

**EVALUACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
DEL CORREGIMIENTO DE LA MATA DEL MUNICIPIO DE LA GLORIA, CESAR.**

**MAYERLIS CAROLINA BARRETO GUZMAN
LAURA SALENA DE LA CRUZ PARODY**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR – CESAR**

2022

**EVALUACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
DEL CORREGIMIENTO DE LA MATA DEL MUNICIPIO DE LA GLORIA, CESAR.**

AUTORES:

MAYERLIS CAROLINA BARRETO GUZMAN

LAURA SALENA DE LA CRUZ PARODY

DIRECTOR:

LUIS FRANCISCO RAMIREZ

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA**

VALLEDUPAR – CESAR

2022

DEDICATORIA

A MIS PADRES que fueron los pilares fundamentales de mi vida, a ellos por el apoyo, la paciencia, confianza depositada en mí.

A MIS HERMANAS que a pesar de todo, supieron alentarme para seguir adelante y saber que podré confiar en ellas en todo momento, en especial a mi hermana Mayor: Ejemplo de Lucha y esfuerzo diario, el cual a pesar de haberla perdido a muy temprana edad hizo parte de este proceso y siempre guiándome y cuidándome desde el cielo.

Mayerlis Carolina Barreto Guzmán

A Dios, por siempre guiar mis pasos y permitirme cumplir mis metas.

A mi familia, por creer en mí, por su apoyo incondicional y por no dejarme caer a pesar de las dificultades.

A mis docentes, por su paciencia y dedicación.

A las personas más cercanas y que quiero tanto, por aconsejarme y acompañarme en este proceso.

Y a todos aquellos que me ayudaron a enriquecer mis conocimientos.

Laura Salena De La Cruz Parody

AGRADECIMIENTOS

A DIOS que me dio la fuerza necesaria para superar toda adversidad, ya que él está y estará conmigo siempre, regalándome sus bendiciones y ayudándome a superar cualquier problema.

A MI FAMILIA Por la fé y cariño que siempre me brindaron en los momentos difíciles del recorrido de la vida, Gracias a ellos he llegado hasta este Punto de mi vida, así mismo logrando esta meta tan importante para mi crecimiento personal.

A mis profesores que han sabido brindar su conocimiento y su amistad

A las personas que han aportado directa e indirectamente para la elaboración del presente Proyecto, Agradezco su Apoyo incondicional

Mayerlis Carolina Barreto Guzmán

Primeramente, agradezco a Dios, por haberme dado la paciencia y la serenidad necesaria para seguir adelante.

A mi familia por inculcarme esas ganas de luchar por un futuro prometedor, a mi abuela por su corazón gigante, a mi madre por enseñarme a ser valiente y entregada, y a mi hermano por guiarme y apoyarme siempre.

Agradezco a los profesores y asesores de tesis, por guiarnos en el desarrollo de esta investigación.

A mis amigos, que me motivaron desde el día uno, y me brindaron su compañía en todas las etapas de mi carrera.

Laura Salena De La Cruz Parody

RESUMEN

Se presenta el siguiente proyecto con la finalidad de evaluar las características hidráulicas del sistema de alcantarillado del corregimiento de La Mata – La Gloria, Cesar; en donde vincula en la realización de estudios de campo y recopilación de información secundaria sobre los aspectos geográficos, topográficos y diseños e instalaciones del sistema de alcantarillado. Para ello, se ejecutaron tres etapas metodológicas: La primera de ellas, realización un diagnóstico de la situación en el corregimiento La Mata, teniendo en cuenta población afectada, características socio-culturales y participación ciudadana. La segunda consistió en un análisis de los componentes necesarios que demandan su optimización para lograr un pleno funcionamiento del sistema del corregimiento La Mata. Y finalmente, la fase 3, la presentación de una alternativa viable tanto técnica como económica, ambiental y óptima para el funcionamiento del sistema del corregimiento La Mata, la cual fue el Sistema De Alcantarillado Convencional. Los resultados arrojaron un estado del sistema de alcantarillado bastante precario debido a fallas en los errores de diseño y pendientes que no son propicias para generar un buen flujo de arrastre de los materiales en las tuberías, así mismo, se evidenció descontento en la población ya que su calidad de vida se ha visto directamente afectada. Por tanto, se concluyó que se deben hacer modificaciones y ajustes al sistema, implementar nuevas tecnologías, aumentar presupuesto y vincular a la comunidad con el proyecto.

Palabras claves: alcantarillado, sistema, diseño, tuberías, material de arrastre.

ABSTRACT

The following project is presented with the purpose of evaluating the hydraulic characteristics of the sewage system of the corregimiento of La Mata - La Gloria, Cesar; where it is linked to carrying out field studies and collecting secondary information on the geographical, topographical aspects and designs and installations of the sewage system. For this, three methodological stages were carried out: The first of them, carrying out a diagnosis of the situation in the village of La Mata, taking into account the affected population, socio-cultural characteristics and citizen participation. The second consisted of an analysis of the necessary components that demand their optimization to achieve a full functioning of the La Mata district system. And finally, phase 3, the presentation of a viable technical, economic, environmental and optimal alternative for the operation of the La Mata system, which was the Conventional Sewerage System. The results showed a quite precarious state of the sewage system due to failures in design errors and slopes that are not conducive to generating a good drag flow of the materials in the pipes, likewise, discontent was evidenced in the population since their quality of life has been directly affected. Therefore, it was concluded that modifications and adjustments to the system must be made, new technologies implemented, budget increased and the community linked to the project.

Keywords: sewage, system, design, pipes, drag material.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	xi
1. Título del proyecto de investigación	xii
2. Planteamiento y formulación del Problema.....	xiii
2.1. Descripción del problema.....	xiii
2.2. Formulación del Problema	xiv
3. Justificación	xv
4. Objetivos.....	xvi
4.1. Objetivo General	xvi
4.2. Objetivos Específicos.....	xvi
5. Marco Referencial	xvii
5.1. Antecedentes De La Investigación	xvii
5.2. Marco Teórico.....	xviii
5.2.1. <i>Alcantarillado</i>	xviii
5.2.2. <i>Clasificación del sistema de alcantarillado</i>	xxi
5.3. Marco Conceptual	xxiii
5.4. Marco Contextual.....	xxvi
5.4.1. <i>Localización del proyecto.</i>	xxvi
5.4.2. <i>Corregimiento La Mata</i>	xxix
5.5. Marco Legal	xxx
6. Marco Metodológico	xxxii
6.1. Línea y Sublínea de Investigación.....	xxxii
6.2. Tipo de Investigación	xxxii
6.3. Nivel de Investigación.....	xxxii
6.4. Población de Estudio.....	xxxii
6.5. Muestra Poblacional.....	xxxiii
6.6. Desarrollo Metodológico.....	xxxiii
6.6.1. <i>Etapa 1: Realización de un diagnóstico según la resolución 0330 de 2017 en el corregimiento La Mata, teniendo en cuenta población afectada, características socioculturales y participación ciudadana.</i>	xxxiii
6.6.2. <i>Etapa 2: Proposición de alternativas viables para la optimización o mejoramiento del sistema de alcantarillado para el corregimiento La Mata según la resolución 0330 de 2017 y las modificaciones existentes en la resolución 0799 de 2021.</i>	xli
6.6.3. <i>Etapa 3: Selección de una alternativa viable tanto técnica como económica, ambiental y buen funcionamiento del sistema del corregimiento La Mata.</i>	xlii

7.	Resultados y análisis.....	xliii
7.1.	Etapa 1: Realización de un diagnóstico según la resolución 0330 de 2017 en el corregimiento La Mata, teniendo en cuenta población afectada, características socioculturales y participación ciudadana.	xliii
7.1.1.	<i>Actividad 1: revisión de información secundaria sobre planos, proyectos de sistemas de alcantarillado realizado en el corregimiento.</i>	xliii
7.1.2.	<i>Actividad 2: exploración a campo para analizar el sistema de alcantarillado del municipio.</i>	lx
7.1.3.	<i>Actividad 3: Cálculo de la población del corregimiento La Mata – La Gloria para el diseño de alcantarillado a evaluar.</i>	lxvii
7.1.4.	<i>Actividad 4. Revisión de la infraestructura del alcantarillado sanitario existente usando la hoja de cálculo PAVCO.</i>	lxxvii
7.1.5.	<i>Actividad 5. Verificar los parámetros de diseño, diámetros de tubería, el tipo de material, velocidades y caudales.</i>	i
7.1.6.	<i>Actividad 6: Analizar los parámetros de diseño hidráulico que no cumplieron con los estándares de la norma.</i>	iii
7.2.	Etapa 2: Proposición de alternativas viables para la optimización o mejoramiento del sistema de alcantarillado para el corregimiento La Mata según la resolución 0330 de 2017 y las modificaciones existentes en la resolución 0799 de 2021.	i
7.2.1.	<i>Actividad 1: Presentación de alternativas de sistema de alcantarillado para el corregimiento La Mata, La Gloria – Cesar según las condiciones actuales de operación.</i>	i
7.3.	Etapa 3: Selección de una alternativa viable tanto técnica como económica, ambiental y buen funcionamiento del sistema de alcantarillado del corregimiento La Mata.	i
7.3.1.	<i>Actividad 1: Ejecución de actividades que conlleven a la determinación de estrategias para la optimización del sistema de alcantarillado sanitario del corregimiento La Mata.</i>	i
8.	Conclusiones.....	1
9.	Recomendaciones	3
	Bibliografía	4
	Anexos	8
	Anexo A: Lista De Chequeo Para Visita A Campo Al Corregimiento De La Mata – La Gloria.	8
	Anexo B: Encuesta A Las Viviendas Objeto De Estudio Del Corregimiento De La Mata – La Gloria... 9	
	Anexo C. Registro fotográfico de la exploración en campo (encuestas y revisión del sistema).	11
	Anexo D. Planos de áreas tributarias del sistema de alcantarillado modificados a según la memoria de diseño para el corregimiento de La Mata, La Gloria – Cesar.	1
	Anexo E. Plano General de Red de Alcantarillado Sanitario con imagen satelital del corregimiento de La Mata, La Gloria – Cesar.	4
	Anexo F. Planos de red de sistema de alcantarillado sanitario del corregimiento de La Mata, La Gloria – Cesar.	5

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Normativa General y específica del aspecto sanitario.	xxx
Tabla 2. Verificación de parámetros de diseño según tipo de diseño de alcantarillado	xl
Tabla 3. Inventario de pozos de inspección para el año 2018.....	l
Tabla 4. Inventario de tramos y diámetros de tubería del sistema de alcantarillado del corregimiento.	liii
Tabla 5. Caudales para el diseño del sistema de alcantarillado para el corregimiento de La Mata, La Gloria – Cesar.	lvii
Tabla 6. Caudales de diseño del sistema de alcantarillado por año para el corregimiento de La Mata, La Gloria – Cesar.	lviii
Tabla 7. Resumen de costos para la optimización del alcantarillado y sistema de tratamiento de aguas residuales del corregimiento La Mata, La Gloria – Cesar.	lix
Tabla 8. Lista de chequeo.	lxvi
Tabla 9. Censos poblacionales del DANE para el departamento del Cesar y municipio de La Gloria ..	lxxviii
Tabla 10. Cálculo de la población futura utilizando el método aritmético para el municipio de La Gloria, Cesar.	lxix
Tabla 11. Cálculo de la población futura utilizando el método geométrico para el municipio de La Gloria, Cesar.	lxx
Tabla 12. Cálculo de la población futura utilizando el método exponencial para el municipio de La Gloria, Cesar.	lxxi
Tabla 13. Cálculo de la población futura utilizando el método Wappaus para el municipio de La Gloria, Cesar.	lxxiii
Tabla 14. Comparación de las proyecciones de la población para el municipio de La Gloria, Cesar según la resolución 1096 de 2002, Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable Y Saneamiento Básico (RAS).....	lxxv
Tabla 15. Proyección de la población para el corregimiento de La Mata, municipio de La Gloria – Cesar.	lxxvi
Tabla 16. Cálculos para determinar información previa para la revisión hidráulica del sistema de alcantarillado del corregimiento La Mata, La Gloria.	lxxviii
Tabla 17. Datos de contribuciones de caudales por unidad de área para el corregimiento de La Mata, La Gloria.....	lxxix
Tabla 18. Memorias de cálculo de caudales de los tramos analizados del sistema sanitario del corregimiento de La Mata, La Gloria.	i
Tabla 19. Memorias de cálculo de perfil hidráulico del sistema sanitario del corregimiento de La Mata, La Gloria.	iv
Tabla 20. Parámetros a analizar de la resolución 0330 de 2017 con la memoria de cálculo de condiciones hidráulicas del sistema de alcantarillado para el corregimiento de La Mata, La Gloria.	i
Tabla 21. Tramos que no cumplen con la fuerza tractiva del sistema de alcantarillado del corregimiento de La Mata, La Gloria.	ii
Tabla 22. Tramos que no cumplen con pendiente mínima y condición de flujo del sistema de alcantarillado del corregimiento de La Mata, La Gloria.	ii
Tabla 23. Tramos con cotas claves inferiores a las permitidas por la normatividad para el corregimiento de La Mata, La Gloria.	ii

Tabla 24. Cambio de parámetros de pendiente mínima, condición de flujo y esfuerzo cortante del sistema de alcantarillado del corregimiento de La Mata, La Gloria.	iv
Tabla 25. Cambio de las cotas claves en los tramos de tuberías a partir de la modificación de la pendiente para el corregimiento de La Mata, La Gloria.	ii
Tabla 26. Memorias de cálculo modificadas de caudales de los tramos analizados del sistema sanitario del corregimiento de La Mata, La Gloria.	i
Tabla 27. Memorias de cálculo modificadas de perfiles hidráulicos de los tramos analizados del sistema sanitario del corregimiento de La Mata, La Gloria.....	iv
Tabla 28. Parámetros de diseño de las redes de alcantarillado convencional de aguas residuales.	i
Tabla 29. Parámetros de diseño de redes de alcantarillado no convencional de aguas residuales.	ii

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación espacial del proyecto referente al municipio de La Gloria.	xxvi
Figura 2. Corregimiento La Mata.	xxvi
Figura 3. Etapas de la metodología de ejecución del proyecto de investigación	xxxiii
Figura 4. Área de construcción considerada para el corregimiento de La Mata, municipio de La Gloria – Cesar, 2018.....	xlvi
Figura 5. Corregimiento La Mata, La Gloria - Cesar, 2018	xlvi
Figura 6. Citación de artículo para el estudio realizado en el año 2018	xlvi

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfico 1. Estado del catastro del corregimiento de La Mata a corte de 2018.....	xlvi
Gráfico 2 Proyección de crecimiento poblacional partiendo del año 2018 a 25 años de periodo de diseño.	xlvi
Gráfico 3. Resultados pregunta 1 de la encuesta.	lxv
Gráfico 4. Resultados pregunta 2 de la encuesta.	lxv
Gráfico 5. Resultados pregunta 3 de la encuesta.	lxvi
Gráfico 6. Resultados pregunta 4 de la encuesta.	lxvi
Gráfico 7. Resultados pregunta 5 de la encuesta.	lxvii
Gráfico 8. Resultados pregunta 6 de la encuesta.	lxvii
Gráfico 9. Resultados pregunta 7 de la encuesta.	lxviii
Gráfico 10. Resultados pregunta 8 de la encuesta.	lxviii
Gráfico 11. Resultados pregunta 9 de la encuesta.	lxix
Gráfico 12. Resultados pregunta 10 de la encuesta.	lxix

Introducción

El ministerio de vivienda, ciudad y territorio ha establecido una serie de planes por las cuales se reglamenta la infraestructura del sistema de alcantarillado tanto sanitario como pluvial en los diferentes municipios de Colombia. Por ello, MINVIVIENDA crea dentro de su gestión en cooperación con las empresas de servicios públicos de acueducto y alcantarillado y las alcaldías de los municipios los llamados Planes Maestros de sistemas de acueducto y alcantarillado, el cual consiste en la utilización de unos lineamientos conceptuales, técnicos, jurídicos y de política necesarios para garantizar la sustentabilidad hídrica y la disposición final de las aguas residuales para su tratamiento respectivo (CAR, 2021). El municipio de La Gloria ubicado en el departamento del Cesar cuenta con un Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado, el cual fue elaborado por la empresa de servicio público del municipio EMPOGLORA; en el que se contemplan diseños, planos, cálculos, proyecciones y demás para todo el municipio, es decir, tanto la zona urbana como rural. Dentro de ese plan maestro se encuentra vinculado el corregimiento de La Mata, el cual, por ser un corregimiento de mayor densidad poblacional según el DANE para el año 2018 con una población de 2204 habitantes cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario domiciliario tanto convencional como no convencional. En dicho corregimiento se constituyeron una serie de obras para la optimización y terminación del sistema de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales a través de las PTARS dentro del marco del plan maestro por parte de la alcaldía de La Gloria – Cesar para el año 2018. (Sarmiento Uribe, 2018).

Ante la situación descrita, se presenta el siguiente proyecto con la finalidad de evaluar las características hidráulicas del sistema de alcantarillado del corregimiento de La Mata – La Gloria, Cesar; en el cual se analiza cada uno de los aspectos hidráulicos por medio de herramientas de cálculos especializadas, conforme a las necesidades a cumplir con el reglamento técnico del MINVIVIENDA (resolución 0330 de 2017). Los resultados de este proyecto permitieron comparar los sistemas de alcantarillados existentes, y según las características topográficas del sistema demostraron que, el mejor sistema sería el de carácter convencional. La falta de información primaria fue una limitación que tuvo el proyecto en su ejecución.

1. Título del proyecto de investigación

EVALUACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
DEL CORREGIMIENTO DE LA MATA DEL MUNICIPIO DE LA GLORIA, CESAR.

2. Planteamiento y formulación del Problema

2.1. Descripción del problema

La contaminación actual que se vive en el mundo, es uno de los limitantes más fuertes y más directos sobre el deterioro de la calidad de los vertimientos naturales y el recurso hídrico con el que se cuenta para el abastecimiento de las necesidades constantes del hombre. La industrialización, el desarrollo de actividades agrícolas, la falta de conciencia humana y la producción de residuos domésticos a diario son los influyentes directos en el cambio de la composición biológica del agua. En la actualidad es importante y de suma necesidad el tratamiento de las aguas residuales antes de su vertimiento, las cuales están afectando los cauces de los ríos y puntos de abastecimiento natural de agua, siendo insuficientes hoy en día los sistemas de recolección y tratamiento posterior (Parra & Arbelaez, 2017).

El crecimiento de la población en las últimas dos décadas y la deficiencia hidráulica en la red de alcantarillado sanitario, han traído como consecuencia la poca capacidad y calidad de servicio de las redes del corregimiento La Mata ubicado en el municipio de la Gloria, así como el colapso de los buzones existentes.

Es así como en el sistema de alcantarillado sanitario, se evidencian múltiples deficiencias, tales como la existencia del tubo madre sin conexión a la acometida, manjoles sin conexión entre sí y existencia del registro domiciliario, pero sin acometida, lo cual genera un descontento acentuado en la población (Semanao La Calle , 2018)

En años anteriores la Administración Municipal hizo la contratación de un proyecto para abordar estas problemáticas, no obstante, aún no se han logrado subsanar las mismas, ya que las obras están inconclusas, no hay cobertura del sistema y persiste la inexistencia de un punto de descargar final. Sin contar con que las estructuras previamente existentes ya presentan desgastes por antigüedad, adicionalmente hay zonas que presentan un nivel freático alto, conllevando a que excavaciones del sector permanezcan llenas de agua.

Al encontrarse suspendidas dichas obras, la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales no se ha finalizado, desencadenando todo tipo de problemáticas para la comunidad, especialmente, de salud pública dado a la gran cantidad de bacterias y hongos contenidas en las aguas residuales que no se tratan de manera adecuada (Parra, Niño, & Diaz, 2008).

Consecuentemente, existe la necesidad de evaluar la red de alcantarillado de este corregimiento, principalmente debido a que se ha evidenciado deficiencias hidráulicas; esta metodología será de utilidad para la empresa prestadora de servicios y gobierno local, para evaluaciones futuras de redes de alcantarillado; además de realizar una identificación y caracterización para el buen funcionamiento de redes de alcantarillado sanitario.

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente proyecto está orientado a realizar una evaluación hidráulica y diagnóstico del sistema, en la cual se revisará la infraestructura existente en cuanto sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales existentes en el corregimiento para a partir de allí formular el diseño hidráulico necesario para lograr optimizar el funcionamiento hidráulico de estos sistemas, buscando aumentar de manera ostensible el indicador de cobertura de este servicio. Para ello, se priorizarán las actividades que conlleven a la terminación de las obras inconclusas del sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales del corregimiento La Mata, contemplando la opción que resulte técnicamente más eficiente al menor costo posible.

De esta manera se proporcionará al municipio un documento actualizado del inventario de sus redes, donde se establezca claramente los elementos que lo componen, ubicación, pendientes, material, diámetro, su estado actual y adicionalmente se verifique el cumplimiento de los criterios de diseño establecidos.

2.2. Formulación del Problema

¿Cuáles son los componentes necesarios para el funcionamiento del alcantarillado sanitario del corregimiento de La Mata, municipio de La Gloria?

3. Justificación

Un sistema de alcantarillado es de vital importancia en cualquier población, toda persona demanda recursos y produce cierta cantidad de residuos, los cuales deben ser tratados técnicamente para evitar un impacto significativo. Mediante una red de alcantarillado se puede recolectar, evacuar y dar una adecuada disposición final a los residuos generados.

El desarrollo de esta investigación logrará determinar el estado actual de la infraestructura para la elaboración de estudios de cada uno de los componentes del sistema de alcantarillado, la presentación de alternativas para la adecuación y su correcto funcionamiento, la articulación del proyecto de alcantarillado con los planes o esquemas de ordenamiento territorial, los planes de manejo ambientales, regionales y sectoriales; diagnósticos y evaluaciones del sistema de alcantarillado existente, así como actividades preliminares como: diagnóstico de la situación del corregimiento, determinación de la población afectada, características socio-culturales, participación comunitaria y cuantificación de la demanda y/o necesidades.

El alcance puntual de la investigación es definir desde un punto de vista técnico y económico la alternativa más viable bajo los parámetros establecidos en la resolución 0330 del 8 de junio de 2017 y el título D – 2016 del RAS, para lograr un pleno funcionamiento de los sistemas en mención, garantizar un servicio continuo y brindar una mejor calidad de vida a la población.

De esta forma, la comunidad será beneficiada por la ejecución del presente proyecto, ya que la calidad de vida podrá mejorar notablemente al contar con una red de alcantarillado que cumpla con sus funciones óptimamente y evitará múltiples problemáticas a nivel de salud para la población a las que actualmente se encuentran expuestos dadas las condiciones sanitarias en el corregimiento.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Evaluar hidráulicamente el Sistema de Alcantarillado Sanitario del Corregimiento de La Mata del Municipio de La Gloria, Cesar.

4.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico del sistema de alcantarillado según la resolución 0330 de 2017 en el corregimiento La Mata, teniendo en cuenta población afectada, características socioculturales y participación ciudadana.
- Proponer alternativas viables para la optimización o mejoramiento del sistema de alcantarillado para el corregimiento La Mata según la resolución 0330 de 2017 y las modificaciones existentes en la resolución 0799 de 2021.
- Seleccionar una alternativa viable tanto técnica como económica, ambiental y óptima para el funcionamiento del sistema del corregimiento La Mata.

5. Marco Referencial

5.1. Antecedentes De La Investigación

Se presenta a continuación, referencias bibliográficas relacionadas con la temática de la investigación presente, el cual se vincula con la evaluación del sistema de alcantarillado para la zona objeto de estudio; algunas referencias son:

Torres, J. & Lainez P. (2019) en su investigación titulada *Evaluación Del Sistema De Abastecimiento De Agua Y Alcantarillado De La Localidad De Vista Hermosa – Distrito De Ocumal – Provincia De Luya – Amazonas*. El sistema existente ha sido construido e instalado por la población de la localidad de Vista Hermosa sin dirección técnica, es por ello que en la municipalidad distrital de Ocumal se pretende dar una solución a través de los parámetros técnicos de diseño para el mejoramiento de dicho sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado, con la finalidad de mejorar las condiciones de salubridad y saneamiento básico.

Tavera Ortiz, E. (2018) en su estudio titulado *Diagnóstico Funcional Al Sistema De Alcantarillado Del Municipio De Soatá Boyacá*. Se establece como alcance la realización del diagnóstico y la elaboración de un manual técnico de recomendaciones para el sistema de alcantarillado del municipio de Soata, Boyacá en el cual se tienen en cuenta los parámetros establecidos en la Resolución 0330 de junio de 2017. Se plantearán diferentes alternativas que ofrezcan un mejoramiento técnico, incluyendo las recomendaciones para adecuaciones o mantenimientos de los sistemas de aguas residuales y aguas lluvias y con esto garantizar la calidad del servicio para la comunidad, minimizando riesgos provenientes del sistema de alcantarillado.

Martinez Rojas, G. & Velandia Suan, J. (2017) en su investigación titulada *Evaluación Del Funcionamiento Hidráulico Del Alcantarillado Pluvial Del Barrio Tunjuelito, Según La Variación De Los Niveles Del Río Tunjuelo, Mediante SWMM*.

El sistema de alcantarillado pluvial del barrio Tunjuelito, conforme a los análisis realizados, no está en la capacidad hidráulica para evacuar las aguas en un evento de lluvia, esto a razón del rebose generado en el mayor porcentaje de pozos y la condición de sobrecarga de la totalidad de la red. Se considera que para que trabajen los colectores pluviales, se deben generar cambios de

diámetros en las tuberías, con el fin de generar la capacidad para transportar los caudales de las áreas aferentes analizadas.

Barros Campo, A. (2017) en su tesis titulada *Revisión Del Diseño Y La Construcción Del Sistema De Alcantarillado Sanitario De La Cabecera Del Municipio El Reten - Magdalena*. El propósito es determinar el cumplimiento del reglamento técnico de agua potable y saneamiento básico (RAS 2000) en la construcción del sistema de alcantarillado sanitario en la cabecera del municipio EL RETEN MAGDALENA, se ha visto la necesidad de realizar un estudio que determine la situación de la zona para mejorar la salubridad de los habitantes del sector. Con la ejecución y operación de este proyecto se generará aumento en las plazas de empleo, se eliminarán los pozos sépticos, malos olores, y enfermedades, y también se reducirán los gastos económicos en los presupuestos familiares por conceptos de pagos médicos.

Cortes Booder, L. & Suarez Lozano, K (2015) en su investigación titulada *Evaluación Y Diagnóstico De La Red De Saneamiento Básico Sanitario Del Centro Poblado De Reventones Municipio De Anolaima De Acuerdo Con Los Criterios Del RAS 2000*. Se requiere la evaluación y diagnóstico del sistema, proporcionando así al municipio un documento actualizado del inventario de sus redes, donde se establezca claramente los elementos que lo componen, ubicación, pendientes, material, diámetro, su estado actual y adicionalmente se verifique el cumplimiento de los criterios de diseño establecidos en el título D de la RAS-2000. Con lo anterior se logrará entregar al municipio un documento que sirva de estudio previo para futuros proyectos de ampliación o mantenimiento de la red de alcantarillado.

5.2. Marco Teórico

5.2.1. Alcantarillado

Se denomina alcantarillado, red de saneamiento o red de drenaje al sistema de estructuras y tuberías usado para la recogida y transporte de aguas residuales, industriales y aguas lluvias de una población desde el lugar en que se generan hasta algún cuerpo de agua o corriente. Las redes de alcantarillado generalmente son estructuras hidráulicas compuestas de colectores y tuberías que

trabajan a presión atmosférica, o por gravedad, son pocos los casos en los que trabajan a presión o por vacío, los conductos pueden ser de sección circular, oval o compuesta la mayoría de las veces enterrados bajo las vías públicas (Penagos, 2015).

Las primeras redes de alcantarillado datan del siglo XIX en Europa y surgieron como respuesta a los problemas de tipo sanitario que se presentaban en las ciudades en esa época y que generaban problemas en la salud de la población, para esta época la mayoría de las ciudades europeas contaban ya con un sistema de recolección de aguas lluvias lo cual facilito el tratamiento y la implementación de los sistemas desde las viviendas conectándolos así y habilitando un sistema de alcantarillado de tipo unitario en la mayoría de estas ciudades (Romero & Zapata, 2018).

Los componentes de un sistema de alcantarillado están divididos en: pluvial, sanitario y disposición final de las aguas tratadas (Alfaro, Carranza, & Gonzalez, 2012).

El alcantarillado pluvial tiene como componentes: cunetas, colectores secundarios, colectores principales, pozos de inspección y disposición final de agua de lluvia, en cuanto al alcantarillado sanitario está compuesto por colectores terciarios (tuberías de pequeño diámetro los cuales se conectan a acometidas domiciliarias), los colectores secundarios, son las tuberías que recogen las aguas de los terciarios y los conducen a los colectores principales y se sitúan enterradas en las vías públicas, los colectores principales, son tuberías de gran diámetro, situadas generalmente en las partes más bajas de las ciudades, y transportan las aguas servidas hasta su destino final; los pozos de inspección, son cámaras verticales que permiten el acceso a los colectores, para facilitar su mantenimiento (Arevalo, Garzon, & Real, 2015).

5.2.1.1. Componentes de un sistema de alcantarillado. Los componentes principales descritos en el sentido de circulación del agua, son:

- **Las acometidas**, que son el conjunto de elementos que permiten incorporar a la red las aguas vertidas por un edificio o predio.

A su vez se componen usualmente de:

- Una **caja de inspección de arranque**, situada ya en el interior de la propiedad particular, y que separa la red de saneamiento privada del alcantarillado público; un albañal, conducción enterrada entre esa arqueta de arranque y la red de la calle; y un entronque, entre el albañal y la red de la vía, constituido por una arqueta, pozo u otra solución técnica.
- Las **alcantarillas** (en ocasiones también llamadas «colectores iniciales, secundarios, terciarios»), conductos enterrados en las vías públicas, de pequeña sección, que transportan el caudal de acometidas hasta un colector.
- **Los colectores** (o «colectores secundarios»), que son las tuberías de mayor sección, frecuentemente visitables, que recogen las aguas de las alcantarillas las conducen a los colectores principales. Se sitúan enterrados, en las vías públicas.
- Los **colectores principales**, que son los mayores colectores de la población y reúnen grandes caudales, hasta aportarlos a su destino final o aliviarlos antes de su incorporación a un emisario.
- Los **emisarios interceptores** o simplemente **interceptores**, que son conducciones que transportan las aguas reunidas por los colectores hasta la depuradora o su vertido al medio natural, pero con su caudal ya regulado por la existencia de un aliviadero de tormentas.

Otros elementos complementarios

- **Estaciones de bombeo:** como la red de alcantarillado trabaja por gravedad, para funcionar correctamente las tuberías deben tener una cierta pendiente, calculada para garantizar al agua una velocidad mínima que no permita la sedimentación de los materiales sólidos transportados. En ciudades con topografía plana, los colectores pueden llegar a tener profundidades superiores a 4 - 6 m, lo que hace difícil y costosa su construcción y complicado su mantenimiento. En estos casos puede ser conveniente intercalar en la red estaciones de bombeo, que permiten elevar el agua servida a una cota próxima a la cota de la vía (Arevalo, Garzon, & Real, 2015).

- **Líneas de impulsión:** tubería en presión que se inicia en una estación de bombeo y se concluye en otro colector o en la estación de tratamiento (Sarmiento & Silva, 2017).
- **Depósitos de retención o también pozos o tanques de retención:** estructuras de almacenamiento que se utilizan en ciertos casos donde es necesario laminar las avenidas producidas por grandes tormentas, allí donde no son raras (depósitos, tanques o pozos de laminación, o arcas de expansión); y donde es necesario retener un cierto volumen inicial de las lluvias para reducir la contaminación del medio receptor (depósitos, tanques o pozos de tormentas) (Zambrano, 2017).

5.2.2. Clasificación del sistema de alcantarillado

Como es entendido, los sistemas de alcantarillados se clasifican en convencionales y no convencionales:

- **CONVENCIONAL:** son sistemas con tuberías de grandes diámetros que permiten gran flexibilidad en la operación del sistema atendiendo a densidad de población (presente y futura) (Penagos, 2015).
- **NO CONVENCIONAL:** aquel que conduce simultáneamente las aguas residuales y lluvias; son sistemas poco flexibles que requieren una mayor definición y control de los caudales. Teniendo en cuenta que para la vía objeto de análisis el tipo de alcantarillado a utilizar depende de las características de tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto y debe garantizar un mejor funcionamiento hidráulico, tanto en tiempo de sequía como en épocas de lluvia (Penagos, 2015).

5.2.2.1. Componentes de redes de colectores de un sistema de alcantarillado. Un sistema de alcantarillado en base a redes de colectores, está compuesto por los siguientes elementos principales, detallado en el sentido de escurrimiento de las aguas servidas (residuales o negras) (Penagos, 2015):

- A. Instalaciones al interior de la vivienda**, corresponden a los artefactos y cañerías que permiten recoger y evacuar las aguas servidas (denominadas también residuales o grises) y excretas del interior de la vivienda. Estas obras son costeadas normalmente por las familias al conectarse al sistema de redes de alcantarillado, lo cual constituye para aquellas de bajos ingresos una dificultad que normalmente no pueden salvar con sus propios medios. Además, la baja tasa de conexión genera problemas operacionales del sistema de redes ya que se necesitan caudales mínimos para el denominado "auto lavado" de las redes.
- B. Unión domiciliaria (U.D.) o conexión**, es la tubería que une la red principal, que pasa frente a la vivienda, con las instalaciones interiores de la vivienda, la cual permite evacuar las aguas servidas y excretas provenientes de la misma hacia la red de colectores.
- C. Las redes de colectores** son por lo general, tuberías enterradas que conducen gravitacionalmente las aguas servidas y excretas hacia emisarios o colectores interceptores. Cuando las condiciones topográficas de la localidad lo exigen es necesario instalar estaciones de bombeo de las aguas servidas.
- D. Los emisarios** son tuberías de mayor diámetro que las redes y están destinados a recolectar todas las aguas servidas de la localidad o sectores de la misma y transportarla al lugar de disposición final. Igual finalidad cumplen los denominados colectores interceptores.
- E. Finalmente, las aguas recolectadas son evacuadas a los cursos** (ríos, esteros, canales, otros escurrimientos de superficie) o cuerpos receptores (lagunas, lagos, mar), para lo cual previamente se deben someter las aguas a un tratamiento de manera de dejarlas aptas para usos posteriores del curso o cuerpo receptor.

5.2.2.2. Tanque séptico. Una Fosa Séptica o Tanque Séptico, es en esencia un contenedor para las descargas de aguas residuales domiciliarias de lugares donde no se cuenta con la posibilidad de conectarse a un sistema de drenaje. El efluente de la fosa se envía al subsuelo a través de un sistema de absorción. Existen de diversas

configuraciones y materiales, en resumen, debe constar de (Romero & Zapata, 2018):

- **Entrada de las aguas residuales:** Básicamente es por donde las aguas residuales llegan a la zona del tratamiento en sí, debe permitir el flujo adecuado, reducir las oscilaciones y movimientos provocados por el flujo de entrada.
- **Cámara:** Es donde se realiza la separación de sólidos por decantación y la digestión de los mismos por medio de los microorganismos que allí existen. Salida de líquido: Como su nombre lo indica permite la salida de los líquidos, debe tener la forma de prevenir la salida de los flotantes.
- **Acceso:** Es importante que cuente con una forma de acceso, que permita la recolección de los lodos digeridos, ya que es necesario retirar los mismos de la fosa, así como acceso para inspección de la misma.
- **Tubo de ventilación:** Permite el escape de los gases producidos por la digestión de los materiales orgánicos por los microorganismos. Es recomendable tener tubo de ventilación, sin embargo, puede funcionar sin este, aunque la acumulación de gases, incluidos algunos explosivos como el metano, puede ser un inconveniente al momento de realizar una inspección u otra actividad.
- **La Fosa Séptica puede ser de 1, 2 o 3 cámaras o compartimentos,** la mejor eficiencia se obtiene con una fosa de 3 cámaras o compartimentos, sin embargo, el costo es mayor. Algunas compañías fabrican fosas sépticas en diversos materiales, como fibra de vidrio, concreto, y algunos plásticos, en la mayoría de los casos son prefabricadas, así que se puede reducir el tiempo de instalación, y posiblemente el costo.

5.3.Marco Conceptual

Acometidas de alcantarillado: Derivación que parte de la caja de inspección domiciliaria, y llega hasta la red secundaria de alcantarillado o colector (Decreto 229 , 2002)

Aguas Residuales: Las aguas residuales son aquel tipo de agua con presencia de diversos agentes contaminantes como consecuencia del accionar del hombre en la cotidianidad, disponen de sustancias residuales provenientes del ámbito doméstico, industrial, agua de lluvia, y la típica

infiltración de agua en el terreno, las cuales resultan nocivas para los seres vivos (Fibras y Normas de Colombia S.A.S., s.f.).

Alcantarillado combinado: transporta por la misma tubería aguas residuales sanitarias (líquidos y residuos sólidos provenientes de residencias, edificios comerciales, complejos industriales, etc.) y aguas superficiales/pluviales (Castiblanco & Díaz, 2017).

Alcantarillado Pluvial: está constituido por una red de conductos, estructuras de captación y complementarias. Su objetivo es el manejo, control y conducción de las aguas pluviales que caen sobre las cubiertas de las edificaciones, sobre las calles y avenidas, evitando con ello su acumulación o concentración y drenando la zona a la que sirven (Zagaceta, 2019).

Alcantarillado Sanitario: tiene el propósito de transportar las aguas residuales generadas por las actividades humanas, mayoritariamente domésticas. No obstante, a este sistema pueden entrar aguas residuales provenientes de otras actividades como las comerciales, industriales y algunas no controladas como las infiltraciones (Ramirez, 2016).

Colector: Su función es captar todos los aportes provenientes de subcolectores, atarjeas y descargas domiciliarias para conducir las hasta la parte de la zona urbana donde se dará inicio al emisor. Es el conducto troncal que da el sentido del escurrimiento (Cabañas, Miranda, & López, s.f.).

Conexión domiciliaria: Tubería que transporta aguas residuales y/o aguas lluvias, desde la caja domiciliaria hasta un colector secundario (Emserchía, s.f.).

Emisor o Emisario: Es el conducto comprendido entre el final de la zona urbana de una localidad y el sitio de vertido, o en su caso, planta de tratamiento. El emisor solo recibe aportes de aguas residuales provenientes del colector o colectores, por lo que su función es transportar la totalidad de las aguas captadas por el resto de la red de alcantarillado (Cabañas, Miranda, & López, s.f.).

Interceptor: Es un conducto abierto o cerrado que intercepta o desvía aguas pluviales, aliviando problemas que ponen a la población en peligro (Cabañas, Miranda, & López, s.f.).

Pozos de inspección: Son cámaras verticales que permiten el acceso a las alcantarillas y colectores, para facilitar su mantenimiento (Barbosa, García, & García, 2013).

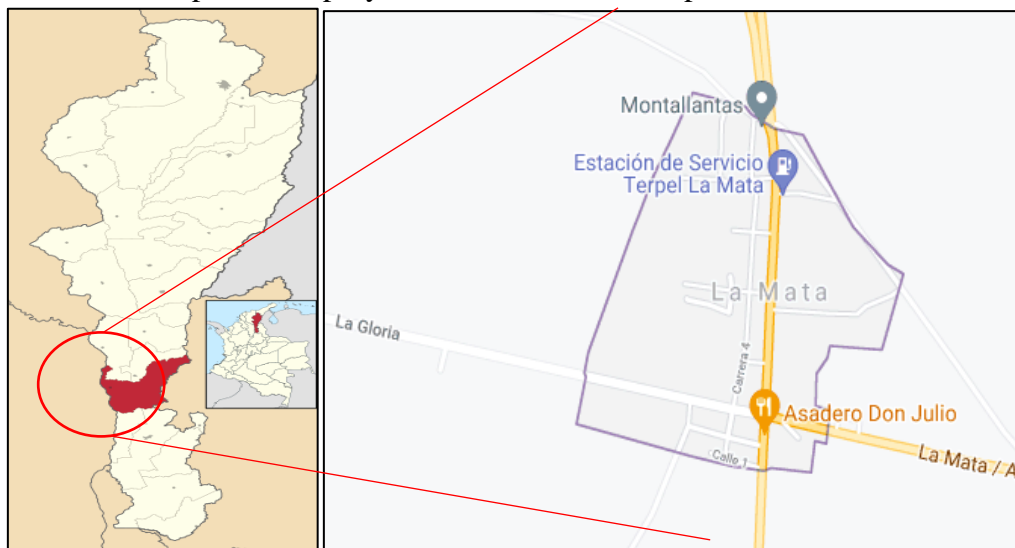
Red de colectores: Son las tuberías de diámetro mínimo dentro de la red, que se instalan a lo largo de los ejes de las calles de una localidad, y sirven para recibir los aportes de las descargas domiciliarias de las casas o edificios (Cabañas, Miranda, & López, s.f.).

Sitio de Vertido o Descarga: Sitios donde una vez sometidas a tratamiento, las aguas residuales podrán ser vertidas, como corrientes naturales (arroyos, ríos, lagos o mar) o en su caso usarlas para riegos agrícolas, de parques y jardines, o canalizarlas a industrias (Alfaro, Carranza, & Gonzalez, 2012).

Subcolector: Son los conductos que reciben los aportes de aguas residuales provenientes de las atarjeas o cabeceros, y por lo tanto tienen un diámetro mayor. Son los que entregan las aguas residuales al colector (Berrios & Cervantes, 2015).

5.4.1. Localización del proyecto.

Figura 1. Ubicación espacial del proyecto referente al municipio de La Gloria.



Nota: tomada en Google Maps, 2021 y modificada por autores.

Figura 2. Corregimiento La Mata.



Nota: tomada de Google Earth, 2021

El municipio de La Gloria surge en 1860 con el nombre de Belén Belén, bajo la jurisdicción del entonces municipio de Simaña, como un pequeño caserío ribereño, articulado a la red de apoyo

y aprovisionamiento del sistema de transporte de pasajeros y carga que operaba por el río Magdalena en barcos de vapor, y posteriormente al transporte ferroviario. En 1888 se le da el reconocimiento de la categoría de municipio por parte de la Asamblea Departamental del Magdalena, mediante ordenanza 004 del 24 de julio. El municipio se encuentra ubicado al sur occidente del departamento del Cesar. En la zona de la cordillera Oriental y el valle del Magdalena Medio. El ecosistema que más predomina es el bosque seco tropical, donde la mayor parte se encuentra alterada por las actividades antrópicas. (Consejo Municipal Para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2012)

El municipio se caracteriza por ser la conexión entre el departamento Cesar y el Sur de Bolívar. Los viajeros de esta región de Bolívar deben cruzar el Río Magdalena especialmente desde el Municipio Regidor, llegar a esta población y así poner tomar la carretera Ruta del Sol (Colombia) ubicada en el Corregimiento La Mata. (Alcaldía de La Gloria, 2020)

5.4.1.1.Límites del municipio. El Municipio de La Gloria limita por el Norte con los municipios de Tamalameque y Pelaya, por el Este con el departamento de Norte de Santander, por el Sur con Aguachica y Gamarra y por el Oeste con el departamento de Bolívar. (Consejo Municipal Para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2012)

Extensión total: 1665.77 km²

- **Extensión área urbana:** 789 km²
- **Extensión área rural:** 876.77 km²
- **Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar):** presenta una zona plana y de ladera que van de los 50 msnm a 1500 msnm.
- **Temperatura media:** 28 °C y la temperatura máxima se registra en el mes de octubre con valores superiores a 30 °C
- **Distancia de referencia:** su cabecera se localiza en la margen oriental del río Magdalena, a los 08° 37' 22" de latitud norte y 73° 48' 30" de longitud oeste. Con una precipitación media anual de 1.593 mm. Dista de Valledupar, capital del departamento del Cesar, 268 km.

5.4.1.2. Demografía. Según cifras proporcionada por la Gobernación del Cesar, el municipio de La Gloria cuenta con una población de aproximadamente 12.760 habitantes para el año 2019 compuesto por el 51.9% de sexo masculino y 48.1% del sexo femenino (Gobernación del Cesar, 2019)

5.4.1.3. Ecología. La Gloria – Cesar, es un municipio en toda su extensión rica en Recursos Hídricos principalmente el río Magdalena, en su configuración hidrológica el municipio está influenciado por cuatro microcuencas que drenan a la hoya hidrológica del Magdalena, por lo general estas microcuencas (quebrada: Simaña, Besote, San Marcos Y Caño Ávila) ejercen un control litológico sobre las trece ciénagas antes de llegar a su desembocadura final. En lo que hace referencia las cuencas hidrográficas son de importancia la quebrada de Simaña, cuaré, singlarare, san Juan, besote, la virgen, y los caños Ávila, las pita, alonso, payares los cuales están sedimentadas y deforestada originando consecuencia en verano de pérdida de retención de agua y en invierno desbordamiento que afectan los diferentes cultivos de la región. (Alcaldía de La Gloria, 2020)

5.4.1.4. Economía. El desarrollo económico y productivo del Municipio de la Gloria está basado en el sector agropecuario y pesquero y este de los supuestos básicos que redunda en población vulnerable, acceso a líneas de crédito a través de FINAGRO y el bajo problema de orden público. Existe aproximadamente unos 2000 pequeños productores y 480 pescadores, los cuales están asociados, pero carecen de gestión y liderazgo ausencia estatal en la prestación del servicio de asistencia técnica al que tienen derecho. El comercio informal es una de las principales actividades económicas en el Municipio; aunque esta se encuentre a baja escala, pero la hace importante por su estrecha relación con los municipios del sur del departamento de Bolívar; ya que les brinda suministro de mercancías y productos de primera necesidad. (Alcaldía de La Gloria, 2020)

5.4.2. *Corregimiento La Mata*

El corregimiento La Mata tiene una extensión de 67.11km²; está conformada por las veredas de El Trapiche, Gobernador, Los Cacaos, Caño Alonso, Meléndez y La Estación. (Consejo Municipal Para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2012).

Este corregimiento se encuentra ubicado a unos 23 Km del casco urbano principal del municipio, sobre la vía principal nacional que conecta el centro con la costa colombiana, convirtiéndose en un punto obligado de paso para todos los vehículos que transitan hacia el norte del país. (Sarmiento Uribe, 2018)

Es un corregimiento con características propias de estratos menos favorecidos, donde la gente genera su sustento diario de unos pocos negocios en el sector, y algunas personas que devengan salarios por jornales en sectores cercanos. Presenta dificultades en la prestación de los servicios públicos, y requiere la ayuda estatal para superar algunos inconvenientes de infraestructura básica requerida. (Sarmiento Uribe, 2018)

5.4.2.1. Viviendas. Según el censo poblacional, para el año 2018, la cantidad de viviendas existentes en el corregimiento de La Mata – La Gloria son de aproximadamente 606 viviendas. (Sarmiento Uribe, 2018)

5.4.2.2. Centros institucionales. Dentro de los centros institucionales del corregimiento de La Mata – La Gloria, se encuentran:

- **Puesto de Salud La Mata.** Presta los servicios de medicina general dos veces por semana, su dotación es eficiente y su infraestructura está en mal estado. (Consejo Municipal Para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2012)
- **Institución educativa Nuestra Señora del Carmen.** Presta los servicios de educación básica primaria, secundaria y media; cuenta con unas sedes mixtas en las veredas: Escuela Rural Mixta Caño Alonso, Escuela Rural Mixta Meléndez, Escuela Demostrativa El Trapiche, Escuela Rural Mixta El Gobernador. (Consejo Municipal Para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2012)

5.4.2.3. Demografía. El corregimiento de La Mata del municipio de La Gloria – Cesar cuenta con una población de aproximadamente 2204 habitantes según el censo poblacional para el año 2018 (Sarmiento Uribe, 2018).

5.4.2.4. Datos generales del sistema de alcantarillado. El sistema de alcantarillado propuesto para el corregimiento de La Mata, presenta las siguientes características (Sarmiento Uribe, 2018):

- Tiene un total de 127 tramos de alcantarillado entre tuberías de 8” y 10”, en una longitud total estimada de 7809 metros
- El sistema de alcantarillado tendría un total de 129 pozos de alcantarillado.
- El sistema de alcantarillado requiere un paso de la vía nacional, para llevar las aguas servidas del sector oriental al sector occidental del corregimiento, donde se ubicaría el único sistema de tratamiento.
- En términos generales, la topografía del sector es muy plana.

5.5. Marco Legal

Figura 3. Normativa General y específica del aspecto sanitario.

NORMATIVA GENERAL Y ESPECÍFICA	
Constitución Política de Colombia Artículo 366/1991	El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable.
Ley 09/ 1979	Código Sanitario Nacional.
Decreto 1076/2015	Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible.
Resolución 0330 de junio 8 de 2.017 o RAS-2017.	Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y pluviales.

NORMATIVA GENERAL Y ESPECÍFICA

RESOLUCIÓN

631 de 2015

Contempla los nuevos valores límites máximos permisibles para vertimientos puntuales por parte de aguas residuales domésticas y aguas residuales de los prestadores de servicio público de alcantarillado a cuerpos de aguas superficiales.

RAS 2016 Titulo

D.

Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y aguas lluvias.

Decreto 901/1997

Se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se establecen las tarifas de estas.

**Decreto 849 de 30
de abril/ 2002**

Determina la destinación de los recursos de propósito general y establece un porcentaje de destinación específica para el sector de agua potable y saneamiento básico. Que dichos recursos se destinarán al desarrollo de las competencias asignadas a los municipios y distritos en agua potable y saneamiento básico.

**Decreto 190 de
2004**

Se conciben los planes maestros como instrumentos estructurantes del primer nivel de jerarquización, mediante los cuales se establecen los objetivos, políticas y estrategias de largo plazo, estableció por Decreto el contenido mínimo del Plan maestro para el Sistema de Acueducto y Alcantarillado.

**Decreto 3930 de
2010**

Establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el Ordenamiento y los vertimientos al recurso hídrico, suelo y alcantarillados.

6. Marco Metodológico

6.1.Línea y Sublínea de Investigación

La línea de investigación del presente estudio corresponde a la Gestión Ambiental Y Sostenibilidad Ambiental; por su parte, la sublínea de investigación del proyecto corresponde a la Gestión Integral del Recurso Hídrico.

6.2.Tipo de Investigación

En la evaluación hidráulica de un sistema de alcantarillado sanitario, se integran factores geográficos, sociales ambientales y poblacionales, donde se debe analizar la situación pasada, actual y futura de tal manera que se pueda evidenciar el estado real de las condiciones particulares de la zona de estudio, con el fin de obtener alternativas para su optimización. Por esta razón el tipo de investigación del presente proyecto se ubicó dentro de una investigación descriptiva, ya que esta se emplea cuando el objetivo es el de detallar cómo son y cómo se manifiestan fenómenos, situaciones, contextos y eventos (Hernández, Fernández y Batista, s.f.).

6.3.Nivel de Investigación

La investigación es de nivel explicativo, ya que se plantearon los problemas y necesidades que presenta la población del corregimiento La Mata en cuanto a la evacuación de las aguas servidas, analizando las condiciones de la zona de estudio y relacionándolas con los beneficiarios directos. En el nivel explicativo de investigación se pretendió establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos que se estudian, tal como afirman Hernández, Fernández y Batista (s.f.).

6.4.Población de Estudio

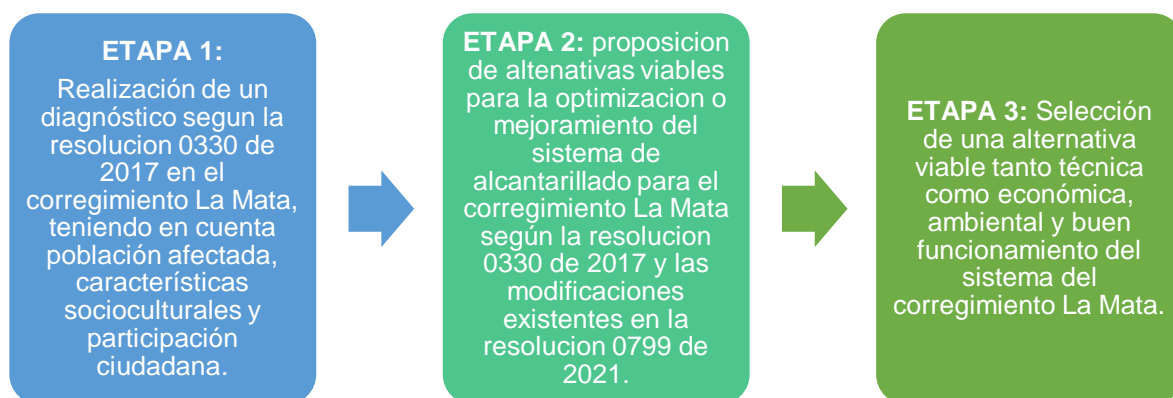
La población de estudio correspondió a los habitantes residentes del corregimiento de La Mata del municipio de La Gloria, departamento del Cesar.

La muestra de estudio correspondió al sistema de alcantarillado del corregimiento de La Mata del municipio de La Gloria – Cesar compuesto de 606 viviendas y 2 instituciones.

6.6.Desarrollo Metodológico

Para el desarrollo metodológico de la evaluación hidráulica del sistema de alcantarillado sanitario del Corregimiento De La Mata del municipio de La Gloria – Cesar fueron contempladas 3 etapas de las cuales se describen en la siguiente gráfica:

Figura 4. Etapas de la metodología de ejecución del proyecto de investigación



6.6.1. Etapa 1: Realización de un diagnóstico según la resolución 0330 de 2017 en el corregimiento La Mata, teniendo en cuenta población afectada, características socioculturales y participación ciudadana.

6.6.1.1.Actividad 1: revisión de información secundaria sobre planos, proyectos de sistemas de alcantarillado realizado en el corregimiento. Para la verificación del estado actual del sistema de alcantarillado del corregimiento, se realizó una búsqueda de información secundaria relacionada con el estado de los proyectos de sistemas de alcantarillado y/o los planes maestros de alcantarillado y PTARS formulados, ejecutados y/o evaluados dentro del corregimiento. En este caso se buscará el apoyo de la alcaldía de La Gloria, específicamente en la secretaría de

obras públicas y de la empresa de servicios públicos del municipio EMPOGLORIA con la intención de recolectar dicha información. En ella se analizará:

- Planos de alcantarillado del corregimiento
- Condiciones del terreno en topografía
- Cobertura del sistema de alcantarillado
- Tipo de sistema de alcantarillado
- Memorias de cálculo hidráulico del sistema de alcantarillado
- Proyección futura del sistema de alcantarillado
- Población actual y demanda neta de agua potable
- Cantidad de viviendas e instituciones con cobertura del sistema de alcantarillado
- Mantenimiento, control y verificación de condiciones sanitarias de operación
- Emisario final

6.6.1.2. Actividad 2: exploración a campo para analizar el sistema de alcantarillado del municipio. Para esta actividad, se contempló una serie de visitas a campo al corregimiento de La Mata, en aras de verificar y evaluar la información entregada por parte de las entidades municipales y de prestación de servicio. Esto se hizo con la intención de saber con certeza el impacto del sistema de alcantarillado en la zona de estudio, en el que incluyó el estado del servicio y funcionamiento.

Durante la visita a campo, se tuvo en cuenta los planos presentados por parte de las entidades para realizar su recorrido, en donde se plasmó las observaciones en una lista de chequeo (ANEXO A). En este recorrido, se tomaron registros fotográficos de las condiciones del sistema, datos de georreferenciación a través de aplicativos digitales y características físicas de la zona explorada.

Además, durante el recorrido, se realizó una serie de encuestas a los pobladores sobre su percepción en cuanto a la prestación del servicio de alcantarillado (ANEXO B); se aplicarán estas encuestas a una muestra representativa de viviendas del corregimiento. Para establecer la muestra representativa de viviendas se usará la siguiente ecuación:

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha}^2 * N * \sigma^2)}{(N - 1) * E^2 + Z_{1-\alpha}^2 * \sigma^2} \quad (1)$$

$$n = \frac{((1,96)^2 * 606 \text{ viviendas} * 0,2)}{(30 \text{ apto} - 1) * (0,056)^2 + (1,96)^2 * 0,2}$$

$\sigma^2 = 0,2$ desviacion estandar
 $N =$ numero total de poblacion
 $E = 0,056$ error permisible
 $Z_{1-\alpha}^2 = 1,96$ confianza 95%
 $\sigma^2 = 0,2 ; N = 606$ viviendas
 $E = 0,056$
 $Z_{1-\alpha}^2 = 1,96$

$n \cong 175$ viviendas

Ecuación 1. Fórmula para determinar muestra de estudio del sector

Fuente: (Aguilar Barojas, 2005)

La selección de las viviendas fue a criterio de las observaciones que los investigadores realicen en el área de estudio. Tanto la encuesta como la lista de chequeo fueron analizadas y tabuladas en hojas de cálculo Excel.

6.6.1.3. Actividad 3: Cálculo de la población del corregimiento La Mata – La Gloria

para el diseño de alcantarillado a evaluar. Se valoró la proyección urbana de habitantes, posterior a lo cual se definió el periodo de diseño el cual según la normativa es de 25 años. Para la proyección de la población se usó la metodología propuesta por el RAS 2012 en su título B inciso 2.4.3. Proyección de la población en donde se tendrán en cuenta el último censo poblacional de DANE del corregimiento de La Mata; las ecuaciones aplicadas son las siguientes:

Método aritmético

$$Pf = Puc + \frac{Puc - Pci}{Tuc - Tci} * (Tf - Tci) \quad (2)$$

- Pf = Población correspondiente al año para el que se quiere realizar la proyección (habitantes).
- Puc= Población correspondiente a la proyección del DANE (habitantes).
- Pci= Población correspondiente al censo inicial con información (habitantes).
- Tuc= Año correspondiente al último año proyectado por el DANE.
- Tci= Año correspondiente al censo inicial con información.
- Tf = Año al cual se quiere proyectar la información

Ecuación 2. Fórmula para determinar la población según el método aritmético

Nota: tomada del RAS, 2012.

Método Geométrico

$$Pf = Puc * (1 + r)^{Tf - Tuc}$$

(3)

- r= Tasa de crecimiento anual en forma decimal.
- Pf = Población correspondiente al año para el que se quiere realizar la proyección (habitantes).
- Puc= Población correspondiente a la proyección del DANE (habitantes).
- Pci= Población correspondiente al censo inicial con información (habitantes).
- Tuc= Año correspondiente al último año proyectado por el DANE.
- Tci= Año correspondiente al censo inicial con información.
- Tf = Año al cual se quiere proyectar la información

Donde la tasa de crecimiento anual se calcula así:

$$r = \left(\frac{Puc}{Pci} \right)^{\frac{1}{Tuc - Tci}}$$

Ecuación 3. Fórmula para determinar la población según el método geométrico

Nota: tomada del RAS, 2012.

Método exponencial

$$Pf = Pci * e^{k*(Tf - Tci)}$$

(4)

- Pf = Población correspondiente al año para el que se quiere realizar la proyección (habitantes).
- Pci= Población correspondiente al censo inicial con información (habitantes).
- Tci= Año correspondiente al censo inicial
- Puc= Población correspondiente a la proyección del DANE (habitantes).
- Tf = Año al cual se quiere proyectar la información.
- Tuc= Año correspondiente al último año proyectado por el DANE.
- Tuc= Año correspondiente al último año proyectado por el DANE.

Donde la k es una constante definida por:

$$k = \frac{\ln P_{uc} - \ln P_{ci}}{T_{cu} - T_{ci}}$$

Ecuación 4. Fórmula para determinar la población según el método exponencial

Nota: tomada del RAS, 2012.

Método Wappaus

$$P_f = P_{ci} * \frac{200 + i * (T_f - T_{ci})}{200 - i * (T_f - T_{ci})}$$

(5)

- i = constante de crecimiento
- P_f = Población correspondiente al año para el que se quiere realizar la proyección (habitantes).
- P_{ci} = Población correspondiente al censo inicial con información (habitantes).
- T_{ci} = Año correspondiente al censo inicial
- P_{uc} = Población correspondiente a la proyección del DANE (habitantes).
- T_f = Año al cual se quiere proyectar la información.
- T_{uc} = Año correspondiente al último año proyectado por el DANE.
- T_{uc} = Año correspondiente al último año proyectado por el DANE.

Donde la i es una constante definida por:

$$i = \frac{200 * (P_{uc} - P_{ci})}{(T_{uc} - T_{ci}) * (P_{ci} + P_{uc})}$$

Ecuación 5. Fórmula para determinar la población según el método Wappaus

Nota: tomada del RAS, 2012.

6.6.1.4.Actividad 4: Revisión de la infraestructura del alcantarillado sanitario existente usando la hoja de cálculo PAVCO. Con la información obtenida en la anterior actividad, se procedió a revisar las áreas aferentes del proyecto en consideración, tomando como base la información existente del plan maestro de alcantarillado del municipio, la información topográfica real encontrada en el sitio

de descarga del sistema existente y los planos digitales que los investigadores consideren realizar en el programa AUTOCAD 2D; para ello se tuvo en cuenta la información disponible por parte del municipio de La Gloria – Cesar, específicamente en el *ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL DIAGNOSTICO Y EVALUACION INTEGRAL DE LAS OBRAS PARA LA TERMINACION DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO Y PTAR DEL CORREGIMIENTO LA MATA DEL MUNICIPIO DE LA GLORIA, CESAR realizado por el ingeniero JAVIER A. SARMIENTO URIBE en el año 2018*. Paralelo a esto, se realizó el diagnóstico externo de las obras desarrolladas, base con la cual se evaluarán las obras existentes. La evaluación de las obras del sistema de alcantarillado se realizará con base a los estamentos de la sección 2, artículo 41 de la resolución 0844 del 2018 “por la cual se establecen los requisitos técnicos para los proyectos de agua y saneamiento básico de zonas rurales que se adelanten bajo los esquemas diferenciales definidos en el capítulo 1, del título 7, de la parte 3, del libro 2 del decreto 1077 del 2015” El artículo habla sobre las redes de alcantarillado en zonas rurales; el cual dice así:

- **Art 41: redes de alcantarillado en zonas rurales:** los sistemas de redes de alcantarillado deberán de diseñarse para la recolección y evacuación de aguas residuales domesticas exclusivamente, teniendo en cuenta lo siguiente:
 - a. No se permiten los alcantarillados combinados con estimación de un caudal de contribución de aguas lluvias y conexiones erradas (art 134 resolución 0330 de 2017).
 - b. Identificar puntos críticos en el que el sistema centralizado de alcantarillado incluya infraestructuras adicionales para evitar el arrastre de solidos (trampas de grasas o cárcamos).
 - c. Para la selección de alternativa tecnológica en sistema centralizado de alcantarillado, se deberá de escoger la más adecuada.
 - d. Los alcantarillados simplificados deberán de ajustarse al artículo 145 de la resolución 0330 de 2017 y considerar pendientes de diseño para autolimpieza.
 - e. Los alcantarillados sin arrastre de sólidos deberán de ajustarse al artículo 147 de la resolución 0330 de 2017 y considerar la labor de limpieza de los tanques

interceptores de sólidos, periodicidad – retiro y disposición de sólidos y disponibilidad de equipos para el mantenimiento del tanque interceptor.

Se estimaron los caudales provenientes de los colectores de cada uno de los sistemas de drenaje sanitario del casco suburbano del corregimiento La Mata, para realizar la estimación de caudales, lo cual fueron como resultado un caudal de proyección para cada uno de los sistemas de drenaje unitario. Estos sistemas de drenaje unitario corresponden, en esencia, a los existentes sobre cada uno de los colectores del corregimiento, los cuales se proyectaron hasta el sitio definido por el EOT para el sistema de tratamiento de aguas residuales. Según la resolución 0330 de 2017 en su artículo 40 del capítulo 1, el periodo de diseño para todos los componentes de los sistemas de alcantarillado, acueducto y aseo se adoptarán aun periodo de diseño de 25 años.

Para ello, se utilizó la hoja de cálculo de Excel proporcionado por PAVCO para diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial a través de la página web (PAVCO - WAVIN, 2018)

Este modelo de diseños de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial proporcionado por PAVCO consiste en un software de cálculo manejado por el programa Microsoft Excel capaz de realizar los cálculos necesarios para la conducción, tuberías, profundidades, diámetros y demás parámetros hidráulicos, en este modelo se requiere de información previa para poder modelarlo en el sistema, dentro de la información requerida se necesita las áreas comerciales, residenciales e institucionales de las redes, longitud de la calles y avenidas donde se evaluó el sistema, la población, la dotación neta de la población proporcionada por la empresa de servicios EMPOGLORIA, topografía de la zona como cotas claves entre los manjoles proporcionada tanto de estudios previos como verificada por los investigadores de este proyecto e información de la población proyectada

6.6.1.5. Actividad 5. Verificar los parámetros de diseño, diámetros de tubería, el tipo de material, velocidades y caudales. Para esta actividad, se tuvo en cuenta los resultados obtenidos del anterior inciso correspondiente a los cálculos hidráulicos realizados en la hoja de cálculo PAVCO y en las verificaciones tenidas en cuenta en los artículos citados en ellas. Para evaluar la condición de cada parámetro se

compararon los valores arrojados con respecto a los sugeridos por la resolución 0330 del 8 de junio de 2017 en su sección 2, artículo 140 – 144 y sección 3, artículo 145 – 147, en donde se chequeó la capacidad hidráulica de la red existente, definiendo todos los aspectos de diseño contemplados conforme la normatividad vigente mencionada. Es importante resaltar que se verificó la información hidráulica de los colectores que sean requeridos para garantizar la obtención del caudal de diseño de los colectores, para de esta forma determinar los caudales de diseño y las condiciones hidráulicas de las obras existentes.

Figura 5. Verificación de parámetros de diseño según tipo de diseño de alcantarillado

Artículo 145: diseño de alcantarillado simplificado	Artículo 140 – 144: diseño de alcantarillado convencional	Artículo 147: diseño de alcantarillado sin arrastre de sólidos
<ul style="list-style-type: none"> • Trazado por acera o zona verde, minimizando longitudes. • Profundidad mínima a cota clave 0.60m. • Cruce de vías y entrada a garajes debe prever protección estructural a tubería o recubrimiento de mínimo 1.0m • Diámetro interno real 145mm. • Velocidad real dentro de un colector 0.40m/s – 5.0m/s en condiciones iniciales y finales del periodo de diseño. • Condiciones especiales topográficas, permitir velocidad real superior a 5.0m/s hasta 10.0m/s; para ello deberá de prever sistemas de disipación de energía. • Profundidad de flujo para el caudal de diseño dentro del colector en 80%. • Diámetro real mínimo de conexión domiciliaria 75mm con 	<ul style="list-style-type: none"> • Diámetro interno real para poblaciones inferiores a 2500 habitantes 140mm, mayores 170mm. • Autolimpieza que genere un esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínimo 1.0Pa • Velocidad real inferior a 5.0m/s. • Relación máxima de profundidad de flujo y diámetro de tubería 85%. • Conexiones domiciliarias: diámetro mínimo 140mm, pendiente mínima 2%, entrega de red por gravedad, proveer una caja de inspección al inicio de la tubería de la conexión domiciliaria, empate de tubería usar accesorios silla tee, tee, yee o cajas de empalme. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensionamiento de la red, adoptar el caudal producido por el número probable de viviendas que estén realizando simultáneamente la descarga máxima posible, sumar el caudal de infiltraciones y conexiones erradas. • Diámetro interno real de colectores 95mm. • Diámetro interno real domestico 95mm con pendiente mínima de 2.5%

- pendiente mínima
2.5%
- Instalar cámaras o registros de inspección circular o rectangular con distancias máximas entre sí cada 120m.

Nota: tomado de la resolución 0330 del 2017

6.6.1.6. Actividad 6: Analizar los parámetros de diseño hidráulico que no cumplieron con los estándares de la norma. Teniendo en cuenta los resultados de los cálculos hidráulicos de la hoja de Excel de PAVCO y en la comparación de los mismos con la norma o resolución objeto, se analizaron los motivos por las cuales incumplen las condiciones de diseño. Para ello, se realizó un ajuste a las diferentes variables, en aras de modificar la infraestructura hidráulica del sistema de alcantarillado del corregimiento. Al finalizar se presentaron los cálculos nuevos de sistema de alcantarillado y una nueva planimetría ajustada a las condiciones de la resolución, el esquema o plan de ordenamiento territorial del municipio y en la modificación del plan maestro del sistema de alcantarillado existente.

6.6.2. Etapa 2: Proposición de alternativas viables para la optimización o mejoramiento del sistema de alcantarillado para el corregimiento La Mata según la resolución 0330 de 2017 y las modificaciones existentes en la resolución 0799 de 2021.

6.6.2.1. Actividad 1: Presentación de alternativas de sistema de alcantarillado para el corregimiento La Mata, La Gloria – Cesar según las condiciones actuales de operación. Las alternativas del sistema de alcantarillado se plasmaron con base a dos aspectos; por un lado los tipos de sistemas de alcantarillados existentes según las normativas referentes a esta temática que, en este caso, son las resoluciones 0330 de 2017 y la 0799 de 2021 en donde se describen cada una de las características de los tipos de sistemas de alcantarillados existentes y que son diseñados en el territorio nacional, y, por otro lado, se tuvieron en cuenta los resultados del diagnóstico en cuanto a la operatividad de dicho sistema, en donde

se verificó los parámetros hidráulicos para posteriormente ser presentados y modificados como alternativa idónea de solución en la siguiente etapa.

6.6.3. Etapa 3: Selección de una alternativa viable tanto técnica como económica, ambiental y buen funcionamiento del sistema del corregimiento La Mata.

6.6.3.1. Actividad 1: Ejecución de actividades que conlleven a la determinación de estrategias para la optimización del sistema de alcantarillado sanitario del corregimiento La Mata. Para las obras inconclusas del sistema, se plantearon alternativas de terminación tanto de colectores como de estructuras, y se desarrolló la alternativa más viable técnica y financiera para el proyecto. Complementario a esta evaluación hidráulica, la administración municipal se encargará de elaborar y complementar los demás requisitos requeridos para el desarrollo de este tipo de proyectos, en cuanto la parte legal, ambiental y documental orientadas a la normatividad referente, en específica a la resolución 0330 de 2017 y las modificaciones que se deriven de dicha norma en cuanto al aspecto de la operación de un sistema de alcantarillado para la zona estudiada.

7. Resultados y análisis

7.1. Etapa 1: Realización de un diagnóstico según la resolución 0330 de 2017 en el corregimiento La Mata, teniendo en cuenta población afectada, características socioculturales y participación ciudadana.

7.1.1. Actividad 1: revisión de información secundaria sobre planos, proyectos de sistemas de alcantarillado realizado en el corregimiento.

Para la revisión de información secundaria acerca del estado actual del sistema de alcantarillado del corregimiento de La Mata del municipio de La Gloria – Cesar se tuvo en cuenta un documento técnico formulado entre la Alcaldía de La Gloria y un consorcio interventor a cargo del ingeniero Javier Sarmiento para el mes de julio del año 2018 que se titula *ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL DIAGNOSTICO Y EVALUACION INTEGRAL DE LAS OBRAS PARA LA TERMINACION DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO Y PTAR DEL CORREGIMIENTO LA MATA DEL MUNICIPIO DE LA GLORIA, CESAR*. Esta información es actualizada y la única disponible por parte de la entidad municipal que, conllevaron a analizar cada uno de los aspectos relacionados al sistema de alcantarillado y funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residenciales para la zona objeto de estudio.

En esta información secundaria se analizaron algunos ítems a tener en cuenta como base para la evaluación de dicho sistema, estos aspectos se mencionan a continuación:

7.1.1.1. Esquema de ordenamiento territorial del municipio de La Gloria – Cesar. Según el informe presentado en el año 2018, se evidenció que, el sistema de alcantarillado para el corregimiento de La Mata, se encuentra contemplado dentro del Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio citando lo siguiente: “Las principales razones para la elaboración del proyecto están contempladas en el Esquema De Ordenamiento del Municipio de La Gloria, especificado en el Programa Infraestructura Urbana, oficiado especialmente por la Administración Municipal, a través de la Secretaria de Planeación, además de la aprobación y concertación previa de los habitantes del sector

urbano.” Además, “La necesidad de satisfacer los requerimientos básicos de la población en torno a la dotación de servicios públicos y de espacios de sano esparcimiento que certifiquen un mejor nivel de vida a la comunidad, es el objetivo principal de toda administración pública, todo ello enfatizado a mejorar las condiciones reales de cada uno de los habitantes del municipio.” Sarmiento, 2018.

7.1.1.2. Características generales del sistema de alcantarillado. Según el documento técnico, se tiene plasmado que, se realizó una obra pública dentro del marco del contrato 005 – 2015 cuyo objeto era CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CORREGIMIENTO DE LA MATA DEL MUNICIPIO DE LA GLORIA - DEPARTAMENTO DEL CESAR realizado en el año 2015 por el ingeniero Leonardo Cotes Navarro, en donde se analizó las obras culminadas en cuanto a su operación, mantenimiento y adición de obras de adecuación de dicho sistema tomando como base la utilización al máximo de las obras de alcantarillado existentes en el corregimiento y construidas hace menos de 5 años. Estas características del estudio previo, se gestiona de tal manera de determinar el estado actual de la infraestructura.

7.1.1.3. Localización del sistema de alcantarillado evaluado. Según el documento técnico formulado por el ingeniero Sarmiento en el año 2018; el área de estudio del diseño correspondió al área suburbana del corregimiento La Mata en el municipio de La Gloria, del Departamento de Cesar. El sistema de alcantarillado cuenta en la fecha del estudio con 1256 usuarios aproximadamente. Para efectos del estudio, se analizó la temperatura promedio de la zona que determina el consumo de la población (28°C, temperatura clima cálido) y las cotas del terreno están en el intermedio del rango 110-80 msnm aproximadamente en su zona urbana.

7.1.1.4. Características generales de la zona de estudio analizada. El documento argumenta que, el corregimiento La Mata se encuentra ubicado a unos 23 Km del casco urbano principal del municipio de La Gloria – Cesar, sobre la vía principal nacional que conecta el centro con la costa colombiana. Es un corregimiento con características

propias de estratos menos favorecidos, donde la gente genera su sustento diario de unos pocos negocios en el sector (principalmente restaurantes, bomba de servicio y celulares), y algunas personas que devengan salarios por jornales en sectores cercanos. Presenta dificultades en la prestación de los servicios públicos, y requiere la ayuda estatal para superar algunos inconvenientes de infraestructura básica requerida. Además, el área de cobertura del corregimiento de La Mata es de aproximadamente de 21,5 Ha aproximadamente.

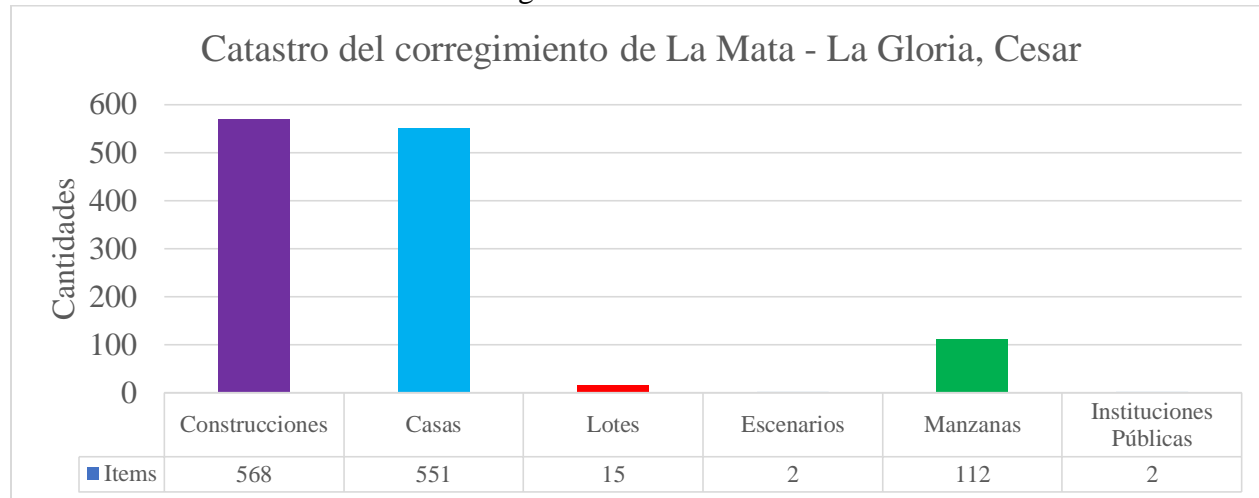
Figura 6. Área de construcción considerada para el corregimiento de La Mata, municipio de La Gloria – Cesar, 2018



Nota: tomado de Google Earth y modificado por el consultor Sarmiento, 2018.

7.1.1.5. Resumen general del catastro de los usuarios del sistema de alcantarillado evaluado. En efectos de este documento técnico, se realizó un estudio de los usuarios existentes en la zona corregimental; en aras de establecer los usuarios que se beneficiaron del proyecto en cuestión. A continuación, se presenta un balance general sobre el estado catastral del corregimiento de La Mata con base al estudio realizado:

Gráfico 1. Estado del catastro del corregimiento de La Mata a corte de 2018



Nota: realizado por el consultor Sarmiento, 2018 y modificado por los autores.

Se analizó que; en total, el corregimiento de La Mata cuenta con 112 manzanas, en donde se presentan 568 construcciones en general, de las cuales; hay 551 viviendas, 2 escenarios deportivos, sin construir 15 lotes y 2 instituciones públicas que corresponden al Puesto de Salud La Mata y la Institución Educativa Nuestra Señora del Carmen. Cabe aclarar que, el catastro se realizó a la fecha de junio del 2018; la mayoría son usuarios actuales de la zona estudiada según el documento técnico citado.

7.1.1.6. Población actual a la fecha del estudio del sistema de alcantarillado. Según el documento técnico, se estimó que, para el año 2018 se había adoptado un número promedio de 4 personas por vivienda y que su población a la fecha del estudio era de 2204 habitantes.

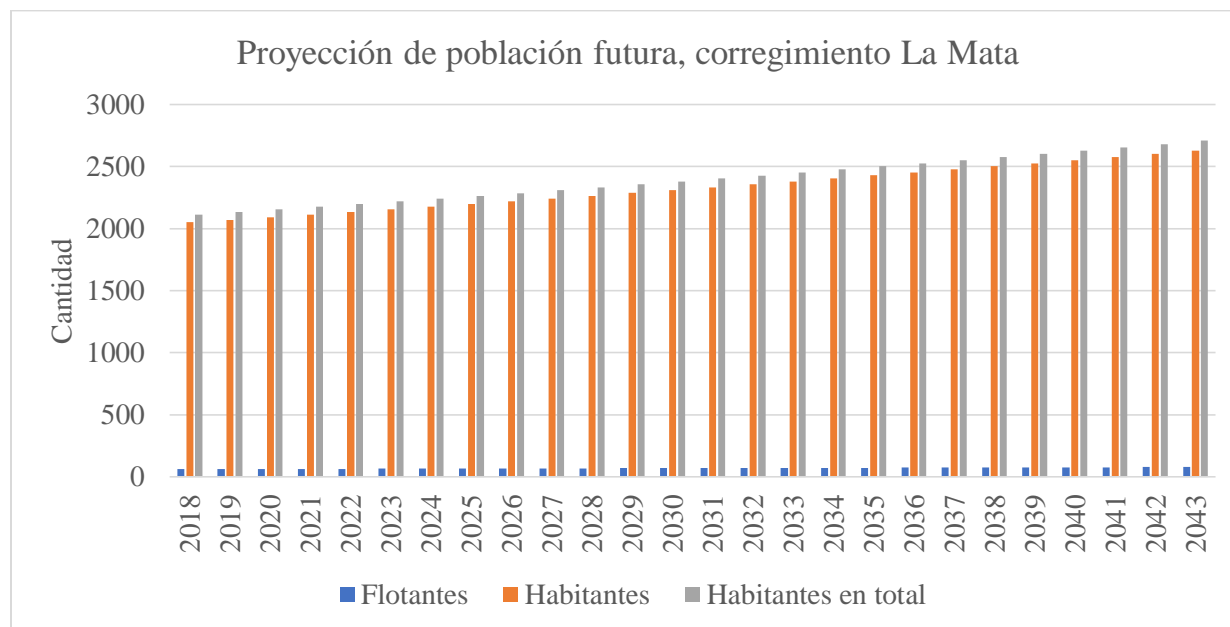
7.1.1.7. Población futura pronosticada por el estudio del sistema de alcantarillado. Para la población futura se tomaron en cuenta las siguientes variables dentro del documento técnico analizado:

- El periodo de diseño pronosticado para la base del presente estudio fue de 25 años partiendo del año 2018 hasta el 2043.
- El crecimiento poblacional acorde a lo pronosticado por el DANE para el municipio de La Gloria – Cesar fue de aproximadamente del 1,00% a nivel anual.

- Como el municipio de La Gloria – Cesar no posee una buena influencia en el sector económico, industrial, turístico y comercial, se despreciaron el crecimiento de estos sectores por no generar un crecimiento acelerado de la población y sobre todo de estos sectores.
- La tasa de ocupación habitacional por vivienda para la proyección de la zona estudiada fue de un promedio de 3,75 habitantes/vivienda. Pero se aclara que, el corregimiento de La Mata al ser una zona con difíciles condiciones económicas o desfavorable para el crecimiento habitacional de dicho sector, se estableció en el estudio que, el crecimiento poblacional sería de 7 habitantes/vivienda.

A continuación, se muestra el comportamiento del crecimiento poblacional para el corregimiento de La Mata según el estudio técnico realizado para el año 2018:

Gráfico 2 Proyección de crecimiento poblacional partiendo del año 2018 a 25 años de periodo de diseño.



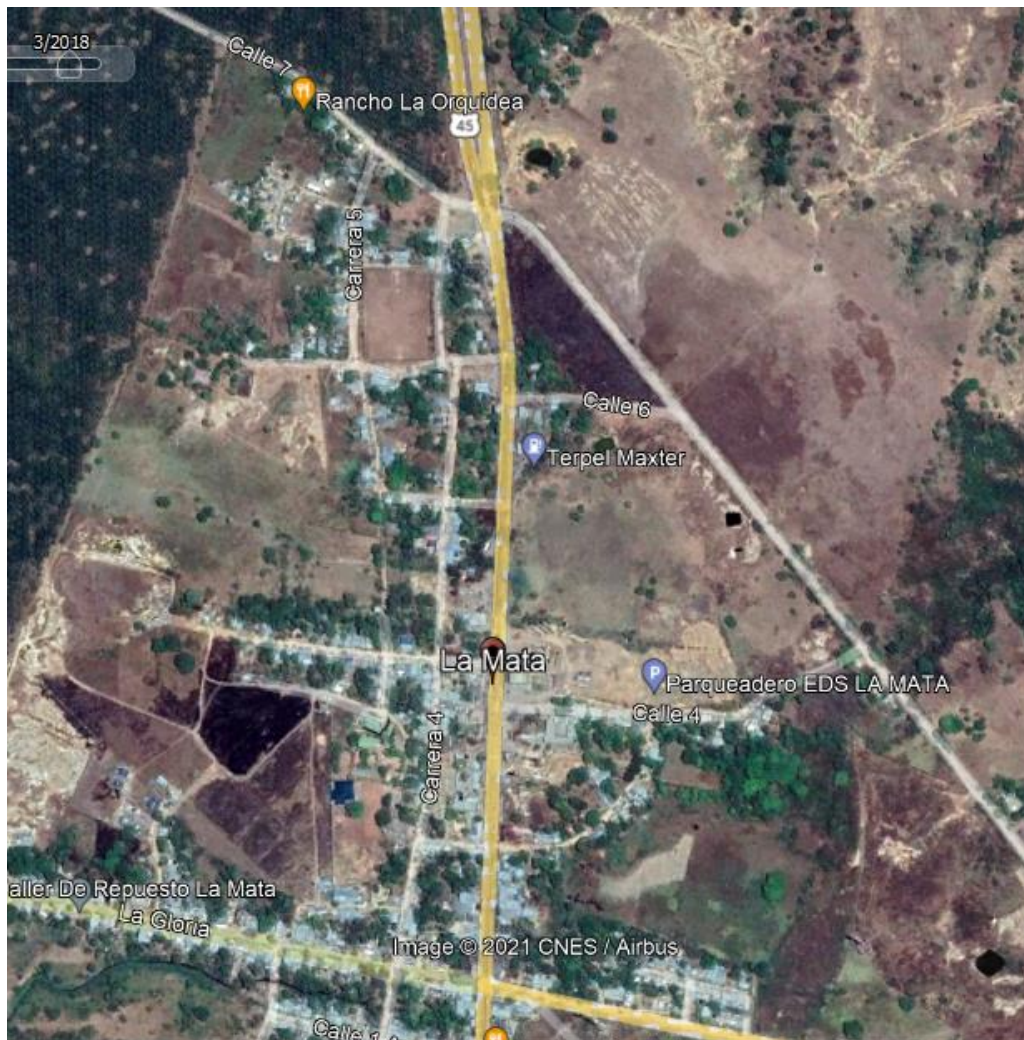
Nota: realizado por el consultor Sarmiento, 2018 y modificado por los autores.

7.1.1.8. Condiciones topográficas de la zona con el sistema de alcantarillado estudiado.

Según las características de la zona estudiada, al ser una zona con una altitud estimada entre los 80 – 110 m.s.n.m. se definió que, la topografía es muy plana. Al ser muy

plano, eso demostró que, las cotas claves tanto de las tuberías como de los pozos de inspección fueron relativamente profundas para mantener un comportamiento de un SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL CON FUNCION DE AUTOLIMPIEZA.

Figura 7. Corregimiento La Mata, La Gloria - Cesar, 2018



Nota: tomado de Google Earth, 2018 y adaptado por el consultor para el año 2018 del presente estudio.

Como se aprecia en el mapa, el territorio del corregimiento estudiado por Sarmiento en el 2018 no cuenta con sistemas montañosos con pendientes relativamente bajas, en donde atraviesa la vía nacional hacia la costa caribe conocida como La Ruta del Sol. Al ser de estas condiciones

topográficas, el sistema de alcantarillado fue construido a profundidades altas en aras de garantizar el proceso de autolimpieza del sistema de alcantarillado hacia el emisario final.

7.1.1.9. Demanda Neta de agua potable: según el estudio realizado en el año 2018, para los estudios realizados en temática de demanda neta de agua potable del corregimiento de La Mata, se tuvo en cuenta el artículo 166 de la resolución 0330 del 2017 en la que se precisó la demanda neta máxima de agua potable por estimación según el nivel promedio sobre el nivel del mar, la cual al ser de menor a 1000m.s.n.m se estableció un estimado de 140lt/Hab – día. Dentro del presente estudio, no se cuenta con un registro estadístico exacto sobre la cantidad de demanda neta de la población en cuanto al consumo de agua potable.

Figura 8. Citación de artículo para el estudio realizado en el año 2018

“Artículo 43. Dotación neta máxima. La dotación neta debe determinarse haciendo uso de información histórica de los consumos de agua potable de los suscriptores, disponible por parte de la persona prestadora del servicio de acueducto, o, en su defecto, recopilada en el sistema de información único (SIU) de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, siempre y cuando los datos sean consistentes. En todos los casos, se deberá utilizar un valor de dotación que no supere los máximos establecidos en la Tabla 1. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar.”

Altura sobre el nivel del mar sobre la zona atendida	Dotación neta máxima (L/Hab-día)
>2000 m.s.n.m	120
1000 – 2000 m.s.n.m	130
<1000 m.s.n.m	140

Nota: tomado de la resolución 0330 del 2017, adaptado por el consultor Sarmiento para el 2018.

7.1.1.10. Diagnóstico técnico, social, económico y ambiental. Para este apartado, se describirá en varios ítems según las condiciones encontradas por el consultor para el año de estudio referente:

- Información de censo y conexión de los usuarios al sistema de alcantarillado:** según el estudio realizado en el 2018, se estima que, de las 568 construcciones referenciadas, en cuanto a conexiones domiciliarias hay 287 existentes y quedan faltantes 281 conexiones. Por su parte, la cantidad de casas conectadas a una caja de registro son de 50, quedando, faltando aproximadamente 518; además, la cantidad de cajas conectadas a la red principal es de 236, quedando restando 336 conexiones.
- Cantidad de pozos:** según el estudio, la cantidad inventariada de pozos de inspección serían en total de 129 pozos de alcantarillado. Dentro del estudio general sobre las condiciones de los pozos de inspección, la mayoría se encuentran en buen estado y con operatividad constante, con formas relativamente cónicas. A continuación, se presenta un inventario general de los pozos:

Figura 9. Inventario de pozos de inspección para el año 2018.

IT	No. POZO	CONDICIONES SEGÚN PLANO RECORD			
		Cota terr.	Cota fondo	Altura	Proyecto?
1	1	95.09	93.71	1.38	Si
2	2	95.72	93.84	1.88	Si
3	3	96.37	94.99	1.38	Si
4	4	95.39	93.28	2.11	Si
5	5	94.75	93.54	1.21	Si
6	6	95.32	93.14	2.18	Si
7	7	95.26	92.80	2.46	Si
8	5'	94.66	93.25	1.41	Si
9	7'	95.24	92.80	2.44	Si
10	8A	95.60	94.24	1.36	Si
11	13D	94.56	91.78	2.78	Si
12	13G	93.78	92.40	1.38	Si
13	13F	93.73	92.21	1.52	Si
14	13E	94.04	91.97	2.07	Si
15	13E'	93.52	92.52	1.00	Si
16	13C	94.64	91.72	2.92	Si
17	8	96.09	94.51	1.58	Si
18	13A	95.50	94.10	1.40	Si
19	13B	95.03	93.37	1.66	Si
20	16'	93.61	91.30	2.31	Si
21	16	92.25	90.89	1.36	Si
22	15	93.23	90.67	2.56	Si
23	9	97.71	96.12	1.59	Si
24	10	97.06	95.17	1.89	Si
25	11	96.48	95.10	1.38	Si
26	13	95.90	94.21	1.69	Si
27	14	94.84	92.90	1.94	Si

IT	No. POZO	CONDICIONES SEGÚN PLANO RECORD			
		Cota terr.	Cota fondo	Altura	Proyecto?
28	18A	91.89	89.35	2.54	Si
29	24	93.42	89.56	3.86	Si
30	19	95.37	94.01	1.36	Si
31	20	94.15	92.82	1.33	Si
32	21´	92.91	91.53	1.38	Si
33	21	92.80	91.20	1.60	Si
34	22	91.97	90.42	1.55	Si
35	23	92.56	90.19	2.37	Si
36	18	94.76	93.38	1.38	Si
37	25	94.14	92.78	1.36	Si
38	26	95.53	89.28	6.25	Si
39	26´	95.60	89.21	6.39	Si
40	31	95.42	89.12	6.30	Si
41	32	93.22	88.94	4.28	Si
42	33	89.23	87.83	1.40	Si
43	33B	91.81	89.90	1.91	Si
44	33A	90.25	88.97	1.28	Si
45	39	88.22	86.12	2.10	Si
46	25A	93.16	91.69	1.47	Si
47	28	92.48	91.08	1.40	Si
48	29	92.40	90.50	1.90	Si
49	29A	90.31	89.00	1.31	Si
50	29B	89.40	87.45	1.95	Si
51	29C	88.65	86.46	2.19	Si
52	84	100.02	98.65	1.37	Si
53	83	98.75	97.32	1.43	Si
54	67	97.85	96.73	1.12	Si
55	68	97.76	96.40	1.36	Si
56	69	98.96	96.28	2.68	Si
57	78	99.77	98.39	1.38	Si
58	70	98.39	96.10	2.29	Si
59	71	97.70	95.88	1.82	Si
60	72	98.07	96.67	1.40	Si
60	72	98.07	96.67	1.40	Si
61	79	97.12	95.70	1.42	Si
62	80	95.64	94.22	1.42	Si
63	81	94.07	92.54	1.53	Si
64	82B	93.23	91.70	1.53	Si
65	82A	93.07	91.57	1.50	Si
66	82	92.70	90.73	1.97	Si
67	76	90.99	89.83	1.16	Si
68	75´	91.29	89.51	1.78	Si
69	75	91.66	90.28	1.38	Si
70	74	96.78	92.78	4.00	Si
71	73	97.09	94.87	2.22	Si
72	75A´	90.96	88.96	2.00	Si
73	75B´	90.85	88.13	2.72	Si
74	66A´	90.14	87.62	2.52	Si
75	50	109.66	108.28	1.38	Si
76	51	106.98	105.54	1.44	Si
77	51B´	106.07	104.37	1.70	Si
78	50B	108.78	107.40	1.38	Si
79	51A	106.80	105.47	1.33	Si

IT	No. POZO	CONDICIONES SEGÚN PLANO RECORD			
		Cota terr.	Cota fondo	Altura	Proyecto?
80	51A'	105.85	104.71	1.14	Si
81	51B	105.84	103.88	1.96	Si
82	52	105.78	103.32	2.46	Si
83	53	105.21	102.08	3.13	Si
84	54	105.21	101.87	3.34	Si
85	55	102.25	98.45	3.80	Si
86	55'	101.70	98.08	3.62	Si
87	56	99.00	96.32	2.68	Si
88	57	96.35	93.19	3.16	Si
89	58	94.04	91.71	2.33	Si
90	59	92.34	90.66	1.68	Si
91	64A	91.39	89.53	1.86	Si
92	64	90.74	88.22	2.52	Si
93	60	89.83	88.45	1.38	Si
94	61	90.31	88.36	1.95	Si
95	62	91.36	89.98	1.38	Si
96	65	90.41	87.93	2.48	Si
97	65'	89.49	88.11	1.38	Si
98	66A	90.15	87.77	2.38	Si
99	66	90.75	87.55	3.20	Si
100	63	90.74	86.75	3.99	Si
101	42	88.92	86.35	2.57	Si
102	41	87.56	84.98	2.58	Si
103	45	89.38	87.98	1.40	Si
104	44	87.77	85.49	2.28	Si
105	43	87.27	85.89	1.38	Si
106	39B	87.63	86.25	1.38	Si
107	40	86.03	84.53	1.50	Si
108	40A	86.58	85.20	1.38	Si
109	38	87.71	84.28	3.43	Si
110	46	90.41	89.01	1.40	Si
111	30	90.52	86.99	3.53	Si
112	39A	87.85	86.65	1.20	Si
113	37	87.32	83.97	3.35	Si
114	37B	90.97	88.34	2.63	Si
115	37A	88.43	86.36	2.07	Si
116	36	86.89	83.55	3.34	Si
117	47A	92.67	91.00	1.67	Si
118	47B	91.29	89.85	1.44	Si
119	47D	90.96	88.34	2.62	Si
120	47C	92.38	91.00	1.38	Si
121	47'	91.02	88.89	2.13	Si
122	47	88.57	86.92	1.65	Si
123	36	86.89	83.55	3.34	Si
124	90	86.50	83.25	3.25	Si
125	91	86.26	82.77	3.49	Si
126	92	83.00	81.89	1.11	Si
127	93	82.80	81.85	0.95	Si
128	94	83.14	81.65	1.49	Si
129	P. final	82.87	81.50	1.37	Si

Nota: tomado del consultor Sarmiento, 2018.

- **Tramos y diámetros utilizados para el sistema del alcantarillado evaluado:** el sistema de alcantarillado, según el documento técnico, tiene en total 127 tramos de tuberías de diámetros de 8” y 10” con una longitud total de 7809 metros respectivamente. A continuación, se mostrará a detalle los tramos y características geométricas del mismo:

Figura 10. Inventario de tramos y diámetros de tubería del sistema de alcantarillado del corregimiento.

IT	TRAMO ENTRE POZOS		PROFUNDIDAD EN CAMPO (m)		CONDICIONES GEOMETRICAS				
	Inicial	Final	Inicial	Final	Cota Inic.	Cota fin	Long. (m)	Pend. (%)	Diám.
1	1	2	1.19	2.22	93.82	93.15	103.17	0.65	8
2	3	2	1.32	2.22	95.12	94.15	101.16	0.96	8
3	2	4	2.22	2.10	93.15	92.91	57.02	0.42	8
4	4	6	2.10	2.18	92.91	92.67	58.7	0.41	8
5	5	6	1.15	2.18	93.22	92.87	87.09	0.40	8
6	6	7	2.18	2.37	92.65	92.54	17.32	0.64	8
7	5	5'	1.15	1.48	93.22	92.91	57.40	0.54	8
8	5'	7	1.48	2.37	92.91	92.54	86.44	0.43	8
9	7	7'	2.37	2.33	92.87	92.54	17.32	1.91	8
10	8A	7'	1.30	2.33	93.01	92.53	60.00	0.80	8
11	7'	13D	2.33	2.77	92.53	91.78	110.81	0.68	8
12	13G	13F	1.48	1.55	92.40	92.21	48.57	0.39	8
13	13F	13E	1.55	2.06	92.21	91.97	60.36	0.40	8
14	13E'	13E	1.06	2.06	92.52	91.97	61.93	0.89	8
15	13E	13D	2.06	2.77	91.97	91.78	33.31	0.57	8
16	3	8	1.32	1.42	95.12	94.62	71.73	0.70	8
17	8	13A	1.42	1.63	94.62	94.10	102.39	0.51	8

IT	TRAMO ENTRE POZOS		PROFUNDIDAD EN CAMPO (m)		CONDICIONES GEOMETRICAS				
	Inicial	Final	Inicial	Final	Cota Inic.	Cota fin	Long. (m)	Pend. (%)	Diám.
18	13A	13B	1.63	1.75	94.10	93.37	48.53	1.50	8
19	13B	13C	1.75	3.02	93.37	91.72	34.54	4.78	8
20	13C	16'	3.02	2.33	91.72	91.30	69.19	0.61	8
21	16'	16	2.33	1.40	91.30	90.89	69.19	0.59	8
22	16	15	1.40	2.68	90.89	90.22	79.77	0.84	8
23	9	10	1.59	1.89	96.22	95.60	95.57	0.65	8
24	11	10	1.38	1.89	95.57	94.00	86.99	1.80	8
25	10	13	1.89	1.85	94.00	91.47			8
26	13	14	1.85	2.08	91.47	91.4	85.24	0.08	8
27	14	15	2.08	2.68	91.4	90.67	72.34	1.01	8
28	15	18A	2.68	2.23	90.67	89.35	89.86	1.47	8
29	18A	24	2.23	4.20	89.35	89.56	89.86	-0.23	8
30	19	20	1.34	1.44	94.01	92.82	48.36	2.46	8
31	20	23	1.44	2.42	92.82	90.19	61.11	4.30	8
32	21'	21	1.20	1.67	92.15	91.2	65.95	1.44	8
33	21	22	1.67	1.75	91.2	90.42	75.48	1.03	8
34	22	23	1.75	2.42	90.42	90.19	75.68	0.30	8
35	23	24	2.42	4.20	90.19	89.56	55.13	1.14	8
36	18	25	1.38	1.57	93.38	91.81	96.99	1.62	8
37	25	24	1.57	4.20	91.81	89.56	62.60	3.59	8
38	24	26	4.20	6.38	89.56	89.28	94.42	0.30	8
39	26	26'	6.38	6.47	89.28	89.21	22.14	0.32	8
40	26'	31	6.47	6.50	89.21	89.12	31.01	0.29	8
41	31	32	6.50	4.36	89.12	88.94	58.76	0.31	8
42	32	33	4.36	1.85	88.94	87.83	80.33	1.38	8
43	33B	33A	2.19	1.53	89.90	88.97	19.46	4.78	8
44	33A	33	1.53	1.40	88.97	87.83	99.49	1.15	8
45	33	39	1.40	2.10	87.83	86.12	65.41	2.61	8
46	25	25A	1.57	1.47	92.78	91.69	101.02	1.08	8
47	25A	28	1.47	1.40	91.69	91.08	101.02	0.60	8
48	28	29	1.40	1.90	91.08	90.50	34.95	1.66	8
49	32	29	1.38	1.90	91.84	90.50	40.65	3.30	8
50	29	29A	1.90	1.31	90.50	89.00	31.14	4.82	8
51	29A	29B	1.31	1.95	89.00	87.45	43.55	3.56	8
52	29B	29C	1.95	2.19	87.45	86.46	77.15	1.28	8
53	84	83	1.43	1.58	98.65	97.32	66.7	1.99	8
54	83	67	1.58	1.32	97.32	96.73	107.84	0.55	8
55	67	69	1.32	2.68	96.73	96.28	43.97	1.02	8
56	78	69	1.38	2.68	98.39	96.28	32.14	6.57	8
57	69	70	2.68	2.66	96.28	96.10	43.86	0.41	8
58	70	71	2.66	2.20	96.10	95.88	54.17	0.41	8
59	72	71	1.58	2.20	96.67	95.88	60.68	1.30	8

IT	TRAMO ENTRE POZOS		PROFUNDIDAD EN CAMPO (m)		CONDICIONES GEOMETRICAS				
	Inicial	Final	Inicial	Final	Cota Inic.	Cota fin	Long. (m)	Pend. (%)	Diám.
60	71	79	2.20	1.42	95.88	95.70	46.31	0.39	8
61	79	80	1.42	1.68	95.70	94.22	59.04	2.51	8
62	80	81	1.68	1.73	94.22	92.54	55.91	3.00	8
63	81	82B	1.73	1.53	92.54	91.70	83.92	1.00	8
64	82B	82A	1.53	1.50	91.70	91.57	12.64	1.03	8
65	82A	82	1.50	1.97	91.57	90.73	42.19	1.99	8
66	82	76	1.97	1.16	90.73	89.83	32.56	2.76	8
67	76	75'	1.16	1.78	89.83	89.51	53.21	0.60	8
68	72	73	1.58	3.06	96.67	94.87	62.04	2.90	8
69	73	74	3.06	4.72	94.87	92.78	29.02	7.20	8
70	74	75	4.72	1.38	92.78	90.28	37.54	6.66	8
71	75	75'	1.38	1.78	90.28	89.51	22.31	3.45	8
72	75'	75A	1.78	2.00	89.51	88.96	74.87	0.73	8
73	75A	75B	2.00	2.72	88.96	88.13	36.09	2.30	8
74	75B	66A'	2.72	2.52	88.13	87.62	56.18	0.91	8
75	50	51	1.38	1.44	108.28	105.54	124.7	2.20	8
76	51	51B'	1.44	1.70	105.54	104.37	48.75	2.40	8
77	50B	51A	1.38	1.33	107.40	105.47	96.98	1.99	8
78	51A	51A'	1.33	1.14	105.47	104.71	38.20	1.99	8
79	51A'	51B'	1.14	1.70	104.71	104.37	12.40	2.74	8
80	51B'	52	1.7	2.46	104.37	103.32	22.20	4.73	8
81	52	53	2.46	3.13	103.32	102.08	69.90	1.77	8
82	53	54	3.13	3.34	102.08	101.87	35.00	0.60	8
83	54	55'	3.34	1.73	101.87	98.08	114.10	3.32	8
84	55'	56	1.73	1.73	98.08	96.32	37.54	4.69	8
85	56	57	1.73	2.80	96.32	93.19	66.69	4.69	8
86	57	58	2.80	3.30	93.19	91.71	123.47	1.20	8
87	58	59	3.30	2.45	91.71	90.66	105.00	1.00	8
88	59	64A	2.45	1.75	90.66	89.53	70.84	1.60	8
89	64A	64	1.75	2.80	89.53	88.22	70.16	1.87	8
90	60	61	1.30	2.18	88.45	88.36	59.76	0.15	8
91	62	61	1.42	2.18	89.98	88.36	66.32	2.44	8
92	61	64	2.18	2.80	88.36	88.22	47.32	0.30	8
93	64	65	2.80	2.80	88.22	87.93	95.83	0.30	8
94	65'	65	1.25	2.80	88.11	87.93	80.49	0.22	8
95	65	66A	2.80	2.38	87.93	87.77	53.50	0.30	8
96	66A	66A'	2.38	2.52	87.77	87.62	43.16	0.35	8
97	66A'	66	2.52	2.90	87.62	87.55	31.16	0.22	8
98	66	63	2.90	3.99	87.55	86.75	97.74	0.82	8
99	63	42	3.99	2.57	86.75	86.35	34.37	1.16	8
100	42	41	2.57	1.50	86.35	84.98	89.71	1.53	8
101	45	44	1.50	2.50	87.98	85.49	95.43	2.61	8
102	43	44	1.68	2.50	85.89	85.49	61.34	0.65	8
103	44	41	2.50	1.50	85.49	84.98	62.79	0.81	8
104	39B	41	1.50	1.50	86.25	84.98	30.20	4.21	8
105	41	40	1.50	1.60	84.98	84.53	129.64	0.35	8
106	40A	40	1.38	1.60	85.20	84.53	51.98	1.29	8

IT	TRAMO ENTRE POZOS		PROFUNDIDAD EN CAMPO (m)		CONDICIONES GEOMETRICAS				
	Inicial	Final	Inicial	Final	Cota Inic.	Cota fin	Long. (m)	Pend. (%)	Diám.
107	40	38	1.60	3.43	84.53	84.28	76.21	0.33	8
108	46	30	1.40	3.53	89.01	86.99	42.12	4.80	8
109	30	29C	3.53	2.19	86.99	86.46	60.78	0.87	8
110	29C	39	2.19	2.10	86.46	86.12	36.83	0.92	8
111	39	38	2.10	3.43	86.12	84.28	131.72	1.40	8
112	38	37	3.43	3.35	84.28	83.97	57.16	0.54	8
113	37B	37A	2.66	2.05	88.34	86.36	29.45	6.72	8
114	37A	37	2.05	3.35	86.36	83.97	38.16	6.26	8
115	37	36	3.35	3.34	83.97	83.55	82.76	0.51	8
116	47A	47B	1.67	1.44	91.00	89.85	49.15	2.34	8
117	47B	47D	1.44	2.62	89.85	88.34	44.88	3.36	8
118	47C	47'	1.38	2.20	91.00	88.89	42.84	4.93	8
119	47'	47D	2.2	2.62	88.89	88.34	13.56	4.06	8
120	47D	47	2.62	2.36	88.34	86.92	35.74	3.97	8
121	47	36	2.36	3.34	86.92	83.55	54.3	6.21	8
122	36	90	3.34	3.25	83.55	83.25	87.95	0.34	10
123	90	91	3.25	3.35	83.25	82.77	135.75	0.35	10
124	91	92	3.35	1.11	82.77	81.89	87.93	1.00	10
125	92	93	1.11	0.95	81.89	81.85	9.30	0.43	10
126	93	94	0.95	1.49	81.85	81.65	98.98	0.20	10
127	94	P. Final	1.49	1.37	81.65	81.5	76.54	0.20	10

Nota: tomado del consultor Sarmiento, 2018.

- Cobertura del sistema de alcantarillado:** según el reporte de este estudio, se analizó que, el porcentaje de cobertura del sistema de alcantarillado se representa en alrededor del 80 – 90% respectivamente; debido a que se hace necesario la construcción de los tramos de tubería y pozos de inspección faltantes para garantizar la continuidad del flujo en el sistema, para lo cual se realizó el catastro de redes y pozos de inspección de las obras existentes, con lo cual se puede garantizar la cobertura del 100% del sistema de alcantarillado en el corregimiento, y la garantía del vertimiento de las aguas residuales en el sitio dispuesto para la PTAR.
- Caudal de diseño del sistema de alcantarillado:** con relación a los caudales de diseño, se destaca que; para el *caudal domestico* se ha tenido en cuenta la población futura al periodo de diseño correspondiente a 25 años con una dotación neta de 140lt/Hab – día y según la resolución 0330 del 2017 se consideró un coeficiente de retorno de aguas del 85%, para el *caudal comercial e institucional* no se tuvieron en cuenta por la poca cantidad de entidades comerciales e institucionales dentro del corregimiento por tanto se desprecia, el

caudal industrial no se tiene en cuenta por no encontrarse industrias dentro de la zona, los caudales de conexiones erradas e infiltración fue un promedio de 2,15lt/seg dentro de un área de construcción de 21,5Ha aproximadamente. A continuación, se presentan los caudales respectivos discriminados por los años de proyección del proyecto estudiado por la consultoría:

Figura 11. Caudales para el diseño del sistema de alcantarillado para el corregimiento de La Mata, La Gloria – Cesar.

AÑO	PROYECCION POBLACIONAL			AREA Ha	QM Ares lps	QM Com lps	Qm CE lps	Qm INF lps
	FLOTANTE	BASE	TOTAL					
2018	62	2050	2112	21,5	2,91	0,00	2,15	2,15
2019	62	2071	2133	21,5	2,94	0,00	2,15	2,15
2020	63	2091	2154	21,5	2,97	0,00	2,15	2,15
2021	63	2112	2175	21,5	3,00	0,00	2,15	2,15
2022	64	2133	2197	21,5	3,03	0,00	2,15	2,15
2023	65	2154	2219	21,5	3,06	0,00	2,15	2,15
2024	65	2176	2241	21,5	3,09	0,00	2,15	2,15
2025	66	2198	2264	21,5	3,12	0,00	2,15	2,15
2026	67	2219	2286	21,5	3,15	0,00	2,15	2,15
2027	67	2242	2309	21,5	3,18	0,00	2,15	2,15
2028	68	2264	2332	21,5	3,21	0,00	2,15	2,15
2029	69	2287	2356	21,5	3,24	0,00	2,15	2,15
2030	69	2310	2379	21,5	3,28	0,00	2,15	2,15
2031	70	2333	2403	21,5	3,31	0,00	2,15	2,15
2032	71	2356	2427	21,5	3,34	0,00	2,15	2,15
2033	71	2380	2451	21,5	3,38	0,00	2,15	2,15
2034	72	2404	2476	21,5	3,41	0,00	2,15	2,15
2035	73	2428	2501	21,5	3,44	0,00	2,15	2,15
2036	74	2452	2526	21,5	3,48	0,00	2,15	2,15
2037	74	2477	2551	21,5	3,51	0,00	2,15	2,15
2038	75	2501	2576	21,5	3,55	0,00	2,15	2,15
2039	76	2526	2602	21,5	3,58	0,00	2,15	2,15
2040	77	2551	2628	21,5	3,62	0,00	2,15	2,15
2041	77	2577	2654	21,5	3,66	0,00	2,15	2,15
2042	78	2603	2681	21,5	3,69	0,00	2,15	2,15
2043	79	2629	2708	21,5	3,73	0,00	2,15	2,15

Nota: tomado del consultor Sarmiento, 2018.

De allí, se estimó el caudal de diseño para el sistema de tratamiento teniendo en cuenta los años de proyección del mismo, los cuales se muestran a continuación:

Figura 12. Caudales de diseño del sistema de alcantarillado por año para el corregimiento de La Mata, La Gloria – Cesar.

AÑO	PROYECCION POBLACIONAL	QM Ares	QM Com	Qm CE	Qm INF	Factor Mayoración	QDISEÑO
	TOTAL	lps	lps	lps	lps		lps
2018	2112	2,91	0,00	2,15	2,15	1,7	9,25
2019	2133	2,94	0,00	2,15	2,15	1,7	9,30
2020	2154	2,97	0,00	2,15	2,15	1,7	9,35
2021	2175	3,00	0,00	2,15	2,15	1,7	9,40
2022	2197	3,03	0,00	2,15	2,15	1,7	9,45
2023	2219	3,06	0,00	2,15	2,15	1,7	9,50
2024	2241	3,09	0,00	2,15	2,15	1,7	9,55
2025	2264	3,12	0,00	2,15	2,15	1,7	9,60
2026	2286	3,15	0,00	2,15	2,15	1,7	9,66
2027	2309	3,18	0,00	2,15	2,15	1,7	9,71
2028	2332	3,21	0,00	2,15	2,15	1,7	9,76
2029	2356	3,24	0,00	2,15	2,15	1,7	9,81
2030	2379	3,28	0,00	2,15	2,15	1,7	9,88
2031	2403	3,31	0,00	2,15	2,15	1,7	9,93
2032	2427	3,34	0,00	2,15	2,15	1,7	9,98
2033	2451	3,38	0,00	2,15	2,15	1,7	10,05
2034	2476	3,41	0,00	2,15	2,15	1,7	10,10
2035	2501	3,44	0,00	2,15	2,15	1,7	10,15
2036	2526	3,48	0,00	2,15	2,15	1,7	10,22
2037	2551	3,51	0,00	2,15	2,15	1,7	10,27
2038	2576	3,55	0,00	2,15	2,15	1,7	10,34
2039	2602	3,58	0,00	2,15	2,15	1,7	10,39
2040	2628	3,62	0,00	2,15	2,15	1,7	10,45
2041	2654	3,66	0,00	2,15	2,15	1,7	10,52
2042	2681	3,69	0,00	2,15	2,15	1,7	10,57
2043	2708	3,73	0,00	2,15	2,15	1,7	10,64

Nota: tomado del consultor Sarmiento, 2018.

Planos General de Red de Alcantarillado Sanitario. A continuación, se muestran los planos de diseño del sistema de alcantarillado del corregimiento de La Mata para el año 2018 se aprecian

en los Anexo E. Plano General de Red de Alcantarillado Sanitario con imagen satelital del corregimiento de La Mata, La Gloria – Cesar. Y Anexo F. Planos de red de sistema de alcantarillado sanitario del corregimiento de La Mata, La Gloria – Cesar.

7.1.1.11. Aspectos relacionados a trámites ambientales para la construcción del sistema de alcantarillado sanitario y permisos de vertimientos de aguas residuales de la planta de tratamiento del corregimiento de La Mata, La Gloria. Dentro del aspecto ambiental, el informe entregado a los investigadores sobre la interventoría de las obras del sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales del corregimiento La Mata, La Gloria – Cesar; no se evidencia dentro del informe los aspectos ambientales referentes a los permisos, concesiones, licencias o documentos de su misma naturaleza aprobados por la autoridad competente para la construcción del sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales. Solamente el documento técnico está referenciado a la operatividad y funcionamiento de dicho sistema.

7.1.1.12. Presupuesto de obras del sistema de alcantarillado sanitario del corregimiento de La Mata, La Gloria. Dentro del informe, se presentan un resultado general en cuanto a las inversiones realizadas para la construcción de dicha infraestructura, el cual se presenta a continuación:

Figura 13. Resumen de costos para la optimización del alcantarillado y sistema de tratamiento de aguas residuales del corregimiento La Mata, La Gloria – Cesar.

RESUMEN DE COSTOS DEL PROYECTO

Estudios y diseños para el diagnóstico y evaluación integral de las obras para la terminación del plan maestro de alcantarillado y PTAR del corregimiento de La Mata del municipio de La Gloria – Cesar.

IT	DESCRIPCION	VR GLOBAL
1	SISTEMA DE ALCANTARILLADO	\$1.293.425.210.00
2	PROYECTO ELÉCTRICO (incluye sistema fotovoltaico)	\$309.145.132.00
3	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	\$1.320.435.869.23
4	PASO VIA NACIONAL	\$110.000.000.00
5	SUBTOTAL DEL PROYECTO	\$3.033.006.211.23
6	AIU (30%)	\$909.901.863.37

RESUMEN DE COSTOS DEL PROYECTO

Estudios y diseños para el diagnóstico y evaluación integral de las obras para la terminación del plan maestro de alcantarillado y PTAR del corregimiento de La Mata del municipio de La Gloria – Cesar.

IT	DESCRIPCION	VR GLOBAL
7	TOTAL, OBRA	\$3.942.908.074.60
8	INTERVENTORIA (7%)	\$276.003.565.22
9	TOTAL, PROYECTO	\$4.218.911.639.83

Nota: tomado del consultor Sarmiento, 2018

7.1.2. Actividad 2: exploración a campo para analizar el sistema de alcantarillado del municipio.

La exploración a campo se realizó en los meses de noviembre y diciembre de 2021 en aras de establecer las condiciones actuales del sistema de alcantarillado del corregimiento de La Mata, para ello, se tomaron en cuenta las listas de chequeo y las encuestas (ver **Anexos**) realizadas a la población del corregimiento, además del recorrido de los sectores, que incluyen calle y avenidas del territorio analizado. Los resultados son los siguientes:

7.1.2.1. Para las encuestas. Se realizaron en total 180 encuestas por la cantidad de viviendas escogidas por parte del cálculo estadístico realizado en la metodología del presente proyecto (ver **Ecuación 1**). La mayoría de las personas encuestadas se ubicaron en un rango de edad correspondiente entre 25-35 años, en su mayoría fueron mujeres, con un nivel de escolaridad de bachillerato. La mayor parte de los encuestados eran amas de casa, seguidos de comerciantes y mototaxistas. Los barrios que tuvieron mayor participación en las encuestas fueron Calle La Gloria, Oasis, Pueblo Nuevo, Meneses y Brisas, mientras que los barrios con menor afluencia fueron San Luis y Mata Vieja. Los resultados fueron los siguientes:

- **Pregunta 1.** ¿La casa cuenta con un registro de alcantarillado?

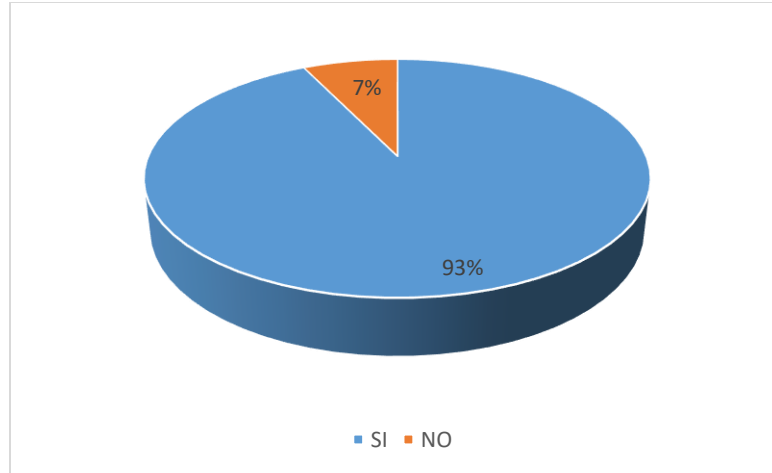


Gráfico 3. Resultados pregunta 1 de la encuesta.

De acuerdo con el gráfico anterior, se puede evidenciar que la mayoría de las casas (93%) cuentan con un registro de alcantarillado frente al 7% de personas encuestadas cuya afirmación fue negativa con respecto a la pregunta realizada.

- **Pregunta 2.** ¿Está usted conectado a la red de alcantarillado?

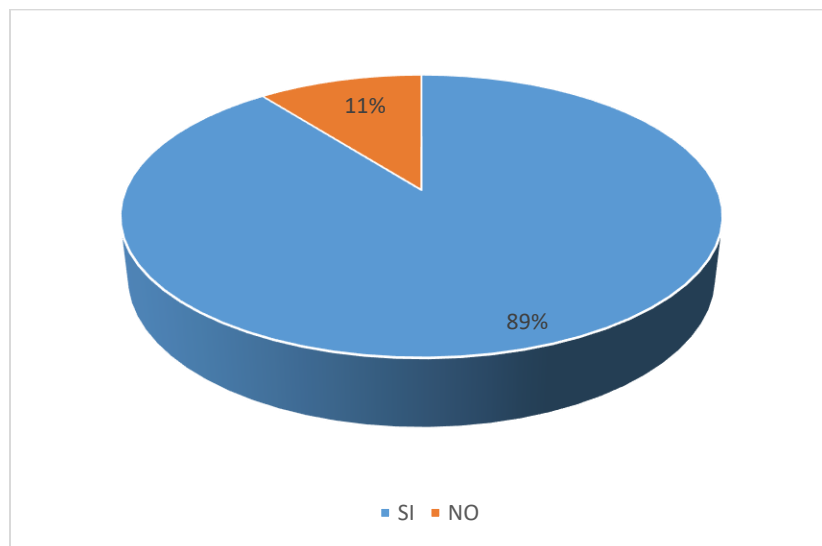


Gráfico 4. Resultados pregunta 2 de la encuesta.

Según lo expresado en el gráfico 2, se puede afirmar que el 89% de los encuestados se encuentran conectados a la red de alcantarillado, mientras que el 11% no lo están.

- **Pregunta 3.** ¿El manjor de la vivienda es independiente o es compartido con otra vivienda?

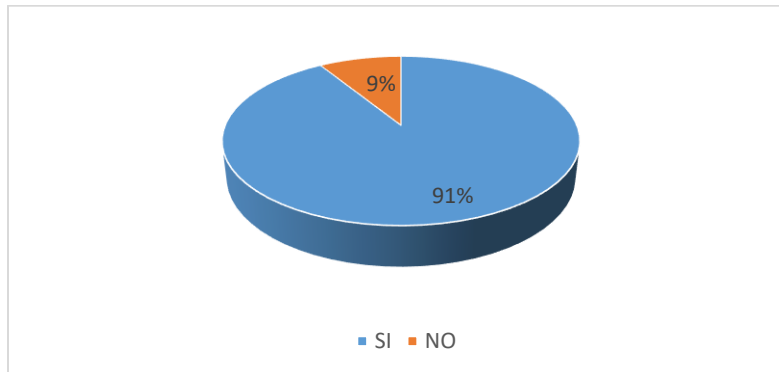


Gráfico 5. Resultados pregunta 3 de la encuesta.

Según el gráfico 3, el 91% de los encuestados afirman que el manjor de la vivienda es independiente mientras que el 9% sostiene lo contrario.

- **Pregunta 4.** ¿Se desprenden olores ofensivos producto de la red de alcantarillado?

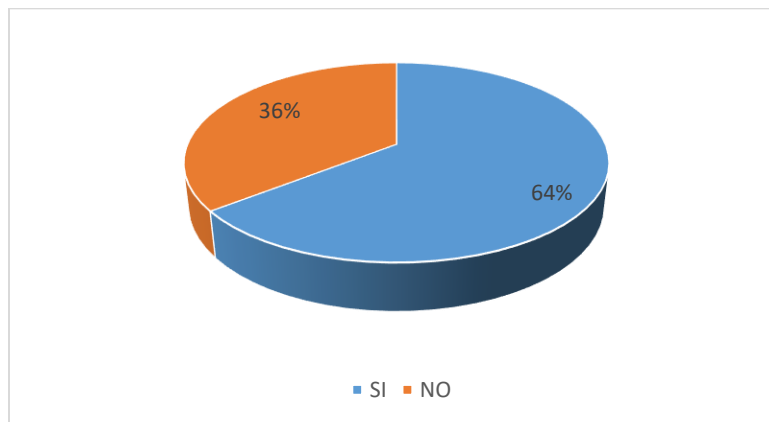


Gráfico 6. Resultados pregunta 4 de la encuesta.

De acuerdo con el gráfico 4, es posible afirmar que la mayoría de los habitantes encuestados (64%) perciben olores ofensivos producto de la red de alcantarillado, mientras que el 36% afirman que eso no sucede.

- **Pregunta 5.** En épocas de lluvia, ¿el agua se rebosa por el alcantarillado?

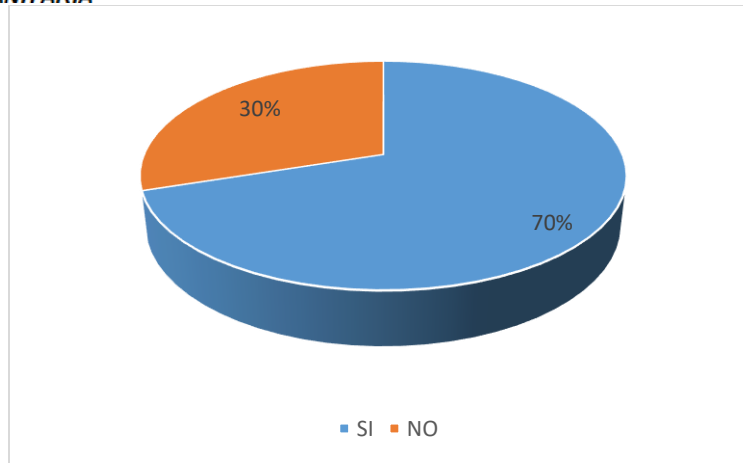


Gráfico 7. Resultados pregunta 5 de la encuesta.

De acuerdo con el gráfico anterior, es posible afirmar que, en épocas de lluvia, el agua se rebosa por el alcantarillado ya que el 70% de la población encuestada así lo afirma, en contraste con el 30% que dicen que ese hecho no sucede.

- **Pregunta 6.** ¿El agua que sale del patio está conectada a la tubería del alcantarillado?

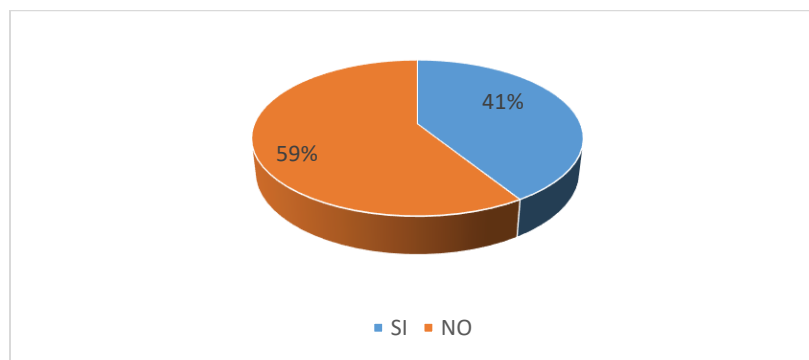


Gráfico 8. Resultados pregunta 6 de la encuesta.

De acuerdo con lo evidenciado en el gráfico 6, el 59% de las personas encuestadas afirman que el agua que sale del patio NO está conectada a la tubería del alcantarillado, mientras que el 41% afirma que sí lo está.

- **Pregunta 7.** ¿La empresa a cargo de la prestación del servicio hace el debido mantenimiento a las redes?

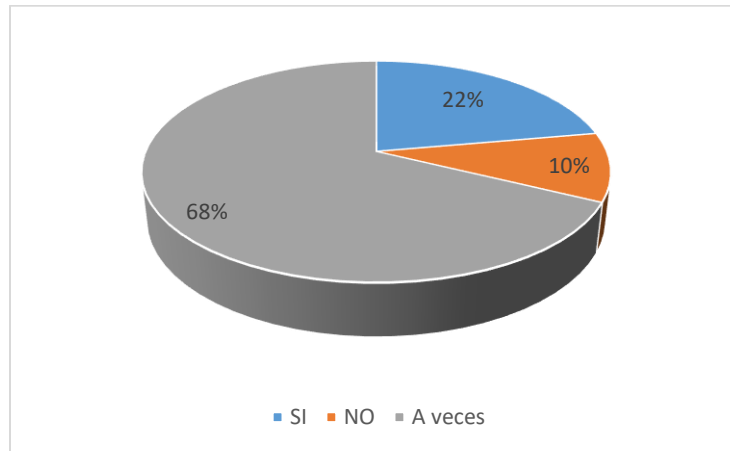


Gráfico 9. Resultados pregunta 7 de la encuesta.

Según con lo que se representa en el gráfico anterior, la mayoría de las personas coinciden en que la empresa a cargo de la prestación del servicio A VECES hace el debido mantenimiento a las redes, con un 68%, mientras que el 22% afirman que sí lo hace y tan sólo un 10% sostienen que la empresa no hace el debido mantenimiento.

- **Pregunta 8.** ¿Es común encontrar residuos que taponan la rejilla de las calles y avenidas?

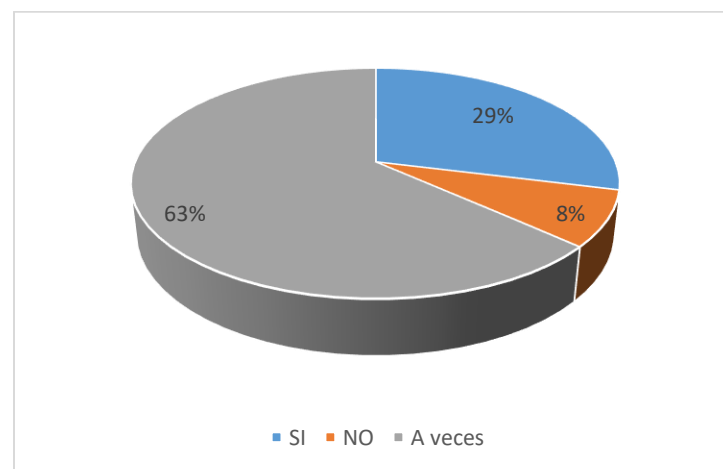


Gráfico 10. Resultados pregunta 8 de la encuesta.

De acuerdo con lo evidenciado en el gráfico 8, un 63% de las personas encuestadas manifiestan que A VECES se pueden encontrar residuos que taponan la rejilla de las calles y avenidas, lo cual corresponde a la mayoría de las personas, un 29% manifiestan que SÍ se encuentran residuos, mientras que un 8%, dicen que no.

- **Pregunta 9.** ¿Se generan enfermedades vectoriales producto de aguas residuales estancadas?

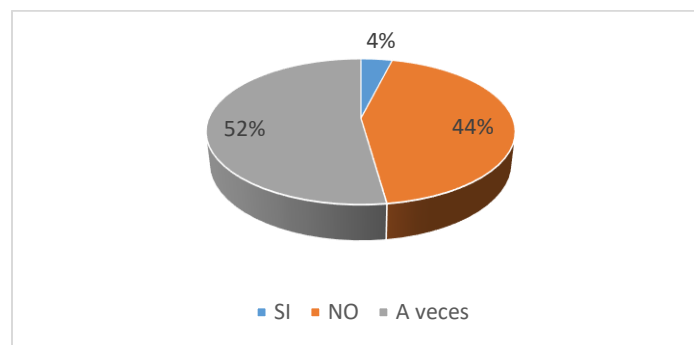


Gráfico 11. Resultados pregunta 9 de la encuesta.

Según el gráfico 9, el 52% de la población encuestada manifiesta que A VECES se generan enfermedades vectoriales producto de aguas residuales estancadas. Un 44% de los encuestados niegan tal hecho y tan sólo un 4% afirman que sí se generan enfermedades de este tipo.

- **Pregunta 10.** ¿Cómo califica el servicio de alcantarillado del corregimiento?

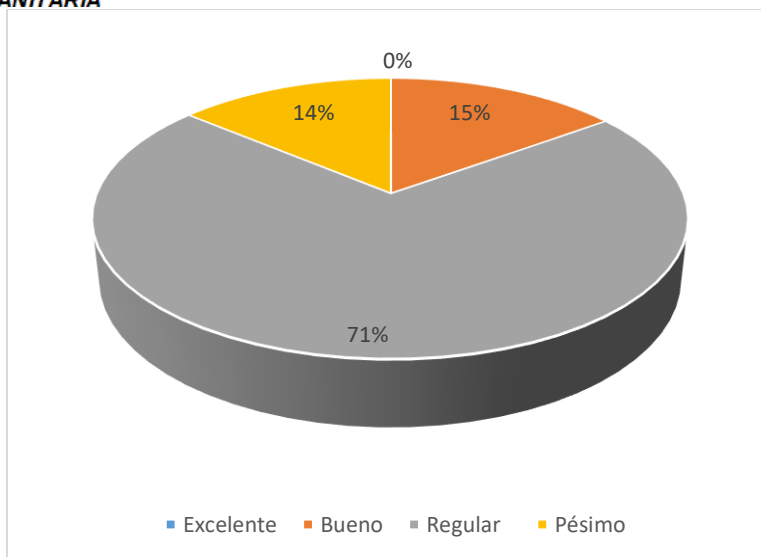


Gráfico 12. Resultados pregunta 10 de la encuesta.

De acuerdo con el gráfico anterior, se puede evidenciar un descontento a nivel general en la población con respecto al servicio de alcantarillado del corregimiento, dado que el 71% de los encuestados lo califican como regular, un 14% como pésimo, un 15% como bueno, pero, ninguno afirma la excelencia de dicho servicio.

7.1.2.2. Para la lista de chequeo. Se recorrió en un 90% del corregimiento de La Mata en aras de establecer las condiciones topográficas de la zona en cuanto al servicio y funcionamiento del sistema de alcantarillado. Los resultados fueron los siguientes:

Figura 14. Lista de chequeo.

ÍTEM	PREGUNTAS	OPCIONES DE RESPUESTA		RESPUESTA
1	En cuanto a los manjoles, ¿Se encuentran éstos en buen estado?	SI	NO	Algunos sí.
2	¿Los manjoles cuentan con su respectiva tapa?	SI	NO	Muchos no cuentan con su tapa.
3	¿La calle se encuentra pavimentada?	SI	NO	Muchas calles no.

4	Emanación de olores fuertes que afectan a la comunidad.	SI	NO	Sí.
5	¿Existe sistema de recolección de aguas lluvias?	SI	NO	LOS USUARIOS REALIZAN EL MANTENIMIENTO.
6	¿Hay presencia de malezas y/o o cualquier otro elemento que pueda afectar la tubería?	SI	NO	
7	¿Cómo es la topografía de la zona?	A favor	En contra	UBICACIÓN DE MANJOL INADECUADA.
8	Existencia de punto colectores. (Indicar ubicación)	SI	NO	No.

De acuerdo con lo expresado en la lista de chequeo anterior y al recorrido hecho en campo, se puede afirmar que muchos manjoles no se encuentran en buen estado, incluso tienen conos alrededor como prevención, madera atravesada. Algunos no cuentan con su respectiva tapa, sino que tienen objetos inadecuados como tapa, incluso residuos encima. De igual forma, los olores que emanan, se perciben en todo el corregimiento ya que son bastante fuertes, en algunas zonas más que otras, no obstante, la comunidad ya lo considera normal. Cuando llueve los olores se hacen más fuertes, incluso se produce rebosamiento. En cuanto al mantenimiento de los manjoles, se debe resaltar que en ocasiones la misma comunidad ha tenido que hacerle mantenimiento por su parte a las alcantarillas. Muchos usuarios no quieren conectarse al servicio de alcantarillado, ya que no lo consideran necesario. Por tanto, se puede inferir que, en ese sentido, el servicio de alcantarillado es bastante deficiente, lo que repercute en la calidad de vida de los habitantes del pueblo y lo que hace necesaria una intervención en pro de la mejora de este servicio en el corregimiento.

7.1.3. Actividad 3: Cálculo de la población del corregimiento La Mata – La Gloria para el diseño de alcantarillado a evaluar.

Para la realización de los cálculos de la población del corregimiento de La Mata – La Gloria, Cesar se tuvo en cuenta los registros estadísticos por parte del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de los 3 últimos censos de la población a nivel nacional, con aras de realizar los cálculos respectivos, tomando como referencia las fórmulas según el RAS 2012. A continuación, se evidencia la ejecución de dicha actividad:

7.1.3.1.Censos poblacionales del DANE. Para los censos poblacionales, se tomaron los últimos 3 censos realizados por el DANE en los años 2018 – 2005 y 1993 respectivamente. En ello se tomaron la población del departamento del Cesar y de ahí la población del municipio de La Gloria.

Figura 15. Censos poblacionales del DANE para el departamento del Cesar y municipio de La Gloria

CENSO POBLACIONAL (Hab) POR DANE	2018	2005	1993
CESAR	1.093.583	903.423	758.526
La Gloria	14.779	14.586	15.875

Nota: tomado del DANE, 2018 – 2005 – 1993.

Después de la selección de los censos poblacionales para el municipio de La Gloria, en donde se encuentra el corregimiento de La Mata, se realizó el cálculo de la población bajo las dos metodologías propuestas: METODO ARITMETICO – METODO GEOMETRICO. Dentro de los cálculos se aclaran lo siguiente, se proyectaron los cálculos a partir del año 2022 debido a que es el año por el cual se comenzó a realizar la presente investigación, por ende, para determinar la eficiencia del sistema de alcantarillado, se proyectará la población en el año 2022 y de allí a 25 años de periodo de diseño según el RAS.

7.1.3.2.Cálculo de población futura con el método aritmético. Para esta metodología se tiene en cuenta la ecuación propuesta en donde se realizaron dos cálculos, uno teniendo en cuenta como dato los censos de los años 1993 – 2018 y 2005 – 2018. Los resultados se muestran a continuación:

Figura 16. Cálculo de la población futura utilizando el método aritmético para el municipio de La Gloria, Cesar.

CENSOS: 1993 - 2018		CENSOS: 2005 - 2018	
AÑOS	POBLACIÓN	AÑOS	POBLACIÓN
2018	14779	2018	14779
2019	14735	2019	14794
2020	14691	2020	14809
2021	14647	2021	14824
2022	14604	2022	14838
2023	14560	2023	14853
2024	14516	2024	14868
2025	14472	2025	14883
2026	14428	2026	14898
2027	14384	2027	14913
2028	14341	2028	14927
2029	14297	2029	14942
2030	14253	2030	14957
2031	14209	2031	14972
2032	14165	2032	14987
2033	14121	2033	15002
2034	14078	2034	15017
2035	14034	2035	15031
2036	13990	2036	15046
2037	13946	2037	15061
2038	13902	2038	15076
2039	13858	2039	15091
2040	13815	2040	15106
2041	13771	2041	15120
2042	13727	2042	15135
2043	13683	2043	15150
2044	13639	2044	15165
2045	13595	2045	15180
2046	13551	2046	15195
2047	13508	2047	15210

Según el análisis de las proyecciones de la población por el método aritmético para el municipio de La Gloria, se evidencia que, usando los datos del censo poblacional de los años 1993 – 2018 se refleja un decrecimiento poblacional de manera constante desde el 2018 hasta el año 2047. Esto se evidencia por la reducción poblacional que hubo entre los años censados que hacen

que, su proyección sea en descenso. Mientras que, usando los datos del censo población de los años 2005 – 2018 si se refleja un aumento considerable de la población, por ende; se tomará como referencia la proyección poblacional de los dos últimos censos.

7.1.3.3. Cálculo de población futura con el método geométrico. Para esta metodología se tiene en cuenta la ecuación propuesta en donde se realizaron dos cálculos, uno teniendo en cuenta como dato los censos de los años 1993 – 2018 y 2005 – 2018. En donde se realizaron los cálculos de la tasa de crecimiento poblacional según las parejas de censos referentes. Los resultados se muestran a continuación:

Figura 17. Cálculo de la población futura utilizando el método geométrico para el municipio de La Gloria, Cesar.

CENSOS: 1993 - 2018		CENSOS: 2005 - 2018	
$r = \left(\frac{Puc}{Pci}\right)^{\frac{1}{pTuc-Tci}} - 1$		$r = \left(\frac{Puc}{Pci}\right)^{\frac{1}{pTuc-Tci}} - 1$	
r	-0,002857441	r	0,001011672
AÑOS	POBLACIÓN	AÑOS	POBLACIÓN
2018	14779	2018	14779
2019	14737	2019	14794
2020	14695	2020	14809
2021	14653	2021	14824
2022	14611	2022	14839
2023	14569	2023	14854
2024	14527	2024	14869
2025	14486	2025	14884
2026	14445	2026	14899
2027	14403	2027	14914
2028	14362	2028	14929
2029	14321	2029	14944
2030	14280	2030	14959
2031	14239	2031	14975
2032	14199	2032	14990
2033	14158	2033	15005
2034	14118	2034	15020
2035	14077	2035	15035
2036	14037	2036	15050
2037	13997	2037	15066

2038	13957	2038	15081
2039	13917	2039	15096
2040	13877	2040	15111
2041	13838	2041	15127
2042	13798	2042	15142
2043	13759	2043	15157
2044	13719	2044	15173
2045	13680	2045	15188
2046	13641	2046	15203
2047	13602	2047	15219

Según el análisis de las proyecciones de la población por el método geométrico para el municipio de La Gloria, se evidencia que, mantiene el mismo comportamiento como el método aritmético en donde, al usar datos del censo poblacional de los años 1993 – 2018 se refleja un decrecimiento poblacional con una tasa de crecimiento de alrededor de -2,85% debido al comportamiento poblacional de los años de censo. Al igual, con los datos del censo población de los años 2005 – 2018 si se refleja un aumento considerable de la población con una tasa de crecimiento de alrededor del 1,01% respectivamente.

7.1.3.4. Cálculo de población futura con el método exponencial. Para esta metodología se tiene en cuenta la ecuación propuesta en donde se realizaron dos cálculos, uno teniendo en cuenta como dato los censos de los años 1993 – 2018 y 2005 – 2018. En donde se realizaron los cálculos de la tasa de crecimiento poblacional según las parejas de censos referentes. Los resultados se muestran a continuación:

Figura 18. Cálculo de la población futura utilizando el método exponencial para el municipio de La Gloria, Cesar.

CENSOS: 1993 - 2018		CENSOS: 2005 - 2018	
$k = \frac{\ln P_{cu} - \ln P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}}$		$k = \frac{\ln P_{cu} - \ln P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}}$	
k	-0,007056948	k	0,001011161
AÑOS	POBLACIÓN	AÑOS	POBLACIÓN
2018	14779	2018	14779
2019	14675	2019	14794

CENSOS: 1993 - 2018

$$k = \frac{\ln P_{cu} - \ln P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}}$$

k	-0,007056948
AÑOS	POBLACIÓN
2020	14572
2021	14469
2022	14368
2023	14267
2024	14166
2025	14067
2026	13968
2027	13870
2028	13772
2029	13675
2030	13579
2031	13484
2032	13389
2033	13295
2034	13201
2035	13108
2036	13016
2037	12925
2038	12834
2039	12743
2040	12654
2041	12565
2042	12476
2043	12389
2044	12302
2045	12215
2046	12129
2047	12044

CENSOS: 2005 - 2018

$$k = \frac{\ln P_{cu} - \ln P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}}$$

k	0,001011161
AÑOS	POBLACIÓN
2020	14809
2021	14824
2022	14839
2023	14854
2024	14869
2025	14884
2026	14899
2027	14914
2028	14929
2029	14944
2030	14959
2031	14975
2032	14990
2033	15005
2034	15020
2035	15035
2036	15050
2037	15066
2038	15081
2039	15096
2040	15111
2041	15127
2042	15142
2043	15157
2044	15173
2045	15188
2046	15203
2047	15219

Según el análisis de las proyecciones de la población por el método exponencial para el municipio de La Gloria, se evidencia que, mantiene el mismo comportamiento como el método aritmético y geométrico en donde, al usar datos del censo poblacional de los años 1993 – 2018 se refleja un decrecimiento poblacional con una tasa de crecimiento de alrededor de -7,05% debido

al comportamiento poblacional de los años de censo. Al igual, con los datos del censo población de los años 2005 – 2018 si se refleja un aumento considerable de la población con una tasa de crecimiento de alrededor del 1,011% similar al geométrico.

7.1.3.5. Cálculo de población futura con el método Wappaus. Para esta metodología se tiene en cuenta la ecuación propuesta en donde se realizaron dos cálculos, uno teniendo en cuenta como dato los censos de los años 1993 – 2018 y 2005 – 2018. En donde se realizaron los cálculos de la tasa de crecimiento poblacional según las parejas de censos referentes. Los resultados se muestran a continuación:

Figura 19. Cálculo de la población futura utilizando el método Wappaus para el municipio de La Gloria, Cesar.

CENSOS: 1993 - 2018		CENSOS: 2005 - 2018	
$i = \frac{200 * (Puc - Pci)}{Tuc - Tci) * (Pci + Puc)}$		$i = \frac{200 * (Puc - Pci)}{Tuc - Tci) * (Pci + Puc)}$	
i	-0,70527341	i	0,101114618
AÑOS	POBLACIÓN	AÑOS	POBLACIÓN
2018	14779	2018	14779
2019	14675	2019	14794
2020	14572	2020	14809
2021	14470	2021	14824
2022	14368	2022	14839
2023	14267	2023	14854
2024	14167	2024	14869
2025	14067	2025	14884
2026	13968	2026	14899
2027	13870	2027	14914
2028	13773	2028	14929
2029	13676	2029	14944
2030	13580	2030	14959
2031	13484	2031	14975
2032	13389	2032	14990
2033	13295	2033	15005
2034	13202	2034	15020
2035	13109	2035	15035
2036	13017	2036	15050

CENSOS: 1993 - 2018

$$i = \frac{200 * (Puc - Pci)}{Tuc - Tci) * (Pci + Puc)}$$

i	-0,70527341
AÑOS	POBLACIÓN
2037	12926
2038	12835
2039	12744
2040	12655
2041	12566
2042	12478
2043	12390
2044	12303
2045	12216
2046	12131
2047	12045

CENSOS: 2005 - 2018

$$i = \frac{200 * (Puc - Pci)}{Tuc - Tci) * (Pci + Puc)}$$

i	0,101114618
AÑOS	POBLACIÓN
2037	15066
2038	15081
2039	15096
2040	15111
2041	15127
2042	15142
2043	15157
2044	15173
2045	15188
2046	15203
2047	15219

Según el análisis de las proyecciones de la población por el método Wappaus para el municipio de La Gloria, se evidencia que, mantiene el mismo comportamiento como el método aritmético, geométrico y exponencial en donde, al usar datos del censo poblacional de los años 1993 – 2018 se refleja un decrecimiento poblacional debido al comportamiento poblacional de los años de censo. Al igual, con los datos del censo población de los años 2005 – 2018 si se refleja un aumento considerable de la población con una tasa de crecimiento similar a los métodos anteriores.

Ante estas circunstancias, se descarta el cálculo de crecimiento poblacional teniendo en cuenta los censos poblacionales del DANE entre los años 1993 al 2005 debido a un comportamiento poblacional de decrecimiento; lo cual los cálculos se harán con base a la estadística del censo poblacional del DANE entre los años 2005 al 2018.

7.1.3.6.Comparación de proyecciones de población futura. A continuación, se presenta la comparación de la proyección de población futura utilizando los métodos para el municipio de La Gloria, Cesar.

Figura 20. Comparación de las proyecciones de la población para el municipio de La Gloria, Cesar según la resolución 1096 de 2002, Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable Y Saneamiento Básico (RAS).

AÑOS	CENSOS: 2005 - 2018				PROMEDIO
	EXPONENCIAL POBLACIÓN	GEOMETRICO POBLACIÓN	ARITMETRICO POBLACIÓN	WAPPAUS POBLACIÓN	
2018	14779	14779	14779	14779	14779
2019	14794	14794	14794	14794	14794
2020	14809	14809	14809	14809	14809
2021	14824	14824	14824	14824	14824
2022	14839	14839	14838	14839	14839
2023	14854	14854	14853	14854	14854
2024	14869	14869	14868	14869	14869
2025	14884	14884	14883	14884	14883
2026	14899	14899	14898	14899	14898
2027	14914	14914	14913	14914	14913
2028	14929	14929	14927	14929	14928
2029	14944	14944	14942	14944	14943
2030	14959	14959	14957	14959	14958
2031	14975	14975	14972	14975	14973
2032	14990	14990	14987	14990	14988
2033	15005	15005	15002	15005	15003
2034	15020	15020	15017	15020	15018
2035	15035	15035	15031	15035	15033
2036	15050	15050	15046	15050	15048
2037	15066	15066	15061	15066	15063
2038	15081	15081	15076	15081	15078
2039	15096	15096	15091	15096	15093
2040	15111	15111	15106	15111	15109
2041	15127	15127	15120	15127	15124
2042	15142	15142	15135	15142	15139
2043	15157	15157	15150	15157	15154
2044	15173	15173	15165	15173	15169
2045	15188	15188	15180	15188	15184
2046	15203	15203	15195	15203	15199
2047	15219	15219	15210	15219	15214

Al comparar la información anterior, se puede concluir que, todos los métodos resultan ser muy similares entre si al comparar sus valores de proyección de población. Pero, por referencias

descritas en la metodología de proyección poblacional descrita en el informe técnico de la actividad 1; se tomará como referencia para proyectar la población del corregimiento de La Mata el método geométrico por ser más preciso en la información referente al crecimiento de esta.

7.1.3.7. Proyección de población futura del corregimiento de La Mata utilizando el método geométrico. La proyección de la población futura del corregimiento de La Mata, municipio de La Gloria – Cesar se realizó con el método geométrico teniendo en cuenta el comportamiento de la tasa de crecimiento poblacional calculada en el inciso 7.1.3.3. Además, se partirá como base poblacional la referenciada en el informe técnico descrito en la actividad 1, el cual es de 2204 habitantes para el año 2018. A continuación, se presenta la proyección de la población futura para el corregimiento de La Mata:

Figura 21. Proyección de la población para el corregimiento de La Mata, municipio de La Gloria – Cesar.

CENSOS: 2005 - 2018 municipio La Gloria - Cesar

$$r = \left(\frac{Puc}{Pci} \right)^{\frac{1}{Tuc - Tci}} - 1$$

r	0,001011672		
AÑOS	POBLACIÓN	AÑOS	POBLACIÓN
2018	2204	2033	2380
2019	2206	2034	2409
2020	2211	2035	2441
2021	2217	2036	2476
2022	2226	2037	2514
2023	2229	2038	2555
2024	2233	2039	2599
2025	2240	2040	2647
2026	2249	2041	2698
2027	2260	2042	2753
2028	2274	2043	2812
2029	2290	2044	2875
2030	2309	2045	2943
2031	2330	2046	3015
2032	2354	2047	3093

Según la información procesada, se puede concluir que, para 25 años de periodo de diseño a partir del año 2022 (año de evaluación del sistema por parte de los investigadores) la población futura aplicando el método geométrico será de 3093 habitantes y que; al comparar con la proyección de la población analizada en el inciso **7.1.1.7** por el informe técnico resulta un poco superior con una diferencia de entre 100 a 150 habitantes aproximadamente. Por lo tanto, se tomará a consideración la proyección realizada para realizar los cálculos hidráulicos de la actividad siguiente.

7.1.4. Actividad 4. Revisión de la infraestructura del alcantarillado sanitario existente usando la hoja de cálculo PAVCO.

Para la revisión de la infraestructura del sistema de alcantarillado existente, se tuvo como base el *ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL DIAGNOSTICO Y EVALUACION INTEGRAL DE LAS OBRAS PARA LA TERMINACION DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO Y PTAR DEL CORREGIMIENTO LA MATA DEL MUNICIPIO DE LA GLORIA, CESAR* realizado por el ingeniero *JAVIER A. SARMIENTO URIBE* en el año 2018. En ello se tomarán como referencia los tramos estudiados por el informe técnico citado en la actividad 1 (ver 7.1.1), además de las consideraciones sanitarias como la dotación neta, los caudales, cotas, manzanas, área de drenaje. Por último, se consolidará en la hoja de cálculo PAVCO WAVIN. A continuación, se describirán las condiciones topográficas de la zona, incluyendo la tabla de memoria de cálculo.

7.1.4.1. Distribución de áreas tributarias a la red de sistema de alcantarillado Sanitario del corregimiento La Mata, La Gloria. Para ello, se ha tomado el informe técnico presentado en el año 2018 en donde se presentan los planos de distribución de la red de alcantarillado sanitario; incluyendo la condición topográfica en términos de cotas por cada pozo de inspección inventariado por la interventoría del proyecto. Como complemento a los planos de la red en formato AUTOCAD; se realizaron la distribución de las diferentes áreas tributarias a cada tramo de la red a analizar. A continuación, se presentan los planos de áreas tributarias de la red de sistema de alcantarillado sanitario de la zona estudiada. Se puede apreciar en el **Anexo D. Planos**

de áreas tributarias del sistema de alcantarillado modificados a según la memoria de diseño para el corregimiento de La Mata, La Gloria – Cesar.

7.1.4.2. Datos preliminares de diseño a según el informe técnico. La información relacionada con la cantidad de habitantes por vivienda se obtuvo a través de los resultados del informe técnico realizado en el año 2018; en donde la cantidad de viviendas que registró el estudio se estimó entre 616 y 629 viviendas. Además, se tuvo en cuenta la proyección de la población realizada en la actividad anterior; en donde la población futura a 30 años de periodo de diseño la población fue de aproximadamente de 3093 – 3230 habitantes. Al igual, la cantidad de habitantes por hectárea se tuvo en cuenta la información del área total del corregimiento según los datos proporcionada por el informe técnico del año 2018. Los cálculos se reflejan a continuación:

Figura 22. Cálculos para determinar información previa para la revisión hidráulica del sistema de alcantarillado del corregimiento La Mata, La Gloria.

DATOS	VALORES	FUENTE
Población	3093 – 3230 Hab.	Informe técnico y proyección poblacional
Área construida	22.43Ha.	Informe técnico
Viviendas	616 – 624 Viv.	Informe técnico
Hab/Viv	$\frac{3230Hab}{624Viv} = 5 \frac{Hab}{Viv}$	
Hab/Ha	$\frac{3230Hab}{22.43Ha} = 143.95 \frac{Hab}{Ha}$	
D per cápita	150 Lt/Hab – día	Res. 0330 de 2017

Nota. Tomada del informe de Sarmiento, 2018 y adaptada por autores.

Por su parte, las contribuciones relacionadas a la zona comercial – institucional e industrial se tomaron con referencia a datos recomendados por la resolución 0330 de 2017 en el capítulo de SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO; debido a que, la información dada por la interventoría no fue tomada en cuenta al momento de realizar el balance del sistema, influenciado principalmente por la actividad comercial poca y la inexistencia de industrias en la zona estudiada.

Por su parte las conexiones erradas y las infiltraciones se tuvieron en cuenta los datos recomendados por dicha resolución debido a que la información proporcionada por la interventoría, los valores superan los recomendados y, por ende, al realizar los cálculos, cambiaría drásticamente las dimensiones del sistema de alcantarillado (tuberías, pendientes, esfuerzo cortante y demás). Los datos se presentan a continuación:

Figura 23. Datos de contribuciones de caudales por unidad de área para el corregimiento de La Mata, La Gloria

Contribución l/s/ha según la resolución 0330 de 2017		Contribución total según el informe de interventoría 2018 l/s
<u>Comercial y/o Institucional</u>	0,20	<u>Comercial o institucional:</u> poco
<u>Industrial</u>	0,20	<u>Industrial:</u> nula
<u>Vivienda</u>	0,21	
<u>Conexiones erradas</u>	0,10	<u>Conexión errada:</u> 2.15litros/seg
<u>Infiltración</u>	0,10	<u>Infiltración:</u> 2.15litros/seg

Nota. Tomada del informe de Sarmiento, 2018 y adaptada por autores.

La información fue procesada en las memorias de cálculo del programa Microsoft Excel proporcionado por PAVCO – WAVIN. Los cuales se presentan a continuación:

7.1.4.3. Memorias de cálculo de caudales, longitudes de tramos, pendientes de terreno y variables hidráulicas de la Hoja de

Cálculo para diseño sanitario PAVCO – WAVIN.

Figura 24. Memorias de cálculo de caudales de los tramos analizados del sistema sanitario del corregimiento de La Mata, La Gloria.

Inicio	Tramo		Area Tributaria										Diseño Hidráulico																				
	De	A	Comercial y/o Institucional			Industrial		Vivienda			Area Acum I	Población	Caudal					Long	Pend	Diam Nom min 200mm	Diam. Interior	n	V	Q	q/Q	v	Y	Y/d	F	Fuerza Tractiva $\tau \geq 10^{-3} \text{ kg/m}^2$			
			Area Propia	Otras	Area Acum	Area Propia	Otras	Area Acum	Area Propia	Otras			Area Acum	Total	hab	Q Medio Diario	F														Q _{MH}	Q _{CE}	Q _{MF}
1	1	2								0,38	0,38	0,38	55	0,08	2,35	0,19	0,04	0,04	1,50	112,15	0,40	200-S8	0,182	0,009	0,90	23,30	0,060	0,50 Aumento P	0,031	17,2%	1,08	0,08	
	2	4								0,32	0,32	0,32	46	0,07	2,39	0,16	0,03	0,03	1,50	96,00	1,20	200-S8	0,182	0,009	1,55	40,36	0,040	0,740	0,024	13,2%	1,84	0,18	
	4	6								0,13	0,32	0,83	120	0,16	2,17	0,38	0,08	0,08	1,50	39,77	0,40	200-S8	0,182	0,009	0,90	23,30	0,060	0,50 Aumento P	0,031	17,2%	1,08	0,08	
	6	7								0,13	0,83	0,96	138	0,20	2,14	0,44	0,10	0,10	1,50	34,32	0,40	200-S8	0,182	0,009	0,90	23,30	0,060	0,50 Aumento P	0,031	17,2%	1,08	0,08	
1	5	6								0,37	0,37	0,37	54	0,08	2,35	0,19	0,04	0,04	1,50	82,11	0,40	200-S8	0,182	0,009	0,90	23,30	0,060	0,50 Aumento P	0,031	17,2%	1,08	0,08	
	6	7								0,09	0,37	1,43	205	0,30	2,06	0,62	0,14	0,14	1,50	40,09	0,65	200-S8	0,182	0,009	1,14	29,70	0,050	0,597	0,028	15,3%	1,37	0,11	
1	5	5'								0,13	0,13	0,13	19	0,03	2,60	0,07	0,01	0,01	1,50	86,44	0,40	200-S8	0,182	0,009	0,90	23,30	0,060	0,50 Aumento P	0,031	17,2%	1,08	0,08	
	5'	7								0,36	0,13	0,50	71	0,11	2,28	0,24	0,05	0,05	1,50	16,90	0,50	200-S8	0,182	0,009	1,00	26,05	0,060	0,54 Aumento P	0,030	16,3%	1,20	0,09	
	7	7'								0,09	0,50	2,01	290	0,43	1,99	0,85	0,20	0,20	1,50	110,81	0,92	200-S8	0,182	0,009	1,36	35,34	0,040	0,674	0,026	14,0%	1,62	0,15	
1	8A	7'								0,35	0,35	0,35	50	0,07	2,37	0,17	0,03	0,03	1,50	60,00	1,40	200-S8	0,182	0,009	1,68	43,59	0,030	0,781	0,023	12,7%	1,98	0,20	
7'	13D									0,38	0,35	2,74	395	0,58	1,92	1,12	0,27	0,27	1,67	110,81	0,92	200-S8	0,182	0,009	1,36	35,34	0,050	0,696	0,027	14,8%	1,63	0,15	
1	13G	13F								0,21	0,21	0,21	31	0,05	2,48	0,11	0,02	0,02	1,50	48,57	0,40	200-S8	0,182	0,009	0,90	23,30	0,060	0,50 Aumento P	0,031	17,2%	1,08	0,08	
13F	13E									0,28	0,21	0,49	71	0,10	2,28	0,24	0,05	0,05	1,50	60,36	0,40	200-S8	0,182	0,009	0,90	23,30	0,060	0,50 Aumento P	0,031	17,2%	1,08	0,08	
1	13E'	13E								0,16	0,16	0,16	22	0,03	2,56	0,08	0,02	0,02	1,50	61,93	0,65	200-S8	0,182	0,009	1,14	29,70	0,050	0,597	0,028	15,3%	1,37	0,11	
13E	13D									0,11	0,16	0,27	39	0,06	2,43	0,14	0,03	0,03	1,50	33,31	0,40	200-S8	0,182	0,009	0,90	23,30	0,060	0,50 Aumento P	0,031	17,2%	1,08	0,08	
13D	13C									0,03	0,27	3,30	476	0,70	1,89	1,33	0,33	0,33	1,99	14,81	0,40	200-S8	0,182	0,009	0,90	23,30	0,090	0,53 Aumento P	0,036	19,7%	1,11	0,09	
1	3	8								0,26	0,26	0,26	37	0,05	2,44	0,13	0,03	0,03	1,50	73,49	0,65	200-S8	0,182	0,009	1,14	29,70	0,050	0,597	0,028	15,3%	1,37	0,11	
8	13A									0,23	0,26	0,49	70	0,10	2,29	0,24	0,05	0,05	1,50	102,39	0,40	200-S8	0,182	0,009	0,90	23,30	0,060	0,50 Aumento P	0,031	17,2%	1,08	0,08	
13A	13B									0,10	0,49	0,59	85	0,13	2,25	0,28	0,06	0,06	1,50	48,53	1,50	200-S8	0,182	0,009	1,73	45,12	0,030	0,800	0,023	12,5%	2,05	0,21	
13B	13C									0,06	0,59	0,65	93	0,14	2,22	0,31	0,06	0,06	1,50	34,54	3,00	200-S8	0,182	0,009	2,45	63,81	0,020	1,020	0,019	10,6%	2,84	0,37	
13C	16'									0,14	0,65	4,10	590	0,87	1,85	1,61	0,41	0,41	2,43	69,19	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,090	0,669	0,036	19,7%	1,35	0,13	
16'	16									0,20	4,10	4,29	618	0,91	1,84	1,68	0,43	0,43	2,54	69,19	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,090	0,678	0,037	20,2%	1,35	0,13	
16	15									0,31	4,29	4,60	662	0,98	1,83	1,79	0,46	0,46	2,71	73,67	0,30	200-S8	0,182	0,009	0,78	20,18	0,130	0,54 Aumento P	0,045	24,7%	0,96	0,08	
1	9	10								0,24	0,24	0,24	35	0,05	2,45	0,13	0,02	0,02	1,50	95,42	1,00	200-S8	0,182	0,009	1,42	36,84	0,040	0,694	0,025	13,8%	1,69	0,16	
1	11	10								0,12	0,12	0,12	17	0,02	2,64	0,07	0,01	0,01	1,50	53,10	0,65	200-S8	0,182	0,009	1,14	29,70	0,050	0,597	0,028	15,3%	1,37	0,11	
10	13									0,25	0,12	0,62	89	0,13	2,24	0,29	0,06	0,06	1,50	54,69	0,99	200-S8	0,182	0,009	1,41	36,86	0,040	0,692	0,025	13,8%	1,68	0,15	
13	14									0,42	0,62	1,04	149	0,22	2,12	0,47	0,10	0,10	1,50	103,89	1,00	200-S8	0,182	0,009	1,42	36,84	0,040	0,694	0,025	13,8%	1,69	0,16	
14	15									0,14	1,04	1,17	169	0,25	2,10	0,52	0,12	0,12	1,50	52,34	3,20	200-S8	0,182	0,009	2,53	65,90	0,020	1,043	0,019	10,4%	2,93	0,38	
1	12	15								0,36	0,36	0,36	52	0,08	2,36	0,18	0,04	0,04	1,50	47,26	2,90	200-S8	0,182	0,009	2,41	62,74	0,020	1,008	0,019	10,7%	2,79	0,36	
15	18A									0,31	0,36	5,28	760	1,12	1,80	2,02	0,53	0,53	3,08	82,40	1,00	200-S8	0,182	0,009	1,42	36,84	0,080	0,859	0,036	19,5%	1,74	0,21	
18A	24									0,43	5,28	5,71	822	1,21	1,79	2,17	0,57	0,57	3,31	97,61	0,30	200-S8	0,182	0,009	0,78	20,18	0,160	0,57 Aumento P	0,050	27,4%	0,96	0,09	
1	19	20								0,12	0,12	0,12	17	0,03	2,63	0,07	0,01	0,01	1,50	44,00	2,70	200-S8	0,182	0,009	2,33	60,54	0,020	0,983	0,020	10,8%	2,70	0,34	
20	23									0,29	0,12	0,41	59	0,09	2,33	0,20	0,04	0,04	1,50	61,10	3,50	200-S8	0,182	0,009	2,65	68,92	0,020	1,076	0,019	10,2%	3,05	0,41	
1	21'	21								0,19	0,19	0,19	27	0,04	2,52	0,10	0,02	0,02	1,50	65,95	0,50	200-S8	0,182	0,009	1,00	26,05	0,060	0,54 Aumento P	0,030	16,3%	1,20	0,09	
21'	22									0,45	0,19	0,64	92	0,14	2,23	0,30	0,06	0,06	1,50	77,48	1,00	200-S8	0,182	0,009	1,42	36,84	0,040	0,694	0,025	13,8%	1,69	0,16	
22	23									0,28	0,64	0,92	133	0,20	2,15	0,42	0,09	0,09	1,50	77,48	0,30	200-S8	0,182	0,009	0,78	20,18	0,070	0,49 Aumento P	0,034	18,5%	0,94	0,06	
23	24									0,19	0,92	1,53	153	0,20	2,04	0,66	0,15	0,15	1,50	57,76	0,40	200-S8	0,182	0,009	0,90	23,30	0,060	0,50 Aumento P	0,031	17,2%	1,08	0,08	
1	18	25								0,10	0,10	0,10	15	0,02	2,67	0,06	0,01	0,01	1,50	66,47	0,90	200-S8	0,182	0,009	1,34	34,95	0,040	0,669	0,026	14,1%	1,60	0,14	
25	24									0,27	0,10	0,38	0,38	0,08	2,35	0,19	0,04	0,04	1,50	60,69	1,00	200-S8	0,182	0,009	1,42	36,84	0,040	0,694	0,025	13,8%	1,69	0,16	
24	26									0,42	0,38	8,04	8,04	1,71	1,73	2,95	0,80	0,80	4,56	91,87	3,00	200-S8	0,182	0,009	0,78	20,18	0,230	0,627	0,059	32,3%	0,67	0,10	
26	26'	0,20								0,08	8,04	8,04	8,24	1,157	1,75	1,73	2,99	0,82	0,82	4,64	22,14	0,32	200-S8	0,182	0,009	0,80	20,84	0,220	0,645	0,058	32,1%	1,00	0,11
26'	31	0,23	0,20	0,43						0,08	8,04	8,12	8,56	1,169	1,81	1,73	3,07	0,86	0,86	4,78	31,01	0,29	200-S8	0,182	0,009	0,76	19,84	0,240	0,627	0,061	33,4%	0,95	0,10
31	32	0,11	0,43	0,54						0,22	8,12	8,34	8,88	1,200	1,88	1,72	3,16	0,89	0,89	4,93	58,35	0,31	200-S8	0,18									

Inicio	Tramo		Area Tributaria Ha										Diseño Hidráulico																			
	De	A	Comercial y/o Institucional			Industrial			Vivienda			Area Acumulada	Población	Caudal					Diseño Hidráulico					Fuerza Tractiva $\leq 10 \text{ kg/m}^2$								
			Area Propia	Otras	Area Acum	Area Propia	Otras	Area Acum	Area Propia	Otras	Area Acum	Total	hab	Q Medio Diario	F	Q _{MBH}	Q _{CE}	Q _{INF}	q	Long	Pend	Diam Nom min 200mm	Diam Interior		n	V	Q	q/Q	v	Y	Y/d	F
1	32	33		0,54	0,54				0,28	8,34	8,62	9,16	1241	1,94	1,72	3,25	0,92	0,92	5,08	80,33	1,38	200-S8	0,182	0,009	1,66	43,28	0,120	1,115	0,042	23,1%	2,06	0,34
1	33B	33A							0,06		0,06	0,06	9	0,01	2,81	0,04	0,01	0,01	1,50	19,46	4,78	200-S8	0,182	0,009	3,10	80,55	0,020	1,200	0,017	9,5%	3,53	0,52
	33A	33							0,55	0,06	0,62	0,62	89	0,13	2,24	0,29	0,06	0,06	1,50	99,49	1,00	200-S8	0,182	0,009	1,42	36,84	0,040	0,694	0,025	13,8%	1,69	0,16
	33	39		0,54	0,54				0,18	0,62	9,42	9,96	1356	2,11	1,70	3,51	1,00	1,00	5,50	65,41	1,75	200-S8	0,182	0,009	1,87	48,74	0,110	1,241	0,041	22,7%	2,32	0,43
1	25	25A							0,33		0,33	0,33	47	0,07	2,38	0,17	0,03	0,03	1,50	101,02	1,24	200-S8	0,182	0,009	1,58	41,02	0,040	0,749	0,024	13,1%	1,87	0,18
	25A	28							0,33	0,33	0,66	0,66	95	0,14	2,22	0,31	0,07	0,07	1,50	101,02	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11
	28	29							0,16	0,66	0,81	0,81	117	0,17	2,17	0,38	0,08	0,08	1,50	34,95	1,66	200-S8	0,182	0,009	1,82	47,47	0,030	0,829	0,022	12,2%	2,15	0,23
1	32	29							0,16		0,16	0,16	23	0,03	2,55	0,09	0,02	0,02	1,50	40,65	3,30	200-S8	0,182	0,009	2,57	66,92	0,020	1,054	0,019	10,3%	2,97	0,39
	29	29A							0,05	0,16	1,03	1,03	148	0,22	2,12	0,46	0,10	0,10	1,50	31,14	4,82	200-S8	0,182	0,009	3,11	80,88	0,020	1,203	0,017	9,5%	3,55	0,53
	29A	29B							0,18	1,03	1,21	1,21	174	0,26	2,09	0,54	0,12	0,12	1,50	43,55	3,56	200-S8	0,182	0,009	2,67	69,51	0,020	1,083	0,018	10,2%	3,08	0,42
	29B	29C							0,29	1,21	1,50	1,50	216	0,32	2,04	0,65	0,15	0,15	1,50	77,15	1,25	200-S8	0,182	0,009	1,58	41,19	0,040	0,751	0,024	13,1%	1,88	0,19
1	84	83																	1,50	66,70	2,00	200-S8	0,182	0,009	2,00	52,10	0,030	0,885	0,021	11,7%	2,34	0,27
	83	67																	1,50	107,84	0,55	200-S8	0,182	0,009	1,05	27,32	0,050	0,563	0,029	15,9%	1,27	0,10
	67	68							0,03		0,03	0,03	5	0,01	2,98	0,02	0,00	0,00	1,50	6,90	4,80	200-S8	0,182	0,009	3,10	80,71	0,020	1,202	0,017	9,5%	3,54	0,53
	68	69							0,15	0,03	0,18	0,18	26	0,04	2,52	0,10	0,02	0,02	1,50	39,08	0,30	200-S8	0,182	0,009	0,78	20,18	0,070	0,34	0,034	18,5%	0,94	0,06
1	78	69							0,03		0,03	0,03	4	0,01	3,02	0,02	0,00	0,00	1,50	32,14	4,70	200-S8	0,182	0,009	3,07	79,87	0,020	1,193	0,017	9,5%	3,51	0,52
	69	70							0,18	0,03	0,39	0,39	56	0,08	2,34	0,19	0,04	0,04	1,50	43,86	0,40	200-S8	0,182	0,009	0,90	23,30	0,060	0,31	0,031	17,2%	1,08	0,08
	70	71							0,09	0,39	0,48	0,48	69	0,10	2,29	0,23	0,05	0,05	1,50	54,17	0,40	200-S8	0,182	0,009	0,90	23,30	0,060	0,31	0,031	17,2%	1,08	0,08
1	72	71							0,23		0,23	0,23	34	0,05	2,46	0,12	0,02	0,02	1,50	60,68	0,64	200-S8	0,182	0,009	1,13	29,47	0,050	0,594	0,028	15,3%	1,36	0,11
	71	79							0,19	0,23	0,91	0,91	130	0,19	2,15	0,41	0,09	0,09	1,50	46,31	0,39	200-S8	0,182	0,009	0,88	23,01	0,070	0,31	0,031	17,3%	1,08	0,08
	79	80							0,42	0,91	1,33	1,33	191	0,28	2,07	0,58	0,13	0,13	1,50	59,04	2,50	200-S8	0,182	0,009	2,24	58,25	0,030	0,957	0,020	11,0%	2,60	0,32
	80	81							0,26	1,33	1,59	1,59	228	0,34	2,03	0,69	0,16	0,16	1,50	55,91	3,00	200-S8	0,182	0,009	2,45	63,81	0,020	1,020	0,019	10,6%	2,84	0,37
	81	82B							0,52	1,59	2,10	2,10	303	0,45	1,98	0,88	0,21	0,21	1,50	83,92	1,00	200-S8	0,182	0,009	1,42	36,84	0,040	0,694	0,025	13,8%	1,69	0,16
	82B	82A							0,16	2,10	2,26	2,26	325	0,48	1,96	0,94	0,23	0,23	1,50	12,84	1,00	200-S8	0,182	0,009	1,42	36,84	0,040	0,694	0,025	13,8%	1,69	0,16
	82A	82							0,22	2,26	2,47	2,47	356	0,53	1,94	1,02	0,25	0,25	1,52	42,19	2,00	200-S8	0,182	0,009	2,00	52,10	0,030	0,888	0,021	11,7%	2,34	0,27
	82	78							0,08	2,47	2,55	2,55	367	0,54	1,94	1,05	0,25	0,25	1,56	32,56	3,00	200-S8	0,182	0,009	2,45	63,81	0,020	1,032	0,020	10,8%	2,84	0,37
	76	75							0,21	2,55	2,76	2,76	397	0,59	1,92	1,13	0,28	0,28	1,68	75,37	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,060	0,600	0,030	16,5%	1,33	0,11
1	72	73							0,35		0,35	0,35	51	0,08	2,36	0,18	0,04	0,04	1,50	62,04	2,90	200-S8	0,182	0,009	2,41	62,74	0,020	1,008	0,019	10,7%	2,79	0,36
	73	74							0,06	0,35	0,41	0,41	59	0,09	2,33	0,20	0,04	0,04	1,50	29,02	7,20	200-S8	0,182	0,009	3,80	98,85	0,020	1,385	0,016	8,6%	4,29	0,72
	74	75							0,16	0,41	0,57	0,57	82	0,12	2,25	0,27	0,06	0,06	1,50	37,54	6,66	200-S8	0,182	0,009	3,65	95,08	0,020	1,347	0,016	8,8%	4,13	0,68
	75	75'							0,07	0,57	3,39	3,39	489	0,72	1,88	1,36	0,34	0,34	2,04	22,31	3,45	200-S8	0,182	0,009	2,63	68,43	0,030	1,174	0,022	11,8%	3,08	0,47
	75'	75A'							0,18	3,39	3,57	3,57	514	0,76	1,87	1,42	0,36	0,36	2,14	74,87	0,73	200-S8	0,182	0,009	1,21	31,48	0,070	0,690	0,032	17,6%	1,47	0,14
	75A'	75B'							0,13	3,57	3,70	3,70	533	0,79	1,87	1,47	0,37	0,37	2,21	36,09	2,30	200-S8	0,182	0,009	2,15	55,87	0,040	1,044	0,025	13,6%	2,55	0,35
	75B'	66A'							0,16	3,70	3,87	3,87	557	0,82	1,86	1,53	0,39	0,39	2,30	56,18	0,91	200-S8	0,182	0,009	1,35	35,14	0,070	0,763	0,032	17,3%	1,64	0,18
1	50	51							0,30		0,30	0,30	44	0,06	2,40	0,15	0,03	0,03	1,50	124,70	2,20	200-S8	0,182	0,009	2,10	54,64	0,030	0,915	0,021	11,4%	2,45	0,29
	51	51B'							0,13	0,30	0,43	0,43	62	0,09	2,31	0,21	0,04	0,04	1,50	48,75	2,40	200-S8	0,182	0,009	2,19	57,07	0,030	0,943	0,020	11,2%	2,55	0,31
1	50B	51A							0,20		0,20	0,20	29	0,04	2,50	0,11	0,02	0,02	1,50	96,68	2,00	200-S8	0,182	0,009	2,00	52,10	0,030	0,885	0,021	11,7%	2,34	0,27
	51A	51A'							0,05	0,20	0,26	0,26	37	0,05	2,44	0,13	0,03	0,03	1,50	38,20	2,00	200-S8	0,182	0,009	2,00	52,10	0,030	0,885	0,021	11,7%	2,34	0,27
	51A'	51B'								0,26	0,26	0,26	37	0,05	2,44	0,13	0,03	0,03	1,50	12,40	2,50	200-S8	0,182	0,009	2,24	58,25	0,030	0,957	0,020	11,0%	2,60	0,32
	51B'	51B							0,08	0,26	0,77	0,77	111	0,16	2,19	0,36	0,08	0,08	1,50	31,16	1,50	200-S8	0,182	0,009	1,73	45,12	0,030	0,900	0,023	12,5%	2,05	0,21
	51B	52							0,07	0,77	0,84	0,84	120	0,18	2,17	0,38	0,08	0,08	1,50	22,20	2,50	200-S8	0,182	0,009	2,24	58,25	0,030	0,957	0,020	11,0%	2,60	0,32
	52	53							0,10	0,84	0,94	0,94	135	0,20	2,14	0,43	0,09	0,09	1,50	69,90	1,20	200-S8	0,182	0,009	1,55	40,36	0,040	0,740	0,024	13,2%	1,84	0,18
	53	54								0,94	0,94	0,94	135	0,20	2,14	0,43	0,09	0,09	1,50	35,00	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11

Inicio	Tramo		Area Tributaria										Caudal										Diseño Hidráulico									
	De	A	Comercial y/o Institucional		Industrial		Vivienda		Area Acum I	Población	Q Medio Diario	F	Q _{MH}	Q _{CE}	Q _{RF}	q	Long	Pend	Diam Nom min 200mm	Diam. Interior	n	V	Q	q/Q	v	Y	Y / d	F	Fuerza Tractiva			
	1		Area Propia	Otras	Area Acum	Area Propia	Otras	Area Acum	Area Propia	Otras	Area Acum	Total	hab	l/s		l/s	l/s	l/s	l/s	m	%	mm, "	m	m/s	l/s	≤1.0	m/s	m	≤85%	kg/m ²		
54	55							0,94	0,94	0,94	135	0,20	2,14	0,43	0,09	0,09	1,50	114,10	3,00	200-SB	0,182	0,009	2,45	63,81	0,020	1,020	0,019	10,6%	2,84	0,37		
55	55'							0,94	0,94	0,94	135	0,20	2,14	0,43	0,09	0,09	1,50	9,30	4,00	200-SB	0,182	0,009	2,83	73,68	0,020	1,128	0,018	9,9%	3,25	0,46		
55'	56							0,94	0,94	0,94	135	0,20	2,14	0,43	0,09	0,09	1,50	37,54	4,70	200-SB	0,182	0,009	3,07	79,87	0,020	1,193	0,017	9,5%	3,51	0,52		
56	57							0,94	0,94	0,94	135	0,20	2,14	0,43	0,09	0,09	1,50	66,69	4,70	200-SB	0,182	0,009	3,07	79,87	0,020	1,193	0,017	9,5%	3,51	0,52		
57	58							0,94	0,94	0,94	135	0,20	2,14	0,43	0,09	0,09	1,50	123,47	1,20	200-SB	0,182	0,009	1,55	40,36	0,040	0,740	0,024	13,2%	1,84	0,18		
58	59							0,94	0,94	0,94	135	0,20	2,14	0,43	0,09	0,09	1,50	105,00	1,00	200-SB	0,182	0,009	1,42	36,84	0,040	0,694	0,025	13,8%	1,69	0,16		
59	64A							0,94	0,94	0,94	135	0,20	2,14	0,43	0,09	0,09	1,50	70,84	1,50	200-SB	0,182	0,009	1,73	45,12	0,030	0,800	0,023	12,5%	2,05	0,21		
64A	64							0,13	0,94	1,07	1,07	154	0,23	2,12	0,48	0,11	0,11	1,50	70,16	1,60	200-SB	0,182	0,009	1,90	49,43	0,030	0,853	0,022	12,0%	2,23	0,25	
1	60	61						0,11	0,11	0,11	16	0,02	2,65	0,06	0,01	0,01	1,50	59,76	0,45	200-SB	0,182	0,009	0,95	24,71	0,060	0,52 Aumento P	0,030	16,7%	1,14	0,08		
1	62	61						0,09	0,09	0,09	13	0,02	2,71	0,05	0,01	0,01	1,50	66,32	2,00	200-SB	0,182	0,009	2,00	52,10	0,030	0,865	0,020	11,7%	2,34	0,27		
61	64							0,10	0,09	0,31	0,31	44	0,06	2,40	0,16	0,03	0,03	1,50	47,32	0,30	200-SB	0,182	0,009	0,78	20,18	0,070	0,45 Aumento P	0,034	18,5%	0,94	0,06	
64	65							0,20	0,31	1,57	1,57	226	0,33	2,04	0,68	0,16	0,16	1,50	95,83	0,30	200-SB	0,182	0,009	0,78	20,18	0,070	0,45 Aumento P	0,034	18,5%	0,94	0,06	
1	65'	65						0,18	0,18	0,18	26	0,04	2,53	0,10	0,02	0,02	1,50	80,49	0,40	200-SB	0,182	0,009	0,90	23,30	0,060	0,50 Aumento P	0,031	17,2%	1,08	0,08		
65	66A							0,15	0,18	1,90	1,90	273	0,40	2,00	0,80	0,19	0,19	1,50	53,50	0,30	200-SB	0,182	0,009	0,78	20,18	0,070	0,45 Aumento P	0,034	18,5%	0,94	0,06	
66A	66A'							0,17	1,90	2,07	2,07	298	0,44	1,98	0,87	0,21	0,21	1,50	43,16	0,35	200-SB	0,182	0,009	0,84	21,80	0,070	0,48 Aumento P	0,032	17,8%	1,02	0,07	
66A'	66							0,09	2,07	6,03	6,03	868	1,28	1,78	2,28	0,60	0,60	3,49	31,16	0,22	200-SB	0,182	0,009	0,66	17,28	0,200	0,52 Aumento P	0,055	30,5%	0,83	0,07	
1	76	66						0,73	0,73	0,73	104	0,15	2,20	0,34	0,07	0,07	1,50	148,99	0,62	200-SB	0,182	0,009	1,12	29,01	0,050	0,587	0,028	15,5%	1,34	0,11		
66	30							0,73	6,76	6,76	973	1,44	1,76	2,52	0,68	0,68	3,88	13,79	1,62	200-SB	0,182	0,009	1,82	47,47	0,080	1,099	0,035	19,3%	2,24	0,35		
1	43	44						0,12	0,12	0,12	17	0,03	2,64	0,07	0,01	0,01	1,50	61,34	0,65	200-SB	0,182	0,009	1,14	29,70	0,050	0,597	0,028	15,3%	1,37	0,11		
1	45	44						0,33	0,33	0,33	48	0,07	2,38	0,17	0,03	0,03	1,50	95,43	2,20	200-SB	0,182	0,009	2,10	54,64	0,030	0,915	0,021	11,4%	2,45	0,29		
44	41							0,25	0,33	0,58	0,58	84	0,12	2,25	0,28	0,06	0,06	1,50	82,79	0,60	200-SB	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
1	42	41						0,32	0,32	0,32	46	0,07	2,39	0,16	0,03	0,03	1,50	89,71	2,20	200-SB	0,182	0,009	2,10	54,64	0,030	0,915	0,021	11,4%	2,45	0,29		
1	39B	41						0,13	0,13	0,13	19	0,03	2,60	0,07	0,01	0,01	1,50	30,20	2,32	200-SB	0,182	0,009	2,16	56,11	0,030	0,932	0,020	11,3%	2,51	0,30		
41	40							0,63	0,13	1,67	1,67	240	0,35	2,02	0,72	0,17	0,17	1,50	129,64	0,35	200-SB	0,182	0,009	0,84	21,80	0,070	0,48 Aumento P	0,032	17,8%	1,02	0,07	
40	38							1,67	1,67	1,67	240	0,35	2,02	0,72	0,17	0,17	1,50	76,21	0,30	200-SB	0,182	0,009	0,78	20,18	0,070	0,45 Aumento P	0,034	18,5%	0,94	0,06		
1	46	30						0,24	0,24	0,24	34	0,05	2,46	0,12	0,02	0,02	1,50	42,12	2,70	200-SB	0,182	0,009	2,33	60,54	0,020	0,983	0,020	10,8%	2,70	0,34		
30	29C							0,23	0,24	7,23	7,23	1041	1,54	1,75	2,68	0,72	0,72	4,13	60,78	0,87	200-SB	0,182	0,009	1,32	34,36	0,120	0,891	0,043	23,4%	1,64	0,22	
29C	39							0,20	7,23	8,93	8,93	1285	1,90	1,71	3,24	0,89	0,89	5,03	36,83	0,92	200-SB	0,182	0,009	1,36	35,34	0,140	0,962	0,046	25,5%	1,69	0,25	
1	39A	39						0,19	0,19	0,19	27	0,04	2,52	0,10	0,02	0,02	1,50	39,50	0,65	200-SB	0,182	0,009	1,14	29,70	0,050	0,597	0,028	15,3%	1,37	0,11		
39	38							0,84	0,19	19,91	19,91	2867	4,23	1,58	6,68	1,99	1,99	10,66	131,72	1,40	200-SB	0,182	0,009	1,68	43,59	0,240	1,384	0,061	33,7%	2,09	0,48	
38	37							0,23	19,91	20,14	20,14	2900	4,28	1,58	6,75	2,01	2,01	10,78	57,16	0,50	200-SB	0,182	0,009	1,00	26,05	0,410	0,954	0,082	44,8%	1,22	0,21	
1	37B	37A						0,09	0,09	0,09	14	0,02	2,70	0,05	0,01	0,01	1,50	29,45	4,70	200-SB	0,182	0,009	3,07	79,87	0,020	1,193	0,017	9,5%	3,51	0,52		
37A	37							0,12	0,09	0,22	0,22	31	0,05	2,48	0,11	0,02	0,02	1,50	38,16	4,70	200-SB	0,182	0,009	3,07	79,87	0,020	1,193	0,017	9,5%	3,51	0,52	
37	36							0,57	0,22	20,93	20,93	3013	4,45	1,57	6,98	2,09	2,09	11,17	82,76	0,51	200-SB	0,182	0,009	1,01	26,31	0,420	0,970	0,083	45,5%	1,23	0,22	
1	47	47	0,13		0,13			0,13	0,13	0,13	19	0,03	0,03	0,01	0,01	1,50	49,30	4,00	200-SB	0,182	0,009	2,83	73,68	0,020	1,128	0,018	9,9%	3,25	0,46			
47	36	0,22	0,13	0,35				0,35	0,35	0,35	48	0,07	0,07	0,03	0,03	1,50	54,30	4,00	200-SB	0,182	0,009	2,83	73,68	0,020	1,128	0,018	9,9%	3,25	0,46			
36	90		0,35	0,35				0,53	20,93	21,46	21,46	3089	4,63	1,57	7,21	2,18	2,18	11,57	87,95	0,35	250-SB	0,227	0,009	0,97	39,29	0,290	0,844	0,084	37,2%	1,08	0,16	
90	91		0,35	0,35				0,72	21,46	22,18	22,53	3193	4,78	1,56	7,43	2,25	2,25	11,94	135,75	0,35	250-SB	0,227	0,009	0,97	39,29	0,300	0,851	0,086	37,8%	1,08	0,16	
91	92		0,35	0,35				0,24	22,18	22,42	22,77	3228	4,83	1,56	7,50	2,28	2,28	12,05	87,93	1,00	250-SB	0,227	0,009	1,64	66,41	0,180	1,246	0,065	28,9%	1,83	0,38	
92	93		0,35	0,35				0,24	22,42	22,42	22,77	3228	4,83	1,56	7,50	2,28	2,28	12,05	9,30	0,40	250-SB	0,227	0,009	1,04	42,00	0,290	0,896	0,083	36,7%	1,15	0,18	
93	94		0,35	0,35				0,24	22,42	22,42	22,77	3228	4,83	1,56	7,50	2,28	2,28	12,05	98,98	0,20	250-SB	0,227	0,009	0,73	29,70	0,410	0,696	0,101	44,3%	0,80	0,10	
94	P		0,35	0,35				0,24	22,42	22,42	22,77	3228	4,83	1,56	7,50	2,28	2,28	12,05	76,54	0,20	250-SB	0,227	0,009	0,73	29,70	0,410	0,696	0,101	44,3%	0,80	0,10	

Nota. Tomado de la hoja del cálculo PAVCO – WAVIN y modificado por los autores del proyecto.

PERFIL HIDRAULICO

Tramo		Caída	Cota Clave		Cota rasante		Tipo de rasante	Recubrimiento ≥ 0.90 m		Pozo repetido	Cota batea		V ² /2g	Energía específica	Alineamiento	FLUJO SUBCRITICO				FLUJO SUPERCRITICO				Cota Clave superada			
De	A	Tramo m	Super	Infer	Super	Infer	1, 2, 3, 4 o 5	Super	Infer	1	Super	Infer	m	m	%	r/c/φ	HC	0.2 D H _v	H _p	Yc	0.319Qd / φ ^{2.5}	Hc	He	K	Hw	Super	
31	32	0,18	91,70	91,52	95,42	93,22	1	3,72	1,70		91,51	91,33	0,02	0,08	3,77	3											
32	33	1,11	91,50	90,39	93,22	89,23	1	1,72	-1,16		91,31	90,20	0,06	0,11	4,97	3				0,06	0,115	0,08	0,00	1,2	0,10		
33B	33A	0,93	89,90	88,97	91,81	90,25	1	1,91	1,28		89,71	88,78	0,07	0,09	8,02	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
33A	33	0,99	88,97	87,97	90,25	89,23	1	1,28	1,26		88,78	87,78	0,02	0,05	1,03	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
33	39	1,14	87,90	86,76	89,23	88,22	1	1,33	1,46		87,71	86,57	0,08	0,12	1,54	3				0,06	0,124	0,09	0,00	1,2	0,11		
25	25A	1,25	92,94	91,69	94,14	93,16	1	1,20	1,47	1	92,75	91,50	0,03	0,05	0,97	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
25A	28	0,61	91,69	91,08	93,16	92,48	1	1,47	1,40		91,50	90,89	0,02	0,05	0,67	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
28	29	0,58	91,07	90,49	92,48	92,40	1	1,41	1,91		90,88	90,30	0,04	0,06	0,23	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
32	29	1,34	91,84	90,50	93,22	92,40	1	1,38	1,90	1	91,65	90,31	0,06	0,08	2,02	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
29	29A	1,50	90,48	88,98	92,40	90,89	1	1,92	1,91	1	90,29	88,79	0,07	0,09	4,85	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
29A	29B	1,55	88,98	87,43	90,89	89,33	1	1,91	1,90		88,79	87,24	0,06	0,08	3,58	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
29B	29C	0,96	87,43	86,47	89,33	88,36	1	1,90	1,89		87,24	86,28	0,03	0,05	1,26	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
84	83	1,33	98,65	97,32	100,02	98,75	1	1,37	1,43		98,46	97,13	0,04	0,06	1,90	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
83	67	0,59	97,32	96,72	98,75	97,85	1	1,43	1,13		97,13	96,53	0,02	0,05	0,83	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
67	68	0,33	96,68	96,35	97,85	97,76	1	1,17	1,41		96,49	96,15	0,07	0,09	1,30	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
68	69	0,12	96,35	96,23	97,76	98,96	1	1,41	2,73		96,15	96,04	0,01	0,04	-3,07	3											
78	69	1,51	98,39	96,88	99,77	98,96	1	1,38	2,08		98,20	96,69	0,07	0,09	2,52	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
69	70	0,18	96,88	96,70	98,96	98,39	1	2,08	1,69	1	96,69	96,51	0,01	0,04	1,30	3											
70	71	0,22	96,70	96,49	98,39	97,70	1	1,69	1,21		96,51	96,30	0,01	0,04	1,27	3											
72	71	0,39	96,67	96,28	98,07	97,70	1	1,40	1,42		96,48	96,09	0,02	0,05	0,61	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
71	79	0,18	96,28	96,10	97,70	97,12	1	1,42	1,02	1	96,09	95,91	0,01	0,04	1,25	3											
79	80	1,48	96,08	94,60	97,12	95,64	1	1,04	1,04		95,89	94,41	0,05	0,07	2,51	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
80	81	1,68	94,60	92,92	95,64	94,07	1	1,04	1,15		94,41	92,73	0,05	0,07	2,81	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
81	82B	0,84	92,92	92,08	94,07	93,23	1	1,15	1,15		92,73	91,89	0,02	0,05	1,00	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
82B	82A	0,13	92,08	91,95	93,23	93,07	1	1,15	1,12		91,89	91,76	0,02	0,05	1,27	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
82A	82	0,84	91,94	91,10	93,07	92,70	1	1,13	1,60		91,75	90,91	0,04	0,06	0,88	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
82	76	0,98	91,09	90,11	92,70	92,36	1	1,61	2,25		90,90	89,92	0,05	0,07	1,04	3				0,03	0,035	0,04	0,00	1,2	0,05		
76	75	0,45	90,11	89,66	92,36	91,29	1	2,25	1,63		89,92	89,47	0,02	0,05	1,42	3				0,03	0,038	0,05	0,00	1,2	0,06		
72	73	1,80	96,97	95,17	98,07	97,09	1	1,10	1,92		96,78	94,98	0,05	0,07	1,58	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
73	74	2,09	95,13	93,04	97,09	96,78	1	1,96	3,74		94,94	92,85	0,10	0,11	1,07	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
74	75	2,50	93,04	90,54	96,78	91,66	1	3,74	1,12		92,85	90,35	0,09	0,11	13,64	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
75	75'	0,77	90,54	89,77	91,66	90,89	1	1,12	1,12	1	90,35	89,58	0,07	0,09	3,45	3				0,04	0,046	0,05	0,00	1,2	0,06		
75'	75A'	0,55	89,77	89,22	90,89	90,34	1	1,12	1,12		89,58	89,03	0,02	0,06	0,73	3				0,04	0,048	0,05	0,00	1,2	0,06		
75A'	75B'	0,83	89,20	88,37	90,34	89,51	1	1,14	1,14		89,01	88,18	0,06	0,08	2,30	3				0,04	0,050	0,05	0,00	1,2	0,06		
75B'	66A'	0,51	88,37	87,86	89,51	88,99	1	1,14	1,13		88,18	87,67	0,03	0,06	0,93	3				0,04	0,052	0,06	0,00	1,2	0,07		
50	51	2,74	108,28	105,54	109,66	106,98	1	1,38	1,44		108,09	105,35	0,04	0,06	2,15	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
51	51B'	1,17	105,63	104,36	106,98	106,07	1	1,45	1,71		105,34	104,17	0,05	0,07	1,87	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
50B	51A	1,93	107,40	105,47	108,78	106,80	1	1,38	1,33		107,21	105,28	0,04	0,06	2,05	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
51A	51A'	0,76	105,47	104,70	106,80	105,85	1	1,33	1,15		105,28	104,51	0,04	0,06	2,49	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
51A'	51B'	0,31	104,70	104,39	105,85	106,07	1	1,15	1,68		104,51	104,20	0,05	0,07	-1,77	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
51B'	51B	0,47	104,39	103,92	106,07	105,84	1	1,68	1,92	1	104,20	103,73	0,03	0,06	0,74	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		
51B	52	0,56	103,91	103,35	105,84	105,78	1	1,93	2,43		103,72	103,16	0,05	0,07	0,27	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05		

PERFIL HIDRAULICO																										
Tramo		Caída	Cota Clave		Cota rasante		Tipo de rasante	Recubrimiento ≥ 0.90 m		Pozo repetido	Cota batea		$\frac{V^2}{2g}$	Energía específica	Alineamiento	FLUJO SUBCRITICO				FLUJO SUPERCRITICO					Cota Clave superior	
De	A	Tramo m	Super	Infer	Super	Infer	1, 2, 3, 4, 0, 0, 0	Super	Infer	1	Super	Infer	m	m	%	r_c/ϕ	HC	0.2 D H _v	H _p	Yc	0.319Qd / $\phi^{2.5}$	Hc	He	K	Hw	Super
52	53	0,84	103,35	102,51	105,78	105,21	1	2,43	2,70		103,16	102,32	0,03	0,05	0,82	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
53	54	0,21	102,51	102,30	105,21	105,21	1	2,70	2,91		102,32	102,11	0,02	0,05		3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
54	55	3,42	102,28	98,85	105,21	102,25	1	2,93	3,40		102,09	98,66	0,05	0,07	2,59	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
55	55'	0,37	98,84	98,47	102,25	101,70	1	3,41	3,23		98,65	98,28	0,06	0,08	5,91	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
55'	56	1,76	98,46	96,70	101,70	99,00	1	3,24	2,30		98,27	96,51	0,07	0,09	7,19	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
56	57	3,13	96,70	93,57	99,00	96,35	1	2,30	2,78		96,51	93,38	0,07	0,09	3,97	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
57	58	1,48	93,57	92,08	96,35	94,04	1	2,78	1,96		93,38	91,89	0,03	0,05	1,87	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
58	59	1,05	92,08	91,03	94,04	92,34	1	1,96	1,31		91,89	90,84	0,02	0,05	1,62	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
59	64A	1,06	91,03	89,97	92,34	91,39	1	1,31	1,42		90,84	89,78	0,03	0,06	1,34	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
64A	64	1,26	89,96	88,70	91,39	90,74	1	1,43	2,04		89,77	88,51	0,04	0,06	0,93	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
60	61	0,27	88,45	88,18	89,83	90,31	1	1,38	2,13		88,26	87,99	0,01	0,04	-0,80	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
62	61	1,33	89,98	88,65	91,36	90,31	1	1,38	1,66		89,79	88,46	0,04	0,06	1,58	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
61	64	0,14	88,65	88,51	90,31	90,74	1	1,66	2,23	1	88,46	88,32	0,01	0,04	-0,91	3										
64	65	0,29	88,51	88,22	90,74	90,41	1	2,23	2,19	1	88,32	88,03	0,01	0,04	0,34	3										

Nota. Tomado de la hoja del cálculo PAVCO – WAVIN y modificado por los autores del proyecto.

7.1.5. Actividad 5. Verificar los parámetros de diseño, diámetros de tubería, el tipo de material, velocidades y caudales.

Para la verificación de los parámetros de diseño, se tendrán en cuenta los parámetros descritos de la **Figura 5**, específicamente para el *DISEÑO DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL* (artículo 140 – 144 resolución 0330 de 2017) con respecto a la memoria de cálculo de las condiciones hidráulicas descritas en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Los parámetros que se analizarán son:

Figura 26. Parámetros a analizar de la resolución 0330 de 2017 con la memoria de cálculo de condiciones hidráulicas del sistema de alcantarillado para el corregimiento de La Mata, La Gloria.

DIÁMETRO INTERNO REAL	CONDICIONES DE AUTOLIMPIEZA	VELOCIDAD REAL	RELACIÓN DE MÁXIMA PROFUNDIDAD DE FLUJO
Para >2500hab (>170mm)	Esfuerzo cortante igual o superior a (0.10kg/m ² o 1,0Pa)	<5.0m/s	<85% del diámetro interno
PENDIENTE MÍNIMA	CONDICION DE FLUJO	PROFUNDIDAD MINIMA CLAVE	
La necesaria para cumplir la autolimpieza	Supercrítico con numero de Froude >1.	>1.20m	

Nota. Tomada de la resolución 0330 de 2017.

7.1.5.1. Diámetro interno real. Según la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

en la columna DIAMETRO INTERIOR de la memoria de cálculo realizada por los investigadores, se analiza que, en todos los tramos superan el diámetro interno de 170mm, que, en este diseño, se presentan dos tipos de tuberías sanitaria: una de diámetro interno de 182mm y otra de 227mm. Por tanto, se concluye que cumplen en

este aspecto. Al igual, si se compara con el informe presentado, cumple con las expectativas de la auditoría realizada en el año 2018.

7.1.5.2. Condiciones de autolimpieza. Según la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** en la columna FUERZA TRACTIVA de dicha memoria, se analiza que, hay una cierta cantidad de tramos que no cumplen con la condición de autolimpieza (no superan el esfuerzo cortante de $0,10 \text{ kg/m}^2$). Los tramos que no cumplen son los siguientes:

Figura 27. Tramos que no cumplen con la fuerza tractiva del sistema de alcantarillado del corregimiento de La Mata, La Gloria.

De	A	Fuerza Tractiva $\tau \geq 10 \text{ kg/m}^2$
1	2	0,08
2	4	0,08
4	6	0,08
5	6	0,08
5	5'	0,08
5'	7	0,09
13G	13F	0,08
13F	13E	0,08
13E	13D	0,08
13D	13C	0,09
8	13A	0,08
16	15	0,08
18A	24	0,09
21'	21	0,09

De	A	Fuerza Tractiva $\tau \geq 10 \text{ kg/m}^2$
22	23	0,06
23	24	0,08
68	69	0,06
69	70	0,08
70	71	0,08
71	79	0,08
60	61	0,08
61	64	0,06
64	65	0,06
65'	65	0,08
65	66A	0,06
66A	66A'	0,07
66A'	66	0,07
41	40	0,07
40	38	0,06

Se analiza que, en total hay 29 tramos que no cumplen con las condiciones de autolimpieza; esto significaría que, las tuberías podrían retener sedimentos en los fondos de las tuberías, que, al no tener el suficiente caudal o la suficiente pendiente provoca que, el sistema pueda colapsar en esos instantes de tramos.

7.1.5.3. Velocidad real. Según la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** en la columna V de dicha memoria, se analiza que, en todos los tramos cumplen las condiciones de velocidad real inferiores a $5,0 \text{ m/s}$ en aras de evitar el deterioro erosivo de las tuberías instaladas en cada tramo. Eso sí, se aclara que, a pesar de que los tramos

citados en el inciso anterior tienen velocidades relativamente bajas; se verifica en la memoria de cálculo que sugiere que se aumente la pendiente, como una manera más técnica de mejorar la condición de la variable estudiada anteriormente.

7.1.5.4. Relación máxima de flujo en tubería. Según la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** en la columna Y / d, se analiza que, en todos los tramos cumplen con la relación de profundidad de flujo inferior al 85% respectivamente, los porcentajes se encuentran entre un 10 – 50%, eso demostraría que, ante diferentes condiciones de operatividad, las tuberías funcionarían de manera adecuada. Sin embargo, al verificar los tramos con dificultades en el esfuerzo cortante o fuerza tractiva, se concluye que también cumplen con ese porcentaje de profundidad de flujo establecido por la norma.

7.1.5.5. Pendiente mínima y condición de flujo. Según la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** en la columna F y V se analiza que, no se están cumpliendo con las variables hidráulicas y que además están relacionadas con la fuerza tractiva o esfuerzo cortante. Los tramos son los siguientes:

Figura 28. Tramos que no cumplen con pendiente mínima y condición de flujo del sistema de alcantarillado del corregimiento de La Mata, La Gloria.

De	A	F	V m/s	Fuerza Tractiva $\tau \geq 10$ kg/m ²	De	A	F	V m/s	Fuerza Tractiva $\tau \geq 10$ kg/m ²
1	2	1,08	0,50 Aumente P	0,08	23	24	1,08	0,50 Aumente P	0,08
2	4	1,08	0,50 Aumente P	0,08	68	69	0,94	0,45 Aumente P	0,06
4	6	1,08	0,50 Aumente P	0,08	69	70	1,08	0,50 Aumente P	0,08
5	6	1,08	0,50 Aumente P	0,08	70	71	1,08	0,50 Aumente P	0,08
5	5'	1,08	0,50 Aumente P	0,08	71	79	1,08	0,50 Aumente P	0,08
5'	7	1,20	0,54 Aumente P	0,09	60	61	1,14	0,52 Aumente P	0,08
13G	13F	1,08	0,50 Aumente P	0,08	61	64	0,94	0,45 Aumente P	0,06
13F	13E	1,08	0,50 Aumente P	0,08	64	65	0,94	0,45 Aumente P	0,06
13E	13D	1,08	0,50 Aumente P	0,08	65'	65	1,08	0,50 Aumente P	0,08
13D	13C	1,11	0,55 Aumente P	0,09	65	66A	0,94	0,45 Aumente P	0,06
8	13A	1,08	0,50 Aumente P	0,08	66A	66A'	1,02	0,48 Aumente P	0,07
16	15	0,96	0,54 Aumente P	0,08	66A'	66	0,83	0,52 Aumente P	0,07
18A	24	0,96	0,57 Aumente P	0,09	41	40	1,02	0,48 Aumente P	0,07
21'	21	1,20	0,54 Aumente P	0,09	40	38	0,94	0,45 Aumente P	0,06
22	23	0,94	0,45 Aumente P	0,06					

En síntesis, se verifica que, el número de Froude de los 29 tramos analizados es inferior a 1,0 y, según las leyes de hidráulica de los sistemas de tuberías, se infiere que, su flujo es subcrítico, es decir, el agua residual viaja a una velocidad baja, de régimen laminar y sin la capacidad o la fuerza de generar un arrastre de sólidos. Al ser esta condición el número de Froude, también afecta proporcionalmente la pendiente debido a que, la pendiente estudiada en el informe técnico no resultaría ser la idónea en condiciones de operatividad. Por tanto, según las sugerencias descritas por la memoria de cálculo PAVCO – WAVIN, se deberá de aumentar la pendiente, de tal forma que pueda garantizar el arrastre de sólidos y una velocidad de transporte considerablemente alta.

7.1.5.6. Profundidad clave mínima. Analizando el perfil de diseño de la **Figura 25** con relación a las COTAS CLAVES, se pudo analizar qué; hay 7 tramos que presentan irregularidades al momento de establecer las cotas claves de las tuberías instaladas según con los datos de pendientes proporcionados por el informe técnico. Estos tramos son:

Figura 29. Tramos con cotas claves inferiores a las permitidas por la normatividad para el corregimiento de La Mata, La Gloria.

Inicio	Tramo		Caída Tramo m	Cota Clave		Cota rasante		Tipo de rasante 1, 2, 3, 4 ó 5	Recubrimiento ≥ 0.90 m	
	De	A		Super	Infer	Super	Infer		Super	Infer
1	16'	16	0,42	91,89	91,48	93,61	92,25	1	1,72	0,77
	16	15	0,22	91,48	91,26	92,25	93,23	1	0,77	1,97
	32	33	1,11	91,50	90,39	93,22	89,23	1	1,72	-1,16
	91	92	0,88	84,01	83,13	86,26	83,00	1	2,25	-0,13
	92	93	0,04	83,13	83,09	83,00	82,80	1	-0,13	-0,29
	93	94	0,20	83,09	82,90	82,80	83,14	1	-0,29	0,24
	94	P	0,15	82,90	82,74	83,14	82,87	1	0,24	0,13

En la columna de recubrimiento se visualiza que, hay unos puntos o pozos por los cuales, según los cálculos, incumplirían con la profundidad clave y recubrimiento del 1,20m. por tanto, se presume que, las pendientes plasmadas en el informe técnico resultan ser erróneas al momento de ser procesados en la memoria de cálculo. Esto quiere decir que, hay pozos que se encuentran descubierto o sobrevolándose el terreno ya sea por la condición abrupta del mismo o por error en

el informe técnico que no fue contemplado, al igual, no se generaría una profundidad suficiente para recubrir las tuberías.

7.1.6. Actividad 6: Analizar los parámetros de diseño hidráulico que no cumplieron con los estándares de la norma.

Para la realización de la presente etapa se tuvo en cuenta los resultados previos de la memoria de cálculo (referenciada como **Figura 24**. Memorias de cálculo de caudales de los tramos analizados del sistema sanitario del corregimiento de La Mata, La Gloria.) y el análisis de los parámetros que incumplieron con la normatividad en materia de diseño sanitario (ver 7.1.5). las variables hidráulicas que incumplieron fueron las siguientes:

7.1.6.1. Condiciones de autolimpieza. Esta variable determina el grado de arrastre de sólidos que tendrá dentro de la tubería sanitaria en pleno funcionamiento, esto garantizaría, por un lado, el transporte de sólidos hacia su punto de disposición final, por otro evitar la obstrucción de tuberías y deterioro de la misma, y lo más primordial, evitar el colapso de la tubería en eventualidades. Para que los tramos puedan cumplir con la autolimpieza (esfuerzo cortante superior $0,10\text{kg/m}^2$) se deberá de modificar principalmente la pendiente de la tubería en aras de incrementar el arrastre de sólidos.

7.1.6.2. Pendiente mínima y condición de flujo. La condición del flujo (subcrítico – supercrítico – crítico) está relacionada con la velocidad real de arrastre del flujo al interior de la tubería, que, a su vez, la velocidad depende de la pendiente que tenga la tubería; ya que esta última variable es directamente proporcional para las dos primeras descritas. Por ende, al haber una pendiente no suficiente, no se garantizaría una buena velocidad de transporte del flujo y sólidos encontrados al interior de las tuberías, y que, no se comportaría en el régimen turbulento (supercrítico con velocidad rápida). La consecuencia de este efecto sería el colapso del sistema en caso de una eventualidad,

es decir, la misma situación en el inciso anterior ya que, estas variables citadas son claves para un buen esfuerzo de arrastre. Al igual que el anterior inciso, se deberá de modificar las pendientes para mejorar la condición del sistema.

7.1.6.3. Profundidad clave mínima. La profundidad clave mínima es, según el RAS 2012, la profundidad mínima necesaria para instalar una tubería en una vía principal que transiten vehículos de diversas índoles, en aras de cumplir dos objetivos: garantizar que la tubería se encuentre protegida y evitar contacto posible con las tuberías del acueducto que se instalan cerca de las sanitarias. Al no cumplirse con la profundidad mínima, las tuberías o el sistema estaría expuesto a averías o fugas inesperadas que puedan afectar la salubridad de la población, fauna, flora, o fuentes hídricas cercanas a la misma. Por tanto, para cambiar la condición, se deberá cambiar las pendientes con la intención de proteger dicha tubería.

7.1.6.4. Presentación de cálculos reestructurados. A continuación, se presentan los cálculos estimados para mejorar las deficiencias que puede incurrir el sistema.

Figura 30. Cambio de parámetros de pendiente mínima, condición de flujo y esfuerzo cortante del sistema de alcantarillado del corregimiento de La Mata, La Gloria.

De	A	P%	F	V m/s	Fuerza Tractiva $\tau \geq 10$ kg/m ²	De	A	P%	F	V m/s	Fuerza Tractiva $\tau \geq 10$ kg/m ²
1	2	0,60	1,32	0,580	0,11	23	24	0,60	1,32	0,580	0,11
2	4	0,60	1,32	0,580	0,11	68	69	0,60	1,32	0,580	0,11
4	6	0,60	1,32	0,580	0,11	69	70	0,60	1,32	0,580	0,11
5	6	0,60	1,32	0,580	0,11	70	71	0,60	1,32	0,580	0,11
5	5'	0,60	1,32	0,580	0,11	71	79	0,60	1,32	0,580	0,11
5'	7	0,60	1,32	0,580	0,11	60	61	0,60	1,32	0,580	0,11
13G	13F	0,60	1,32	0,580	0,11	61	64	0,60	1,32	0,580	0,11
13F	13E	0,60	1,32	0,580	0,11	64	65	0,60	1,32	0,580	0,11
13E	13D	0,60	1,32	0,580	0,11	65'	65	0,60	1,32	0,580	0,11
13D	13C	0,60	1,34	0,631	0,12	65	66A	0,60	1,32	0,580	0,11
8	13A	0,60	1,32	0,580	0,11	66A	66A'	0,60	1,32	0,580	0,11
16	15	0,50	1,24	0,647	0,12	66A'	66	0,40	1,12	0,644	0,11
18A	24	0,50	1,24	0,687	0,13	41	40	0,60	1,32	0,580	0,11
21'	21	0,60	1,32	0,580	0,11	40	38	0,60	1,32	0,580	0,11
22	23	0,60	1,32	0,580	0,11						

Según el análisis de la variable cambiada (pendiente) se pudo analizar qué; los tramos estudiados no funcionaban de manera óptima con pendientes inferiores a 0,60%, lo cual, por la

condición y la topografía de la zona, se tuvo la necesidad de aumentar la pendiente de tal manera que pudiera cumplir con el mínimo requerido por el sistema sanitario.

Figura 31. Cambio de las cotas claves en los tramos de tuberías a partir de la modificación de la pendiente para el corregimiento de La Mata, La Gloria.

Inicio	Tramo		Caída Tramo m	Cota Clave		Cota rasante		Tipo de rasante 1, 2, 3, 4 ó 5	Recubrimiento ≥ 0.90 m	
	1	De		A	Super	Infer	Super		Infer	Super
	16'	16	0,42	91,69	91,28	93,61	92,25	1	1,92	0,97
	16	15	0,37	91,27	90,91	92,25	93,23	1	0,98	2,32
	32	33	3,13	91,33	88,20	93,22	89,23	1	1,89	1,03
	91	92	2,20	84,01	81,81	86,26	83,00	1	2,25	1,19
	92	93	0,04	81,81	81,78	83,00	82,80	1	1,19	1,02
	93	94	0,20	81,78	81,58	82,80	83,14	1	1,02	1,56
	94	P	0,15	81,58	81,42	83,14	82,87	1	1,56	1,45

A partir de la información anterior, se pudo concluir que, al cambiar la pendiente de la tubería se pudo de manera alguna mejorar la profundidad de recubrimiento de la tubería y, a la vez la profundidad mínima clave que deberá de cumplir los tramos analizados. Cabe destacar que, solamente se realizó dos modificaciones de pendientes, una en el tramo 16' – 16 y 91 – 92, ya que algunas se ajustaron automáticamente a la condición del sistema y de las cotas referenciadas.

Como análisis concluyente, se evidencia la tabulación completa de la nueva memoria de cálculo según los ajustes realizados:



Universidad
Popular del Cesar
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
AMBIENTAL Y SANITARIA



Ingeniería
Ambiental y Sanitaria

Figura 32. Memorias de cálculo modificadas de caudales de los tramos analizados del sistema sanitario del corregimiento de La Mata, La Gloria.

Inicio	Tramo		Area Tributaria										Diseño Hidráulico																			
	De	A	Ha										Población	Caudal					Long	Pend	Diam Nom min 200mm	Diam. Interior	n	V	Q	q/Q	v	Y	Y / d	F	Fuerza Tractiva	
			Comercial y/o Institucional		Industrial		Vivienda		Area Acumu	Q Medio Diario	F	Q _{MH}		Q _{CE}	Q _{INF}	q	l/s	%														mm, "
1	Area Propia	Otras	Area Acum	Area Propia	Otras	Area Acum	Area Propia	Otras	Area Acum	Total	hab	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	m	%	mm, "	m	m/s	l/s	≤1.0	m/s	m	≤85%	kg/m ²					
1	1	2								0,38		55	0,08	2,35	0,19	0,04	0,04	1,50	112,15	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
	3	2								0,32		46	0,07	2,39	0,16	0,03	0,03	1,50	96,00	1,20	200-S8	0,182	0,009	1,55	40,36	0,040	0,740	0,024	13,2%	1,84	0,18	
	2	4								0,13	0,32	120	0,18	2,17	0,38	0,08	0,08	1,50	39,77	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
	4	6								0,13	0,83	138	0,20	2,14	0,44	0,10	0,10	1,50	34,32	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
1	5	6								0,37		54	0,08	2,35	0,19	0,04	0,04	1,50	82,11	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
	6	7								0,09	0,37	205	0,30	2,08	0,62	0,14	0,14	1,50	40,09	0,65	200-S8	0,182	0,009	1,14	29,70	0,050	0,597	0,028	15,3%	1,37	0,11	
1	5	5'								0,13	0,13	19	0,03	2,60	0,07	0,01	0,01	1,50	86,44	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
	5'	7								0,36	0,13	71	0,11	2,28	0,24	0,05	0,05	1,50	16,90	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
	7	7'								0,09	0,50	290	0,43	1,99	0,85	0,20	0,20	1,50	110,81	0,92	200-S8	0,182	0,009	1,36	35,34	0,040	0,674	0,026	14,0%	1,62	0,15	
1	8A	7'								0,35		50	0,07	2,37	0,17	0,03	0,03	1,50	60,00	1,40	200-S8	0,182	0,009	1,68	43,59	0,030	0,781	0,023	12,7%	1,98	0,20	
	7'	13D								0,38	0,35	395	0,58	1,92	1,12	0,27	0,27	1,67	110,81	0,92	200-S8	0,182	0,009	1,36	35,34	0,050	0,696	0,027	14,8%	1,63	0,15	
1	13G	13F								0,21		31	0,05	2,48	0,11	0,02	0,02	1,50	48,57	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
	13F	13E								0,28	0,21	71	0,10	2,28	0,24	0,05	0,05	1,50	60,36	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
1	13E'	13E								0,16		22	0,03	2,56	0,08	0,02	0,02	1,50	61,93	0,65	200-S8	0,182	0,009	1,14	29,70	0,050	0,597	0,028	15,3%	1,37	0,11	
	13E	13D								0,11	0,16	39	0,06	2,43	0,14	0,03	0,03	1,50	33,31	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
	13D	13C								0,03	0,27	476	0,70	1,89	1,33	0,33	0,33	1,99	14,81	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,070	0,631	0,033	17,9%	1,34	0,12	
1	3	8								0,26		37	0,05	2,44	0,13	0,03	0,03	1,50	73,49	0,65	200-S8	0,182	0,009	1,14	29,70	0,050	0,597	0,028	15,3%	1,37	0,11	
	8	13A								0,23	0,26	70	0,10	2,29	0,24	0,05	0,05	1,50	102,39	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
	13A	13B								0,10	0,49	85	0,13	2,25	0,28	0,06	0,06	1,50	48,53	1,50	200-S8	0,182	0,009	1,73	45,12	0,030	0,800	0,023	12,5%	2,05	0,21	
	13B	13C								0,06	0,59	93	0,14	2,22	0,31	0,06	0,06	1,50	34,54	3,00	200-S8	0,182	0,009	2,45	63,81	0,020	1,020	0,019	10,6%	2,84	0,37	
	13C	16'								0,14	0,65	590	0,87	1,85	1,61	0,41	0,41	2,43	69,19	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,090	0,699	0,036	19,7%	1,35	0,13	
	16'	16								0,20	4,10	618	0,91	1,84	1,68	0,43	0,43	2,54	69,19	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,090	0,678	0,037	20,2%	1,35	0,13	
	16	15								0,31	4,29	662	0,98	1,83	1,79	0,46	0,46	2,71	73,67	0,50	200-S8	0,182	0,009	1,00	26,05	0,100	0,647	0,040	21,8%	1,24	0,12	
1	9	10								0,24		35	0,05	2,45	0,13	0,02	0,02	1,50	95,42	1,00	200-S8	0,182	0,009	1,42	36,84	0,040	0,694	0,025	13,8%	1,69	0,16	
1	11	10								0,12		17	0,02	2,64	0,07	0,01	0,01	1,50	53,10	0,65	200-S8	0,182	0,009	1,14	29,70	0,050	0,597	0,028	15,3%	1,37	0,11	
	10	13								0,25	0,12	89	0,13	2,24	0,29	0,06	0,06	1,50	54,69	0,99	200-S8	0,182	0,009	1,41	36,66	0,040	0,692	0,025	13,8%	1,68	0,15	
	13	14								0,42	0,62	149	0,22	2,12	0,47	0,10	0,10	1,50	103,89	1,00	200-S8	0,182	0,009	1,42	36,84	0,040	0,694	0,025	13,8%	1,69	0,16	
	14	15								0,14	1,04	169	0,25	2,10	0,52	0,12	0,12	1,50	52,34	3,20	200-S8	0,182	0,009	2,53	65,90	0,020	1,043	0,019	10,4%	2,93	0,38	
1	12	15								0,36		52	0,08	2,36	0,18	0,04	0,04	1,50	47,26	2,90	200-S8	0,182	0,009	2,41	62,74	0,020	1,008	0,019	10,7%	2,79	0,36	
	15	18A								0,31	0,36	760	1,12	1,80	2,02	0,53	0,53	3,08	82,40	1,00	200-S8	0,182	0,009	1,42	36,84	0,080	0,859	0,036	19,5%	1,74	0,21	
	18A	24								0,43	5,28	822	1,21	1,79	2,17	0,57	0,57	3,31	97,61	0,50	200-S8	0,182	0,009	1,00	26,05	0,130	0,687	0,044	24,1%	1,24	0,13	
1	19	20								0,12		17	0,03	2,63	0,07	0,01	0,01	1,50	44,00	2,70	200-S8	0,182	0,009	2,33	60,54	0,020	0,983	0,020	10,8%	2,70	0,34	
	20	23								0,29	0,12	59	0,09	2,33	0,20	0,04	0,04	1,50	61,10	3,50	200-S8	0,182	0,009	2,65	68,92	0,020	1,076	0,019	10,2%	3,05	0,41	
1	21'	21								0,19		27	0,04	2,52	0,10	0,02	0,02	1,50	65,95	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
	21	22								0,45	0,19	92	0,14	2,23	0,30	0,06	0,06	1,50	77,48	1,00	200-S8	0,182	0,009	1,42	36,84	0,040	0,694	0,025	13,8%	1,69	0,16	
	22	23								0,28	0,64	133	0,20	2,15	0,42	0,09	0,09	1,50	77,48	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
	23	24								0,19	0,92	220	0,32	2,04	0,66	0,15	0,15	1,50	57,76	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
1	18	25								0,10		15	0,02	2,67	0,06	0,01	0,01	1,50	66,47	0,90	200-S8	0,182	0,009	1,34	34,95	0,040	0,669	0,026	14,1%	1,60	0,14	
	25	24								0,27	0,10	54	0,08	2,35	0,19	0,04	0,04	1,50	60,69	1,00	200-S8	0,182	0,009	1,42	36,84	0,040	0,694	0,025	13,8%	1,69	0,16	
	24	26								0,42	0,38	1157	1,71	1,73	2,95	0,80	0,80	4,56	91,87	0,40	200-S8	0,182	0,009	0,90	23,30	0,200	0,695	0,055	30,0%	1,12	0,12	
	26	26'	0,20								8,04	8,04	8,24	1157	1,75				4,64	22,14	0,40	200-S8	0,182	0,009	0,90	23,30	0,200	0,698	0,055	30,3%	1,12	0,13
	26'	31	0,23	0,20	0,43						0,08	8,04	8,12	1169	1,81				4,78	31,01	0,29	200-S8	0,182	0,009	0,76	19,84	0,240	0,627	0,061	33,4%	0,95	0,10
	31	32	0,11	0,43	0,54						0,22	8,12	8,34	1200	1,88				4,93	58,35	0,31	200-S8	0,182	0,009	0,79	20,51	0,240	0,648	0,061	33,4%	0,98	0,11

Inicio	Tramo		Area Tributaria Ha										Caudal															Diseño Hidráulico									
	De	A	Comercial y/o Institucional			Industrial			Vivienda			Area Acum I	Población	Q Medio Diario	F	Q _{MH}	Q _{CE}	Q _{INF}	q	Long	Pend	Diam Nom min 200mm	Diam. Interior	n	V	Q	q/Q	v	Y	Y / d	F	Fuerza Tractiva					
	1		Area Propia	Otras	Area Acum	Area Propia	Otras	Area Acum	Area Propia	Otras	Area Acum	Total	hab	l/s		l/s	l/s	l/s	l/s	m	%	mm, "	m	m/s	l/s	≤1.0	m/s	m	≤85%	kg/m ²							
	32	33		0,54	0,54				0,28	8,34	8,62	9,16	1241	1,94	1,72	3,25	0,92	0,92	5,08	80,33	3,90	200-S8	0,182	0,009	2,80	72,76	0,070	1,609	0,033	17,9%	3,41	0,77					
	33B	33A							0,06	0,06	0,06	9	0,01	2,81	0,04	0,01	0,01	1,50	19,46	4,78	200-S8	0,182	0,009	3,10	80,55	0,020	1,200	0,017	9,5%	3,53	0,52						
	33A	33							0,55	0,06	0,62	0,62	89	0,13	2,24	0,29	0,06	0,06	1,50	99,49	1,00	200-S8	0,182	0,009	1,42	36,84	0,040	0,694	0,025	13,8%	1,69	0,16					
	33	39		0,54	0,54				0,18	0,62	9,42	9,96	1356	2,11	1,70	3,51	1,00	1,00	5,50	65,41	1,75	200-S8	0,182	0,009	1,87	48,74	0,110	1,241	0,041	22,7%	2,32	0,43					
	1	25	25A						0,33	0,33	0,33	47	0,07	2,38	0,17	0,03	0,03	1,50	101,02	1,24	200-S8	0,182	0,009	1,58	41,02	0,040	0,749	0,024	13,1%	1,87	0,18						
		25A	28						0,33	0,33	0,66	0,66	95	0,14	2,22	0,31	0,07	0,07	1,50	101,02	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11					
		28	29						0,16	0,66	0,81	0,81	117	0,17	2,17	0,38	0,08	0,08	1,50	34,95	1,66	200-S8	0,182	0,009	1,82	47,47	0,030	0,829	0,022	12,2%	2,15	0,23					
	1	32	29						0,16	0,16	0,16	23	0,03	2,55	0,09	0,02	0,02	1,50	40,65	3,30	200-S8	0,182	0,009	2,57	66,92	0,020	1,054	0,019	10,3%	2,97	0,39						
		29	29A						0,05	0,16	1,03	1,03	148	0,22	2,12	0,46	0,10	0,10	1,50	31,14	4,82	200-S8	0,182	0,009	3,11	80,88	0,020	1,203	0,017	9,5%	3,55	0,53					
		29A	29B						0,18	1,03	1,21	1,21	174	0,26	2,09	0,54	0,12	0,12	1,50	43,55	3,56	200-S8	0,182	0,009	2,67	69,51	0,020	1,083	0,018	10,2%	3,08	0,42					
		29B	29C						0,29	1,21	1,50	1,50	216	0,32	2,04	0,65	0,15	0,15	1,50	77,15	1,25	200-S8	0,182	0,009	1,58	41,19	0,040	0,751	0,024	13,1%	1,88	0,19					
	1	84	83																1,50	66,70	2,00	200-S8	0,182	0,009	2,00	52,10	0,030	0,885	0,021	11,7%	2,34	0,27					
		83	67																1,50	107,84	0,55	200-S8	0,182	0,009	1,05	27,32	0,050	0,563	0,029	15,9%	1,27	0,10					
		67	68						0,03	0,03	0,03	5	0,01	2,98	0,02	0,00	0,00	1,50	6,90	4,80	200-S8	0,182	0,009	3,10	80,71	0,020	1,202	0,017	9,5%	3,54	0,53						
		68	69						0,15	0,03	0,18	0,18	26	0,04	2,52	0,10	0,02	0,02	1,50	39,08	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11					
	1	78	69						0,03	0,03	0,03	4	0,01	3,02	0,02	0,00	0,00	1,50	32,14	4,70	200-S8	0,182	0,009	3,07	79,87	0,020	1,193	0,017	9,5%	3,51	0,52						
		69	70						0,18	0,03	0,39	0,39	56	0,08	2,34	0,19	0,04	0,04	1,50	43,86	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11					
		70	71						0,09	0,39	0,48	0,48	69	0,10	2,29	0,23	0,05	0,05	1,50	54,17	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11					
	1	72	71						0,23	0,23	0,23	34	0,05	2,46	0,12	0,02	0,02	1,50	60,68	0,64	200-S8	0,182	0,009	1,13	29,47	0,050	0,594	0,028	15,3%	1,36	0,11						
		71	79						0,19	0,23	0,91	0,91	130	0,19	2,15	0,41	0,09	0,09	1,50	46,31	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11					
		79	80						0,42	0,91	1,33	1,33	191	0,28	2,07	0,58	0,13	0,13	1,50	59,04	2,50	200-S8	0,182	0,009	2,24	58,25	0,030	0,957	0,020	11,0%	2,60	0,32					
		80	81						0,26	1,33	1,59	1,59	228	0,34	2,03	0,69	0,16	0,16	1,50	55,91	3,00	200-S8	0,182	0,009	2,45	63,81	0,020	1,020	0,019	10,6%	2,84	0,37					
		81	82B						0,52	1,59	2,10	2,10	303	0,45	1,98	0,88	0,21	0,21	1,50	83,92	1,00	200-S8	0,182	0,009	1,42	36,84	0,040	0,694	0,025	13,8%	1,69	0,16					
		82B	82A						0,16	2,10	2,26	2,26	325	0,48	1,96	0,94	0,23	0,23	1,50	12,64	1,00	200-S8	0,182	0,009	1,42	36,84	0,040	0,694	0,025	13,8%	1,69	0,16					
		82A	82						0,22	2,26	2,47	2,47	356	0,53	1,94	1,02	0,25	0,25	1,52	42,19	2,00	200-S8	0,182	0,009	2,00	52,10	0,030	0,888	0,021	11,7%	2,34	0,27					
		82	76						0,08	2,47	2,55	2,55	367	0,54	1,94	1,05	0,25	0,25	1,56	32,56	3,00	200-S8	0,182	0,009	2,45	63,81	0,020	1,032	0,020	10,8%	2,84	0,37					
		76	75						0,21	2,55	2,76	2,76	397	0,59	1,92	1,13	0,28	0,28	1,68	75,37	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,060	0,600	0,030	16,5%	1,33	0,11					
	1	72	73						0,35	0,35	0,35	51	0,08	2,36	0,18	0,04	0,04	1,50	62,04	2,90	200-S8	0,182	0,009	2,41	62,74	0,020	1,008	0,019	10,7%	2,79	0,36						
		73	74						0,06	0,35	0,41	0,41	59	0,09	2,33	0,20	0,04	0,04	1,50	29,02	7,20	200-S8	0,182	0,009	3,80	98,85	0,020	1,385	0,016	8,6%	4,29	0,72					
		74	75						0,16	0,41	0,57	0,57	82	0,12	2,25	0,27	0,06	0,06	1,50	37,54	6,66	200-S8	0,182	0,009	3,65	95,08	0,020	1,347	0,016	8,8%	4,13	0,68					
		75	75'						0,07	0,57	3,39	3,39	489	0,72	1,88	1,36	0,34	0,34	2,04	22,31	3,45	200-S8	0,182	0,009	2,63	68,43	0,030	1,174	0,022	11,8%	3,08	0,47					
		75'	75A'						0,18	3,39	3,57	3,57	514	0,76	1,87	1,42	0,36	0,36	2,14	74,87	0,73	200-S8	0,182	0,009	1,21	31,48	0,070	0,690	0,032	17,6%	1,47	0,14					
		75A'	75B'						0,13	3,57	3,70	3,70	533	0,79	1,87	1,47	0,37	0,37	2,21	36,09	2,30	200-S8	0,182	0,009	2,15	55,87	0,040	1,044	0,025	13,6%	2,55	0,35					
		75B'	86A'						0,16	3,70	3,87	3,87	557	0,82	1,86	1,53	0,39	0,39	2,30	56,18	0,91	200-S8	0,182	0,009	1,35	35,14	0,070	0,763	0,032	17,3%	1,64	0,18					
	1	50	51						0,30	0,30	0,30	44	0,06	2,40	0,15	0,03	0,03	1,50	124,70	2,20	200-S8	0,182	0,009	2,10	54,64	0,030	0,915	0,021	11,4%	2,45	0,29						
		51	51B'						0,13	0,30	0,43	0,43	62	0,09	2,31	0,21	0,04	0,04	1,50	48,75	2,40	200-S8	0,182	0,009	2,19	57,07	0,030	0,943	0,020	11,2%	2,55	0,31					
	1	50B	51A						0,20	0,20	0,20	29	0,04	2,50	0,11	0,02	0,02	1,50	96,66	2,00	200-S8	0,182	0,009	2,00	52,10	0,030	0,885	0,021	11,7%	2,34	0,27						
		51A	51A'						0,05	0,20	0,26	0,26	37	0,05	2,44	0,13	0,03	0,03	1,50	38,20	2,00	200-S8	0,182	0,009	2,00	52,10	0,030	0,885	0,021	11,7%	2,34	0,27					
		51A'	51B'						0,26	0,26	0,26	37	0,05	2,44	0,13	0,03	0,03	1,50	12,40	2,50	200-S8	0,182	0,009	2,24	58,25	0,030	0,957	0,020	11,0%	2,60	0,32						
		51B'	51B						0,08	0,26	0,77	0,77	111	0,16	2,19	0,36	0,08	0,08	1,50	31,16	1,50	200-S8	0,182	0,009	1,73	45,12	0,030	0,800	0,023	12,5%	2,05	0,21					
		51B	52						0,07	0,77	0,84	0,84	120	0,18	2,17	0,38	0,08	0,08	1,50	22,20	2,50	200-S8	0,182	0,009	2,24	58,25	0,030	0,957	0,020	11,0%	2,60	0,32					
		52	53						0,10	0,84	0,94	0,94	135	0,20	2,14	0,43	0,09	0,09	1,50	69,90	1,20	200-S8	0,182	0,009	1,55	40,36	0,040	0,740	0,024	13,2%	1,84	0,18					
		53	54						0,94	0,94	0,94	135	0,20	2,14	0,43	0,09	0,09	1,50	35,00	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11						

Inicio	Tramo		Area Tributaria										Diseño Hidráulico																							
	De	A	Ha										Caudal					Diseño Hidráulico					Fuerza Tractiva $\leq 2,10 \text{ kg/m}^2$													
			Comercial y/o Institucional		Industrial		Vivienda		Area Acum I	Población	Q Medio Diario	F	Q _{MH}	Q _{CE}	Q _{INF}	q	Long	Pend	Diam Nom mín 200mm	Diam. Interior	n	V		Q	q/Q	v	Y	Y / d	F							
1		Area Propia	Otras	Area Acum	Area Propia	Otras	Area Acum	Area Propia	Otras	Area Acum	Total	hab	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	m	%	mm, "	m	m/s	l/s	≤ 1.0	m/s	m	$\leq 85\%$									
54	55												0,94	0,94	0,94	135	0,20	2,14	0,43	0,09	0,09	1,50	114,10	3,00	200-S8	0,182	0,009	2,45	63,81	0,020	1,020	0,019	10,6%	2,84	0,37	
55	55'												0,94	0,94	0,94	135	0,20	2,14	0,43	0,09	0,09	1,50	9,30	4,00	200-S8	0,182	0,009	2,83	73,68	0,020	1,128	0,018	9,9%	3,25	0,46	
55'	56												0,94	0,94	0,94	135	0,20	2,14	0,43	0,09	0,09	1,50	37,54	4,70	200-S8	0,182	0,009	3,07	79,87	0,020	1,193	0,017	9,5%	3,51	0,52	
56	57												0,94	0,94	0,94	135	0,20	2,14	0,43	0,09	0,09	1,50	66,69	4,70	200-S8	0,182	0,009	3,07	79,87	0,020	1,193	0,017	9,5%	3,51	0,52	
57	58												0,94	0,94	0,94	135	0,20	2,14	0,43	0,09	0,09	1,50	123,47	1,20	200-S8	0,182	0,009	1,55	40,36	0,040	0,740	0,024	13,2%	1,84	0,18	
58	59												0,94	0,94	0,94	135	0,20	2,14	0,43	0,09	0,09	1,50	105,00	1,00	200-S8	0,182	0,009	1,42	36,84	0,040	0,694	0,025	13,8%	1,69	0,16	
59	64A												0,94	0,94	0,94	135	0,20	2,14	0,43	0,09	0,09	1,50	70,84	1,50	200-S8	0,182	0,009	1,73	45,12	0,030	0,800	0,023	12,5%	2,05	0,21	
64A	64												0,13	0,94	1,07	154	0,23	2,12	0,48	0,11	0,11	1,50	70,16	1,80	200-S8	0,182	0,009	1,90	49,43	0,030	0,853	0,022	12,0%	2,23	0,25	
60	61												0,11		0,11	16	0,02	2,65	0,06	0,01	0,01	1,50	59,76	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
61	62												0,09		0,09	13	0,02	2,71	0,05	0,01	0,01	1,50	66,32	2,00	200-S8	0,182	0,009	2,00	52,10	0,030	0,885	0,021	11,7%	2,34	0,27	
61	64												0,10	0,09	0,31	31	0,04	2,40	0,16	0,03	0,03	1,50	47,32	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
64	65												0,20	0,31	1,57	226	0,33	2,04	0,68	0,16	0,16	1,50	95,83	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
65	65												0,18		0,18	26	0,04	2,53	0,10	0,02	0,02	1,50	80,49	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
65	66A												0,15	0,18	1,90	273	0,40	2,00	0,80	0,19	0,19	1,50	53,50	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
66A	66A'												0,17	1,90	2,07	298	0,44	1,98	0,87	0,21	0,21	1,50	43,16	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
66A'	66												0,09	2,07	6,03	868	1,28	1,78	2,28	0,60	0,60	3,49	31,16	0,40	200-S8	0,182	0,009	0,90	23,30	0,150	0,644	0,048	26,1%	1,12	0,11	
76	66												0,73		0,73	104	0,15	2,20	0,34	0,07	0,07	1,50	148,99	0,62	200-S8	0,182	0,009	1,12	29,01	0,050	0,587	0,028	15,5%	1,34	0,11	
66	30												0,73	6,76	6,76	973	1,44	1,76	2,52	0,68	0,68	3,88	13,79	1,66	200-S8	0,182	0,009	1,82	47,47	0,080	1,099	0,035	19,3%	2,24	0,35	
43	44												0,12		0,12	17	0,03	2,64	0,07	0,01	0,01	1,50	61,34	0,65	200-S8	0,182	0,009	1,14	29,70	0,050	0,597	0,028	15,3%	1,37	0,11	
45	44												0,33		0,33	48	0,07	2,38	0,17	0,03	0,03	1,50	95,43	2,20	200-S8	0,182	0,009	2,10	54,64	0,030	0,915	0,021	11,4%	2,45	0,29	
44	41												0,25	0,33	0,58	84	0,12	2,25	0,28	0,06	0,06	1,50	62,79	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
42	41												0,32		0,32	46	0,07	2,39	0,16	0,03	0,03	1,50	89,71	2,20	200-S8	0,182	0,009	2,10	54,64	0,030	0,915	0,021	11,4%	2,45	0,29	
39B	41												0,13		0,13	19	0,03	2,60	0,07	0,01	0,01	1,50	30,20	2,32	200-S8	0,182	0,009	2,16	56,11	0,030	0,932	0,020	11,3%	2,51	0,30	
41	40												0,63	0,13	1,67	240	0,35	2,02	0,72	0,17	0,17	1,50	129,64	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
40	38												1,67		1,67	240	0,35	2,02	0,72	0,17	0,17	1,50	76,21	0,60	200-S8	0,182	0,009	1,10	28,54	0,050	0,580	0,028	15,6%	1,32	0,11	
46	30												0,24	0,24	0,24	34	0,05	2,46	0,12	0,02	0,02	1,50	42,12	2,70	200-S8	0,182	0,009	2,33	60,54	0,020	0,963	0,020	10,8%	2,70	0,34	
30	29C												0,23	0,24	7,23	1041	1,54	1,75	2,68	0,72	0,72	4,13	60,78	0,87	200-S8	0,182	0,009	1,32	34,36	0,120	0,891	0,043	23,4%	1,64	0,22	
29C	39												0,20	7,23	8,93	1285	1,90	1,71	3,24	0,89	0,89	5,03	36,83	0,92	200-S8	0,182	0,009	1,36	35,34	0,140	0,962	0,046	25,5%	1,69	0,25	
39A	39												0,19		0,19	27	0,04	2,52	0,10	0,02	0,02	1,50	39,50	0,65	200-S8	0,182	0,009	1,14	29,70	0,050	0,597	0,028	15,3%	1,37	0,11	
39	38												0,84	0,19	19,91	2867	4,23	1,58	6,68	1,99	1,99	10,66	131,72	1,40	200-S8	0,182	0,009	1,68	43,59	0,240	1,384	0,061	33,7%	2,09	0,48	
38	37												0,23	19,91	20,14	2900	4,28	1,58	6,75	2,01	2,01	10,78	57,16	0,50	200-S8	0,182	0,009	1,00	26,05	0,410	0,954	0,082	44,8%	1,22	0,21	
37B	37A												0,09		0,09	14	0,02	2,70	0,05	0,01	0,01	1,50	29,45	4,70	200-S8	0,182	0,009	3,07	79,87	0,020	1,193	0,017	9,5%	3,51	0,52	
37A	37												0,12	0,09	0,22	31	0,05	2,48	0,11	0,02	0,02	1,50	38,16	4,70	200-S8	0,182	0,009	3,07	79,87	0,020	1,193	0,017	9,5%	3,51	0,52	
37	36												0,57	0,22	20,93	3013	4,45	1,57	6,98	2,09	2,09	11,17	82,76	0,51	200-S8	0,182	0,009	1,01	26,31	0,420	0,970	0,083	45,5%	1,23	0,22	
47	47	0,13											0,13		0,13		0,03	0,03	0,01	0,01	1,50	49,30	4,00	200-S8	0,182	0,009	2,83	73,68	0,020	1,128	0,018	9,9%	3,25	0,46		
47	36	0,22	0,13	0,35									0,35		0,35		0,07	0,07	0,03	0,03	1,50	54,30	4,00	200-S8	0,182	0,009	2,83	73,68	0,020	1,128	0,018	9,9%	3,25	0,46		
36	90												0,53	20,93	21,46	21,81	3089	4,83	1,57	7,21	2,18	2,18	11,57	87,95	0,35	250-S8	0,227	0,009	0,97	39,29	0,290	0,844	0,084	37,2%	1,08	0,16
90	91												0,72	21,46	22,18	22,53	3193	4,78	1,56	7,43	2,25	2,25	11,94	135,75	0,35	250-S8	0,227	0,009	0,97	39,29	0,300	0,851	0,086	37,8%	1,08	0,16
91	92												0,24	22,18	22,42	22,77	3228	4,83	1,56	7,50	2,28	2,28	12,05	87,93	2,50	250-S8	0,227	0,009	2,59	105,00	0,110	1,727	0,052	22,9%	2,88	0,77
92	93												22,42	22,42	22,77	3228	4,83	1,56	7,50	2,28	2,28	12,05	9,30	0,40	250-S8	0,227	0,009	1,04	42,00	0,290	0,896	0,083	36,7%	1,15	0,18	
93	94												22,42	22,42	22,77	3228	4,83	1,56	7,50	2,28	2,28	12,05	98,98	0,20	250-S8	0,227	0,009	0,73	29,70	0,410	0,696	0,101	44,3%	0,80	0,10	
94	P												22,42	22,42	22,77	3228	4,83	1,56	7,50	2,28	2,28	12,05	76,54	0,20	250-S8	0,227	0,009</									

PERFIL HIDRAULICO

Tramo		Calda	Cota Clave		Cota rasante		Tipo de rasante	Recubrimiento ≥ 0.90 m		Pozo repetido	Cota batea		V ² /2g	Energía específica	Alineamiento	FLUJO SUBCRITICO				FLUJO SUPERCRITICO					Cota Clave suerida		
De	A	Tramo m	Super	Infer	Super	Infer	1, 2, 3, 4 o 5	Super	Infer	1	Super	Infer	m	m	%	r c/ó	HC	0.2 D H _v	Hp	Yc	0.319Qd / φ ^{2.5}	Hc	He	K	Hw	Super	
31	32	0,18	91,60	91,41	95,42	93,22	1	3,82	1,81		91,40	91,22	0,02	0,08	3,77	3											
32	33	3,13	91,33	88,20	93,22	89,23	1	1,89	1,03		91,14	88,01	0,13	0,16	4,97	3			0,06	0,115	0,08	0,00	1,2	0,10			
33B	33A	0,93	89,90	88,97	91,81	90,25	1	1,91	1,28		89,71	88,78	0,07	0,09	8,02	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
33A	33	0,99	88,97	87,97	90,25	89,23	1	1,28	1,26		88,78	87,78	0,02	0,05	1,03	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
33	39	1,14	87,90	86,76	89,23	88,22	1	1,33	1,46	1	87,71	86,57	0,08	0,12	1,54	3			0,06	0,124	0,09	0,00	1,2	0,11			
25	25A	1,25	92,94	91,69	94,14	93,16	1	1,20	1,47	1	92,75	91,50	0,03	0,05	0,97	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
25A	28	0,61	91,69	91,08	93,16	92,48	1	1,47	1,40		91,50	90,89	0,02	0,05	0,67	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
28	29	0,58	91,07	90,49	92,48	92,40	1	1,41	1,91		90,88	90,30	0,04	0,06	0,23	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
32	29	1,34	91,84	90,50	93,22	92,40	1	1,38	1,90	1	91,65	90,31	0,06	0,08	2,02	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
29	29A	1,50	90,48	88,98	92,40	90,89	1	1,92	1,91	1	90,29	88,79	0,07	0,09	4,85	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
29A	29B	1,55	88,98	87,43	90,89	89,33	1	1,91	1,90		88,79	87,24	0,06	0,08	3,58	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
29B	29C	0,96	87,43	86,47	89,33	88,36	1	1,90	1,89		87,24	86,28	0,03	0,05	1,26	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
84	83	1,33	98,65	97,32	100,02	98,75	1	1,37	1,43		98,46	97,13	0,04	0,06	1,90	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
83	67	0,59	97,32	96,72	98,75	97,85	1	1,43	1,13		97,13	96,53	0,02	0,05	0,83	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
67	68	0,33	96,68	96,35	97,85	97,76	1	1,17	1,41		96,49	96,15	0,07	0,09	1,30	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
68	69	0,23	96,35	96,11	97,76	98,96	1	1,41	2,85		96,15	95,92	0,02	0,05	-3,07	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
78	69	1,51	98,39	96,88	99,77	98,96	1	1,38	2,08		98,20	96,69	0,07	0,09	2,52	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
69	70	0,26	96,88	96,62	98,96	98,39	1	2,08	1,77	1	96,69	96,43	0,02	0,05	1,30	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
70	71	0,33	96,62	96,29	98,39	97,70	1	1,77	1,41		96,43	96,10	0,02	0,05	1,27	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
72	71	0,39	96,67	96,28	98,07	97,70	1	1,40	1,42		96,48	96,09	0,02	0,05	0,61	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
71	79	0,28	96,28	96,00	97,70	97,12	1	1,42	1,12	1	96,09	95,81	0,02	0,05	1,25	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
79	80	1,48	95,98	94,51	97,12	95,64	1	1,14	1,13		95,79	94,32	0,05	0,07	2,51	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
80	81	1,68	94,50	92,82	95,64	94,07	1	1,14	1,25		94,31	92,63	0,05	0,07	2,81	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
81	82B	0,84	92,82	91,98	94,07	93,23	1	1,25	1,25		92,63	91,79	0,02	0,05	1,00	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
82B	82A	0,13	91,98	91,86	93,23	93,07	1	1,25	1,21		91,79	91,67	0,02	0,05	1,27	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
82A	82	0,84	91,85	91,00	93,07	92,70	1	1,22	1,70		91,66	90,81	0,04	0,06	0,88	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
82	76	0,98	90,99	90,01	92,70	92,36	1	1,71	2,35		90,80	89,82	0,05	0,07	1,04	3			0,03	0,035	0,04	0,00	1,2	0,05			
76	75	0,45	90,01	89,56	92,36	91,29	1	2,35	1,73		89,82	89,37	0,02	0,05	1,42	3			0,03	0,038	0,05	0,00	1,2	0,06			
72	73	1,80	96,97	95,17	98,07	97,09	1	1,10	1,92		96,78	94,98	0,05	0,07	1,58	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
73	74	2,09	95,13	93,04	97,09	96,78	1	1,96	3,74		94,94	92,85	0,10	0,11	1,07	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
74	75	2,50	93,04	90,54	96,78	91,66	1	3,74	1,12		92,85	90,35	0,09	0,11	13,64	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
75	75'	0,77	90,54	89,77	91,66	90,89	1	1,12	1,12	1	90,35	89,58	0,07	0,09	3,45	3			0,04	0,046	0,05	0,00	1,2	0,06			
75'	75A'	0,55	89,77	89,22	90,89	90,34	1	1,12	1,12		89,58	89,03	0,02	0,06	0,73	3			0,04	0,048	0,05	0,00	1,2	0,06			
75A'	75B'	0,83	89,20	88,37	90,34	89,51	1	1,14	1,14		89,01	88,18	0,06	0,08	2,30	3			0,04	0,050	0,05	0,00	1,2	0,06			
75B'	66A'	0,51	88,37	87,86	89,51	88,99	1	1,14	1,13		88,18	87,67	0,03	0,06	0,93	3			0,04	0,052	0,06	0,00	1,2	0,07			
50	51	2,74	108,28	105,54	109,66	106,98	1	1,38	1,44		108,09	105,35	0,04	0,06	2,15	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
51	51B'	1,17	105,53	104,36	106,98	106,07	1	1,45	1,71		105,34	104,17	0,05	0,07	1,87	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
50B	51A	1,93	107,40	105,47	108,78	106,80	1	1,38	1,33		107,21	105,28	0,04	0,06	2,05	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
51A	51A'	0,76	105,47	104,70	106,80	105,85	1	1,33	1,15		105,28	104,51	0,04	0,06	2,49	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
51A'	51B'	0,31	104,70	104,39	105,85	106,07	1	1,15	1,68		104,51	104,20	0,05	0,07	-1,77	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
51B'	51B	0,47	104,39	103,92	106,07	105,84	1	1,68	1,92	1	104,20	103,73	0,03	0,06	0,74	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			
51B	52	0,56	103,91	103,35	105,84	105,78	1	1,93	2,43		103,72	103,16	0,05	0,07	0,27	3			0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05			

PERFIL HIDRÁULICO																										
Tramo		Caída	Cota Clave		Cota rasante		Tipo de rasante	Recubrimiento ≥ 0.90 m		Pozo repetido	Cota batea		$\frac{V^2}{2g}$	Energía específica	Alineamiento	FLUJO SUBCRITICO				FLUJO SUPERCRITICO					Cota Clave superida	
De	A	Tramo m	Super	Infer	Super	Infer	1, 2, 3, 4 o 5	Super	Infer	1	Super	Infer	m	m	%	r.c/φ	HC	0.2 D H _v	H _p	Yc	0.319Qd / φ ^{2.5}	Hc	He	K	Hw	Super
52	53	0,84	103,35	102,51	105,78	105,21	1	2,43	2,70		103,16	102,32	0,03	0,05	0,82	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
53	54	0,21	102,51	102,30	105,21	105,21	1	2,70	2,91		102,32	102,11	0,02	0,05		3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
54	55	3,42	102,28	98,85	105,21	102,25	1	2,93	3,40		102,09	98,66	0,05	0,07	2,59	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
55	55'	0,37	98,84	98,47	102,25	101,70	1	3,41	3,23		98,65	98,28	0,06	0,08	5,91	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
55'	56	1,76	98,46	96,70	101,70	99,00	1	3,24	2,30		98,27	96,51	0,07	0,09	7,19	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
56	57	3,13	96,70	93,57	99,00	96,35	1	2,30	2,78		96,51	93,38	0,07	0,09	3,97	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
57	58	1,48	93,57	92,08	96,35	94,04	1	2,78	1,96		93,38	91,89	0,03	0,05	1,87	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
58	59	1,05	92,08	91,03	94,04	92,34	1	1,96	1,31		91,89	90,84	0,02	0,05	1,62	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
59	64A	1,06	91,03	89,97	92,34	91,39	1	1,31	1,42		90,84	89,78	0,03	0,06	1,34	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
64A	64	1,26	89,96	88,70	91,39	90,74	1	1,43	2,04		89,77	88,51	0,04	0,06	0,93	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
60	61	0,36	88,45	88,09	89,83	90,31	1	1,38	2,22		88,26	87,90	0,02	0,05	-0,80	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
62	61	1,33	89,98	88,65	91,36	90,31	1	1,38	1,66		89,79	88,46	0,04	0,06	1,58	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
61	64	0,28	88,65	88,37	90,31	90,74	1	1,66	2,37	1	88,46	88,18	0,02	0,05	-0,91	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
64	65	0,57	88,37	87,79	90,74	90,41	1	2,37	2,62	1	88,18	87,60	0,02	0,05	0,34	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	

Nota. Tomado de la hoja del cálculo PAVCO – WAVIN y modificado por los autores del proyecto.

7.2. Etapa 2: Proposición de alternativas viables para la optimización o mejoramiento del sistema de alcantarillado para el corregimiento La Mata según la resolución 0330 de 2017 y las modificaciones existentes en la resolución 0799 de 2021.

7.2.1. Actividad 1: Presentación de alternativas de sistema de alcantarillado para el corregimiento La Mata, La Gloria – Cesar según las condiciones actuales de operación.

Las alternativas del sistema de alcantarillado se plasmaron con base a dos aspectos; por un lado, los tipos de sistemas de alcantarillados existentes según las normativas referentes a esta temática que, en este caso, son las resoluciones 0330 de 2017 y la 0799 de 2021. Las alternativas posibles al sistema de alcantarillado para el corregimiento de La Mata, La Gloria son los siguientes:

- REDES DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL DE AGUAS RESIDUALES:

Figura 34. Parámetros de diseño de las redes de alcantarillado convencional de aguas residuales.

PARÁMETROS DE DISEÑO				
DIAMÉTRO INTERNO MÍNIMO	REAL	CRÍTERIOS DE AUTOLIMPIEZA	VELOCIDAD MÁXIMA	RELACIÓN MÁXIMA ENTRE PROFUNDIDAD DE FLUJO Y DIÁMETRO DE LA TUBERÍA EN LOS ALCANTARILLADOS.
El diámetro interno real mínimo permitido es de 170 mm. El diámetro interno real mínimo de		Aquella que genere un esfuerzo cortante en la pared	No debe sobrepasar 5,0 m/s, determinada para el caudal de diseño.	El valor máximo permisible de la profundidad del flujo para el caudal de diseño en un colector

las conexiones de la tubería domiciliarias es de 140 mm, con pendiente mínima del 2%.

es de 85% del diámetro interno real de éste.

- REDES DE ALCANTARILLADO NO CONVENCIONAL DE AGUAS RESIDUALES:

Figura 35. Parámetros de diseño de redes de alcantarillado no convencional de aguas residuales.

PARÁMETROS DE DISEÑO

DIAMÉTRO INTERNO REAL MÍNIMO	VELOCIDAD MÁXIMA	RELACIÓN MÁXIMA ENTRE PROFUNDIDAD DE FLUJO Y DIÁMETRO DE LA TUBERÍA EN LOS ALCANTARILLADOS.
ALCANTARILLADOS SIMPLIFICADOS	No debe sobrepasar 5,0 m/s, determinada para el caudal de diseño. En condiciones especiales	El valor máximo permisible de la profundidad del flujo para el caudal de diseño en un colector es de 80% del diámetro interno real de éste. Su trazado se debe realizar por acera o zonas verdes, minimizando sus longitudes.

topografía se
permitirán
velocidades entre
5 m/s y no
mayores a 10 m/s.

ALCANTARILLADOS CONDOMINIALES	El diámetro interno real mínimo permitido es de 145 mm.	No debe sobrepasar 5,0 m/s, determinada para el caudal de diseño.	El valor máximo permisible de la profundidad del flujo para el caudal de diseño en un colector es de 80% del diámetro interno real de éste.	Su trazado se debe realizar por acera o dentro de los lotes privados.
----------------------------------	---	---	---	--

7.3. Etapa 3: Selección de una alternativa viable tanto técnica como económica, ambiental y buen funcionamiento del sistema de alcantarillado del corregimiento La Mata.

Teniendo en cuenta los parámetros de diseño de las diferentes redes de alcantarillado presentadas en la etapa anterior y teniendo en cuenta el análisis a los componentes de alcantarillado, la población del corregimiento, su superficie plana y los caudales (12l/s), la alternativa más viable es la del **SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL**. Teniendo en cuenta las características expuestas en *7.2.1 Actividad 1: Presentación de alternativas de sistema de alcantarillado para el corregimiento La Mata, La Gloria – Cesar según las condiciones actuales de operación.*

7.3.1. Actividad 1: Ejecución de actividades que conlleven a la determinación de estrategias para la optimización del sistema de alcantarillado sanitario del corregimiento La Mata.

Las estrategias que la entidad seleccione para su ejecución están enmarcadas dentro de los siguientes criterios:

- Cumplimiento de la normatividad vigente para construcción de redes de alcantarillado.
- Tiempo de ejecución de las obras de renovación y reparación de la red de evacuación de aguas residuales.
- La afectación mínima al servicio que se presta.
- Materiales propicios y de buena calidad que puedan garantizar el debido funcionamiento del alcantarillado.

Con el fin de avanzar en la optimización del sistema de alcantarillado sanitario del corregimiento La Mata, se han propuesta las siguientes estrategias:

- Se formula la conformación de un componente de soporte técnico a la entidad que presta el servicio de alcantarillado, que se pueda utilizar de acuerdo con la demanda, de tal

forma, que se pueda lograr el buen funcionamiento del sistema de agua residual desde la selección de los sistemas hasta su operación y mantenimiento, tal como lo recomienda el CENTRO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ANTIOQUIA – CTA (2018).

- Para lograr los ajustes necesarios al sistema de alcantarillado del corregimiento, es pertinente iniciar obras de recuperación y renovación del alcantarillado, bien sea por medio del personal de la empresa o por medio de una empresa contratista.
- Teniendo en cuenta que las condiciones de autolimpieza de las tuberías no se están logrando, es importante modificar la pendiente de la misma, de tal forma que el arrastre de sólidos se pueda llevar a cabo sin dificultad.
- Llegar a la comunidad y entablar un vínculo directo entre prestadores del servicio y usuarios, con el fin de atender a las necesidades básicas desde un contexto real y actualizado, de tal manera, que todo lo que se ejecute sea oportuno y acorde a la solución de los problemas. Por tanto, es importante generar espacios de charlas en las cuáles la comunidad se exprese, se lleguen a acuerdos y compromisos entre ambas partes.
- Capacitar a la comunidad para que las basuras permanezcan en las canecas o bolsas, evitando que se derramen y sean arrastradas al sistema de alcantarillado, produciendo obstrucciones.

8. Conclusiones

El sistema de alcantarillado en el corregimiento de La Mata, del municipio de La Gloria, Cesar, se encontró en unas condiciones precarias, por tanto, luego de presentar diferentes alternativas, finalmente, se seleccionó las redes de alcantarillado convencional como una opción viable para el corregimiento.

El corregimiento de La Mata cuenta con características propias de estratos menos favorecidos, en donde la fuente principal de ingresos de sus habitantes es de empleos informales y de unos escasos negocios en el sector (principalmente restaurantes, bomba de servicio y celulares).

Este corregimiento presenta dificultades en la prestación de los servicios públicos, y requiere la ayuda estatal para superar algunos inconvenientes de infraestructura básica requerida, por lo que su población ve muy afectada su calidad de vida.

Según el estudio realizado por el consultor Sarmiento en el 2018, se estima que, de las 568 construcciones referenciadas, en cuanto a conexiones domiciliarias hay 287 existentes y quedan faltantes 281 conexiones. Por su parte, la cantidad de casas conectadas a una caja de registro son de 50, quedando, faltando aproximadamente 518; además, la cantidad de cajas conectadas a la red principal es de 236, quedando, restando 336 conexiones. De lo cual se puede inferir que gran parte de la población del corregimiento sufre por el servicio del sistema de alcantarillado.

De acuerdo con las encuestas realizadas, en el trabajo de exploración en campo, se puede concluir que la tubería del alcantarillado no recibe el agua que sale de los patios de la casa, ya que no está conectada, esto lo afirman más del 50% de la población.

Así mismo, a partir de las encuestas, se puede concluir que la población tiene un descontento marcado y notorio frente al servicio de alcantarillado, ya que un poco más del 70% lo calificaron como regular.

De acuerdo con la verificación de los parámetros de diseño, diámetros de tubería, el tipo de material, velocidades y caudales se pudo concluir que aquellos parámetros que no cumplieron con la norma fueron: condiciones de autolimpieza, pendiente mínima y condición de flujo y profundidad clave mínima. En donde se compararon los sistemas de alcantarillados existentes, y según las características topográficas del sistema demostraron que, el mejor sistema sería el de carácter convencional.

9. Recomendaciones

Se recomienda que para la presentación de las evaluaciones hidráulicas del sistema de alcantarillado se debe tener en cuenta los permisos y licencias ambientales en cuanto a la construcción de dicho sistema, con el fin de verificar el cumplimiento ambiental con la autoridad competente, así mismo con el plan de vertimientos para los sistemas de tratamientos futuros.

Al momento de realizar mejoras al sistema, se recomienda respetar los parámetros de diseño como diámetros y pendientes, de acuerdo con la norma y así mismo la calidad de los materiales a utilizar.

Se recomienda actualizar los estudios previos a las obras de mejoramiento de la red de alcantarillado.

Se recomienda hacer partícipe a la comunidad de las intervenciones que se realicen en estos aspectos, de tal forma que sus habitantes sean conocedores y vigilantes de los procesos que se lleven a cabo.

Se recomienda seleccionar y capacitar personal para el debido mantenimiento de las redes de alcantarillado.

Bibliografía

Alcaldía de La Gloria – Cesar, (2020). Página oficial de la alcaldía de La Gloria – Cesar, sección nuestro municipio. Tomado de URL <http://www.lagloria-cesar.gov.co/municipio/nuestro-municipio>

Alfaro, J., Carranza, J., & Gonzalez, I. (2012). Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, aguas lluvias y planta de tratamiento de aguas, residuales para el area urbana del municipio de San Isidro, departamento de Cabañas. Obtenido de Universidad de El Salvador: [http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1698/1/DISE%C3%91O_DEL_SISTEMA_DE_ALCANTARILLA DO_SANITARIO,_AGUAS_LLUVIAS_Y_PLANTA_DE_TRATAMIENTO_DE_AGUAS_R E.pdf](http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1698/1/DISE%C3%91O_DEL_SISTEMA_DE_ALCANTARILLA_DO_SANITARIO,_AGUAS_LLUVIAS_Y_PLANTA_DE_TRATAMIENTO_DE_AGUAS_R E.pdf)

Arevalo, W., Garzon, J., & Real, D. (2015). Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la vereda Altamar en el municipio de la Calera, Cundinamarca. Obtenido de Universidad La Gran Colombia.: https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3939/Dise%C3%B1o_sistema%20alcantarillado_sanitario.pdf?sequence=1

Barbosa, E., García, D. F., & García, D. A. (2013). Descripción técnica del proceso constructivo de alcantarillado del municipio de Cumaral. Obtenido de universidad Cooperativa de Colombia: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14279/1/2013_descripci%C3%B3n_t%C3%A9cnica_proceso_.pdf

Berrios, S., & Cervantes, B. (2015). Propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario condominial para la tercera etapa del barrio Nueva Vida en el municipio de ciudad Sandino, departamento de Managua, con periodo de diseño de 20 años (2018 – 2038). Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua: <https://repositorio.unan.edu.ni/1268/1/47424.pdf>

Cabañas, M., Miranda, S., & López, L. (s.f.). Partes de las que consta una red de alcantarillado. . Obtenido de Universidad Autónoma del Estado de México. : https://www.academia.edu/36312410/PARTES_DE_QUE_CONSTA_UNA_RED_DE_ALCANTARILLADO

Caracterización General De Escenarios De Riesgo, pág. 10 – 20. Tomado desde la URL https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/18597/La%20Gloria_Cesar.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Castiblanco, M., & Díaz, J. (2017). Diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas para el sector El Palmar municipio de Flandes – Tolima. Obtenido de Universidad Minuto de Dios: <https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/6691/T.IC%20CASTIBLANCO%20POVEDA%20MARIA%20CAMILA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CENTRO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ANTIOQUIA – CTA. (2018). Recuperado: https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Agua/INFORME_PROPUESTAS%20FINAL_18_05_18.pdf

Consejo Municipal Para la Gestión del Riesgo de Desastres, (2012). Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres, municipio de La Gloria – Cesar, I componente: Decreto 229. (2002). Presidencia de la República. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=6006>

Díaz Cuenca et al., (2012) El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/401/40123894005.pdf>

Emserchía. (s.f.). Empresa de Servicios Públicos de Chía . Obtenido de Glosario de términos técnicos de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo.: <http://www.emserchia.gov.co/PDF/glosario>

Gobernación del Cesar, (2019). Municipios del departamento del Cesar. Tomado de URL <https://cesar.gov.co/d/index.php/es/mainmeneldpto/mendepmun>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Batista Lucio, P. (s.f.). Metodología de la Investigación.

López Cualla, Ricardo Alfredo, (2012) Elementos de Diseño de Acueducto y alcantarillado, Colombia.

Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, (2012). Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS, título B sistemas de acueducto, capítulo 2: demanda de agua, sección 2.4.3. proyección de población, pág. 26 – 28.

Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, (2017). Resolución 0330 del 8 junio 2017 *por la cual se adopta el reglamento técnico para el sector agua potable y saneamiento básico – RAS y se deroga las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1477 de 2005 y 2320 de 2009.* artículos 40 del capítulo 1; sección 2, artículo 140 – 144; sección 3, artículo 145 – 147.

Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, (2018). Resolución 0844 del 2018 *“por la cual se establecen los requisitos técnicos para los proyectos de agua y saneamiento básico de zonas rurales que se adelanten bajo los esquemas diferenciales definidos en el capítulo 1, del título 7, de la parte 3, del libro 2 del decreto 1077 del 2015”.* Artículo 41 de la sección 2. Tomado desde la URL <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/0844-2018.pdf>

Parra, M., & Arbelaez, K. (2017). Análisis de impacto ambiental y social de la planta de tratamiento de aguas residuales Barra Da Tijuca en Brasil, como lecciones aprendidas para la ciudad de Bogotá, D.C. Obtenido de Universidad Católica de Colombia: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14535/1/An%C3%A1lisis%20de%20impacto%20ambiental%20y%20social%20de%20la%20planta%20de%20tratamiento%20de%20aguas%20residuales%20Barra%20Da%20T.pdf>

Parra, V., Niño, J., & Diaz, R. (2008). La baja cobertura del servicio de alcantarillado en la vereda El Pórtico - corregimiento de San Pedro - municipio de Cúcuta y su afectación al medio ambiente. Obtenido de Universidad Libre de Colombia: <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/9363>

Penagos, L. (2015). Componentes del sistema de alcantarillado para la vía secundaria sector grival municipio de Mosquera. Obtenido de Universidad Militar Nueva Granada: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/13163/COMPONENTES%20SISTEMA%20DE%20ALCANTARILLADO-%20Laura%20Penagos.pdf;jsessionid=B99D2E135EDCEA56FC335AAA4F634783?sequence=1>

Ramirez, L. (2016). Estudio y diagnostico de la red de alcantarillado sanitario y pluvial para el proceso de densificación de un sector del centro de Bogotá. Obtenido de Universidad Católica de Colombia: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/8314/4/TRABAJO%20DE%20GRADO%20LUISA%20RAMIREZ.pdf>

Romero, W., & Zapata, J. (2018). Evaluación y estudio de las redes de acueducto y alcantarillado del sector de altos de la estancia de la localidad de ciudad Bolívar. Obtenido de Universidad Distrital Francisco José de Caldas: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/13438/ZapataCervantesJeiner2018.pdf;jsessionid=F2BC80AE6DAEFFED31F17658BAD0102F?sequence=7>

Sarmiento Uribe, J (2018). Estudios y diseños para el diagnóstico y evaluación integral de las obras para la terminación del plan maestro de alcantarillado y PTAR del corregimiento La Mata del municipio de La Gloria, Cesar. Alcaldía Municipal de La Gloria – Cesar, pág. 1 – 74.

Sarmiento, L., & Silva, R. (2017). Modelación y optimización de la red de acueducto urbano del municipio de Tibaná-Boyacá. Obtenido de Universidad Católica de Colombia : <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15487/1/Modelaci%C3%B3n%20y%20optimizaci%C3%B3n%20de%20la%20red%20de%20acueducto%20urbano%20del%20municipio%20de%20Tiban%C3%A1-Boyac%C3%A1.pdf>

Semanario La Calle (2018). Los 3.500 millones de pesos que despilfarró Aguas del Cesar. Recuperado de: <https://semanariolacalle.com/los-3-500-millones-de-pesos-que-despilfarro-aguas-del-cesar/>

Zagaceta, M. (2019). Alcantarillado Pluvial. Obtenido de
<https://es.scribd.com/document/435185038/ALCANTARILLADO-PLUVIAL-docx>

Zambrano, J. (2017). Diseño del alcantarillado pluvial del sector los Ángeles, parroquia Colón, aplicando el criterio de la tensión tractiva. Obtenido de Universidad Estatal del Sur de Manabi : <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/932/1/UNESUM-ECU-CIVIL-2017-35.pdf>

Anexos

Anexo A: Lista De Chequeo Para Visita A Campo Al Corregimiento De La Mata – La Gloria.

EVALUACION HIDRÁULICA DE EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CORREGIMIENTO DE LA MATA DEL MUNICIPIO DE LA GLORIA, CESAR.				
FECHA:			TUTOR	LUIS FRANCISCO RAMÍREZ
			:	
RESPONSABLES:		MAYERLIS CAROLINA BARRETO GUZMAN		
		LAURA SALENA DE LA CRUZ PARODY		
LISTA DE CHEQUEO				
ÍTEM	PREGUNTAS	OPCIONES DE RESPUESTA		OBSERVACIONES
1	En cuanto a los manjoles, ¿se encuentran éstos en buen estado?	SI	NO	
2	¿Los manjoles cuentan con su respectiva tapa?	SI	NO	
3	¿La calle se encuentra pavimentada?	SI	NO	
4	Emanación de olores fuertes que afectan a la comunidad.	SI	NO	
5	¿Existe sistema de recolección de aguas lluvias?	SI	NO	
6	¿Hay presencia de malezas y/o o cualquier otro elemento que pueda afectar la tubería?	SI	NO	
7	¿Cómo es la topografía de la zona?	A favor	En contra	
8	Existencia de punto colectores. (Indicar ubicación)	SI	NO	

Anexo B: Encuesta A Las Viviendas Objeto De Estudio Del Corregimiento De La Mata – La Gloria.

Objetivo: Conocer la percepción ambiental que tiene la comunidad de la zona objeto de estudio en cuanto a la prestación del servicio de alcantarillado.

A continuación, indique la información solicitada:

- 1. Edad:** Menor de 25 años __; entre 25-35 años__; Mayor de 35 años__.
- 2. Género:** F__ M__
- 3. Nivel de escolaridad:** Sin estudios __; Primaria __; Bachillerato __; Universitario ____.
- 4. Ocupación:** _____.
- 5. Barrio:** _____.

El instrumento utilizado para la recolección de información es un cuestionario de preguntas tipo test con varias opciones de respuesta.

Marque con una (X) la respuesta con la que usted se sienta identificado.

- ¿La casa cuenta con un registro de alcantarillado?
A. SI
B. NO
- ¿Está usted conectado a la red de alcantarillado?
A. SI
B. NO
- ¿El manjol de la vivienda es independiente o es compartido con otra vivienda?
A. SI
B. NO
- ¿Se desprenden olores ofensivos producto de la red de alcantarillado?
A. SI
B. NO
- En épocas de lluvia, ¿el agua se rebosa por el alcantarillado?

- A. SI
- B. NO
6. ¿El agua que sale del patio está conectada a la tubería del alcantarillado?
- A. SI
- B. NO
7. ¿La empresa a cargo de la prestación del servicio hace el debido mantenimiento a las redes? (Si la respuesta es positiva, por favor indique cada cuanto hacen este mantenimiento).
- A. SI
- B. NO
- C. A veces
8. ¿Es común encontrar residuos que taponan la rejilla de las calles y avenidas?
- A. SI
- B. NO
- C. A veces
9. ¿Se generan enfermedades vectoriales producto de aguas residuales estancadas?
- A. SI
- B. NO
- C. A veces
10. ¿Cómo califica el servicio de alcantarillado del corregimiento?
- A. Excelente
- B. Bueno
- C. Regular
- D. Pésimo

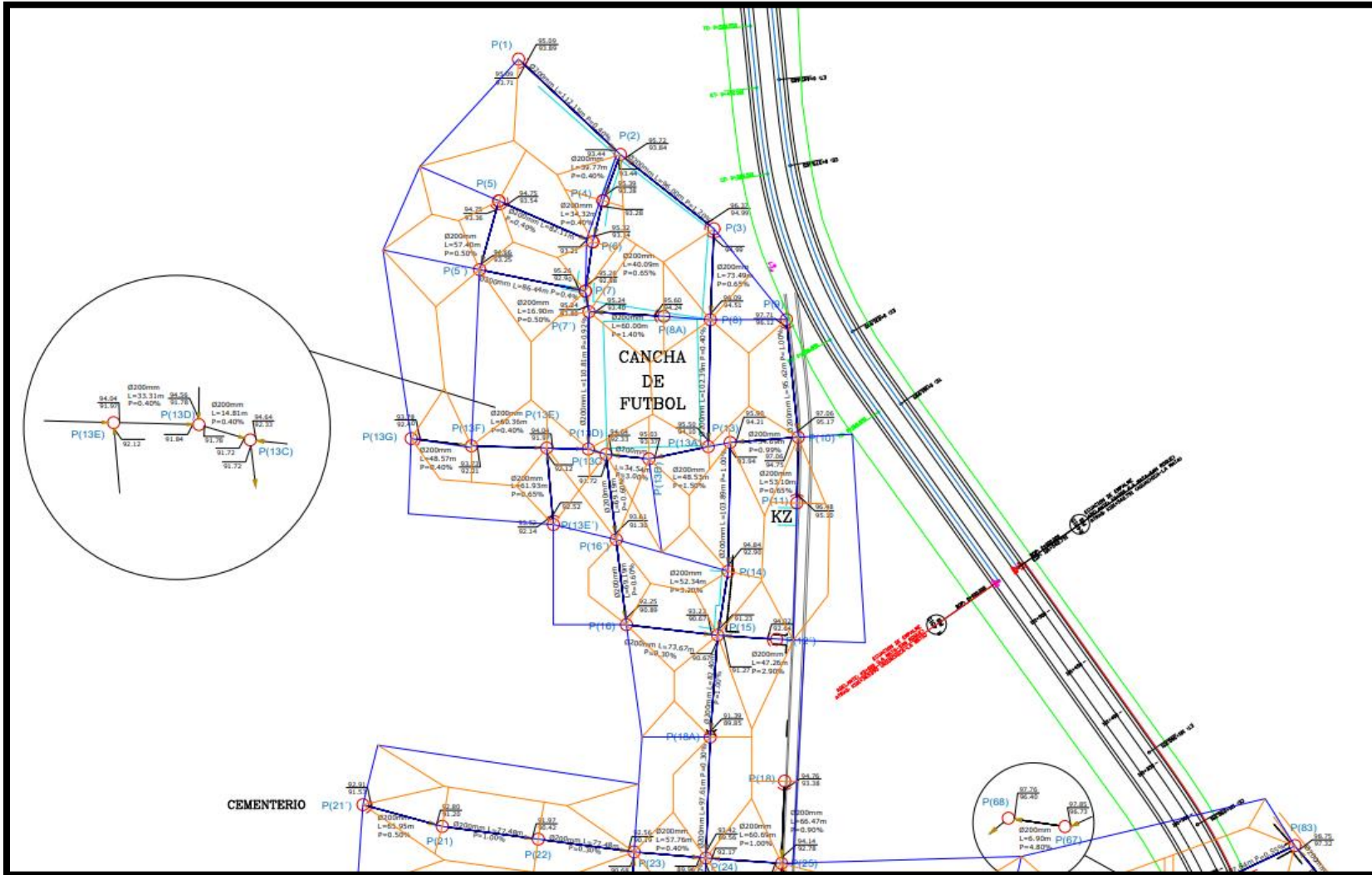
Anexo C. Registro fotográfico de la exploración en campo (encuestas y revisión del sistema).

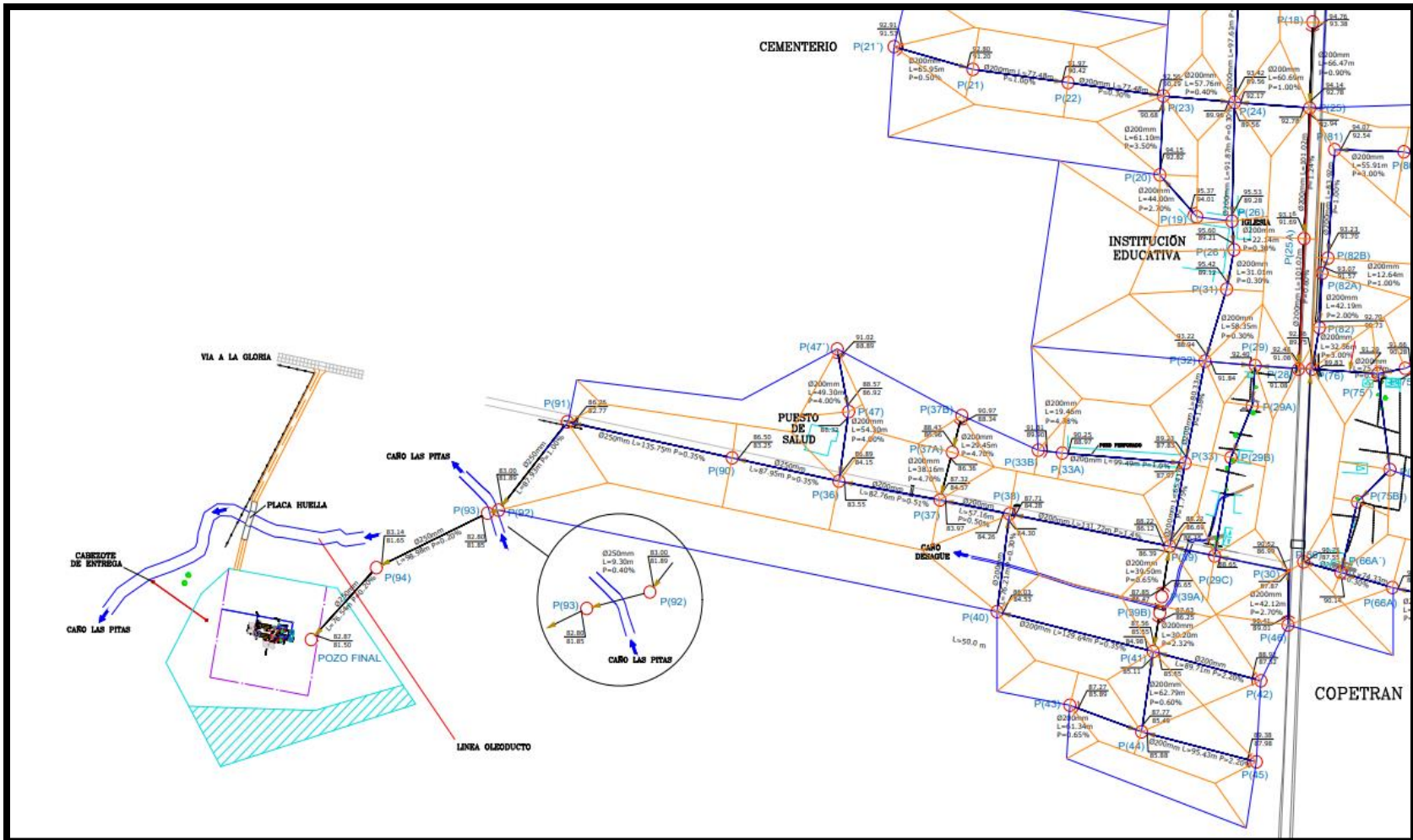


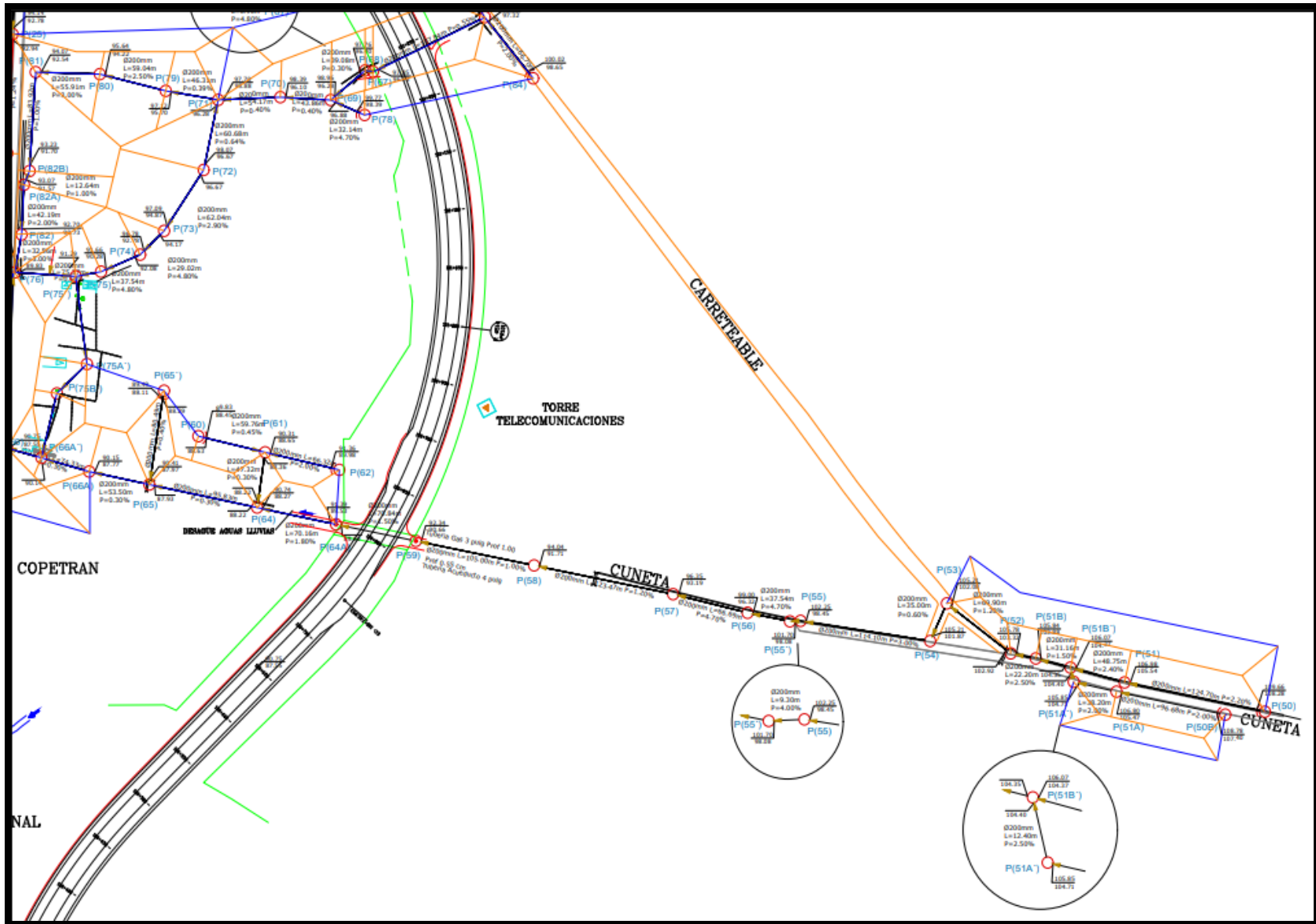




Anexo D. Planos de áreas tributarias del sistema de alcantarillado modificados a según la memoria de diseño para el corregimiento de La Mata, La Gloria – Cesar.







Anexo E. Plano General de Red de Alcantarillado Sanitario con imagen satelital del corregimiento de La Mata, La Gloria – Cesar.



Anexo F. Planos de red de sistema de alcantarillado sanitario del corregimiento de La Mata, La Gloria – Cesar.

