, observamos que era necesario añadir estructuras al catálogo de sumideros (para

profundizar en la creación de sumideros ver ;**Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), p  
 ues variaban ampliamente de tamaño y al realizar la equivalencia entre la estructura existente en  
 campo y la disponible para modelar se observaron errores de más del 20% e incluso en algunas  
 ocasiones de más del 100%, por esta razón se agruparon las áreas de los sumideros en rangos de  
 0.1, así se calculaba el promedio de área de cada grupo y se obtenía una sección que cubría todas  
 las estructuras pero que mantenía un error de menos del 15% , en el caso de no cumplir con el error  
 se creaba una estructura que lo disminuyera hasta los niveles aceptados, de esta forma se puede ver  
 en la **Figura 20** parte del catálogo disponible y en color verde las secciones añadidas

Tubería en Civil 3D			
Diámetro [m]	Área [m²]	Diámetro [mm]	Diámetro [in]
0.075	0.004	75	3
0.090	0.006	90	4
0.100	0.008	100	4
0.125	0.012	125	5
0.150	0.018	150	6
0.175	0.024	175	7
0.200	0.031	200	8
0.225	0.040	225	9
0.250	0.049	250	10
0.300	0.071	300	12
0.350	0.096	350	14
0.375	0.110	375	15
0.400	0.126	400	16
0.450	0.159	450	18
0.475	0.177	475	19
0.500	0.196	500	20
0.600	0.283	600	24
0.700	0.385	700	28
0.750	0.442	750	30
0.800	0.503	800	31
0.900	0.636	900	35
1.000	0.785	1000	39
1.050	0.866	1050	41
1.100	0.950	1100	43
1.150	1.039	1150	45
1.200	1.131	1200	47
1.250	1.227	1250	49
1.300	1.327	1300	51
1.350	1.431	1350	53
1.400	1.539	1400	55

Tubería Comerciales			
Diámetro [m]	Diámetro [mm]	Diámetro [in]	Área [m²]
0.11	110	4	0.010
0.16	160	6	0.020
0.2	200	8	0.031
0.25	250	10	0.049
0.315	315	12	0.078
0.355	355	14	0.099
0.4	400	16	0.126
0.45	450	18	0.159
0.5	500	20	0.196
0.65	650	24	0.332
0.73	730	27	0.419
0.813	813	30	0.519
0.898	898	33	0.633
0.98	980	36	0.754
1.065	1065	39	0.891
1.149	1149	42	1.037

**Figura 19. Catálogo de tuberías extraídas de Civil 3D**


*Fuente: Elaboración propia*

		Pozos en Civil 3D		
		Diámetro [m]	Área [m²]	Sección C3D
Cilindrico		1.2	1.13	Cilindrico 1.2
		1.4	1.54	Cilindrico 1.4
		1.6	2.01	Cilindrico 1.6
		1.8	2.54	Cilindrico 1.8
AÑADIDAS AL PIPE		0.27	0.27	0.27 x 0.27
		0.4	0.4	0.4 x 0.4
		0.415	0.41	0.415 x 0.41
		0.49	0.49	0.49 x 0.49
		0.57	0.58	0.57 x 0.58
		0.4	1	0.4 x 1
		0.53	1	0.53 x 1
		0.68	1	0.68 x 1
	3	3.83	11.49	3 x 3.83
Rectangular base 0.75		0.75	0.75	0.75 x 0.75
		1	0.75	1 x 0.75
		1.2	0.75	1.2 x 0.75
		1.5	0.75	1.5 x 0.75
		1.75	0.75	1.75 x 0.75
		1.8	0.75	1.8 x 0.75
		2	0.75	2 x 0.75
		2.5	0.75	2.5 x 0.75
		2.75	0.75	2.75 x 0.75
	3	0.75	3 x 0.75	
Rectangular base 1 m		0.75	1	0.75 x 1
		1	1	1 x 1
		1.2	1	1.2 x 1
		1.5	1	1.5 x 1
		1.75	1	1.75 x 1
		1.8	1	1.8 x 1
		2	1	2 x 1
		2.5	1	2.5 x 1
		2.75	1	2.75 x 1
	3	1	3 x 1	
Rectangular base 1.2 m		0.75	1.2	0.75 x 1.2
		1	1.2	1 x 1.2
		1.2	1.2	1.2 x 1.2
		1.5	1.2	1.5 x 1.2
		1.75	1.2	1.75 x 1.2
		1.8	1.2	1.8 x 1.2
		2	1.2	2 x 1.2
		2.5	1.2	2.5 x 1.2
		2.75	1.2	2.75 x 1.2
	3	1.2	3 x 1.2	
Rectangular base 1.5 m		0.75	1.5	0.75 x 1.5
		1	1.5	1 x 1.5
		1.2	1.5	1.2 x 1.5
		1.5	1.5	1.5 x 1.5
		1.75	1.5	1.75 x 1.5
		1.8	1.5	1.8 x 1.5
		2	1.5	2 x 1.5
		2.5	1.5	2.5 x 1.5
		2.75	1.5	2.75 x 1.5
	3	1.5	3 x 1.5	
Rectangular base 1.7 m		0.75	1.7	0.75 x 1.7
		1	1.7	1 x 1.7
		1.2	1.7	1.2 x 1.7
		1.5	1.7	1.5 x 1.7
		1.75	1.7	1.75 x 1.7
		1.8	1.7	1.8 x 1.7
		2	1.7	2 x 1.7
		2.5	1.7	2.5 x 1.7
		2.75	1.7	2.75 x 1.7
	3	1.7	3 x 1.7	

**Figura 20. Sumideros añadidos al catálogo**  
 Fuente: Elaboración propia

Una vez finalizada esta programación y al ser revisada por mi tutora, se pudo apreciar que la programación incluía información que no estaba contenida en los formatos de inspección de

canales, por lo cual diseñé un nuevo formato digital para los canales de todo el municipio y se trasladó la información al nuevo formato, este incluye parámetros como la dirección y las coordenadas donde se encuentra ubicado, la fecha en la cual se realizó la inspección, el nombre que se le asignó a la estructura, el material y la forma de la sección transversal, además se incluyó el sentido del flujo y un espacio donde reportar las medidas del canal según su forma, por último se encuentra un espacio para escribir observaciones evidenciadas en campo y un espacio para el diagrama del canal, esto se puede ver la **Figura 21. Nuevo formato canales**

 <b>INVERTELSA</b>		FICHA TÉCNICA PARA CATASTRO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO									
<b>PROYECTO:</b>		ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE DIAGNOSTICO, REVISIÓN, REFORMULACIÓN, AJUSTES, ACTUALIZACIÓN Y VIABILIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MÁLAGA, SANTANDER									
<b>UBICACIÓN:</b>		MÁLAGA, SANTANDER								<b>FECHA:</b>	
ESPACIO PARA DIBUJO DEL PLANO											
<b>ZONA</b>		<b>DIRECCIÓN</b>					<b>GEORREFERENCIACIÓN</b>				
							Coordenada X:		Coordenada Y:		Coordenada Z:
<b>CANALES</b>											
ID CANAL	MATERIAL	PENDIENTE DEL CANAL	ESTADO DEL CANAL	SENTIDO DEL FLUJO	SECCIÓN DEL CANAL	LONGITUD (m)	ANCHO/ DIAMETRO/ B. MAYOR (m)	ALTO (m)	BASE MENOR (m)	OBSERVACIONES	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											

**Figura 21. Nuevo formato canales**  
*Fuente: Elaboración propia*

## 5. Conclusiones

Se realizaron aportes a la empresa SITELSA S.A.S en el mejoramiento de la metodología para el desarrollo y elaboración de documentos técnicos como informes de avance mediante la implementación de gráficas y tablas comparativas que permitirán simplificar el análisis de los resultados y la revisión de la supervisión del proyecto, ya que estos podrán ser contrastados de manera directa y no requerirá acceder a cada uno de los informes del laboratorio para realizar el proceso comparativo.

Se propone también una plantilla de equivalencia de áreas y nuevos formatos de inspección de canales que permiten describir a mayor nivel de detalle las estructuras inspeccionadas y se pueda plantear en los planos producto de la consultoría. De la misma forma, se desarrolló un modelo hidráulico de un sistema de alcantarillado en un software de diseño que representa en una reducción importante de los tiempos empleados para diseñar dicha red, ya que evitó la elaboración de reprocesos, reduciendo la generación de errores en la manipulación y/o pérdida de la información en los mismos.

Se realizó también el manejo de la información física, es decir, los formatos de inspección, de manera organizada y sistemática para facilitar el proceso de modelado en Civil 3D evitando retrasar las labores de apoyo técnico y así mismo las labores del ingeniero diseñador. Finalmente, se elaboró una propuesta de manual que sirve como material de apoyo para la capacitación, inducción y reinducción del personal en temas específicos sobre la herramienta de modelado e información, Pipe Networks.

## 6. Referencias

- Block, P. (1981) “*Consultoría sin fisuras*” Ed. Ediciones Granica S.A. [Online] recuperado de: <https://books.google.com.cu/books?id=PG7ZrVjSAzQC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>
- Consejería de transparencia, responsabilidad social, participación y cooperación. Dirección general de cooperación y solidaridad (2017) “*Guía para la elaboración de los estudios de línea de base de los proyectos subvencionados por la generalitat 2017*”
- Diaz, M. (1997) “*La consultoría de empresas: guía para la profesión*” 3ra Ed. Oficina Internacional del Trabajo. Ginebra
- Empresa pública de alcantarillado de Santander S.A. E.S.P – EMPAS (2021) *Manual para el cálculo de alcantarillado* Versión 01, Código MAED-03-01
- Gordillo, V. (2014) “*Evaluación de la gestión de proyectos en el sector de la construcción del Perú*” Tesis de Maestría en diseño, gestión y dirección de proyectos, Universidad de Piura [Online] recuperado de: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2051/MAS\\_PRO\\_006.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2051/MAS_PRO_006.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Lozano Serna, S., Patiño Galindo, I., Gómez Cabrera, A., Torres, A. (2018) “*Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia Ingeniería y Ciencia*”, vol. 14, núm. 27, Escuela de Ciencias y Humanidades y Escuela de Ingeniería de la Universidad EAFIT
- Secretaría de SALUD, Subred Integrada de Servicios de Salud (2020) “*Generalidades de la contratación pública*” [Online] Recuperado de: <https://colibri.veedurriadistrital.gov.co/sites/default/files/2020-12/Generalidades%20de%20la%20Contratacio%CC%81n%20Pu%CC%81blica.pdf>

SITELSA S.A.S (S.F) “*Quiénes somos*” [Online] Fecha de consulta: 10/05/2023, Recuperado de: <https://sitelsasas.com/>

Transparencia por Colombia (2020) “*Módulo 2. Contratación pública y plataformas para acceder a la información*” [Online] Recuperado de: [https://transparenciacolombia.org.co/Documentos/Publicaciones/cuidado-paz/caqueta/Contratacion\\_p%C3%BAblica\\_plataformas\\_acceder\\_informacion.pdf](https://transparenciacolombia.org.co/Documentos/Publicaciones/cuidado-paz/caqueta/Contratacion_p%C3%BAblica_plataformas_acceder_informacion.pdf)