

Diagnóstico y evaluación del Colector principal del sistema de
Alcantarillado Combinado del municipio de Mistrató – Risaralda.

Tesis presentada para obtener el título de
Ingeniero de Civil
Universidad Antonio Nariño, Sede Pereira

Johan Andrés López Villada
Sebastián Gutiérrez Orrego
Mayo 2021.

Diagnóstico del Colector principal de Alcantarillado Combinado del
municipio de Mistrató – Risaralda

Tesistas:

Sebastián Gutiérrez Orrego
Johan Andrés López Villada

.

Tutor Académico:

Octavio Andrés Aguirre Jaramillo

Pereira, Risaralda.

Mayo 2021

Dedicatoria.

Gracias a Dios por darme la oportunidad de hacer un sueño realidad, que era poder graduarme de ingeniero civil.

Muchas gracias a mi madre y a toda mi familia que fue un apoyo incondicional para poder cumplir mi sueño.

Infinitas gracias a mi pareja sentimental y a mi hija, que, sin el apoyo de ellas, este sueño de ser ingeniero no habría sido posible.

Un agradecimiento muy grande a los ingenieros Fernando Pineda Arboleda, Alexander Vélez por compartir sus conocimientos y tiempo.

Sebastián Gutiérrez Orrego.

Lo primero es darle gracias a Dios, por la fortaleza, sabiduría, salud y fe para obtener los resultados por los que he podido luchar en el tiempo de estudio.

El regalo más grande para el ser es la familia, gracias a ellos por el apoyo y por creer, que con valentía e instrucción puedo saber culminar los estudios. universitarios.

A partir del amor es vital como base fundamental el acompañamiento en mi etapa de estudios por parte de mi pareja fundamental, a ella muchas gracias.

Un sincero aprecio y agradecimiento al ingeniero Fernando Pineda y al Ingeniero Alexander Vélez por con humildad compartir sus conocimientos.

Johan Andrés López Villada

Agradecimientos.

Gracias a la Universidad Antonio Nariño sede Pereira por hacer posible y materializar el sueño por el desarrollo de nuestra carrera profesional.

Gracias a Judith Patricia Rúgeles López como secretaria académica y guía y disposición para orientarnos en el proceso progresivo a lo largo de la carrera.

Agradecimiento al gerente y demás personal de la empresa de Servicios Públicos del municipio de Mistrató por su amabilidad en el suministro de información para este proyecto.

Gracias a mi compañero de tesis Sebastián Gutiérrez por el interés en lograr un trabajo en excelentes términos.

Gracias a los docentes que fueron partícipes en el camino y desarrollo de la carrera universitaria

Tabla de Contenidos

Introducción	9
Abstract	10
Capítulo 1.	11
Justificación	11
Capítulo 2.	13
Objetivos.	13
2.1. Objetivo general.	13
2.2. Objetivos específicos.	13
Capítulo 3.	14
Delimitación y Formulación del Problema.	14
3.1. Formulación del problema.	18
Capítulo 4.	19
Estado del Arte.....	19
4.1 Antecedentes internacionales.....	19
4.1.1. Evaluación del interceptor sanitario de la quebrada del Salado.	19
4.1.2. Evaluación de un sistema de tratamiento de agua residual.	19
4.1.3. Límites para tratamientos de aguas residuales.	19
4.2. Antecedentes nacionales.	20
4.2.1. Eficiencia de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.	20
4.2.2. Diagnóstico de la planta de tratamiento de agua residual.	20
4.2.3. Infraestructura de red de alcantarillado en Cundinamarca.	21
4.3. Antecedentes regionales.....	21
4.3.1. Indicadores del desarrollo sostenible en Risaralda.	21
4.3.2. Análisis a la gestión del plan de saneamiento hídrico de Pereira.	21
4.3.3. Normatividad en los procesos de vertimiento comerciales.....	22
Capítulo 5.Marco Teórico.	24
5.1. Red de alcantarillado (Sistema).	24
5.1.1. Origen de las aguas residuales.	24
5.1.2. Tipos de alcantarillado.	26
5.1.3. Componentes del sistema de alcantarillado.	28
5.1.4 Modelación en software EPA SWMM.	29
5.2. Marco legal.	29
Capítulo 6. Metodología.	31
6.2.1. Información secundaria.....	31
6.2.2. Información primaria.	31
6.2.3. Información de campo.	32
6.3. Fases del proyecto.....	32
6.3.1. Fase de planeación.	32
6.3.2. Fase exploratoria.	32
6.3.3. Fase de ejecución.	33
6.3.4. Fase de evaluación.	33

6.4. Procedimiento metodológico.....	33
6.8 Cronograma de ejecución de proyecto.....	36
Capítulo 7. Resultados obtenidos.....	37
7.1 Recopilación de datos obtenidos de la población del municipio de Mistrató.....	38
7.2 Evaluación física del del colector principal - red de alcantarillado combinado.	50
Caudal de aguas lluvias.....	53
Capítulo 8	54
Análisis de resultados	54
8.1 Criterios y parámetros de diseño.....	54
8.2 Evaluación del colector.....	55
Capítulo 9.	63
Conclusiones.....	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
ANEXOS	68

Lista de tablas

Tabla 1 Demografía del municipio de Mistrató.....	17
Tabla 2 Territorio del municipio de Mistrató	17
Tabla 3 Procedimiento metodológico Objetivo 1	33
Tabla 4 Procedimiento metodológico Objetivo 2	34
Tabla 5 Procedimiento metodológico Objetivo 3	34
Tabla 6 Operacionalización de variables objetivo específico 1	34
Tabla 7 Operacionalización de variables objetivo específico 2.....	34
Tabla 8 Operacionalización de variables objetivo específico 3.....	35
Tabla 9 Porcentaje de suscriptores según uso de suelo.....	39
Tabla 10 Porcentaje de consumos según uso de suelo 2020-2021	39
Tabla 11: Censos del DANE.....	41
Tabla 12 Tasas de crecimiento por métodos: Aritmético, Geométrico y Exponencial	43
Tabla 13: Proyección de población al año 2021	44
Tabla 14 Proyección de población años 2021-2046	45
Tabla 15: Histórico de lluvias.....	46
Tabla 16 Información pluviométrica (periodo de retorno), municipio de Mistrató.....	47
Tabla 17 Áreas aferentes del colector	50
Tabla 18 Relación física tramo a tramo colector 1	51
Tabla 19 Relación física tramo a tramo colector 1	52
Tabla 20 Inspección visual del colector.....	52
Tabla 21 Criterios y parámetros de diseño	56
Tabla 22 Capacidad por tramos del colector 1.....	57
Tabla 23 Capacidad por tramos del colector 1.....	57
Tabla 24 Número de Froude por tramos en colector 1	58
Tabla 25 Número de Froude por tramos en colector 1	59
Tabla 26 Velocidad por tramos en colector 1	60
Tabla 27 Velocidad por tramos en colector 1	60
Tabla 28 Fuerza tractiva colector 1.....	61
Tabla 29 Fuerza tractiva colector 1.....	61
Tabla 30 Lista de chequeo de criterios y parámetros de diseño	62

Lista de figuras

Lista de figuras	8
Figura 1. Esquema gráfico del colector.	11
Figura 2. Panorámica de Mistrató.....	16
Figura 3. Ubicación nacional y regional del municipio de Mistrató.....	17
Figura 4. Tipos de alcantarillado	27
Figura 5. Componentes del sistema de alcantarillado.....	28
Figura 6. Ubicación de descoles y PTAR.	38
Figura 7 Censo y proyección poblacional del municipio de Mistrató	41
Figura 8 Curvas IDF, pluvioma del municipio de Mistrató.....	47
Figura 9 Áreas aferentes del colector de aguas combinadas municipio de Mistrató.	49
Figura 10 Relación de tramos de colector.....	51
Figura 11 Capacidad de tubería por tramos	56
Figura 12 Número de Froude por tramos.....	58
Figura 13 Velocidad por tramos	59
Figura 14. Verificación planimétrica del sistema de alcantarillado.....	68
Figura 15. Salida del descole N° 1.....	68
Figura 16. Recorrido e inspección visual del trazado de los colectores evaluados.	68
Figura 17. Canal abierto de quebrada Arrayanes.....	68
Figura 18. Estructura de salida de descole N° 3.	68
Figura 19. Inspección pozo N° 19.	68
Figura 20. Estado de cañuela de pozo N°104	68

Introducción.

Para la población en general es de vital importancia contar con un servicio de saneamiento básico, este debe ser eficiente, con la mayor cobertura posible y ofrecer un buen manejo de las aguas residuales para el beneficio de toda la comunidad.

Bajo este concepto es indispensable la implementación de sistemas de alcantarillado, entendido este como un sistema de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de aguas residuales conducidas por tuberías localizadas generalmente bajo tierra a profundidades determinadas según diseño.

En el presente documento se trabajará en la evaluación de la infraestructura y el funcionamiento actual del colector principal de la red de alcantarillado del municipio de Mistrató – Risaralda, por medio de recolección de información obtenida a partir de visitas de campo y suministro de datos por parte de la empresa de servicios públicos.

Abstract.

For the population in general, it is of vital importance to have a basic sanitation service, which must be efficient, with the greatest possible coverage and offer good wastewater management for the benefit of the entire community.

Under this concept, it is essential to implement sewerage systems, understood as a system for the collection, transport, treatment and final disposal of wastewater conducted through pipes generally located underground at depths determined according to design.

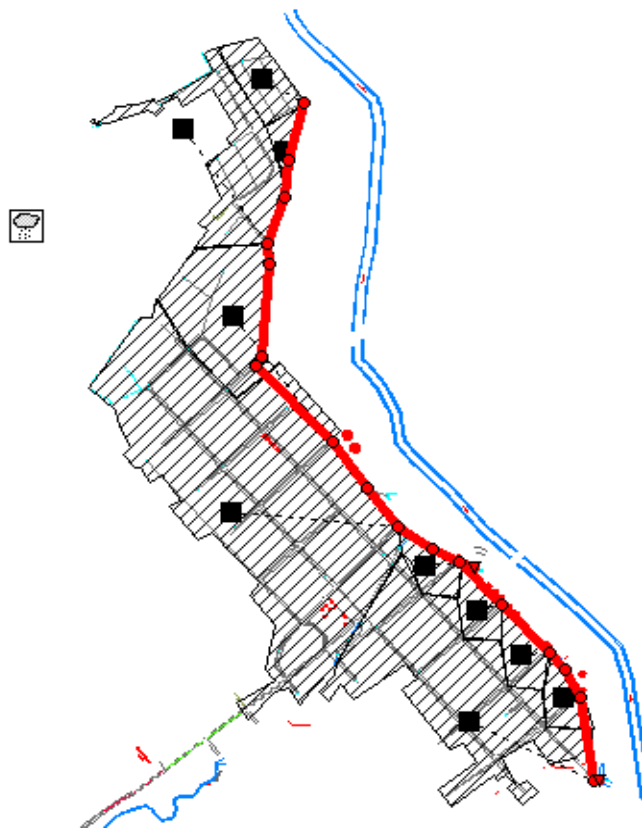
In this document we will work on the evaluation of the infrastructure and the current operation of the main collector of the sewerage network of the municipality of Mistrató - Risaralda through the collection of information obtained from field visits and supply by the public utilities company.

Capítulo 1.

Justificación.

Se realiza una evaluación del colector principal como parte de la red de alcantarillado combinado del municipio de Mistrató, paralelo y que descarga directamente en el río Risaralda (representado en la figura 1 con línea roja el colector y con azul las márgenes del río), con el propósito de analizar una serie de parámetros básicos (capacidad, velocidad, fuerza tractiva y régimen de flujo) y así determinar el funcionamiento de la infraestructura actual del sistema de alcantarillado.

Figura 1. Esquema gráfico del colector.



Nota: Ubicación del colector.

Así pues, la importancia de este estudio radica en diagnosticar el comportamiento hidráulico del sistema de alcantarillado del estado actual y futuro; A partir de este estudio poder establecer si para el periodo proyectado de la construcción de la planta de tratamiento, el sistema de alcantarillado será capaz de drenar la carga hidráulica que se le suministrará y a su vez él mismo cumplirá con los parámetros establecidos en la normativa nacional vigente. Aclarando que a la fecha se tienen estudios previos y de diseños de la construcción de la planta de tratamiento pero que ello no se ha materializado por falta de presupuesto.

1.1. Pertinencia social.

El diagnóstico del colector principal de la red de alcantarillado combinado del municipio de Misstrató – Risaralda, servirá a las Empresas de Servicios Públicos como apoyo de primera mano para la toma de decisiones en cuanto al mejoramiento y optimización del sistema de alcantarillado; además, brindará información útil para la proyección y gestión del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales; cuya eficiente implementación podría reducir los costos de dicho proyecto; beneficiando a la población local de manera indirecta.

Capítulo 2.

Objetivos.

2.1. Objetivo general.

Diagnosticar y evaluar el colector principal de la red de alcantarillado combinado del municipio de Mistrató a través de los parámetros hidráulicos del Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2017.

2.2. Objetivos específicos.

1. Recopilar los datos y cálculo para la proyección de población en el área urbana del municipio de Mistrató.
2. Evaluar físicamente el estado actual del colector principal como parte de la red de alcantarillado combinado paralelo al río Risaralda.
3. Comparar los resultados hidráulicos obtenidos del colector con la norma vigente, resolución 0330 de 2017 Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.

Capítulo 3.

Delimitación y Formulación del Problema.

En el municipio de Mistrató (Risaralda), mediante el plan de desarrollo 2018 – 2022 emitido por la alcaldía municipal con apoyo de la Corporación Autónoma Regional de Risaralda, (CARDER) se han ocupado en monitorear, evaluar y realizar actividades para mitigar el desgaste de la calidad del recurso hídrico, sea por el aumento de las precipitaciones debido al cambio climático mundial o a los procesos antrópicos como lo es el desarrollo de la actividad de la minería ilegal, siendo este uno de los usos inadecuados de los suelos y factor con gran implicación en la contaminación de las fuentes hídricas de la región. (Giraldo & Ospina, 2016).

La empresa de servicios públicos del municipio de Mistrató dentro del funcionamiento de la red de alcantarillado combinado, cuenta con una cobertura del 84.88% para el año 2020, esta población descarga sus aguas servidas directamente al río Risaralda, lo cual genera un grave problema ambiental y afectación tanto al recurso hídrico como a las poblaciones que se encuentran en su curso, como lo es a los municipios de Belén de Umbría, Viterbo, La Virginia entre otros, debido a la cantidad de materia orgánica que se aporta en estos cuerpos de agua natural (CARDER, 2017).

Para Pineda, (2017) las contaminaciones de los ríos generan además de muchos problemas ambientales otros de afectación a la salud pública como los presentados por enfermedades de las cuales se pueden citar: la diarrea, insuficiencia respiratoria, hepatitis B, entre otras. Enfermedades que impactan negativamente a las comunidades.

(Larriva & Sigüenza, 2015), sostienen que en la actualidad el uso de herramientas de software facilita los cálculos para posteriormente ejecutar los modelos hidráulicos, que brindan una forma más clara y real del comportamiento del flujo de agua dentro de las tuberías que conforman los sistemas de alcantarillado, en forma óptima y cumpliendo con estándares de calidad y técnicos acordes a la normatividad.

En cuanto al factor de prevención el 13 de septiembre de 2013, a través del contrato de consultoría Número. C-002, se realiza la formulación y actualización de planes maestros de acueducto y alcantarillado de cascos urbanos y centros poblados en municipios vinculados al programa agua para la prosperidad, en el Departamento de Risaralda, Informe de Diagnóstico de acueducto y alcantarillado del Municipio de Mistrató”. Alcaldía de Mistrató (2021).

Sobre el Municipio de Mistrató es importante tener en cuenta algunos datos para una mejor comprensión del trabajo que acá se está planteando, éste se encuentra ubicado sobre la Cordillera Occidental a aproximadamente 86 kilómetros al noroccidente de Pereira la capital del departamento, sobre la cordillera Occidental a los 5° 19' de latitud norte y 75° 52' de longitud al oeste de Greenwich, a una altitud de 1.518 m.s.n.m. y cuenta con una temperatura media de 19 °C, su extensión es de 570.79 Km², divididos en 1.2 Km² el área urbana y 569.59 Km² la extensión del área rural. CARDER (1989).

Figura 2. Panorámica de Mistrató



Nota: fuente rutas del paisaje cultural cafetero. (2021).

En el municipio de Mistrató el total de población, según su proyección del DANE a 2017, son 16.454 personas, el 26.28 % de ellas ubicadas en la zona urbana (4.324 personas) y el restante 73.72% de la población ubicada en la zona rural 12.130 personas (CARDER, 2017).

Sus gentes se dedican en su mayoría a la agricultura, ganadería y minería, los cultivos más importantes son el café, la caña de azúcar, el maíz, la yuca, el lulo y el cacao. La región ha sido catalogada como una gran zona de reserva ganadera, recibiendo el lunes y días festivos una población flotante importante, la cual proviene del área rural. CARDER. (2017).

Tabla 1 Demografía del municipio de Mistrató

Población	12 438 habitantes
Densidad de la población del municipio de Mistrató	16,5 hab./km ² (42,7 pop/sq mi)

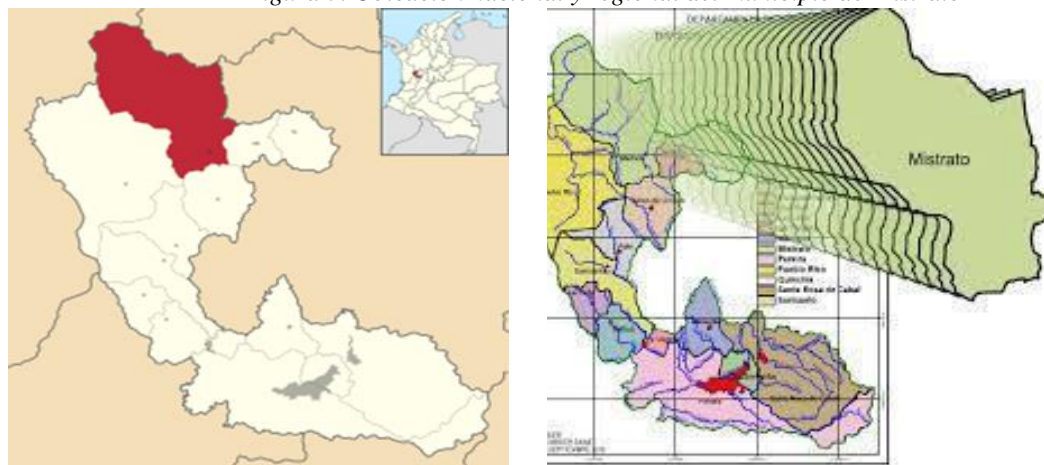
Fuente. (Municipio. Com, 2021)

Tabla 2 Territorio del municipio de Mistrató

Superficie del municipio de Mistrató	75Ha 755,00 km ² (291,51 sq mi)
Altitud del municipio de Mistrató	1 496 metros de altitud
Coordenadas geográficas	Latitud: 5.296 Longitud: -75.883 Latitud: 5° 18' 0" Norte Longitud: 75° 52' 59" Oeste
Uso horario	UTC -5:00 (America/Bogota) <i>El horario de verano y el horario de invierno son iguales al horario estándar</i>

Fuente. (Municipio. Com, 2021)

Figura 3. Ubicación nacional y regional del municipio de Mistrató



Fuente: extraído de Wikipedia enciclopedia libre (Wikipedia, 2020)

3.1. Formulación del problema.

¿Cuál es la eficiencia hidráulica del colector principal de la red de alcantarillado combinado en el casco urbano del municipio de Misstrató en términos de capacidad, velocidad, fuerza tractiva y régimen de flujo, con los caudales de diseño y modelados en un régimen no uniforme y no permanente?

Capítulo 4.

Estado del Arte.

4.1 Antecedentes internacionales.

4.1.1. Evaluación del interceptor sanitario de la quebrada del Salado.

(Larriva & Sigüenza, 2015) realizaron un diagnóstico hidráulico del interceptor sanitario situado en una localidad de Cuenca Ecuador, entre sus resultados más importantes se puede destacar que el interceptor que lleva las aguas residuales no está acorde a los mismos vertimientos, aunque los cálculos en su construcción están bien realizados el problema se puede presentar por otras razones como conexiones mal realizadas y las que tiene que ver con las requeridas para aguas lluvias de origen pluvial o riego.

4.1.2. Evaluación de un sistema de tratamiento de agua residual.

(Garzón, González, & García 2016) realizaron un diagnóstico a un sistema de tratamiento de aguas residuales en comunidades marginales de la ciudad de México, esta combina diferentes modelos como el de fosa séptica y los convencionales. Su resultado muestra que el sistema funciona correctamente y que es viable el uso de diferentes modelos que permiten ser una alternativa factible y recomendable para el tratamiento y reúso de las aguas residuales.

4.1.3. Límites para tratamientos de aguas residuales.

El trabajo de Villanueva (2017) investigó cuáles son los factores por los cuales los propietarios del sector comercial de un distrito de la ciudad de Lima no han implementado

procesos de tratamiento de aguas residuales en sus empresas. Encontró al analizar los resultados que por una parte no hay conciencia social ni ecológica de los dueños de estas empresas, se requiere de incentivos para que estas empresas implementen sistemas de saneamiento con el fin de lograr una mejora en la calidad de vida de la población, pues se evidenció por parte del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA (2014) gran cantidad de conexiones fraudulentas y falta de cobertura del servicio de alcantarillado.

4.2. Antecedentes nacionales.

4.2.1. Eficiencia de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Los autores (Hernández & Larrota 2018), evaluaron la eficiencia hidráulica de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en el municipio de comunera, del departamento de Santander – Colombia. Entre los resultados más importantes está que solo el 23% de ellos cuentan con sistema de tratamiento, presentan diferentes márgenes de eficiencia. solo cinco de los diecisiete municipios cuentan con sistema de tratamiento de agua residual.

4.2.2. Diagnóstico de la planta de tratamiento de agua residual.

Se realizó la evaluación y el diagnóstico de la planta de tratamiento de agua residual por sus siglas (PTAR) del municipio de Tunja – Boyacá, presentado por Pineda (2017), con el fin de analizar las condiciones en que se encuentra la planta, al realizar el análisis comparativo de los resultados obtenidos se concluyó que la planta de tratamiento no se encuentra en perfectas condiciones para tratar el caudal total de la demanda actual pues cada módulo tiene una capacidad menor a la demanda a la fecha del diagnóstico.

4.2.3. Infraestructura de red de alcantarillado en Cundinamarca.

(Poveda & Hernández 2015), evaluaron cómo funciona el sistema de alcantarillado sanitario empleado en el municipio de Fosca, departamento de Cundinamarca, su objetivo fue analizar si de acuerdo a los resultados obtenidos es posible mejorarlo o presentar otras alternativas de solución de acuerdo a las normas. Su resultado más relevante muestra que existen fallas en el sistema existente, falta de mantenimiento, no presenta ningún tratamiento de las aguas residuales domésticas como industriales y tampoco hay un aprovechamiento de las aguas lluvias al momento de verterse al cuerpo hídrico.

4.3. Antecedentes regionales.

4.3.1. Indicadores del desarrollo sostenible en Risaralda.

Consistió en realizar la evaluación de la calidad del suelo y las aguas del corregimiento de la Florida - Pereira, así como de las veredas Mangas - Volcanes del municipio de Santa Rosa de Cabal, entre los resultados más importantes se evidenciaron altos contenidos de sólidos totales suspendidos y coliformes totales y fecales, en las aguas vertidas a las cuencas hidrográficas indicadores que evidencian actividades antrópicas (aguas servidas y descoles de actividades pecuarias) por fuera del control de las autoridades territoriales y ambientales, por lo cual se requiere sea regularizada la situación para evitar el deterioro progresivo del recurso hídrico, (Tangarife & Lasprilla, 2016).

4.3.2. Análisis a la gestión del plan de saneamiento hídrico de Pereira.

Los autores realizaron un análisis del plan de saneamiento ambiental del municipio de

Pereira – Risaralda, utilizando las TIC (WEAP) como una herramienta de soporte técnico en la toma de decisiones, encontraron la presencia de coliformes fecales, siendo éste el principal indicador de vertimientos de aguas residuales domésticas en las corrientes hídricas esta ciudad antes mencionada. Adicional a ello se encontró que el caudal de diseño formulado el sistema de tratamiento de aguas residuales en el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado de 1995 pudo haber variado frente a la demanda actual, ya que se evidencia que requiere mayores volúmenes, por lo que recomiendan la revisión de los resultados obtenidos y con su corrección poder permitir un ajuste en las características técnicas del Plan de Saneamiento Hídrico, (Vélez, 2012).

4.3.3. Normatividad en los procesos de vertimiento comerciales.

Los autores (Tabares & Arbeláez, 2019), realizaron un diagnóstico de los procesos de vertimientos de aguas residuales asociados al sector comercial y productores de alimentos de la ciudad de Pereira Risaralda, entre los resultados más importantes de su investigación se encuentran, que debido al vertimiento de grasas y aceites vertidos directamente sobre los colectores de aguas lluvias, el agua residual depositada a los sistemas hídricos Otún y Consotá presenta contenidos mínimos de O₂, o en anaerobiosis.

El vertimientos de estos por parte de los establecimientos corresponde según la encuesta al 90% de ellos los cuales incumple con el artículo 38 del Decreto 3930 de 2010, en el cual se establece que los suscriptores deberán presentar al prestador de servicios públicos, la caracterización de sus vertimientos, por otra parte se evidenció que para el mantenimiento

de dichos sistemas de pretratamiento, este se encuentra a cargo en uno de un empleado del establecimiento sin ningún tipo de formación o capacitación técnica para ello.

Capítulo 5.

Marco Teórico.

5.1. Red de alcantarillado (Sistema).

Para López (2003) El sistema de alcantarillado consiste en una serie de conductos y otras obras suplementarias necesarias, para recibir, transportar y evacuar las aguas residuales producidas por la población de un sector o región, así como la escorrentía superficial producida por la lluvia.

Según (Poveda & Hernández, 2015) La principal función de los sistemas de alcantarillado es la recolección y disposición de las aguas residuales y lluvias evitando posibles problemáticas sanitarias como en salud pública debido a la composición de las mismas.

Mientras que, Aldás (2011), nos dice que la red de alcantarillado es un conjunto de tuberías que sirven para la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas que han sido utilizadas, de una manera económica causando el menor impacto ambiental posible.

Mientras (Valderrama & Moreno, 2017) dice que las aguas servidas están conformadas por las aguas lluvias, domésticas e industriales, las cuales son generadas por las precipitaciones y la población de acuerdo a su actividad.

5.1.1. Origen de las aguas residuales.

Las aguas residuales: son provenientes de la precipitación pluvial y se les denomina aguas lluvias; existen también las aguas residuales domésticas que son procedentes de las

edificaciones residenciales, industriales, comerciales, institucionales o de servicios públicos que descargan de retretes y servicios sanitarios, sistema de desagüe como los son, lavamanos, duchas, cocinas, lavado de pisos y paredes (Minvivienda Resolución 0330, 2020).

Aguas residuales domesticas: López (2003) sugiere que “son aquellos fluidos provenientes de inodoros, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos. Estas aguas están compuestas por sólidos suspendidos, sólidos sedimentables, nutrientes y organismos patógenos”.

Las aguas residuales no domésticas (ARND): Ministerio de Desarrollo Económico (2000) “Son las procedentes de las actividades industriales, comerciales o de servicios distintas a las que constituyen aguas residuales domésticas”.

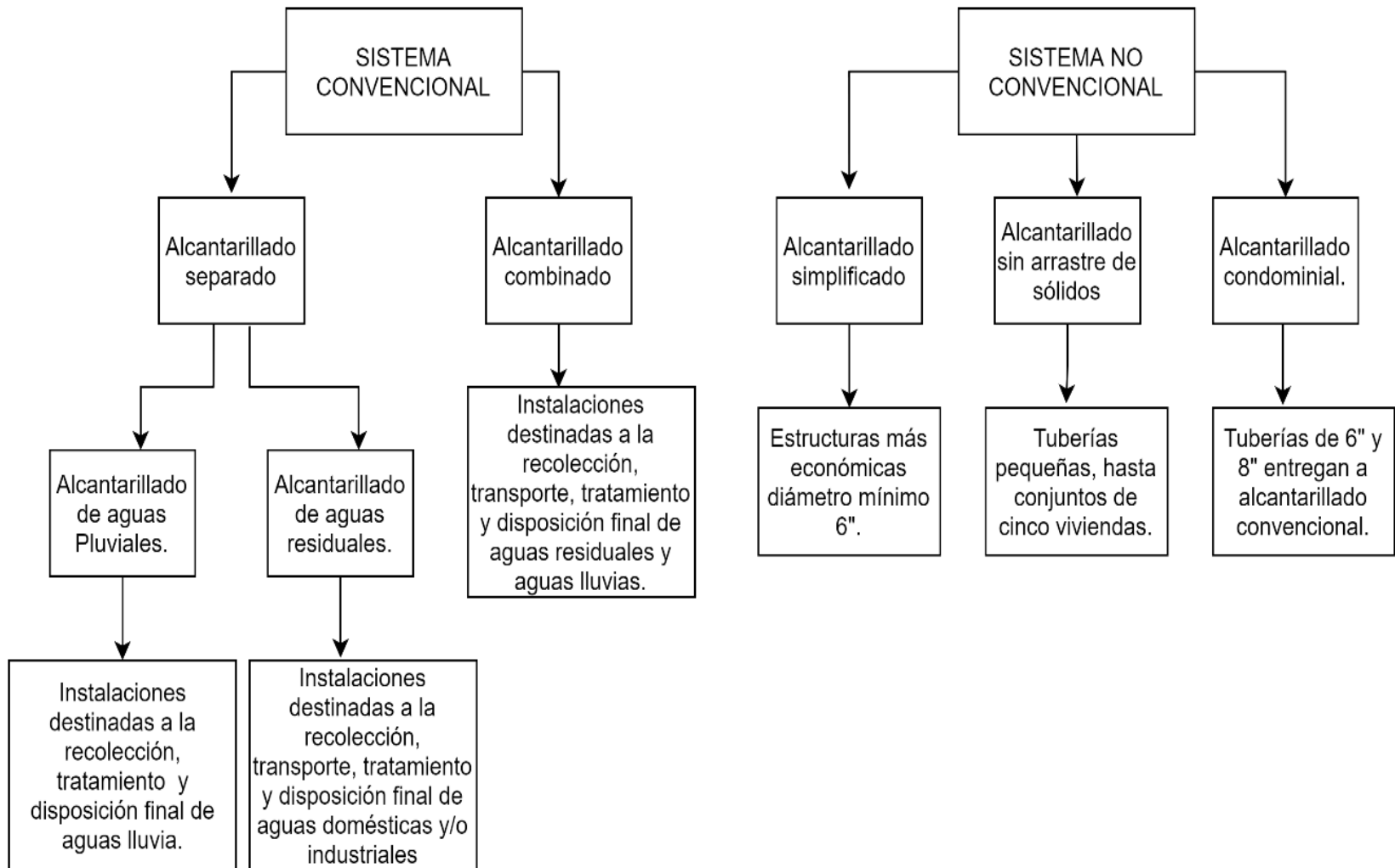
Aguas residuales industriales: López (2003) “se originan de los desechos de procesos industriales o manufactureros. Pueden contener además de los componentes citados anteriormente respecto a las aguas domésticas, elementos tóxicos tales como plomo, níquel, mercurio, cobre y otro, que requieran ser removidos en vez de ser vertidos al sistema de alcantarillado”.

Aguas lluvias: López (2003) “proviene de la precipitación pluvial y, debido a su efecto de lavado sobre tejados, calles y suelos pueden contener una alta cantidad de sólidos suspendidos; en zonas de alta contaminación atmosférica, pueden contener algunos metales pesados y otros elementos químicos”.

5.1.2. Tipos de alcantarillado.

De acuerdo al Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS, resolución 0330 2017 hay dos tipos de alcantarillados, Sistema convencional y no convencional, (ver figura 4).

Figura 4. Tipos de alcantarillado.

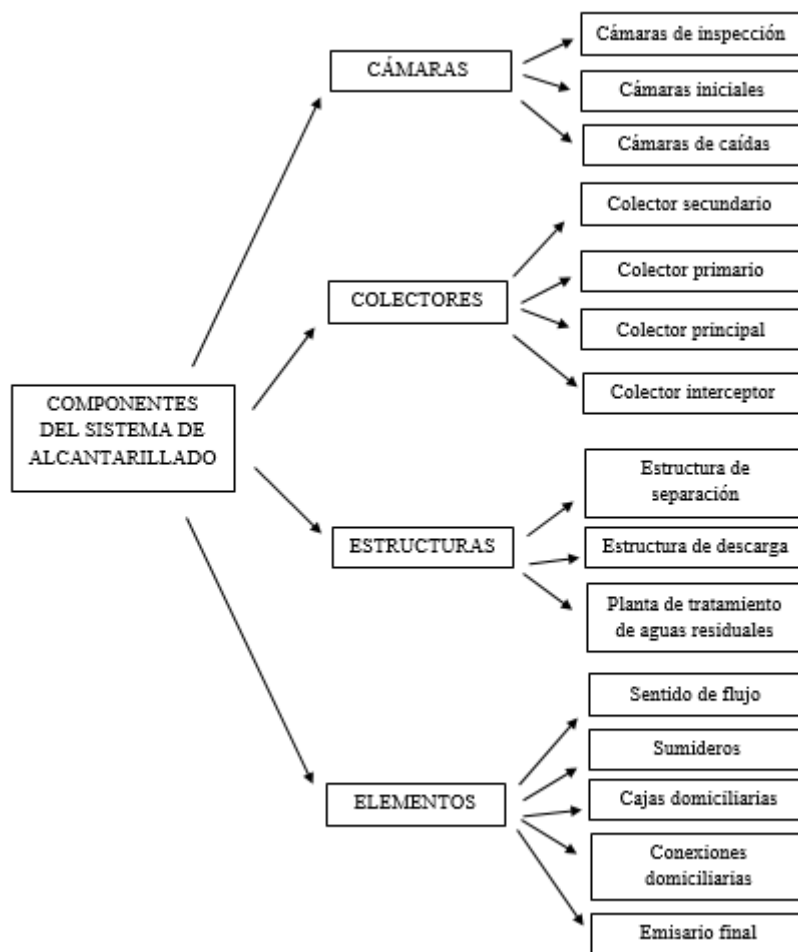


Nota: basada en (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS, 2017), Elaboración propia

5.1.3. Componentes del sistema de alcantarillado.

La Figura 5. Muestra los Componentes del sistema de alcantarillado, entre los cuales aparece los cuatro elementos más importantes, entre ellos Cámaras, Colectores, estructuras, y elementos.

Figura 5. Componentes del sistema de alcantarillado.



Nota: basada en. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS, 2017), fuente: elaboración.

5.1.4 Modelación en software EPA SWMM.

FUNCIONES DEL STORM WATER MANAGEMENT MODEL “SWMM”

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (2005) pronuncia que EPA SWMM “Es un modelo dinámico de simulación de precipitaciones y tránsito de fluidos, que se puede utilizar para un único acontecimiento o para realizar una simulación continua en un periodo extendido en el tiempo”.

Características del modelo hidrológico.

1. Precipitaciones variables en el tiempo.
2. Evaporación de las aguas superficiales estancadas.
3. Acumulación y deshielo de la nieve.
4. Intercepción de precipitaciones por almacenamiento en depresiones.
5. Infiltración de las precipitaciones en la capa de suelo no saturada.

Modelo de tránsito hidráulico.

1. Régimen uniforme (ru) principio de continuidad.
2. Onda cinemática (oc) permanente no uniforme, cambia pendiente hidráulica.
3. Onda dinámica (od) resuelve completo ecuaciones san venant.

5.2. Marco legal.

“Resolución 0330 junio 08 de 2017, expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, República de Colombia “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS”. (Minvivienda. Resolución 0330, 2020).

La estrategia municipal y departamental, el municipio de Mistrató a través de la Resolución 2917 del 3 de octubre del 2014 hace parte del proceso de formulación del plan de manejo y ordenamiento de la cuenca hidrográfica del río Risaralda en la zona urbana. (Alcaldía del municipio de Mistrató, 2016).

La Ley 142 de 1994 de parte del Ministerio de Minas y Energía Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones. La ley 99 de 1993 por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones, (gobierno de Colombia, 2021).

Capítulo 6.

Metodología.

6.1. Tipo de investigación.

La investigación es de tipo cuantitativa descriptiva; De acuerdo a (Ramírez, 2003), (Andrade & Torres, 2018), En este tipo de estudio se seleccionan una serie de conceptos o variables y se mide cada una de ellas independientemente de las otras, con el fin, de describirlas de acuerdo a como se presentan en la realidad sin manipular ninguna de ellas.

6.2. Instrumentos y fuentes utilizadas en la investigación.

6.2.1. Información secundaria.

En la información secundaria se solicita a los entes encargados del municipio como la empresa de servicios públicos la información de la proyección de población actual y futura, aportes a partir del uso del suelo (doméstico, comercial, industrial e institucional), cobertura del servicio de alcantarillado y las curvas IDF suministrada en medio manual o magnético. Se realiza en la etapa de investigación del proyecto. Se ha tenido acercamiento vía telefónica con el personal encargado de la empresa de servicios públicos del municipio.

6.2.2. Información primaria.

Se hace una verificación de la información anteriormente suministrada por la empresa prestadora de servicios públicos en el numeral 6.2.1, para complementar, esta información se efectúa mediante trabajo de campo en el municipio de Mistrató.

6.2.3. Información de campo.

Se realizan varias visitas al municipio de Misstrató, se efectúa un registro fotográfico, componentes y elementos (Cámaras de inspección, tramos de tubería y estructuras de salida), esto para el cálculo de los parámetros y determinar el funcionamiento a partir de software, como programas de cálculo y dibujo, a partir de los datos obtenidos correspondientes a la etapa de análisis de datos del colector principal de la red de alcantarillado combinado.

6.3. Fases del proyecto.

6.3.1. Fase de planeación.

Se investiga en repositorios de universidades y en libros especializados en la web, trabajos sobre norma, proyectos de grado de pre y post grado relacionados con alcantarillados, historia, aguas residuales, instalaciones de sistemas de alcantarillados, tipos, problemas presentados e impactos de ellos en la sociedad, estos acordes al tema tratado en este trabajo. Los trabajos investigados fueron de gran aporte para tener ideas claras en la construcción del planteamiento del trabajo, marcos teóricos, legales y la construcción del estado del arte, para el cual se investigaron temas afines a tres niveles: internacional, nacional y regional o local.

6.3.2. Fase exploratoria.

En visita preliminar a las instalaciones de la alcaldía del municipio de Misstrató, específicamente a las instalaciones de la Empresa de Servicios Públicos de Misstrató Risaralda E.S.P, administrador del servicio, por medio de reunión con el gerente de la

empresa se logra que se suministre la información requerida para el desarrollo del trabajo, y recopilar los datos de la población y de los usuarios en el área urbana del municipio, usuarios de la E.S.P.

6.3.3. Fase de ejecución.

Mediante trabajo de campo se evalúa hidráulicamente el estado actual del colector principal de la red de alcantarillado combinado paralelo al río Risaralda. Se tabulan y se extraen los datos más importantes sobre el censo población de los usuarios de la E.S.P, que permiten un acercamiento a la realidad de la demanda actual.

6.3.4. Fase de evaluación.

Se procede a analizar la información recolectada procesarla en software de aplicación de la fase de ejecución para poder presentar un diagnóstico sobre la situación real del colector principal de la red de alcantarillado combinado del municipio de Mistrató.

6.4. Procedimiento metodológico.

Tabla 3 Procedimiento metodológico Objetivo 1

Objetivo 1) Recopilar los datos y cálculo para la proyección de población en el área urbana del municipio de Mistrató.

- solicitó la base de datos de los usuarios inscritos en la empresa prestadora de servicios públicos y cálculo de la proyección de población al periodo de diseño.
 - recolectó información pluviométrica de la zona.
 - ma y asignación de áreas aferentes del colector.
-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4 Procedimiento metodológico Objetivo 2

Objetivo 2) Evaluar físicamente el estado actual del colector principal de la red de alcantarillado combinado paralelo al Río Risaralda.

- 2.1 Registro fotográfico.
- 2.2 Fichas de campo de cámaras de inspección.
- 2.3 Relación física tramo a tramo del colector a evaluar.
- 2.4 Planos del colector a evaluar suministrados por la E.S.P.
- 2.5 Inspección visual del colector.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 Procedimiento metodológico Objetivo 3

Objetivo 3) Comparar los resultados hidráulicos obtenidos del colector con la norma vigente, resolución 0330 de 2017 Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.

- 3.1 Realizar el modelamiento hidráulico de los colectores evaluados por medio del software EPA SWMM.
- 3.2 Realizar el diagnóstico hidráulico de los resultados obtenidos y confrontarlo con la norma vigente de acuerdo al Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.

Fuente: Elaboración propia

6.5. Operacionalización de variables.

Tabla 6 Operacionalización de variables objetivo específico 1

Objetivo 1) Recopilar los datos de la población y de los usuarios en el área urbana del municipio de Mistrató.

Variable	Dimensiones	Instrumentos	Indicadores	Fuentes
Identificar población	Información sociológica y técnica de usuarios	Base de datos.	# usuarios inscritos en la E.S.P.	E.S.P de Mistrató.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 Operacionalización de variables objetivo específico 2

Objetivo 2) Evaluar físicamente el estado actual del colector principal de la red de alcantarillado combinado paralelo al Río Risaralda.

Variable	Dimensiones	Instrumentos	Indicadores	Fuentes
Análisis hidráulico	Litros / segundo (l/s)	Tablas de información suministrada por la E.S.P. Reglamento Técnico Inspección visual P.	Parámetros hidráulicos	E.S.P Mistrató Reglamento Técnico CARDER

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8 Operacionalización de variables objetivo específico 3

Objetivo 3) Comparar los resultados hidráulicos con la norma vigente, resolución 0330 de 2017 Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.				
Variable	Dimensiones	Instrumentos	Indicadores	Fuentes
Comparativo		Tablas de información suministrada por la E.S.P. Software EPA SWMM Reglamento Técnico Inspección visual P.	Reglamento Técnico	E.S.P de Mistrató. CARDER Resolución 2115 de 2007. Reglamento Técnico

Fuente: Elaboración propia

6.6. Alcance.

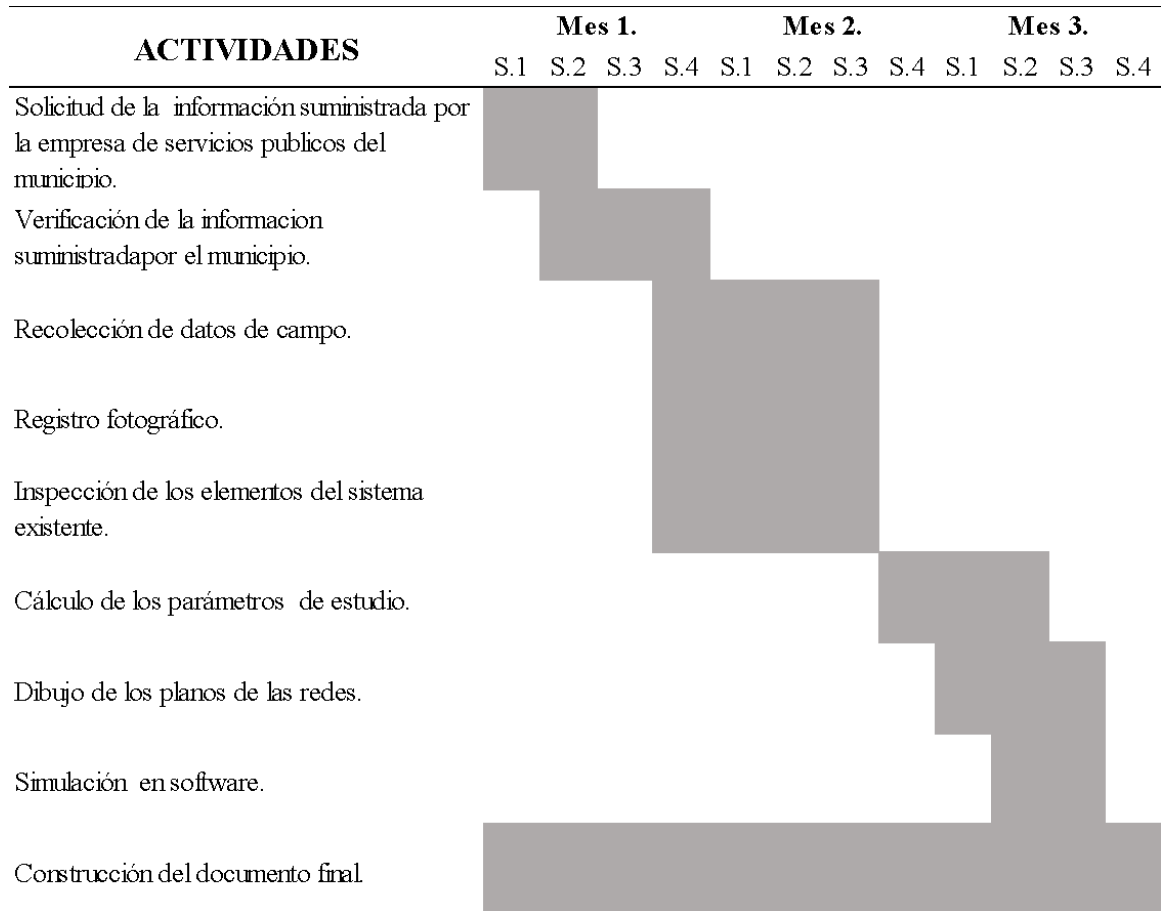
Es importante aclarar que el alcantarillado a evaluar es de tipo combinado, en una red ya construida y que el análisis que se realiza es de carácter técnico e hidráulico a partir de la siguiente información:

1. Recopilación y análisis de los datos disponible en el municipio, E.S.P. y CARDER.
2. Levantamiento en campo de la información complementaria.
3. Recolección y cálculo de los datos necesarios para alimentar el Software.
4. Análisis de los resultados de la aplicación del modelo hidráulico.
5. Comparación de parámetros con los establecidos por la norma.
6. Conclusiones y recomendaciones.

6.7. Resultados esperados.

Al final del análisis de los cálculos de cada uno de los parámetros establecidos por el RAS y de la inspección visual de cada uno de los elementos que conforman la red de alcantarillado se desea obtener un resultado satisfactorio y cumplir con el objetivo general del proyecto en desarrollo.

6.8 Cronograma de ejecución de proyecto.



Capítulo 7.

Resultados obtenidos

Por medio de las visitas de campo y la consulta de información en la E.S.P. de Mistrató se obtiene que este municipio cuenta con una red de alcantarillado combinado el cual está conformado por 141 pozos de inspección, algunos de estos pozos se encuentran ocultos o sellados por diferentes factores, como arena compactada o grandes capas de tierra (ver anexo 1 registro fotográfico, figura 21), el material de la tubería varía en algunos tramos, entre concreto y gres, la longitud total del sistema es de 8462m aproximadamente, divididos en 168 tramos.

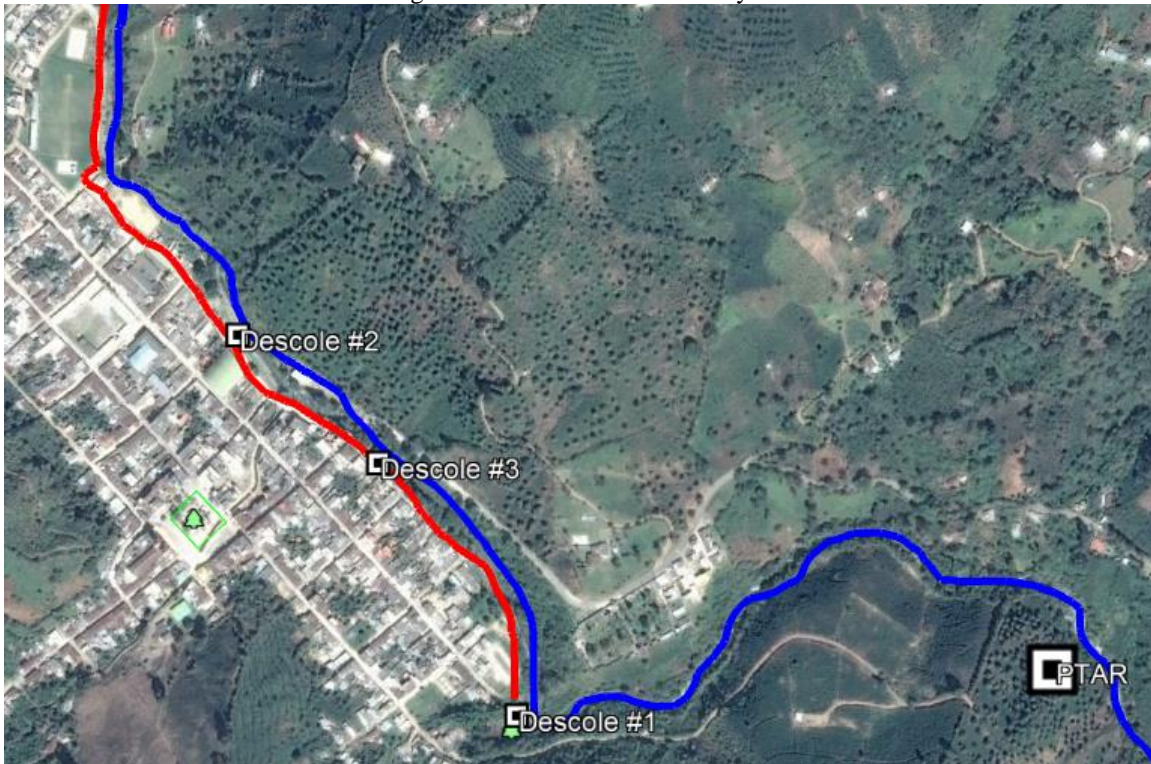
El sistema comprende tuberías de diámetros entre 10 y 36 pulgadas, todo el sistema de alcantarillado está dirigido al colector evaluado en el presente proyecto, dicho colector cuenta con 2 descargas, comprendidas en dos aliviaderos y un descole final al río.

El colector evaluado comprende una longitud aproximada de 1227m y 18 pozos de inspección desarrollados entre cotas 1484m.s.n.m y 1473m.s.n.m paralelo al río Risaralda, hasta llegar al descole 1 (ver figura 6).

Las descargas que se presentan en los descoles N°2 y N°3 (ver figura 6) provienen de los pozos de alivio N°96 y N°99 (ver figura 8) respectivamente, la descarga principal se presenta en el descole N°1 evacuando todas las aguas residuales que llegan hasta el pozo de inspección N°105 (ver figura 9).

Durante las visitas de campo se evidenció que el descole N°2 (ver figura 6) se encuentra inhabilitado, por lo que no realiza alguna descarga al río Risaralda.

Figura 6. Ubicación de descoles y PTAR.



Nota: tomada desde Google Earth Pro

Por medio del plan de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV) del municipio de Mistrató se evidencia la posible ubicación donde se desarrollará la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) con un área destinada de 2000m² a una distancia de 1000m aguas abajo del descole # 1. (Empresa de servicios públicos de Mistrató, 2020).

7.1 Recopilación de datos obtenidos de la población del municipio de Mistrató.

Mediante la consulta con la E.S.P. se logra obtener la siguiente información y se da cumplimiento al objetivo específico 1:

- 1) Los usuarios inscritos en la cabecera municipal de la red de alcantarillado para el año 2021 según la empresa de servicios públicos son 1364.

2) Los aportes del uso del suelo, comercial, residencial, institucional y proyección de la población urbana del municipio de Mistrató se obtuvieron en base a información suministrada durante visita a la empresa de servicios públicos.

Tabla 9 Porcentaje de suscriptores según uso de suelo

SUSCRIPTORES SEGÚN USOS DE SUELO		
RESIDENCIAL	1263 _{suscriptores}	92.60%
COMERCIAL	70 _{suscriptores}	5.13%
INSTITUCIONAL	31 _{suscriptores}	2.27%

Fuente: elaboración propia, datos suministrados por la empresa de servicios públicos

Tabla 10 Porcentaje de consumos según uso de suelo 2020-2021

CONSUMO SEGÚN USOS DE SUELO 2020-2021		
RESIDENCIAL	1263 _{suscriptores}	91.80%
COMERCIAL	70 _{suscriptores}	5.29%
INSTITUCIONAL	31 _{suscriptores}	2.91%

Fuente: elaboración propia, datos suministrados por la empresa de servicios públicos

Según los datos suministrados durante la visita de campo a la E.S.P. señala que no existen datos de suscriptores por uso de suelo industrial. La información obtenida es parte fundamental para determinar los caudales que se ingresan al programa de modelación hidráulica.

Según Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio (2017) en la resolución 0330 de 2017 - RAS artículo 136, para el diseño de redes de alcantarillado combinado es igual al caudal de aguas lluvias, sin embargo, cuando el caudal de agua residual es mayor al 5% del caudal de agua lluvia se toma la suma de ambos caudales.

Según la resolución 0330 de 2017-RAS artículo 134 para el cálculo de caudal de aguas residuales se utiliza la siguiente fórmula.

$$Q_{Res} = \frac{C_R \times P \times D_{Neta}}{86400}$$

Fórmula que determina los caudales de aportes según el uso del suelo, los cuales son residenciales, comerciales, institucionales e industriales.

$C_R =$ *coeficiente de retorno* (Según RAS-2017 = 0.85) se toma este valor ya que en la empresa de servicios públicos no se suministra esta información.

$P =$ *Número de habitantes proyectado año 2021*. Este valor se utiliza para calcular los aportes en el estado actual.

$D_{Neta} =$ *Dotación neta* (Según RAS pág.32 tabla 1).

Este es el caudal medio diario de aguas residuales de la zona urbana del municipio de Mistrató, que será la suma de los aportes domésticos, comerciales e institucionales.

El área total de la zona urbana del municipio de Mistrató es de 27,53 Ha (hectáreas) el cual aporta las aguas residuales al emisor final, ver anexo 2 plano de áreas aferentes. El municipio de Mistrató se encuentra a 1518 m.s.n.m, de acuerdo a esta información se determina la dotación neta por habitante de 130 l/s, según la resolución 0330 del 2017 artículo 43, tabla 1. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017).

$$Q_{Dom} = \frac{(0.85) \times (4518 \text{ hab}) \times (130 \frac{l}{\text{hab} - \text{dia}}) \times (91.8 \%) }{86400} = 5,30 \text{ l/s}$$

$$Q_{Com} = 27.53 \text{ Ha} * 5.29\% * 0.2 = 0.29 \text{ l/s}$$

$$Q_{Ins} = 27.53Ha * 2.91\% * 0.2 = 0.16 l/s$$

El caudal de aguas residuales es de 5.75 l/s el cual es la suma de los caudales residencial, comercial e institucional.

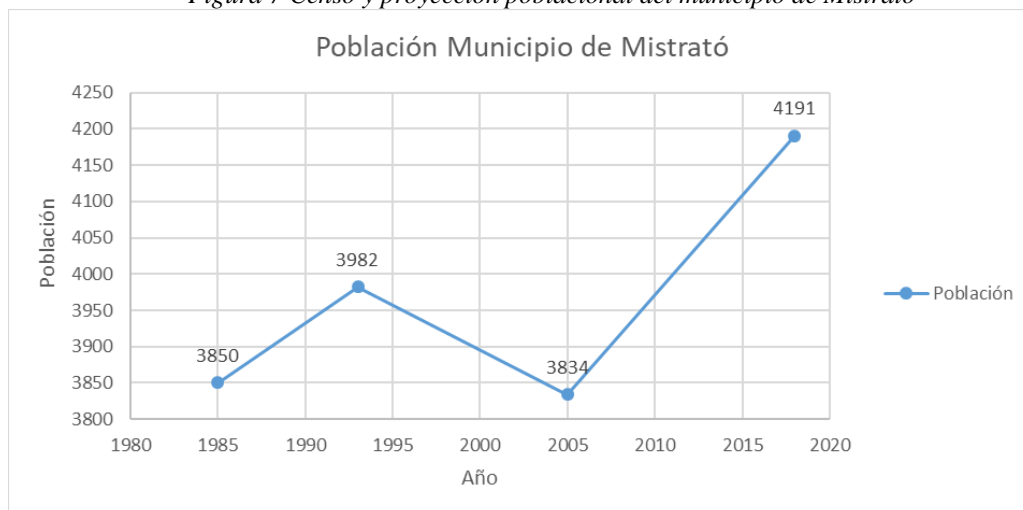
La siguiente información de población del municipio de Mistrató – Risaralda, es obtenida por los Censos del DANE.

Tabla 11: Censos del DANE

Población Urbana del Municipio de Mistrató	
Año	Población
1985	3850
1993	3982
2005	3834
2018	4191

Fuente: elaboración propia, datos suministrados por DANE

Figura 7 Censo y proyección poblacional del municipio de Mistrató



Nota: elaboración propia, basada en los registros de censos de DANE

La Tabla 11. Presenta el crecimiento poblacional con datos obtenidos del DANE y se representan esquemáticamente en la figura 7.

Durante la investigación realizada se obtienen datos de población correspondiente entre el año 1985 al año 2018, por lo que para la evaluación del colector en su estado actual se requiere realizar el proceso de proyección de la población al año 2021 esto hace necesario calcular las tasas de crecimiento que se relacionan en la *tabla 12*.

La tasa de crecimiento y proyección de la población por el método aritmético se calcula con la siguiente ecuación:

$$Tc = \frac{Pf - Pa}{Tf - Ta} \qquad f = Puc + \frac{Puc - Pci}{Tuc - Yci} \times (Tf - Tuc)$$

Donde:

Tc = Tasa de crecimiento

Pa = Población anterior de acuerdo a la proyección del DANE (habitantes).

Pf = Población final de acuerdo a la información del DANE (habitantes).

Tc = Año inicial del periodo evaluado.

Tf = Año al cual se proyecta la tasa de crecimiento.

La tasa de crecimiento por el método geométrico y proyección de la población se calculan con la siguiente ecuación:

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

Donde:

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.

Tf= Año al cual se quiere proyectar la información.

La tasa de crecimiento y proyección de la población por el método exponencial se calcula con la siguiente ecuación:

$$k = \frac{\ln(Pcp) - \ln(Pca)}{T_{cp} - T_{ca}} \quad Pf = Pci \times e^{kx(Tf - Tci)}$$

Donde:

Pcp = Población del censo posterior (proyección del DANE).

Pca = Población del censo anterior (habitantes).

Tcp = Año correspondiente al censo posterior.

Tca = Año correspondiente al censo anterior.

Ln = Logaritmo natural.

Tabla 12 Tasas de crecimiento por métodos: Aritmético, Geométrico y Exponencial

Tasas de crecimiento				
Periodos	Población Cabecera	Método Aritmético	Metodo Geométrico	Método Exponencial
Año 1985	3850 hab	16.50000	0.00422	0.00421
Año 1993	3982 hab	-12.33333	-0.00315	-0.00316
Año 2005	3834 hab	27.46154	0.00687	0.00685
Año 2018	4191 hab	10.33333	0.00258	0.00257

Fuente: elaboración propia

Las tasas de crecimiento que se tomaron para la proyección de la población para el año 2021 fueron en el intervalo del año 1985 al año 2018 dando como resultado las tasa de crecimiento mostradas en la tabla 12, donde se seleccionaron para la proyección las tasas 10.333, 0.00258, 0.00257; según los métodos aritmético, geométrico y exponencial respectivamente; se seleccionó este intervalo de años porque es el periodo de tiempo más cercano al cual se tiene información y al tiempo de la evaluación del presente documento.

Tabla 13: Proyección de población al año 2021

Método Aritmético	Método Geométrico	Método Exponencial
4222 hab	4223 hab	4224 hab

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó la proyección de población para un periodo entre el año 2018 hasta el año 2021 utilizando los métodos aritmético, geométrico y exponencial, obteniendo valores de 4222, 4223 y 4224 respectivamente.

La proyección de la población realizada por los tres métodos arroja poblaciones muy similares, pero el método que mejor se relaciona al comportamiento poblacional del municipio de Mistrató es el método geométrico 4223 año 2021 y 4518 año 2046, debido a que es un municipio de baja población con relación a los demás municipios de la región, poca capacidad económica y de baja expansión urbana, el método aritmético no se tuvo en cuenta porque de ser así se estaría asimilando un crecimiento lineal proporcional a los años.

Tabla 14 Proyección de población años 2021-2046

PROYECCION ARITMETICA			PROYECCION GEOMETRICA			PROYECCION EXPONENCIAL		
Tf Año al cual se desea proyectar la poblacion	Años proyectados	Poblacion	Tf Año al cual se desea proyectar la poblacion	Años proyectados	Poblacion	Tf Año al cual se desea proyectar la poblacion	Años proyectados	Poblacion
	Pf= Puc + (Puc-Pci/Tuc-Tci) * (Tf - Tuc)			Pf= Puc * (1 + r)^(Tf - Tuc)			Pf= Pci * e^(K *(Tf - Tei))	
1	2021	4223	1	2021	4223	1	2021	4224
2	2022	4234	2	2022	4234	2	2022	4235
3	2023	4245	3	2023	4245	3	2023	4246
4	2024	4256	4	2024	4256	4	2024	4257
5	2025	4267	5	2025	4267	5	2025	4268
6	2026	4278	6	2026	4278	6	2026	4279
7	2027	4289	7	2027	4290	7	2027	4291
8	2028	4300	8	2028	4302	8	2028	4303
9	2029	4311	9	2029	4314	9	2029	4315
10	2030	4322	10	2030	4326	10	2030	4327
11	2031	4333	11	2031	4338	11	2031	4339
12	2032	4344	12	2032	4350	12	2032	4351
13	2033	4355	13	2033	4362	13	2033	4363
14	2034	4366	14	2034	4374	14	2034	4375
15	2035	4377	15	2035	4386	15	2035	4387
16	2036	4388	16	2036	4398	16	2036	4399
17	2037	4399	17	2037	4410	17	2037	4411
18	2038	4410	18	2038	4422	18	2038	4423
19	2039	4421	19	2039	4434	19	2039	4435
20	2040	4432	20	2040	4446	20	2040	4447
21	2041	4443	21	2041	4458	21	2041	4459
22	2042	4454	22	2042	4470	22	2042	4471
23	2043	4465	23	2043	4482	23	2043	4483
24	2044	4476	24	2044	4494	24	2044	4495
25	2045	4487	25	2045	4506	25	2045	4507
26	2046	4498	26	2046	4518	26	2046	4519

Fuente: Elaboración Propia

3) Recolección de información pluviométrica de la zona.

En la siguiente tabla se presentan los valores históricos de precipitaciones comprendidos entre el año 1964 al 2013 de promedio máximo de precipitaciones en milímetros en 24 horas (P24).

Tabla 15: Histórico de lluvias

Estación Mistrató					
Año	P24	Año	P24	Año	P24
1964	132	1981	97	1998	72
1965	101	1982	75	1999	57
1966	102	1983	48	2000	58
1967	103	1984	43	2001	55
1968	84	1985	65	2002	38
1969	145	1986	40	2003	54
1970	37	1987	37	2004	30
1971	165	1988	52	2005	73
1972	60	1989	49	2006	60
1973	118	1990	90	2007	36
1974	32	1991	46	2008	54
1975	98	1992	39	2009	65
1976	33	1993	58	2010	53
1977	49	1994	62	2011	70
1978	85	1995	56	2012	54
1979	52	1996	59	2013	90
1980	51	1997	50		

Fuente. Empresa de Servicios Públicos del municipio de Mistrató. (2020)

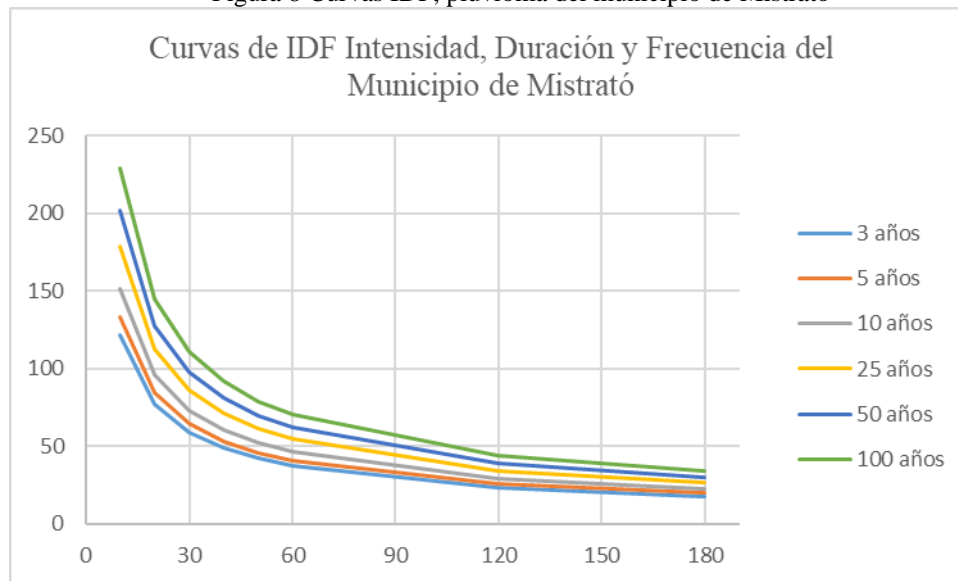
Tabla 16 Información pluviométrica (periodo de retorno), municipio de Mistrató

minutos	Periodo de retorno					
	3	5	10	25	50	100
10	121,92	133,66	151,42	178,57	202,30	229,19
20	77,16	84,59	95,83	113,02	128,03	145,05
30	59,04	64,73	73,33	86,48	97,97	110,99
40	48,83	53,54	60,65	71,53	81,03	91,80
50	42,15	46,20	52,34	61,73	69,93	79,23
60	37,37	40,97	46,41	54,73	62,00	70,24
120	23,65	25,93	29,37	34,64	39,24	44,46
180	18,10	19,84	22,48	26,51	30,03	34,02

Fuente. Empresa de Servicios Públicos del municipio de Mistrató. (2020)

De acuerdo a la información pluviométrica obtenida en la tabla N°16, se obtienen las curvas de intensidad, duración y frecuencia (IDF) presentadas en la figura N°8 curvas IDF.

Figura 8 Curvas IDF, pluvioma del municipio de Mistrató



Nota: basada en los datos de la tabla 9 de información pluviométrica, Fuente: empresa de servicios públicos de Mistrató

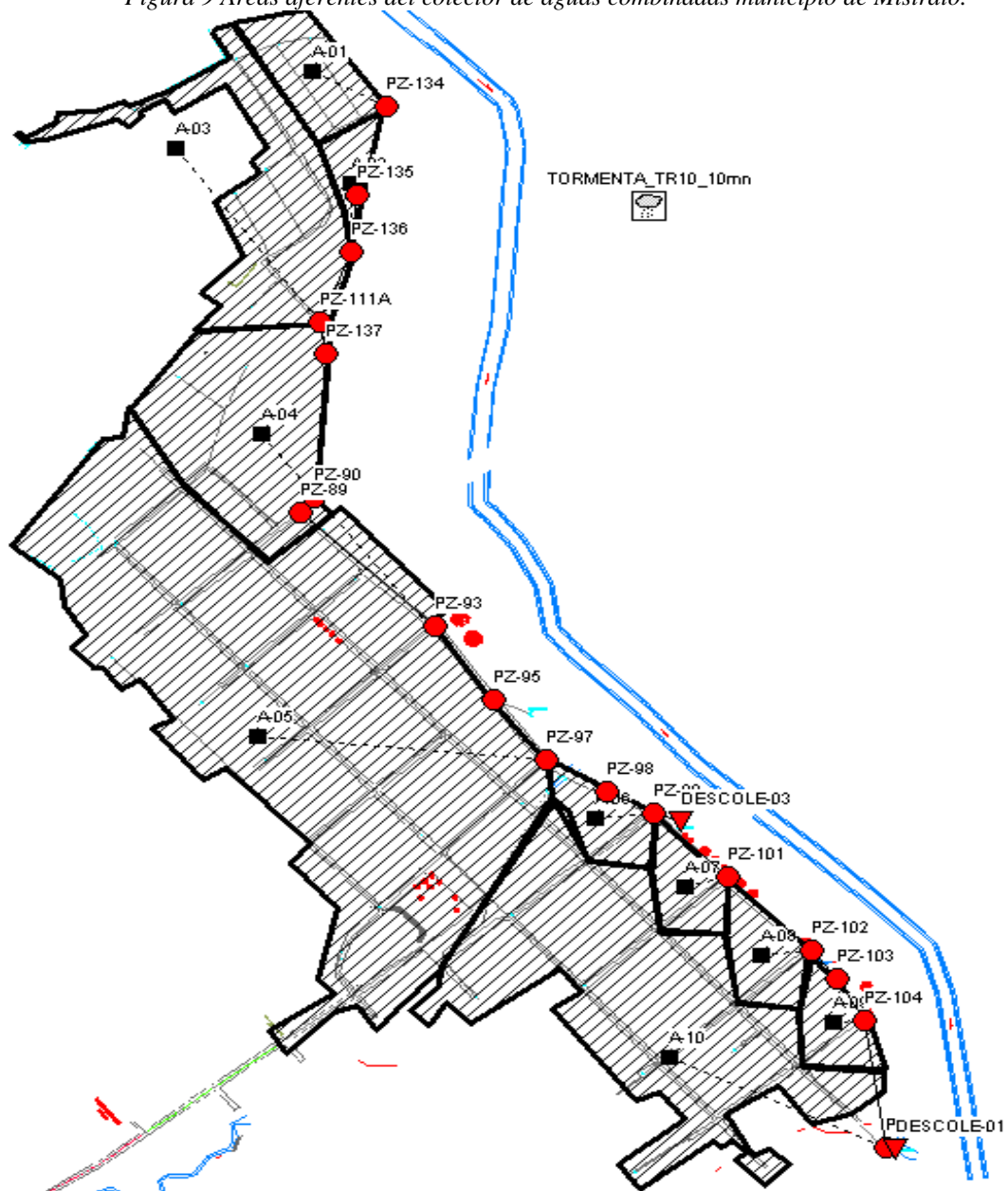
Según la resolución 0330 del 2017 RAS artículo 135, para la región evaluada que cuenta con tramos de alcantarillado combinado con áreas tributarias mayores a 10 Ha, se debe evaluar con un periodo de retorno de 10 años, y un tiempo de concentración de entre 3 y 47

10 minutos. Para el presente proyecto se evalúa con un tiempo de concentración de 10 minutos.

4) Asignación de áreas aferentes al colector.

De acuerdo a los planos suministrados por la empresa de servicios públicos, se asignan las áreas tributarias que aportan las aguas lluvias al colector evaluado de acuerdo a los sentidos de flujo de cada área aferente como se muestra en la figura N°9.

Figura 9 Áreas aferentes del colector de aguas combinadas municipio de Mistrató.



Nota: Áreas aferentes para modelación hidráulica en software EPA SWMM

Tabla 17 Áreas aferentes del colector

Área	Pozo de llegada	Hectareas (Ha).
Área 1	Pozo 134	0.85Ha
Área 2	Pozo 136	0.29Ha
Área 3	Pozo 111 A	2.25Ha
Área 4	Pozo 89	2.56Ha
Área 5	Pozo 97	14.29Ha
Área 6	Pozo 99	0.54Ha
Área 7	Pozo 101	0.50Ha
Área 8	Pozo 102	0.59Ha
Área 9	Pozo 104	0.50Ha
Área 10	Pozo 66	5.15Ha
Total áreas aferentes		27.53 Ha

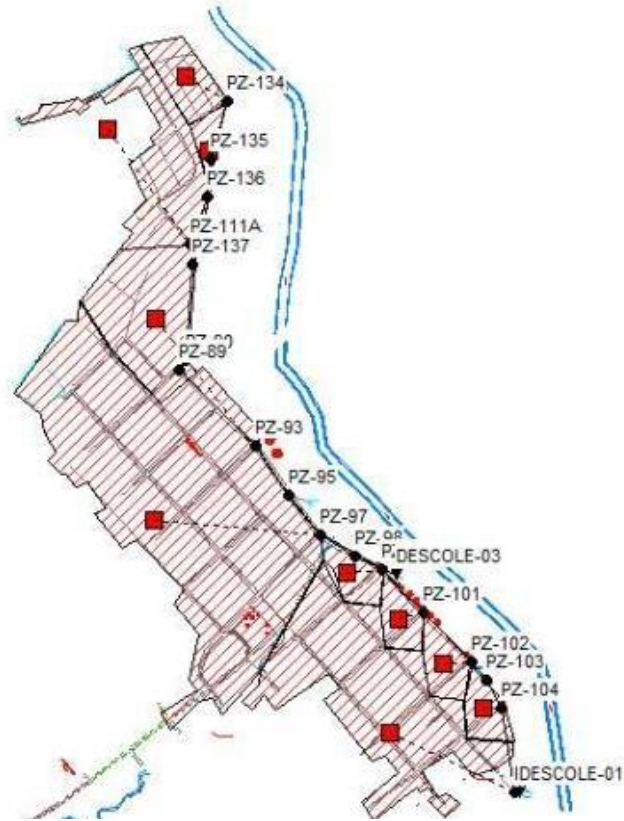
Fuente: elaboración propia

7.2 Evaluación física del del colector principal - red de alcantarillado combinado.

Por medio de 4 visitas de campo se logra obtener la siguiente información:

- 1) El registro fotográfico se encuentra en el Anexo 1.
- 2) Las fichas de campo de inspección del colector se encuentran en el anexo 2.
- 3) Relación física tramo a tramo del colector a evaluar.

Figura 10 Relación de tramos de colector



Fuente: elaboración propia

Tabla 18 Relación física tramo a tramo colector 1

Tramo		Geometría				Rugosidad	Tipo de tubería
Inicial	Final	Longitud	Diámetro (mm)	Pendiente (%)			
PZ134	PZ135	88.58	600	3.67%	0.013	Concreto	
PZ135	PZ136	56.74	300	3.89%	0.013	Concreto	
PZ136	PZ111A	72.89	300	2.23%	0.013	Concreto	
PZ111A	PZ137	30.79	300	6.14%	0.013	Concreto	
PZ137	PZ90	139.76	400	2.12%	0.013	Concreto	
PZ90	PZ89	17.90	400	2.15%	0.013	Concreto	
PZ89	PZ93	135.12	600	1.67%	0.013	Concreto	
PZ93	PZ95	86.64	600	1.12%	0.013	Concreto	
PZ95	PZ97	72.70	600	1.01%	0.013	Concreto	
PZ97	PZ98	59.51	900	0.30%	0.013	Concreto	
PZ98	PZ99	44.18	900	0.05%	0.013	Concreto	
PZ99	Descole 3	24.11	900	6.34%	0.013	Concreto	

Fuente elaboración propia

Tabla 19 Relación física tramo a tramo colector 1

Tramo		Geometría				
Inicial	Final	Longitud	Diámetro (mm)	Pendiente (%)	Rugosidad	Tipo de tubería
PZ99	PZ101	86.66	400	3.29%	0.013	Concreto
PZ101	PZ102	99.20	450	1.60%	0.013	Concreto
PZ102	PZ103	33.44	450	1.32%	0.013	Concreto
PZ103	PZ104	46.89	450	0.58%	0.013	Concreto
PZ104	PZ105	125.01	450	0.61%	0.013	Concreto
PZ105	DESCOLE 1	7.19	900	22.49%	0.013	Concreto

Fuente: Elaboración propia

4) Los planos del colector a evaluar fueron proporcionados por la empresa de servicios públicos de Mistrató.

5) Inspección visual del colector

Tabla 20 Inspección visual del colector

Pozos	Estado			
	Cañuela	Cuerpo	Peldaños	Tapa
PZ134	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
PZ135	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
PZ136	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
PZ111A	Sin datos	Sin datos	Sin datos	sellada
PZ137	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
PZ90	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
PZ89	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
PZ93	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
PZ95	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
PZ97	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
PZ98	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
PZ99	Sin datos	Sin datos	Sin datos	sellada
Descole 3	Bueno	Bueno	N/A	N/A

PZ101	Sin datos	Sin datos	Sin datos	sellada
PZ102	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
PZ103	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
PZ104	Sin datos	Sin datos	Sin datos	sellada
PZ105	Sin datos	Sin datos	Sin datos	sellado con tierra

Fuente: elaboración propia.

Algunos pozos encontrados se hallaron con la tapa sellada por diferentes razones tales como tierra y arena compactada (ver anexo 1, figura 21).

Caudal de aguas lluvias.

Realizando la modelación de los colectores en el software EPA SWMM se encuentra que los caudales de los descoles 1 y 3 aportan a la cuenca 1632.22 l/s y 1518,75 l/s respectivamente, dando un total 3150,97 l/s. Considerando entonces que 3150,97 l/s de agua proveniente de las lluvias corresponde al 100%, el agua residual con un valor de 5.75 l/s corresponde a 0.18%, por lo tanto, la modelación hidráulica se realiza únicamente con el caudal de aguas lluvias.

Capítulo 8

Análisis de resultados

8.1 Criterios y parámetros de diseño.

Los criterios y parámetros que rigen el óptimo funcionamiento de un sistema de alcantarillado de aguas combinadas están estipulados en el Reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico (RAS), actual resolución 0330 del 2017 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017):

Artículo 148 Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2017): Diámetro interno real mínimo en los alcantarillados pluviales y combinados: El diámetro interno real mínimo permitido en redes de alcantarillado pluvial y combinado es 260 mm.

ARTÍCULO 149 Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2017): Criterios de autolimpieza en los alcantarillados pluviales y Combinados: La velocidad mínima real permitida en el colector de alcantarillado pluvial o combinado es aquella que genere un esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínima de 2,0 Pascales. Los criterios de velocidad y esfuerzo cortante se deben determinar para el caudal de diseño en las condiciones iniciales y finales del período de diseño.

ARTÍCULO 150 Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2017): Velocidad máxima en los alcantarillados pluviales y Combinados: La velocidad máxima real en un colector por gravedad no debe sobrepasar 5,0 m/s, determinada para el caudal de diseño.

ARTÍCULO 151 Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2017): Relación máxima entre profundidad y diámetro de la tubería: en los alcantarillados pluviales y combinados:

El valor máximo permisible de la profundidad del flujo para el caudal de diseño en un colector es de 93% del diámetro interno real de éste, correspondiente a flujo lleno.

8.2 Evaluación del colector.

En el presente capítulo se encuentra el análisis de los resultados obtenidos donde se logra dar cumplimiento al objetivo específico # 3.

1. La modelación hidráulica de los colectores se realiza mediante el software EPA SWMM lo que hace es simular un área determinada en condiciones de precipitación y escorrentía.

La modelación se realiza tomando los valores de la información hidrológica y el catastro de redes, específicamente de los colectores.

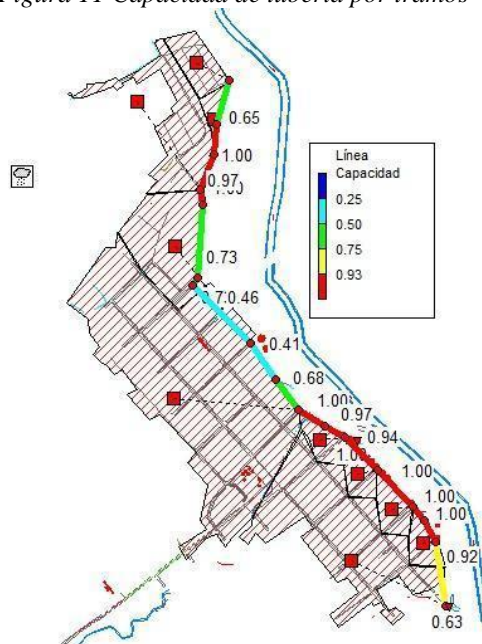
Realizando la modelación en un sistema no uniforme y no permanente durante 60 minutos tomando lectura cada 5 minutos, se encontró que el pico de precipitación fue durante el minuto 50.

Tabla 21 Criterios y parámetros de diseño

N°	Criterios y parámetros de diseño
1	La altura de la lámina de agua no debe exceder el 93% del diámetro interno de la tubería.
2	El diámetro mínimo interno permitido es de 260 mm
3	la velocidad máxima permitida no debe sobrepasar los 5 m/s.
4	Estructuras de anclajes para tramos con pendientes al 30%.
5	Sistemas de disipación de energía para velocidades mayores a 5 m/s.
6	Diseño auto-lavante de mínimo 2 Pa (Fuerza tractiva).
7	Número de froude debe permanecer entre los rangos de 0.0-0.9 y mayores a 1.1

Fuente: elaboración propia basada en (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017)

Figura 11 Capacidad de tubería por tramos



Nota: tomada de simulación en software EPA SWMM

Tabla 22 Capacidad por tramos del colector 1

Tramo		Capacidad Hidráulica	Resultado
Inicial	Final		
PZ134	PZ135	65%	Cumple
PZ135	PZ136	100%	No cumple
PZ136	PZ111A	100%	No cumple
PZ111A	PZ137	97%	No cumple
PZ137	PZ90	73%	Cumple
PZ90	PZ89	73%	Cumple
PZ89	PZ93	46%	Cumple
PZ93	PZ95	41%	Cumple
PZ95	PZ97	68%	Cumple
PZ97	PZ98	100%	No cumple
PZ98	PZ99	97%	No cumple
PZ99	Descole 3	100%	No cumple

Fuente: elaboración propia, basado en resultados de simulación.

Tabla 23 Capacidad por tramos del colector 1

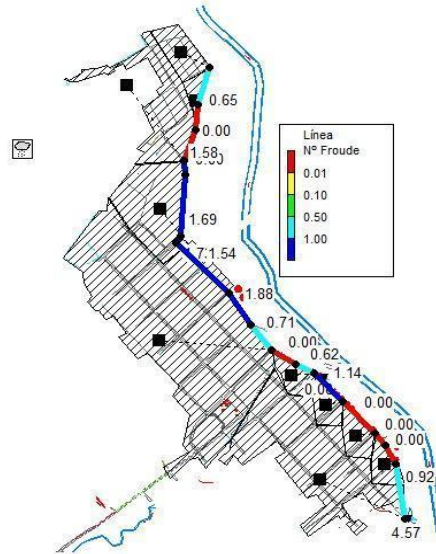
Tramo		Capacidad Hidráulica	Resultado
Inicial	Final		
PZ101	PZ102	100%	No cumple
PZ102	PZ103	100%	No cumple
PZ103	PZ104	100%	No cumple
PZ104	PZ105	92%	Cumple
PZ105	Descole 1	63%	Cumple

Fuente: elaboración propia, basado en resultados de simulación.

Según la resolución 0330 de 2017 artículo 151 la cual indica que la relación máxima entre profundidad y diámetro de la tubería para alcantarillados pluviales y combinados no debe superar el 93% de su capacidad hidráulica.

Cuando se observan las tablas 22 y 23 la capacidad de los colectores muestra que 9 tramos no cumplen con lo estipulado.

Figura 12 Número de Froude por tramos



Nota: tomada de simulación en software EPA SWMM

Tabla 24 Número de Froude por tramos en colector 1

Tramo Inicial	Tramo Final	Número de Froude	Resultado
PZ134	PZ135	0.65	Subcrítico
PZ135	PZ136	0.00	Tubo Lleno
PZ136	PZ111A	0.00	Tubo Lleno
PZ111A	PZ137	1.58	Supercrítico
PZ137	PZ90	1.69	Supercrítico
PZ90	PZ89	1.73	Supercrítico
PZ89	PZ93	1.54	Supercrítico
PZ93	PZ95	1.88	Supercrítico
PZ95	PZ97	0.71	Subcrítico
PZ97	PZ98	0.00	Tubo Lleno
PZ98	PZ99	0.62	Subcrítico
PZ99	Descole 3	0.00	Tubo Lleno

Fuente: elaboración propia, basado en resultados de simulación

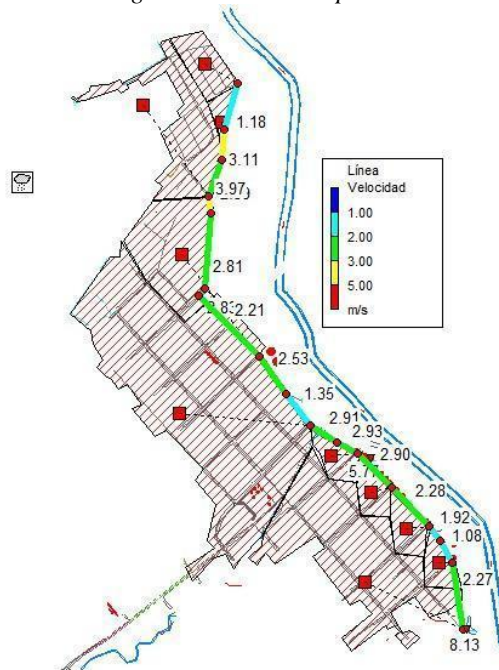
Tabla 25 Número de Froude por tramos en colector 1

Tramo Inicial	Tramo Final	Número de Froude	Resultado
PZ101	PZ102	0.00	Tubo Lleno
PZ102	PZ103	0.00	Tubo Lleno
PZ103	PZ104	0.00	Tubo Lleno
PZ104	PZ105	0.92	Crítico
PZ105	Descole 1	4.57	Tubo Lleno

Fuente: elaboración propia, basado en resultados de simulación

Al realizar el cálculo del número de Froude en las tablas 24 y 25 se observa que en varios tramos se encuentran con el valor de cero debido a que está funcionando a tubo lleno durante el pico de la tormenta de diseño (ver figura 12).

Figura 13 Velocidad por tramos



Nota: tomada de simulación en software EPA SWMM

Tabla 26 Velocidad por tramos en colector 1

Tramo Inicial	Final	Velocidad Hidráulica (m/s)	Resultado
PZ134	PZ135	1.18	Cumple
PZ135	PZ136	3.11	Cumple
PZ136	PZ111A	2.39	Cumple
PZ111A	PZ137	3.97	Cumple
PZ137	PZ90	2.81	Cumple
PZ90	PZ89	2.83	Cumple
PZ89	PZ93	2.21	Cumple
PZ93	PZ95	2.53	Cumple
PZ95	PZ97	1.35	Cumple
PZ97	PZ98	2.91	Cumple
PZ98	PZ99	2.93	Cumple

Fuente: elaboración propia, basado en resultados de simulación

Tabla 27 Velocidad por tramos en colector 1

Tramo Inicial	Final	Velocidad Hidráulica (m/s)	Resultado
PZ101	PZ102	2.28	Cumple
PZ102	PZ103	1.92	Cumple
PZ103	PZ104	1.08	Cumple
PZ104	PZ105	2.27	Cumple
PZ105	Descole 1	8.13	No cumple

Fuente: elaboración propia, basado en resultados de simulación

Al modelar los tramos podemos encontrar las velocidades mostradas en las tablas 26 y 27 donde todos los tramos cumplen, en los descoles se aprecia que no cumple, sin embargo, como en ese momento se realiza la entrega a la cuenca no tiene problemas debido a que posee sistemas de disipación de energía (ver anexo 1, figura 18).

FUERZA TRACTIVA

Tabla 28 Fuerza tractiva colector 1

Tramo		Diámetro(mm)	Pendiente (%)	Fuerza Tractiva	Chequeo F. Tractiva
Inicial	Final				
PZ 134	PZ 135	600	3.67%	2.61	Ok
PZ 135	PZ 136	300	3.89%	2.94	Ok
PZ 136	PZ 111A	300	2.23%	1.69	No cumple
PZ 111A	PZ 137	300	6.14%	4.65	Ok
PZ 137	PZ 90	400	2.12%	2.09	Ok
PZ 90	PZ 89	400	2.15%	2.12	Ok
PZ 89	PZ 93	600	1.67%	1.49	No cumple
PZ 93	PZ 95	600	1.12%	1.10	No cumple
PZ 95	PZ 97	600	1.01%	1.02	No cumple
PZ 97	PZ 98	900	0.30%	0.68	No cumple
PZ 98	PZ 99	900	0.05%	0.11	no cumple
PZ 99	Descole 3	900	6.34%	8.60	Ok

Fuente elaboración propia.

Tabla 29 Fuerza tractiva colector 1

Tramo		Diámetro(mm)	Pendiente (%)	Fuerza Tractiva	Chequeo F. Tractiva
Inicial	Final				
PZ 99	PZ 101	400	3.29%	3.31	Ok
PZ 101	PZ 102	450	1.60%	1.87	No cumple
PZ 102	PZ 103	450	1.32%	1.49	No cumple
PZ 103	PZ 104	450	0.58%	0.66	No cumple
PZ 104	PZ 105	450	0.61%	0.69	No cumple
PZ 105	Descole 1	900	22.49%	22.80	Ok

Fuente elaboración propia

Al evaluar los tramos en la simulación, se evidencia que algunos de los tramos no cumplen con los criterios de limpieza mínimos, estipulados en el artículo 149 del reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento resolución 0330 del 2017 – RAS. Esto puede

generar que parte de los residuos queden alojados al interior de la tubería alterando el buen funcionamiento del colector.

En la siguiente tabla se muestra la lista de chequeo de los criterios y parámetros de diseño que cumplen y no cumplen el presente reglamento.

Tabla 30 Lista de chequeo de criterios y parámetros de diseño

TRAMO		Cumple													
Inicial	Final	Capacidad		Diámetro		Velocidad		Anclajes			Disipación			F tractiva	
		si	no	si	no	si	no	si	no	n/a	si	no	n/a	si	no
Colector 1															
PZ134	PZ135	X		X		X				X			X		X
PZ135	PZ136		X	X		X				X			X		X
PZ136	PZ111A		X	X		X				X			X		X
PZ111A	PZ137		X	X		X				X			X		X
PZ137	PZ90	X		X		X				X			X		X
PZ90	PZ89	X		X		X				X			X		X
PZ89	PZ93	X		X		X				X			X		X
PZ93	PZ95	X		X		X				X			X		X
PZ95	PZ97	X		X		X				X			X		X
PZ97	PZ98		X	X		X				X			X		X
PZ98	PZ99		X	X		X				X			X		X
PZ99	DESCOLE 3	X		X			X			X	X				X
Colector 2															
PZ101	PZ102		X	X		X				X			X		X
PZ102	PZ103		X	X		X				X			X		X
PZ103	PZ104		X	X		X				X			X		X
PZ104	PZ105	X		X		X				X			X		X
PZ105	DESCOLE 1	X		X			X			X		X			X

Fuente: elaboración propia

Capítulo 9.

Conclusiones.

La información suministrada por la empresa de servicios públicos, es determinante al momento de hallar parámetros significativos como lo son: la población, los caudales de agua residual, los usos de suelo y os aporte por uso de suelo, ya que esto genera confiabilidad en el momento del modelamiento hidráulico.

Se logra hacer la evaluación física del colector del colector principal, con la información obtenida se encuentra que en los tramos presentados en la tabla 18, se compone por tubería de concreto, dicho conducto presenta cierto grado de erosión, esto dificulta el tránsito del flujo y es susceptible a la acumulación de sedimentos, es recomendable cambiar esta tubería a flexible y con un diámetro que cumpla la capacidad hidráulica obtenida en el modelo preliminar.

El descole 1 presenta su nivel de salida muy cerca al curso del Río Risaralda, durante el recorrido se observa que cuando el caudal del río aumenta, el nivel freático obstruye la salida de la tubería impidiendo la evacuación de las aguas residuales del sistema de alcantarillado.

Se recomienda reparar las tapas de acceso y habilitar el ingreso a las cámaras para las tareas periódicas de inspección y mantenimiento.

En el sitio del descole 1 se recomienda aumentar la elevación de la estructura de salida con el fin de evitar el represamiento del agua cuando el río aumente su lámina de agua.

Al realizar el modelamiento del colector para su periodo de diseño, se encuentran algunos tramos del alcantarillado que no cumplen con los criterios y parámetros de diseño establecidos en el Reglamento Técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico RAS.

Se concluye que los tramos de alcantarillado comprendidos entre los pozos (PZ135-PZ136), (PZ136-PZ111A), (PZ111A-PZ137), los cuales tienen un diámetro interno de 300 mm no cumplen con la capacidad establecida, debido a que los tramos directamente anteriores están compuestos por tuberías con diámetros internos de 600 mm y en el momento de las precipitaciones máximas de diseño el caudal del fluido es superior al que es capaz de evacuar la tubería.

En los tramos entre los pozos (PZ97-PZ98), (PZ97-PZ99), están conformados por tubería de 900 mm con pendientes de 0,3% y 0,05%, los cuales descargan a la tubería entre el pozo (PZ99-DESCOLE 3) a pesar de tener una pendiente de 6,34% está compuesto por un diámetro inferior de 600 mm, lo que ocasiona que estos tramos no cumplan con la relación máxima entre profundidad y diámetro para la tubería en alcantarillados pluviales y combinados del 93%, establecida en el artículo 151 de la norma vigente RAS 2017.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaldía del municipio de Mistrató. (2016). *Plan de Desarrollo Mistrató*. Obtenido de <http://www.mistrato-risaralda.gov.co/planes/plan-de-desarrollo-20162019>
- Aldás, C. J. (2011). *Diseño del Alcantarillado sanitario y pluvial y tratamiento de Aguas servidas de 4 lotizaciones unidas (varios propietarios) del Canton en el Carmen*. Canton en el Carmen : Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/2650>.
- Aldás, C. J. (2011). *Diseño del alcantarillado sanitario y pluvial y tratamiento de aguas servidas de 4 lotizaciones unidas (varios propietarios), del cantón El Carmen* . Quito. Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/2650>.
- Andrade, N. D., & Torres, S. J. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Quito Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>.
- Eco Net. (16 de septiembre de 2020). *¿Cuándo se construyeron las primeras alcantarillas de la historia?* Obtenido de <https://econetdesatascos.com/cuando-se-construyeron-las-primeras-alcantarillas-de-la-historia/>
- Garzón, Z. M., González, Z. J., & García, B. R. (2016). *valuación de un sistema de tratamiento doméstico para reúso de agua residual*. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 32 (2). Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992016000200199, 199-211.
- Giraldo, J. J., & Ospina, V. L. (2016). *Evaluación del plan decenal de Educación Ambiental de Risaralda 2005 – 2014 en el Municipio de Mistrató*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/6462>.
- Hernández, G. W., & Larrota, R. S. (2018). *Evaluación de la eficiencia de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en la provincia Comunera, Santander-Colombia*. *Revista Dinámica Ambiental No.2 Año 2 Diciembre 2018*. Disponible en: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ambiental/article/view/5796>, 1 - 13.
- Jaramillo, G. A., & Gamboa, L. E. (2015). *Evaluación de la calidad de aguas residuales producidas por la lavadora y tinturadora de jeans “Tintex River” y su reutilización para el riego de cultivos en la parroquia La Matriz del cantón Pelileo de la provincia del Tungurahua*. La Matriz del cantón Pelileo. Ecuador: Repositorio Universidad Técnica de Ambato. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/15879>.
- Larriva, V. J., & Sigüenza, C. D. (2015). *Evaluación hidráulica y modelamiento del intercepto sanitario de la quebrada de el Salado*. Cuenca Ecuador: Dspace de la Universidad del Azuay. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/4886>.

- López, C. R. (2003). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados*. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá, D.C.: Escuela Colombiana de Ingeniería. Disponible en: https://www.academia.edu/38610655/Elementos_de_Dise%C3%B1o_para_Acueductos_y_Alcantarillados_Ing_Ricardo_Alfredo_L%C3%B3pez_Cualla_.
- Mateus, G. D., & Rodríguez, J. D. (2015). *Diagnostico Técnico y funcional del estado actual del Tratamiento de Aguas Residuales de la cabecera Municipal de Tenjo – Departamento Cundinamarca*. Bogotá: Universidad la Gran Colombia. Disponible en: https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4292/Diagn%C3%B3stico_t%C3%A9cnicofuncional_tratamiento_aguasTenjo.pdf?sequence=1.
- Ministerio de Desarrollo Económico . (2000). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. RAS - 2000*. Bogotá. D.C. : Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. Disponible en: https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=16483.
- MINVIVIENDA. (2018). *Plan director Agua y Saneamiento Basico*. Bogotá D.C.:: MINVIVIENDA. Disponible en: <https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/2020-07/plan-director.pdf>.
- Minvivienda. Resolución 0330. (17 de septiembre de 2020). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico - RAS*. Obtenido de <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/reglamento-tecnico-sector/reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable-y-saneamiento-basico-ras>
- Municipio . Com. (2021). *Municipios de Colombia /Departamento de Risaralda / Municipio de Mistrató*. Obtenido de Municipio de Mistrató: <https://www.municipio.com.co/municipio-mistrato.html#neighbour>
- Penagos, B. L. (2015). *Componentes del sistema de Alcantarillado para la via secundaria sector Grival Municipio de Mosquera*. Bogotá, D.C.: Universidad Militar Nueva Granada. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/13163>.
- Pineda, B. L. (2017). *Diagnostico de la Planta de tratamiento de agua Residual (PTAR) de Tunja – Boyaca*. Bogotá, D.C.: Universidad Catolica de Colombia. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14554/1/Diagnostico%20de%20la%20planta%20de%20tratamiento%20de%20agua%20PTAR%20residual%20de%20Tunja%20-%20Boyac%C3%A1.pdf>.
- Pineda, B. L. (2017). *Diagnóstico de la planta de tratamiento de agua residual (PTAR) de Tunja – Boyacá*. Bogotá D.C: Universidad Cattolica de Colombia. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14554/1/Diagnostico%20de%20la%20planta%20de%20tratamiento%20de%20agua%20PTAR%20residual%20de%20Tunja%20-%20Boyac%C3%A1.pdf>.
- Poveda, C. K., & Hernández, R. Y. (2015). *Diagnóstico de la infraestructura de las redes de alcantarillado del municipio de Fosca, Cundinamarca*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

- Ramírez, G. A. (2003). *Metodología de la Investigación Científica*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Disponible en: <https://scholar.google.com/citations?user=u9LI658AAAAJ&hl=en>.
- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS. (2016). Obtenido de TÍTULO D Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales Domésticas y Aguas Lluvias: https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/titulo_d.pdf
- Tabares, C. A., & Arbeláez, M. A. (2019). *Diagnóstico del desempeño, operatividad y cumplimiento de la normatividad en los procesos de pretratamiento de las aguas de vertimiento comerciales asociadas a los establecimientos productores de alimentos en el municipio de Pereira*. Disponible en: <https://repositorio.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/26216/%20%09aarbelaezm.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Pereira: Universidad Nacional Abierta y A Distancia UNAD.
- Tabares, C. A., & Arbeláez, M. A. (2019). *Diagnóstico del desempeño, operatividad y cumplimiento de la normatividad en los procesos de pretratamiento de las aguas de vertimiento comerciales asociadas a los establecimientos productores de alimentos en el municipio de Pereira*. Pereira: Universidad Nacional Abierta y A Distancia UNAD. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/26216/%20%09aarbelaezm.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Tangarife, M. D., & Lasprilla, R. D. (2016). *Métricas de calidad de suelos y aguas como indicadores de desarrollo sostenible en las cabeceras del corregimiento La Florida (municipio de Pereira) y veredas mangas - volcanes (Santa Rosa de . Pereira: Universidad Libre Seccional Pereira. Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/16152/M%C3%89TRICAS%20DE%20CALIDAD%20DE%20SUELOS%20Y%20AGUAS%20.pdf?isAllowed=y&sequence=1>*.
- Valderrama, M. C., & Moreno, C. N. (2017). *Diagnostico de la infraestructura de la red de alcantarillado de la calle 40 de la ciudad de Girardot*. Girardot: Universidad Piloto de Colombia. Disponible en: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5756/moreno%20Onelson%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Vélez, N. C. (2012). *Análisis a la gestión del plan de saneamiento hídrico de Pereira desde la perspectiva integral del recurso, haciendo uso de Weap como sistema soporte de decisión*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Disponible en: <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoyanexos/36361C266.pdf>.
- Villanueva, Q. N. (2017). *Factores que limitan el proceso de las aguas residuales en los comercios del distrito de San Miguel*. Lima. Perú: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/8894>.

ANEXOS

ANEXO 1 Registro fotográfico.



Figura 14. Verificación planimétrica del sistema de alcantarillado.



Figura 15. Salida del descole N° 1.



Figura 16. Recorrido e inspección visual del trazado de los colectores evaluados.



Figura 17. Canal abierto de quebrada Arrayanes



Figura 18. Estructura de salida de descole N° 3.



Figura 19. Inspección pozo N° 19.




Figura 20. Estado de cañuela de pozo N°104.



Figura 21. Estado de cañuela de pozo N°102.

Fuente. Elaboración propia

ANEXO 2 Fichas de campo



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
ANTONIO RIVERO

EVALUA: Colector aguas combinadas Municipio de Ustotó.
FICHA DE LEVANTAMIENTO DE POZOS DE INSPECCION DE ALCANTARILLADO

POZO Nº 89

DIRECCION CA 919 - calle 10

BARRIO

FECHA INSPECCION 13-02-2021

SISTEMA

SUBSISTEMA

DISTRITO

COORDENADAS

NORTE ESTE

1073836.6 1132336.4

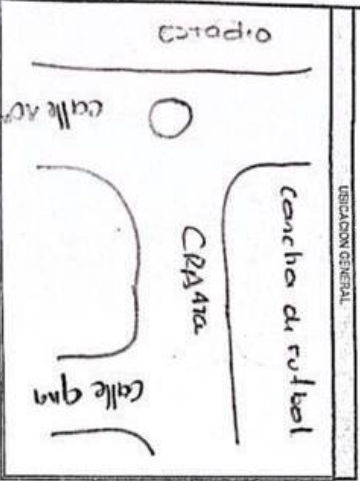
LEVANTO Schubert

REVISO

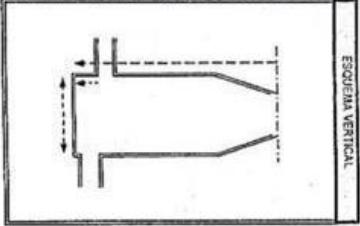
APROBO

VO BO INT

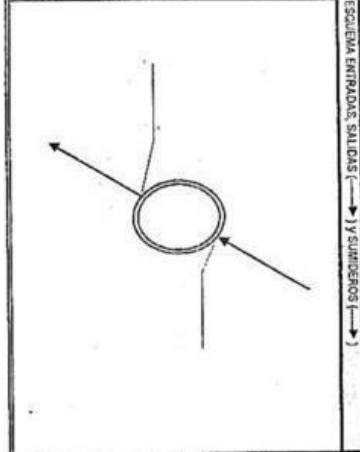
ESQUEMA GENERAL



ESQUEMA VERTICAL



ESQUEMA ENTRADAS, SALIDAS (→) y SUMIDORES (←)



COMPOSICION GEOMETRICA, MATERIALES Y ESTADO

ALTIMETRIA	MATERIAL	ESTADO
ALTIMETRIA TOTAL POZO (m)		
SUPERFICIE DE LA CALLE		
TAPA		
CONO		
CUENCO		
CANALERA EXISTENTE?		

TUBERIA (S) DE ENTRADA (RED PRINCIPAL)

VENE DE	DIAMETRO Ø (in)	MATERIAL	ESTADO	EMBOSQUILLADO	BATEA

TUBERIA (S) DE SALIDA

VA A	Ø (in)	MATERIAL	ESTADO	EMBOSQUILLADO	BATEA

REJILLADOS

ESTRUCTURA DE CAIDA	ESTADO

COLCHON DE AMORTIGUACION

EXISTE?	No.	Ø (pulg)	ALTURA h (mm)	ESTADO

CONSERVACIONES

El Pozo # 89 no se pudo inspeccionar por falta de acceso para su acceso.

OBSERVACIONES:

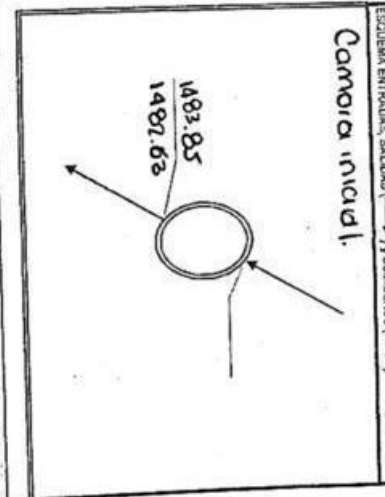
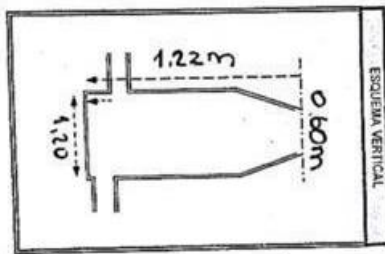


EVALUA: Colecto. Aguas combinados Municipio Hírofo.
FICHA DE LEVANTAMIENTO DE POZOS DE INSPECCION DE ALCANTARILLADO

POZO Nº 92 FECHA INSPECCION 12-03-2021

DIRECCION CVA 419 - Calle 9 SISTEMA LEVANTO Johan APROBO
 SUBSISTEMA DISTRITO REVISO No. DE INT

COORDENADAS
 NORTE 1037661.6 ESTE 1137353.3



COMPOSICION GEOMETRICA, MATERIALES Y ESTADO

ALTURA TOTAL POZO (m)	4.22	MATERIAL	Concreto	ESTADO	Buena
SUPERFICIE DE LA CALLE					
TAPA	Volantín	GOTA	168.83	Material	Buena
CUERNO		DIAMETRO (m)	1.20 m	Concreto	Buena
CANUELA EXISTENTE?	NO			Concreto	Malis

PELDAÑOS	EXISTENT	No.	ESTADO
ESTRUCTURA DE CAIDA	51	2	Buena
COLCHON DE AMORTIGUACION			

TUBERIA (S) DE ENTRADA (RED PRINCIPAL)

VENIE DE	DIAMETRO Ø (mm)	MATERIAL	ESTADO	EMBOSQUILLADO	BATEA
VACIO					

TUBERIA (S) DE SALIDA

V.A	Ø (in)	MATERIAL	ESTADO	EMBOSQUILLADO	BATEA
94	24 in	Concreto	Buena	SI	

OBSERVACIONES:
 Lo compro inicial pozo # 92 se encuentra obstruido por materia organica.

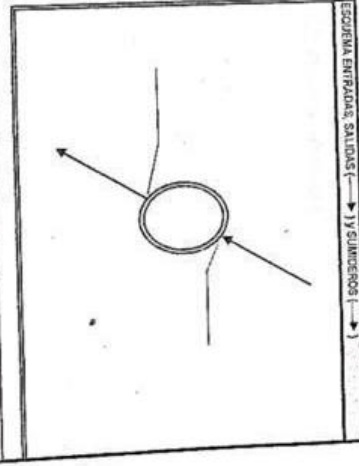
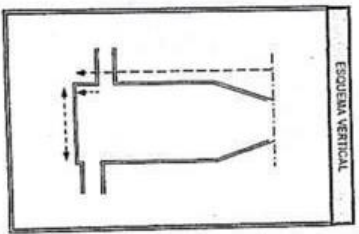
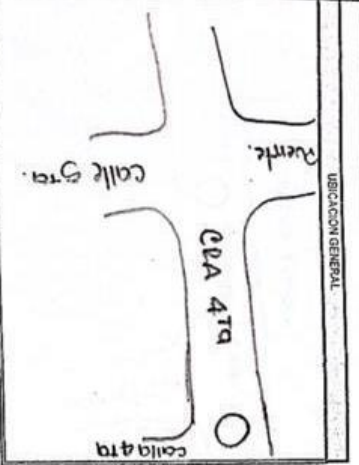
OBSERVACIONES:



EVALUA: Colector aguas combinadas municipio deistrato.
 FICHA DE RELEVAMIENTO DE POZOS DE INSPECCION DE ALCANTARILLADO

POZO N° **101** FECHA INSPECCION **13-03-2011** COORDENADAS

DIRECCION **Calle 4ta - CDA 4** SISTEMA **SUBSISTEMA** LEVANTO **Schach** PROPOSO **1033520.31132668.9**
 BARRIO **DISTRITO** REVISO **1033520.31132668.9** NORTE ESTE



COMPOSICION GEOMETRICA, MATERIALES Y ESTADO

ALTIMETRIA	MATERIAL	ESTADO	EXISTENTE	ESTADO
ALTIMETRIA TOTAL POZO (m)			No.	
SUPERFICIE DE LA CALLE			Ø (mm)	
TAPA			ALTIMETRIA h (m)	
CONO				
CUERPO				
CANDELA EXISTENTE?				

TUBERIA (S) DE ENTRADA (RED PRINCIPAL)				TUBERIA (S) DE SALIDA							
VENE DE	DIAMETRO Ø (m)	MATERIAL	ESTADO	EMBODQUILLADO	BAIEA	V.A	Ø (m)	MATERIAL	ESTADO	EMBODQUILLADO	BAIEA

OBSERVACIONES:
El pozo A 101, se encuentra sellado.

EVALUA: Cebasto, Avas Lombradas manifiesto de mistrato
FICHA DE LEVANTAMIENTO DE POZOS DE INSPECCION DE ALCANTARILLADO

POZO N° 95 FECHA INSPECCION 18-03-2014

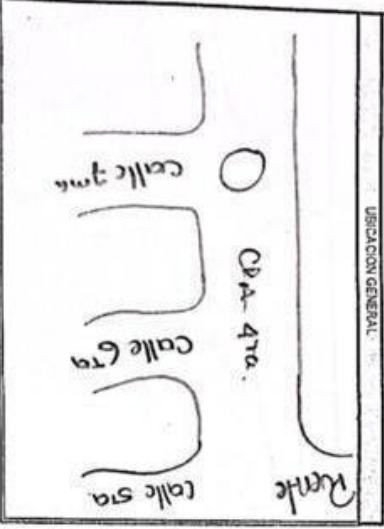
COORDENADAS

DIRECCION C.A. 419 - Calle 7 SISTEMA SUBSISTEMA
BARRIO DISTRITO

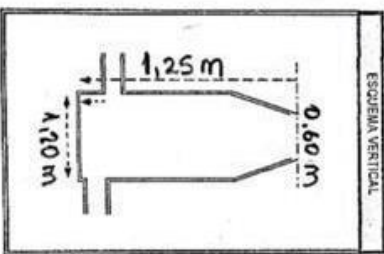
LEVANTO Johon APROBADO Yo. Do. INT

NORTE 1071893.4 ESTE 1134493.4

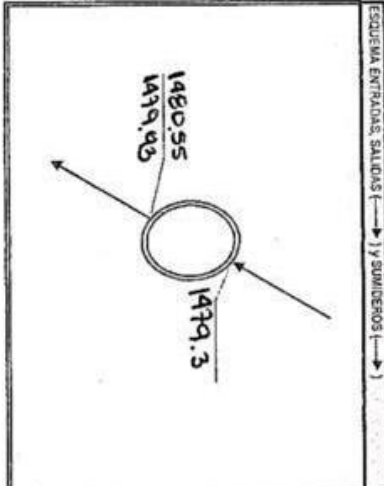
UBICACION GENERAL



ESQUEMA VERTICAL



ESQUEMA ENTRADAS, SALIDAS (→) Y SUMIDORES (←)



COMPOSICION GEOMETRICA, MATERIALES Y ESTADO

ALtura TOTAL POZO (m)	1.25 m	MATERIAL	CONCRETO BUENO
SUPERFICIE DE LA CALLE	1.10 m	ESTADO	BUENO
TAPA	1.10 m	ESTADO	BUENO
COMO	1.10 m	ESTADO	BUENO
CUERPO	1.10 m	ESTADO	BUENO
CANIBELA EXISTENTE?	SI	ESTADO	BUENO

PELDAÑOS	NO	ESTADO	NO
ESTRUCTURA DE CALDA	NO	ESTADO	NO
COLCHON DE AMORTIGUACION	NO	ESTADO	NO

TUBERIA (S) DE ENTRADA (RED PRINCIPAL)

VENE DE	DIAMETRO Ø (m)	MATERIAL	ESTADO	EMBOSQUILLADO	BATEA
2	24 (1.5)	CONCRETO	BUENO	SI	

TUBERIA (S) DE SALIDA

V.A.	Ø (m)	MATERIAL	ESTADO	EMBOSQUILLADO	BATEA
2	24	CONCRETO	BUENO	SI	

OBSERVACIONES

El pozo # 95 no tiene peldaños de acceso.

OBSERVACIONES

EVALUA: Colecto, Aguas Combinadas Municipio de Hicoteo.

FICHA DE LEVANTAMIENTO DE POZOS DE INSPECCION DE ALCANTARILLADO

POZO N° 102

FECHA INSPECCION 13-03-2014

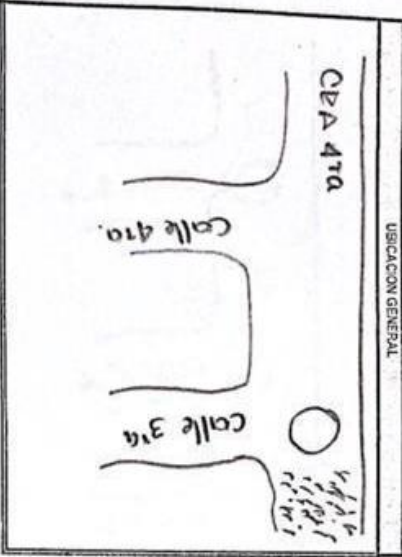
COORDENADAS

DIRECCION Calle 3 - CVA 4ta SISTEMA
SUBSISTEMA
BARRIO DISTRITO

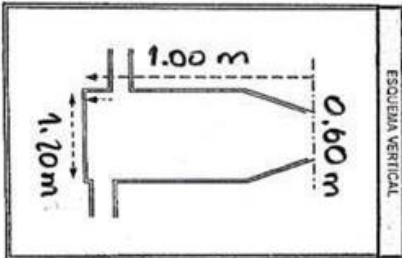
LEVANTO Sebastián
REVISO VO. BO INT

NORTE 1077449.8 ESTE 113276.0

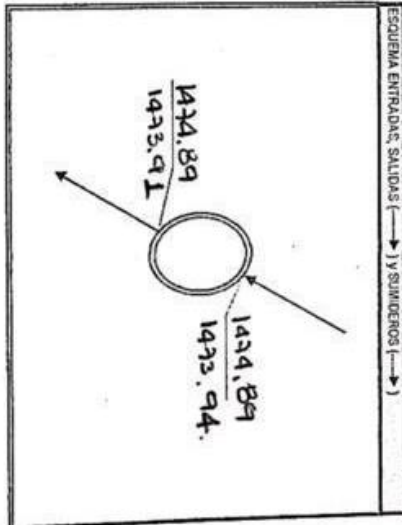
UBICACION GENERAL



ESQUEMA VERTICAL



ESQUEMA ENTRADAS, SALIDAS (→) Y SUMIDORES (←)



COMPOSICION GEOMETRICA, MATERIAL Y ESTADO

ALTURA TOTAL POZO (m)	<u>1.00</u>	MATERIAL	<u>Concreto</u>	ESTADO	<u>Buena</u>
SUPERFICIE DE LA CALLE					
TAPA	<u>1.40 m</u>	COTA	<u>1424.89</u>	TIPO	<u>Hidrol.</u>
CONO					
CUBERO	<u>1.10 m</u>				
CANUELA EXISTENTE?	<u>SI</u>				

PELLIZCOS	<u>SI</u>	No.	<u>1</u>	ESTADO	<u>Buena</u>
ESTRUCTURA DE CAIDA		Ø: (m)			
CONDICION DE AMORTIGUACION	<u>NO</u>	ALTURA h (m):			

TUBERIA (S) DE ENTRADA (RED PRINCIPAL)

VENE DE	DIAMETRO Ø: (m)	MATERIAL	ESTADO	EMBOSQUILLADO	BATEA
<u>101</u>	<u>18.0m</u>	<u>Concreto</u>	<u>Buena</u>	<u>SI</u>	

TUBERIA (S) DE SALIDA

V.A.	Ø: (m)	MATERIAL	ESTADO	EMBOSQUILLADO	BATEA
<u>103</u>	<u>18.0m</u>	<u>Concreto</u>	<u>Buena</u>	<u>SI</u>	

OBSERVACIONES:

OBSERVACIONES:

ANEXO 3 Manejo de variables y Otros resultados de la simulación en el software EPA SWMM Propiedades de los Pluviómetros

Property	Value
Name	LLUVIA1
X-Coordinate	1335.40
Y-Coordinate	7391.30
Description	
Tag	
Rain Format	INTENSITY
Rain Interval	1:00
Snow Catch Fac	1.0
Data Source	TIMESERIES
TIME SERIES:	
- Series Name	
DATA FILE:	
- File Name	
- Station No.	
- Rain Units	IN
User-assigned name of rain gage	

Nombre	Nombre asignado por el usuario al pluviómetro
Coordenada X	Ubicación horizontal del pluviómetro en el Mapa. Si se deja en blanco el pluviómetro no aparecerá en el mapa.
Coordenada Y	Ubicación vertical del pluviómetro en el Mapa. Si se deja en blanco el pluviómetro no aparecerá en el mapa.
Descripción	Descripción opcional del pluviómetro
Etiqueta	Etiqueta opcional utilizada para clasificar el pluviómetro
Formato delluvia	Formato de los datos de lluvia suministrados: INTENSITY (Hietograma). Cada valor de precipitación es la intensidad media de lluvia (en mm/h o in/h) a lo largo del intervalo de registro. VOLUMEN (Pluviograma). Cada valor de precipitación es el volumen de lluvia que recogido durante el intervalo de registro (en mm o in) CUMULATIVE (Pluviograma acumulado). Cada valor de precipitación representa la precipitación acumulada desde el inicio de la lluvia ⁹ (en mm o in)
Intervalo de tiempo	El intervalo de tiempo transcurrido entre cada lectura del pluviómetro en formato bien decimal, bien como hh:mm.
Factor de Nieve	Factor que corrige las lecturas por nieve en el pluviómetro.
Origen de datos	Fuente de datos de lluvia: TIMESERIES . Serie temporal suministrada por el usuario. FILE . Archivo externo de datos.
TIMESERIES (Serie Temporal)	
Nombre de la serie	Nombre de la serie temporal con los datos de lluvia si el origen de datos es una serie temporal (deje en blanco en cualquier otro caso). Haga doble clic para editar la serie.
FILE (Archivo Externo)	
Nombre de archivo	Nombre del archivo externo que contiene los datos delluvia
Nº Estación	Identificador de la estación donde está el pluviómetro cuyos datos se van a utilizar.
Unidades delluvia	Unidades en que están expresados los datos de lluvia del fichero (mm o in) ¹⁰

Propiedades de las Cuencas.

Subcatchment S1	
Property	Value
Name	S1
X-Coordinate	4751.55
Y-Coordinate	7204.97
Description	
Tag	
Rain Gage	Lluvia1
Outlet	C1
Area	1.616
Width	122
% Slope	0.5
% Imperv	50
N-Imperv	0.01
N-Perov	0.1
Dstore-Imperv	0.05
Dstore-Perov	0.05
%Zero-Imperv	25
Subarea Routing	OUTLET
Percent Routed	100
Infiltration	GREEN_AMPT
Groundwater	NO
Snow Pack	
Land Uses	0
Initial Buildup	NONE
Curb Length	0
User-assigned name of subcatchment	

Nombre	Nombre asignado por el usuario a la cuenca
Coordenada X	Ubicación horizontal del centroide del área de la cuenca en el Mapa. Si se deja en blanco la subcuenca no aparecerá en el mapa.
Coordenada Y	Ubicación vertical del centroide del área de la cuenca en el Mapa. Si se deja en blanco la subcuenca no aparecerá en el mapa.
Descripción	Descripción opcional de la cuenca.
Etiqueta	Etiqueta opcional utilizada para clasificar la cuenca.
Pluviómetro	Nombre del pluviómetro asociado a la cuenca.
Descarga	Nombre del nudo o subcuenca que recibirá la escorrentía de la cuenca actual.
Área	Área de la cuenca (hectáreas o acres)
Ancho	Anchura característica del flujo debido a la escorrentía superficial (m o ft). (*)
Pendiente (%)	Pendiente media de la cuenca, en %
Área impermeable (%)	Porcentaje de cuenca cuyo suelo es impermeable
Coef. <i>n</i> – Suelo impermeable	Coef. <i>n</i> de Manning para el flujo superficial sobre el área impermeable de la cuenca (ver A.6 para valores típicos)
Coef. <i>n</i> – Suelo permeable	Coef. <i>n</i> de Manning para el flujo superficial sobre el área permeable de la cuenca (ver A.6 para valores típicos)
Alm. Dep. – Suelo imperm.	Altura de almacenamiento en depresión sobre el área impermeable de la cuenca (ver A.5 para valores típicos)
Alm. Dep. – Suelo perm.	Altura de almacenamiento en depresión sobre el área permeable de la cuenca (ver A.5 para valores típicos)
% Alm. Dep. 0	Porcentaje de suelo impermeable que no presenta almacenamiento en depresión.
Flujo entre subáreas	Selección del sentido del flujo interno entre las áreas impermeable y permeable de la cuenca: IMPERV. Flujo desde permeable hacia impermeable. PERV. Flujo desde impermeable hacia permeable. OUTLET. Ambas áreas aportan directamente a la descarga
% Flujo	Porcentaje de escorrentía entre las distintas áreas.
Infiltración	Pulse <input type="button" value="..."/> o [Enter] para editar los parámetros de infiltración de la cuenca

Aguas subterráneas	Pulse <input type="button" value="..."/> o [Enter] para editar los parámetros de flujo subterráneo de la cuenca
Nieve	Nombre del conjunto de parámetros de nieve asignados a la cuenca (si existen)
Acumulación inicial	Pulse <input type="button" value="..."/> o [Enter] para especificar cantidades iniciales de acumulación de contaminantes sobre la cuenca
Usos del suelo	Pulse <input type="button" value="..."/> o [Enter] para asignar usos del suelo a la cuenca

Propiedades de las Cámaras.

Junction C3	
Property	Value
Name	C3
X-Coordinate	3185.62
Y-Coordinate	6254.18
Description	
Tag	
Inflows	NO
Treatment	NO
Invert El.	28.34
Max. Depth	1.22
Initial Depth	0
Surcharge Depth	0
Ponded Area	0
User-assigned name of junction	

Nombre	Nombre asignado por el usuario a la conexión
Coordenada X	Ubicación horizontal de la conexión en el Mapa. Si se deja en blanco la conexión no aparecerá en el mapa.
Coordenada Y	Ubicación vertical de la conexión en el Mapa. Si se deja en blanco la conexión no aparecerá en el mapa.
Descripción	Descripción opcional de la conexión.
Etiqueta	Etiqueta opcional utilizada para clasificar la conexión.
Aportes	Pulse <input type="button" value="..."/> o [Enter] para asignar una serie temporal, caudal de tiempo seco o aportes por infiltración en la red (RDII)
Tratamiento	Pulse <input type="button" value="..."/> o [Enter] para editar el conjunto de funciones que describen el tratamiento de contaminantes en la conexión.
Cota del fondo	Cota de la solera o fondo de la conexión (en m o ft).
Profundidad	Profundidad o nivel máximo en la conexión (medido desde la cota del terreno, en m o ft)
Nivel Inicial	Nivel del agua al comienzo de la simulación (m o ft)
Sobrepresión	Altura adicional de agua por encima del máximo antes de que aparezca la inundación (m o ft). Se utiliza para simular pozos con la tapa soldada o cubierta.
Área de inundación	Área ocupada por el agua acumulada sobre la conexión en caso de inundación (m ² o ft ²). Si se ha seleccionado la opción <i>Allow Ponding Simulation</i> (Permitir Estancamiento), un valor no nulo permitirá acumular el agua y reingresarla en la red cuando la capacidad de ésta lo permita.

Propiedades de los Puntos de Vertido (Descargas).

Property	Value
Name	DESCARGA
X-Coordinate	-1000.00
Y-Coordinate	5445.38
Description	Punto de Vi...
Tag	
Inflows	NO
Treatment	NO
Invert El.	27.4
Tide Gate	NO
Type	FREE
Fixed Outfall	
Fixed Stage	0
Tidal Outfall	
Curve Name	
Time Series Outf	
Series Name	
Optional comment or description	

Nombre	Nombre asignado por el usuario al vertido
Coordenada X	Ubicación horizontal de la descarga en el plano. Si se deja en blanco la descarga no aparecerá en el plano.
Coordenada Y	Ubicación vertical de la descarga en el plano. Si se deja en blanco la descarga no aparecerá en el plano.
Descripción	Descripción opcional de la descarga.
Etiqueta	Etiqueta opcional utilizada para clasificar la descarga.
Aportes	Pulse <input type="button" value="..."/> o [Enter] para asignar una serie temporal, caudal de tiempo seco o aportes por infiltración en la red (RDII)
Tratamiento	Pulse <input type="button" value="..."/> o [Enter] para editar el conjunto de funciones que describen el tratamiento de contaminantes en la descarga.
Cota Fondo	Cota de la solera o fondo del punto de vertido (en m o ft).
Compuerta	YES. Existe compuerta para prevenir flujo inverso NO. No existe compuerta
Tipo	Condición de contorno en la descarga: FREE. Nivel de descarga determinado por el mínimo entre el calado crítico y el calado uniforme del conducto. NORMAL. Nivel de descarga basado en el calado uniforme del conducto. FIXED. Nivel de descarga constante. TIDAL. Nivel de descarga dado por una curva de nivel de la marea a cada hora del día. TIMESERIES. Nivel de descarga a un nivel aportado en forma de serie temporal.
FIXED OUTFALL (Descarga a nivel constante)	
Nivel	Nivel del agua fijo para descarga de tipo FIXED (en m o ft)
TIDAL OUTFALL (Descarga en función de la marea)	
Nombre de Curva	Nombre de la curva que representa el nivel de agua a cada hora del día para descargas del tipo TIDAL . (Haga doble clic para editar la curva).
TIMESERIES (Serie Temporal)	
Nombre de la Serie	Nombre de la serie temporal con los datos de nivel de agua para descargas del tipo TIMESERIES . (Haga doble clic para editar la serie).

Propiedades de las Tuberías.

Conduit C-8	
Property	Value
Name	C-8
Inlet Node	P-8
Outlet Node	P-9
Description	
Tag	
Shape	TRAPEZOIDAL
Max. Depth	2
Length	92
Roughness	0.015
Inlet Offset	0
Outlet Offset	0
Initial Flow	0
Maximum Flow	0
Entry Loss Coeff.	0
Exit Loss Coeff.	0
Avg. Loss Coeff.	0
Flap Gate	NO
User-assigned name of Conduit	

Nombre	Nombre asignado por el usuario a la conducción
Nudo Inicial	Nombre del nudo inicial de la conducción (que será normalmente el de mayor cota).
Nudo Final	Nombre del nudo final de la conducción (que será normalmente el de menor cota).
Descripción	Descripción opcional de la conducción.
Etiqueta	Etiqueta opcional utilizada para clasificar la conducción.
Forma	Pulse <input type="text"/> o [Enter] para editar las características geométricas de la sección transversal de la conducción.
Longitud	Longitud de la conducción (en m o ft)
Rugosidad	Coef. de rugosidad n de Manning (ver valores en secciones A.7 para conductos cerrados y A.8 para canales abiertos)
Desnivel Ent.	Desnivel entre la base del nudo inicial y la de la conducción.
Desnivel Sal.	Desnivel entre la base del nudo final y la de la conducción.
Caudal Inicial	Caudal inicial en la conducción al comienzo de la simulación (en unidades de caudal).
Caudal Máximo ¹	Máximo caudal permitido en simulación mediante Onda Dinámica en condiciones de sobrecarga (en unidades de caudal). Use 0 si no es aplicable.
Coef. Pérd. Ent.	Coeficiente de pérdidas menores debidas a la entrada en la conducción.
Coef. Pérd. Sal.	Coeficiente de pérdidas menores debidas a la salida de la conducción.
Coef. Pérd. Medio	Coeficiente de pérdidas menores a lo largo de la conducción.
Compuerta	YES. La conducción dispone de compuerta para evitar flujo inverso. NO. La conducción no dispone de compuerta.

Análisis de escorrentía en las áreas tributarias.

Resumen de Escorrentía en Áreas tributarias

Subcuenca	Precip Total mm	Aporte Total mm	Evap Total mm	Infil Total mm	Escor. Total mm	Escor. Total 10 ⁶ ltr	Escor. Punta LPS	Coef. Escor.
A-01	79.997	0.000	0.000	24.680	48.239	0.386	232.439	0.603
A-02	79.997	0.000	0.000	24.680	50.073	0.147	90.289	0.626
A-03	79.997	0.000	0.000	24.680	44.658	1.005	584.171	0.558
A-04	79.997	0.000	0.000	24.680	37.239	0.953	534.285	0.466
A-05	79.997	0.000	0.000	24.680	35.186	5.028	2809.974	0.440
A-06	79.997	0.000	0.000	24.680	45.267	0.240	140.229	0.566
A-07	79.997	0.000	0.000	24.680	48.948	0.240	145.508	0.612
A-08	79.997	0.000	0.000	24.680	46.370	0.274	161.600	0.580
A-09	79.997	0.000	0.000	24.680	46.919	0.230	136.562	0.587
A-10	79.997	0.000	0.000	24.680	40.317	2.076	1174.483	0.504
Sistema	79.997	0.000	0.000	24.680	38.547	10.579	6009.540	0.482

Análisis de inundación en las cámaras.

Resumen de Nivel en Cámaras

CÁMARA	Tipo	Nivel Medio Metros	Nivel Máximo Metros	Altura Máxima Metros	Instante Nivel Máx. días hr:min
PZ-134	JUNCTION	0.13	0.18	1495.75	0 00:50
PZ-135	JUNCTION	0.71	2.35	1494.69	0 00:46
PZ-136	JUNCTION	1.00	1.63	1491.76	0 00:35
PZ-111A	JUNCTION	0.76	1.00	1489.53	0 00:31
PZ-137	JUNCTION	0.38	2.06	1488.75	0 00:46
PZ-90	JUNCTION	1.29	1.95	1485.08	0 00:44
PZ-89	JUNCTION	0.41	0.51	1483.28	0 00:45
PZ-93	JUNCTION	0.39	0.48	1481.48	0 00:59
PZ-95	JUNCTION	0.39	0.56	1480.49	0 00:59
PZ-97	JUNCTION	1.24	1.64	1479.77	0 00:38
PZ-98	JUNCTION	0.99	1.27	1479.15	0 00:50
PZ-99	JUNCTION	0.64	0.85	1478.71	0 00:50
PZ-101	JUNCTION	1.21	2.00	1476.51	0 00:37
PZ-102	JUNCTION	0.76	1.18	1474.89	0 00:37
PZ-103	JUNCTION	0.65	1.18	1474.65	0 00:38
PZ-104	JUNCTION	0.75	1.18	1474.38	0 00:38
PZ-105	JUNCTION	0.26	0.38	1472.50	0 00:50
DESCOLE-03	OUTFALL	0.50	0.60	1477.01	0 00:33
DESCOLE-01	OUTFALL	0.26	0.38	1471.65	0 00:50

Aportes a las cámaras.

Resumen de Aportes en Cámaras

CÁMARA	Tipo	Aporte Lateral Máximo LPS	Aporte Total Máximo LPS	Instante de Aporte Máximo días hr:min	Volumen Aporte Lateral 10 ⁶ ltr	Volumen Aporte Total 10 ⁶ ltr
PZ-134	JUNCTION	232.42	232.42	0 00:50	0.314	0.314
PZ-135	JUNCTION	0.00	231.18	0 00:50	0.000	0.311
PZ-136	JUNCTION	90.28	310.04	0 00:50	0.122	0.415
PZ-111A	JUNCTION	584.13	753.28	0 00:50	0.802	1.127
PZ-137	JUNCTION	0.00	280.21	0 00:37	0.000	0.641
PZ-90	JUNCTION	534.25	795.62	0 00:50	0.743	1.374
PZ-89	JUNCTION	0.00	662.13	0 00:44	0.000	1.305
PZ-93	JUNCTION	0.00	661.89	0 00:45	0.000	1.283
PZ-95	JUNCTION	0.00	661.39	0 00:52	0.000	1.253
PZ-97	JUNCTION	2809.81	3470.51	0 00:50	3.898	5.126
PZ-98	JUNCTION	0.00	1873.79	0 00:38	0.000	3.788
PZ-99	JUNCTION	140.22	1990.56	0 00:50	0.192	3.945
PZ-101	JUNCTION	145.49	501.95	0 00:50	0.196	0.684
PZ-102	JUNCTION	161.59	524.64	0 00:50	0.220	0.770
PZ-103	JUNCTION	0.00	446.09	0 00:38	0.000	0.524
PZ-104	JUNCTION	136.55	510.98	0 00:38	0.186	0.698
PZ-105	JUNCTION	1174.41	1522.17	0 00:50	1.633	2.219
DESCOLE-03	OUTFALL	0.00	1632.58	0 00:50	0.000	3.434
DESCOLE-01	OUTFALL	0.00	1522.07	0 00:50	0.000	2.211