

DIAGNOSTICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO SAN  
FERNANDO TOCAIMA-CUNDINAMARCA



DIAGNOSTICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO SAN  
FERNANDO TOCAIMA-CUNDINAMARCA

JOHAN ARLEY CONTRERAS CRUZ

CARLOS IVAN PRADA GONZALEZ

WILLI ANDRES PAEZ PRADA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS

Vicerrectoría Regional Tolima y Magdalena Medio

SEDE Girardot (Cundinamarca)

PROGRAMA Ingeniería Civil

SEPTIEMBRE DE 2020

DIAGNOSTICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO SAN  
FERNANDO TOCAIMA-CUNDINAMARCA

DIAGNOSTICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO SAN  
FERNANDO TOCAIMA-CUNDINAMARCA

JOHAN ARLEY CONTRERAS CRUZ

CARLOS IVAN PRADA GONZALEZ

WILLI ANDRES PAEZ PRADA

Monografía Presentada como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Asesor(a)

EDGAR ORJUELA MONTOYA

ING.CIVIL

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Vicerrectoría Regional Tolima y Magdalena Medio

Sede Girardot (Cundinamarca)

Programa Ingeniería Civil

Septiembre de 2020

### **Dedicatoria**

Esta tesis está dedicada a:

A Dios quien ha sido mi mayor apoyo, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy. A mis padres Luis Carlos Prada y María Angélica González quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos Luis Prada y Dayana Prada por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todas a mi universidad ya que por medio de los docentes nos ayudaron a salir adelante y con sus conocimientos nos permitieron adquirir conocimientos que se verán muy reflejados en nuestra vida profesional, no me queda más que decir simplemente gracias.

**CARLOS IVAN PRADA GONZALEZ**

### **Dedicatoria**

Dedico de manera especial a mis hermanos y a mis padres pues ellos fueron el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentaron en mis las bases de la responsabilidad y deseos de superación, en ellos tengo el espejo en el cuales me quiero reflejar pues sus virtudes infinitas y su gran corazón me llevan a admirarlos cada día más.

Gracias a DIOS por concederme la mejor familia.

Este nuevo logro es en gran parte gracias a ustedes, he logrado concluir con éxito un proyecto que en principio podría parecer tarea titánica e interminable. Quisiera dedicar mi tesis a ustedes, personas de bien, seres que ofrecen amor, bienestar, y los finos deleites de la vida.

Muchas gracias seres queridos siempre los guardo en mi alma.

**WILLI ANDRES PAEZ PRADA**

### **Dedicatoria**

Quiero dedicar esta tesis principalmente a Dios, por ser mi fuente de inspiración, nuestra fuerza cuando sentía que no podría lograrlo y lo que me mantuvo unido hasta el final, a mi madre Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis hermanas por ser el ejemplo de superación y por brindarme todo su apoyo y conocimiento, gracias por motivarme cada día para que logra cumplir ese tan anhelado título llamado ingeniero civil.

**JOHAN ARLEY CONTRERAS CRUZ**

### **Agradecimientos**

Gracias a mi universidad, gracias por haberme permitido formarme y en ella, gracias a todas las personas que fueron participes de este proyecto, ya sea de manera directa o indirecta, gracias a todos ustedes, fueron ustedes los responsables de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se verá reflejado en la culminación de mi paso por la universidad. Gracias a mis padres, que fueron mis mayores promotores durante este proceso, gracias a DIOS, que fue mi principal apoyo y motivador para cada día continuar sin rendirme y mucho menos botar la toalla.

Este es un momento muy especial que espero, perdurará en el tiempo, no solo en una mente de las personas a quien agradecí, sino también a quienes invirtieron su tiempo para echarle una mirada a mi proyecto de tesis, a ellos mismos les agradezco con todo mi ser.

## Contenido

Dedicatoria.....	3
Dedicatoria.....	4
Dedicatoria.....	5
Agradecimientos .....	6
TABLA DE ILUSTRACIONES .....	8
Resumen .....	9
Palabras clave .....	9
Abstract.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
DESCRIPCION DEL PROBLEMA .....	12
JUSTIFICACIÓN .....	16
OBJETIVO GENERAL.....	18
OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	18
MARCO GEOGRÁFICO .....	23
ESTADO DEL ARTE .....	25
METODOLOGÍA .....	35
RESULTADOS .....	39
Análisis y discusión de los resultados .....	41
CONCLUSIONES.....	42
RECOMENDACIONES.....	43
Bibliografía .....	44

## TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Localización de Tocaima en Colombia FUENTE: wikipedia.....	24
Ilustración 2 Localización de Tocaima en Cundinamarca FUENTE: wikipedia .....	24
Ilustración 3 Ubicación de Tocaima FUENTE: wikipedia.....	25
Ilustración 4 CAUDAL DE AGUAS PLUVIALES FUENTE: AUTOR PROPIO .....	46
Ilustración 5 AREA AFERENTE FUENTE: <a href="https://earth.google.com/web/search/TI/@4.4579007,-74.64068032,375.84067602a,2029.40297224d">https://earth.google.com/web/search/TI/@4.4579007,-74.64068032,375.84067602a,2029.40297224d</a> .....	47
Ilustración 6 CALCULO DE CAUDAL DE LA RED DE ALCANTARILLADO FUENTE: AUTOR PROPIO.....	48
Ilustración 7 ESTACIONES PLUVIALES FUENTE: <a href="http://www.ideam.gov.co/">http://www.ideam.gov.co/</a> .....	48
Ilustración 8 ESTACIONES PLUVIALES FUENTE: <a href="http://www.ideam.gov.co/">http://www.ideam.gov.co/</a> .....	48
Ilustración 9 ESTACIONES PLUVIALES FUENTE: <a href="http://www.ideam.gov.co/">http://www.ideam.gov.co/</a> .....	48
Ilustración 10 ESTACIONES PLUVIALES FUENTE: <a href="http://www.ideam.gov.co/">http://www.ideam.gov.co/</a> .....	48
Ilustración 11 CANAL A CIELO ABIERTO FUENTE AUTOR PROPIA .....	48
Ilustración 12 CANAL A CIELO ABIERTO FUENTE AUTOR PROPIA .....	48
Ilustración 13 ESTADO DEL TRAMO FINAL DE LA RED DE ALCANTARILLADO FUENTE: AUTOR PROPIO .....	48
Ilustración 14 Ilustración 10 ESTADO DEL TRAMO FINAL DE LA RED DE ALCANTARILLADO FUENTE: AUTOR PROPIO.....	48
Ilustración 15 Ilustración 10 ESTADO DEL TRAMO FINAL DE LA RED DE ALCANTARILLADO FUENTE: AUTOR PROPIO.....	49
Ilustración 16 DIAMETRO NOMINAL TUBERIA DOMESTICA FUENTE: AUTOR PROPIO .....	49
Ilustración 17 DIAGNOSTICO VISUAL POZO DE INSPECCION FUENTE: AUTOR PROPIO .....	49
Ilustración 18 INSPECCION DEL SUMIDERO FINAL FUENTE: AUTOR PROPIO.....	49
Ilustración 19 ESTADO DE LA RED DE ALCANTARILLADO FUENTE: AUTOR PROPIO .....	50
Ilustración 20 DIAGNOSTICO VISUAL DEL SUMIDERO FINAL FUENTE: AUTOR PROPIO .....	50
Ilustración 21 MEDIDAS DEL DIAMETRO NOMINAL DE LA TUBERIA FUENTE: AUTOR PROPIO.....	50
Ilustración 22 MEDIDAS DEL DIAMETRO NOMINAL DE LA TUBERIA FUENTE: AUTOR PROPIO.....	50
Ilustración 23 INSPECCION VISUAL SUMIDERO FUENTE: AUTOR PROPIO.....	51
Ilustración 24 MEDIDA DIAMETROS NOMINALES DE LA RED FUENTE: AUTOR PROPIO .....	51
Ilustración 25 INSPECCION DE LA RED DE ALCANTARILLADO FUENTE PROPIA.....	51
Ilustración 26 INSPECCION SOBRE LOS MATERIALES PRESENTES FUENTE: AUTOR PROPIA .....	51



### **Resumen**

Se sabe que Tocaima-Cundinamarca es un Municipio el cual su población crece con el pasar de los años; no obstante algunas de sus redes de alcantarillado se ven saturadas por su crecimiento poblacional y constructivo, por lo anterior se está viendo afectada una población en específico la cual se encuentra en el barrio San Fernando, ya que se generan malos olores y plagas que podrían afectar la salud de aquellas personas. De modo que se hace necesaria la intervención de profesionales de ingeniería civil, los cuales tienen las capacidades suficientes para emprender procesos de diseños constructivos y analíticos que generen transformaciones en esta sección de alcantarillado.

Considerando que el primordial aspecto en el que se debe intervenir, en el diseño de esta estructura y es ahí donde realmente el profesional en ingeniería civil hace el respectivo análisis para encontrar el porqué de este rebosamiento en dicha sección. En este orden de ideas, la monografía toma como punto de partida el rol y ejercicio de profesionales, cuyo objetivo son el diseño hidráulico de la red de alcantarillado de este barrio.

### **Palabras clave**

Intervención de profesionales, Ingeniería civil, diseño hidráulico.

### **Abstract**

It is known that Tocaima-Cundinamarca is a Municipality whose population grows with the passing of the years; However, some of its sewerage networks are saturated by its population and construction growth, therefore a specific population is being affected, which is in the San Fernando Etapa neighborhood ... since bad odors and pests are generated that could affect the health of those people. Thus, the intervention of civil engineering professionals is necessary, who have sufficient capacities to undertake constructive and analytical design processes that generate transformations in this sewer section.

Considering that the main aspect in which it must be intervened, in the design of this structure and that is where the professional in civil engineering really does the respective analysis to find the reason for this overflow in said section. In this order of ideas, the reflective takes as its starting point the role and exercise of professionals, whose objective is the hydraulic design of the sewerage network in this neighborhood.

## **INTRODUCCIÓN**

La Resolución Numero 0330 del 08 de Junio de 2017 por la cual El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico –RAS se reconocen los lineamientos mínimos para el diseño, construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento y rehabilitación de los sistemas de recolección y evaluación de aguas residuales, pluviales y combinadas, así como de estructuras complementarias, incluyendo estaciones de bombeo (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017), por lo tanto ingenieros adoptan estas normas para realizar un debido proceso constructivo.

En la presente tesis se realiza Diagnóstico en la red alcantarillado del barrio san Fernando del municipio de tocaima- Cundinamarca, con el objetivo de hacer un análisis sobre el rebosamiento de la red de alcantarillado en épocas de invierno ya que el mismo colapsa, se procede hacer estudios que lleven a dar solución a dicha problemática que se presenta en dicho alcantarillado.

.

## DESCRIPCION DEL PROBLEMA

De acuerdo al esquema territorial que maneja el municipio de Tocaima, el sitio del proyecto se encuentra localizado al sur occidente en el departamento de Cundinamarca, en la provincia del alto magdalena. está situada en la parte media de la región andina, al margen izquierdo de la cordillera oriental y distante 30 km. al margen derecho del río magdalena a la altura del municipio de Girardot, pertenece a la subregión natural central del valle cálido del alto magdalena; se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 287 metros de altitud de la parte baja de Pubenza.

Limita con los siguientes municipios, por el norte con Jerusalén y apulo, por el sur con Nilo, Girardot, Ricaurte y Agua de Dios, al oriente con Apulo y Viota y por ultimo por el occidente con Girardot, Nariño y Jerusalén. Además, se encuentra a una altitud de 400 m.s.n.m y su temperatura media anual es de 28° c.

la extensión total del territorio es de 24.732 hectáreas y se encuentra dividida de la siguiente forma:

El área urbana ocupa 280 hectáreas y se divide en 21 los cuales son:

Alfonso López, Ariete, Obrero, Barrios Unidos, Catarnica, Centro, Consolata, Danubio, El Carmelo, El progreso, Kennedy, La Pola, Los Panches, Lutaima, San Isidro, San Jacinto, Santa Lucía, Tierra Grata, Zaragoza, El Cruce, Barrio San Fernando, Brisas, Zaragoza. El área rural posee 24,412 hectáreas y se divide en 37 veredas; por tal motivo el total de su población es 18.927 habitantes (alcaldia tocaima, 2020).

según archivo publicado en la página del municipio, el municipio presenta Régimen pluviométrico bimodal, caracterizado por presentar dos períodos típicos de lluvias en el año, uno más lluvioso en el segundo semestre (octubre - noviembre), y otro menos lluvioso (abril - mayo) y dos períodos secos (diciembre - enero y julio - agosto); presentando un punto de rocío anual de 24.2; el Municipio se ubica en una zona de disponibilidad deficitaria de agua, presentando tan solo excedentes del orden de 47 mm en Abril, Mayo, Octubre, y déficit que alcanza los 620 mm al año; con una precipitación barométrico promedio año de 976.4 y una humedad relativo de 67% (alcaldía tocaima, 2020)

Por otro lado, hablando de la topografía de este municipio El 60% del territorio, presenta un relieve plano o ligeramente plano, con pendientes del 3 al 7% en los valles del río Bogotá y de la quebrada Acuatá, terrenos aluviales, con suelos ricos en bases, aptos para la ganadería y la agricultura. Hacia las Cuchillas, Cerros y Cordilleras que delimitan el Municipio el Relieve se hace más fuerte ondulado o quebrado con pendientes del 12% a 25% (15% del área), llegando finalmente a un relieve fuertemente quebrado 45% a 50%, hasta escarpado y muy escarpado con pendientes mayor al 50%. (25% del área Municipal) (alcaldía tocaima, 2020).

El acueducto se abastece de dos fuentes a saber: La primera del río Magdalena, en un sistema regional compartido con Agua de Dios, que tiene cinco estaciones de bombeo (una fuera de servicio) y recibe actualmente entre 20 l/s y 30 l/s. La otra fuente se surte del río Calandaima. También es un sistema regional con Apulo, por gravedad. Las redes de

distribución están conformadas por aproximadamente 27.2 km. La mayoría corresponde a tuberías de asbesto cemento (70%, con diámetros de 1" y 2" (81%) y con más de 50 años de servicio. La mayor parte de la distribución se efectúa desde el tanque elevado (INGEAGUA, 2020).

El municipio de Tocaima cuenta con un sistema combinado en la mayor parte de la red, con una cobertura de 95% área urbana y 7,6% área rural, se presenta un problema similar al de acueducto, con redes antiguas de gres, de más de 40 años, que requieren ser renovadas, a esto hay que sumarle la insuficiencia de la capacidad de algunos colectores de los asentamientos urbanos más bajos, que colapsan en invierno por las aguas lluvias. La red cuenta con una longitud de aproximadamente 22,3Km de tubería con diámetros de 8" a 20". El sistema es operado a gravedad y los materiales con los cuales están en su mayoría construido son: gres, PVC y concreto, su mayor porcentaje está construido en gres. La disposición de las aguas se hace directamente al río Bogotá por medio de tres emisarios (INGEAGUA, 2020).

La anterior información ayuda a delimitar algunos factores, que sirven para la descripción de la problemática a desarrollar, en este caso se enfocara en las inundaciones que se generan en los periodos de épocas de lluvias que afectan algunos barrios tales como: san Fernando ocasionando problemas sanitarios a la población. Ya que estos barrios se encuentran en la parte baja de la cabecera del municipio y su caudal diseño en su diámetro la relación de diámetro caudal esta fallando, la escorrentía que se produce de la parte superior (se resalta que entre la parte superior e inferior municipio poseen una pendiente del

5%, genera un taponamiento y a su vez el desborde, debido a la deficiencia que presenta la red de infraestructura.

Por tal motivo la solución que se pretende realizar es un rediseño de las redes de alcantarillado del barrio San Fernando del municipio de Tocaima.

## JUSTIFICACIÓN

Este proyecto investigativo se realiza, en razón a que se vio la necesidad social y ambiental que pasa la comunidad del barrio San Fernando del municipio de Tocaima, en especial en el sector donde se encuentra el terminal de transporte donde alrededor varias viviendas se han inundado frecuentemente por fallas del sistema de drenaje urbano. Donde un canal de aguas lluvias de alta pendiente, que al llegar al terminal cambia a una pendiente muy suave y se reduce el tamaño de la sección hidráulica. Adicionalmente a esto, las aguas lluvias al desbordar el canal son obstruidas por la vía Tocaima-Girardot, ocasionando una gran afectación ya que obstruye el paso del agua hacia el río Bogotá.

El documento " Gestión de riesgo", del municipio, muestra algunos registros de las inundaciones que se han presentado, estos fueron: noviembre del 2010 dejando La cantidad de 150 personas afectadas y con un total de 30 viviendas, todo lo anterior generado por las fuerte lluvias. En Marzo del 2012 se presenta rebosamiento del alcantarillado por causa de las fuertes lluvias (alcaldia tocaima, 2020).

Por consiguiente, socialmente se fundamenta realizar la intervención porque en épocas de lluvia la población se ve afectada por el reboce de este sistema tan ineficiente, causando problemas de salubridad y pérdida de enseres.

Este problema no solamente es causado por el sistema de alcantarillado y agua pluvial, ya que algunas personas del sector arrojan basura en las calles la cual se va por el



alcantarillado provocando así una saturación en la red dando lugar al taponamiento de la misma.

También es una problemática ambiental porque si las personas tuvieran una conciencia ambiental esto no sucedería y los desechos no terminarían recorriendo las calles generando vectores que perjudique al medio ambiente

Como conclusión la finalidad de esta investigación es proponer un diseño óptimo de drenaje, que permita una correcta evacuación de las aguas lluvias en el municipio evitando problemáticas colaterales en la infraestructura y la comunidad.

### **OBJETIVO GENERAL**

- Dictaminar el funcionamiento de la red de alcantarillado del tramo final del barrio San Fernando ubicado en el municipio de Tocaima, con el fin de indagar variables que contribuyan a un óptimo funcionamiento de la red existente.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Recolectar información de apoyo base en correlación con la red del sistema de alcantarillado existente del municipio, con el fin de conocer su funcionamiento, diseño y mantenimiento que se le da a la misma.
- Caracterizar las zonas más afectadas debido a la presencia de esta problemática sanitaria del barrio San Fernando del municipio de Tocaima, Cundinamarca.
- Establecer el diagnóstico de la red de alcantarillado del sitio en cuestión de acuerdo a la información recopilada, con el objetivo de determinar las alternativas que contribuyan a la solución de esta problemática sanitaria.

### **Marco teórico, acerca de la ingeniería civil y la red de alcantarillado**

La Real Academia de la Lengua Española Se denomina red de alcantarillado como “conjunto de alcantarillas, obra hecha en forma de alcantarilla y acción y efecto de alcantarillas” (Real Academia de la Lengua Española, s.f.). No obstante se necesita una definición bajo el punto de vista de la ingeniería civil , puesto que es en el ámbito en que se mueve el presente artículo. Por esto se puede definir de forma genérica un alcantarillado como red de saneamiento o red de drenaje al sistema de estructuras y tuberías usado para la recogida y transporte de las aguas residuales y pluviales de una población desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten al medio natural o se tratan.

La red de alcantarillado se considera un servicio básico, sin embargo la cobertura de estas redes en las ciudades de países en desarrollo es ínfima en relación con la cobertura de las redes de agua potable. Esto genera importantes problemas sanitarios. Durante mucho tiempo, la preocupación de las autoridades municipales o departamentales estaba más ocupada en construir redes de agua potable, dejando para un futuro indefinido la construcción de las redes de alcantarillado. Actualmente las redes de alcantarillado son un requisito para aprobar la construcción de nuevas urbanizaciones en la mayoría de las naciones.

Las redes de alcantarillado son estructuras hidráulicas que funcionan a presión atmosférica, por gravedad. Sólo muy raramente, y por tramos breves, están constituidos por tuberías que trabajan bajo presión o por vacío. Normalmente están constituidas por canales de sección

circular, oval o compuesta, enterrados la mayoría de las veces bajo las vías públicas”

(Universidad Santo Tomas, s.f.)

El sistema de tratamiento de aguas residuales se utiliza como servicio de infraestructura. Es indispensable para toda comunidad civilizada, debe asegurar cobertura y buen Desempeñar un papel en el desarrollo de la sociedad y la calidad de vida; Determinar la importancia de una correcta evacuación y eliminación del agua.

Los residuos y su impacto en la salud pública conducen a la necesidad El gobierno asegura su mejor funcionamiento. Asimismo, la red de tratamiento de aguas residuales existente advertirá Realizar evaluaciones básicas y continuas para evitar mayores dificultades.

Capacidad de recolección y conducción disminuida o posiblemente insuficiente El crecimiento de la población y otras razones han provocado una disminución en la descarga de agua de lluvia y aguas residuales.

### **Tipos de redes de alcantarillado**

El alcantarillado combinado hace referencia al transporte de aguas por una red tuberías hasta una zona de depósito. Conduce las aguas residuales y pluviales provenientes de viviendas u otro tipo de estructuras, al lugar de descarga (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017). Es la evacuación de las aguas mediante un sistema que permite el manejo adecuado de estas.

Sistema de alcantarillado por separado. Consiste en el manejo de las aguas residuales y pluviales por redes independientes, en donde, cada alcantarillado cuenta con su sistema de captación y red de tuberías, transportadas hasta sus respectivas zonas de descarga (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017). Evitando mezclar las aguas residuales provenientes de viviendas con las aguas de escorrentía.

Sistema de alcantarillado mixto. En este sistema se abarcan los dos anteriores tipos de alcantarillados, en donde el sistema de alcantarillado combinado y alcantarillado separado pasa por un mismo lugar, pero cada una por su respectiva tubería. Por consiguiente, es la composición del sistema de alcantarillado separado y combinado, los cuales se localizan en una misma zona con un área (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017).

El alcantarillado mixto requiere de la elaboración de una zanja para los dos sistemas, reduciendo el trabajo en la implementación de los alcantarillados.

Aguas pluviales. Son aquellas aguas provenientes de la lluvia, en donde, las precipitaciones descargan gran cantidad de agua sobre el suelo, una fracción de estas aguas son drenadas de manera natural o por Nota.

Por consiguiente, las aguas pluviales se pueden depositar en lagos, ríos o caños de manera natural o por un sistema de alcantarillado.

Agua residual: aquella que se origina desde los dispositivos sanitarios de instalaciones residenciales, comerciales, industriales e institucionales. En esta definición también entrarían a contar los residuos líquidos industriales.

Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS - 2000

Según (BOODER, 2015) La RAS 2000 es un reglamento técnico que establece las disposiciones que deben cumplir de forma obligatoria, las obras, equipos y procedimientos operativos que se lleguen a utilizar en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo que se lleven a cabo en todo el territorio nacional, esta normatividad busca garantizar la calidad de los servicios en todos los niveles.

El Servicio público domiciliario de alcantarillado se define como la recolección municipal de residuos, principalmente líquidos, por medio de tuberías y conductos, éste se compone por una serie de tuberías y obras complementarias, necesarias para recolectar y evacuar las aguas residuales de una población y la escorrentía superficial producida por la lluvia, los cuales deben cumplir de forma obligatoria con las disposiciones que señale el RAS 2000, para el caso de Reventones se tomará lo consignado en el Título D - Sistemas de recolección y evaluación de aguas residuales domésticas y pluviales.

título D - Sistemas de recolección y evaluación de aguas residuales domésticas y pluviales, el cual remite en alguno de sus apartes a numerales del título A- Aspectos generales de sistemas de agua potable y saneamiento básico, título B- Sistemas de acueducto y el título E- Tratamiento de aguas residuales. (BOODER, 2015).

## MARCO GEOGRÁFICO

El trabajo de grado se localiza en el municipio de Tocaima Cundinamarca, se encuentra localizado en las coordenadas geográficas: Latitud: 4.45903 Longitud: -74.634 Latitud: 4° 27' 33" Norte Longitud: 74° 38' 2" Oeste, en el barrio san Fernando 4.45567884, - 74.64214801.

Según (wikipedia, s.f.) Tocaima, oficialmente Hidalga y Noble Villa de San Dionisio de los Caballeros de Tocaima, es un municipio colombiano del departamento de Cundinamarca ubicado en la Provincia del Alto Magdalena. Se encuentra a 113 km al suroeste de Bogotá, y a una altitud de 400 m s. n. m. La temperatura media anual es de 27 °C. Es denominada "Ciudad Salud de Colombia", debido a las propiedades terapéuticas de sus aguas y fangos azufrados, empleados desde tiempos prehispánicos.

### Organización territorial

Según (wikipedia, s.f.) La extensión territorial total del municipio es de 24.692 ha.<sup>7</sup>

El área urbana tiene 280 ha y se compone de veinte barrios: Alfonso López, Ariete, Obrero, Camellón del Río/Cuesta, Catarnica, Centro, Consolata, Danubio, El Carmelo, El progreso, Kennedy, La Pola, Los Panches, Lutaima, San Isidro, San Jacinto, Santa Lucía, Tierra Grata, Zaragoza, El Cruce.

En el área rural tiene 24.412 ha y se divide en 37 veredas, así: Alto de la Viga, Armenia, Asomadero, Capotes, Catarnica, Cerro de la Mata, Chimbilá, Copó, Corinto, El Recreo, Guacaná, Isná Alta, Isna Baja, La Acuatá, La Cajita, La Colorada, La Gloria, La Teté, Las Mercedes, Malberto, Morro Azul, Nueva Zelandia, Palacios, Portillo, Pubenza Alta, Pubenza Baja, Salada Alta, Salada Baja, San Carlos, San Pablo, Santa Rosa, Santo Domingo, Soletó, Vásquez, Verdal, Vilá y Zelandia. (wikipedia, s.f.)



*Ilustración 1 Localización de Tocaima en Colombia FUENTE: wikipedia*



*Ilustración 2 Localización de Tocaima en Cundinamarca FUENTE: wikipedia*





## **ESTADO DEL ARTE**

NACIONALES.

(VILLA, 2015) En su trabajo de investigación titulado "PROYECTO DE DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL ACUEDUCTO COMUNITARIO SANTIAGO LONDOÑO, EN EL MUNICIPIO DE DOSQUEBRADAS RISARALDA." tiene como objetivo dar el diagnóstico técnico de la infraestructura de captación, tratamiento y distribución del sistema del acueducto Santiago Londoño en el municipio de Dosquebradas, Risaralda-Colombia.

En el acueducto comunitario Santiago Londoño del sector Frayles en Dosquebradas no existe un diagnóstico técnico de estudios de infraestructura y calidad de agua; situación que dificulta la formulación de planes de acción y mejoramiento, para la generación de nuevos recursos administrativos en las juntas de acción comunal. Los problemas de calidad del agua están relacionados principalmente con la baja capacidad técnica de los sistemas de tratamiento algunos no cuentan con la infraestructura necesaria para potabilización del agua captada y que por tanto suministran agua contaminada, como lo es el caso del acueducto comunitario Santiago Londoño. El agua contaminada puede producir efectos muy negativos, ya que provoca enfermedades humanas y hasta la muerte. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), nada menos que 4 millones de niños mueren al año como consecuencia de enfermedades diarreicas debidas a infecciones transmitidas por el agua. Las bacterias más frecuentes en las aguas contaminadas son coliformes que se encuentran en las heces humanas. La escorrentía superficial que contribuye de forma significativa al alto nivel de agentes patógenos en las masas de agua superficiales. (VILLA, 2015)

(BOODER, 2015) En su tesis titulada “EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA RED DE SANEAMIENTO BÁSICO SANITARIO DEL CENTRO POBLADO DE REVENTONES MUNICIPIO DE ANOLAIMA DE ACUERDO CON LOS CRITERIOS DEL RAS 2000” tiene como objetivo Elaborar un diagnóstico en el que se detalle la configuración de la red de saneamiento básico del centro poblado de Reventones y determinar su cumplimiento de acuerdo con parámetros establecidos en el título E y D del Reglamento Técnico de Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS 2000, proporcionando las recomendaciones necesarias para el mejoramiento y cumplimiento de dicha norma y entregar al municipio un estudio previo guía que se podrá utilizar como soporte para que

la Alcaldía gestione y desarrolle futuros proyectos para la actualización y perfeccionamiento de la red de saneamiento básico de alcantarillado del centro poblado de Reventones. (BOODER, 2015)

Padilla, Mayra (2015) En su tesis titulada “Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y Pluvial del corregimiento de la Mesa - Cesar” en la UNIVERSIDAD DE LA SALLE, BOGOTA, tiene como objetivo principal diseñar el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial para el corregimiento de la Mesa en el departamento del Cesar, su tipo de investigación fue investigación acción, que aborda los análisis sobre las prácticas sociales y se fundamentan en una metodología inductiva, y concluye que se realizó por un método convencional en la cual contempla todas las normativas vigentes a partir de los parámetros planteados por el reglamento de agua potable y saneamiento básico, asignándole a esta alcantarilla pluvial una disposición final de los residuos evacuados por las redes, se podrá hacer a una laguna de oxidación cercana a la población (PADILLA, 2015).

Diseño de la red de alcantarillado del barrio centro poblado paso ancho situado en el municipio de Zipaquirá.

El barrio Centro Poblado Pasoancho posee actualmente alcantarillado sanitario y pluvial para un sector del mismo. Las nuevas construcciones que en general son casas de uno o dos pisos se conectan a esta red lo que lleva al sistema existente a no poder abastecer de este servicio a estas construcciones que se han realizado. Con un diseño ya antiguo que no puede cumplir con la capacidad que ya requiere el barrio en la actualidad y sumado a las

bajas pendientes del terreno, se generan estancamientos de residuos y una mala evacuación de las aguas residuales de la población. Este acaparamiento ha generado que el último colector (emisario final) se colmate y tenga derramamiento, trayendo consigo problemas de salubridad en la zona. El objetivo principal de este trabajo es Aportar diseños para las redes de alcantarillado de aguas servidas y pluviales así poder ofrecer una mejor calidad de vida de la población del barrio Centro Poblado Pasoancho (Cordoba) (PAEZ, 2013).

Optimización del sistema de alcantarillado pluvial de la carrera doce entre las calles sexta y primera en el municipio de Chía-Cundinamarca, diseñando un tanque de tormenta, con el fin de minimizar inundaciones.

Este trabajo tuvo como propósito buscar y resolver la propuesta plantea para minimizar las inundaciones en la carrera doce del municipio de Chía, departamento de Cundinamarca.

Los aportes que se realizaron están fundamentados sobre unos diseños de optimización de alcantarillado pluvial y un tanque de tormentas, el cual se realizó sobre una metodología académica para la consecución de los objetivos propuestos. De igual forma, realizan una descripción de la zona de estudio y sus respectivas problemáticas anteriormente, así como también se tuvo en cuenta el acceso a los datos de las estaciones hidrometeoro lógicas de Guanatá y Santo Tomás, llevando a cabo los diseños definitivos con la estación Guanatá, esta información se suministro gracias al IDEAM y LA CAR. Para la formulación de la propuesta ellos plantearon una metodología expuesta en cinco fases con las que se desarrollarán los objetivos planteados, las cuales consistieron en visitas a la zona de

estudio, efectuar la hidrología, la realización de un diseño de alcantarillado pluvial y un tanque de tormentas, correlacionado con la topografía suministrada (L. Baquero, 2018)

(CORREDOR, 2016) En su tesis titulada " ESTUDIO Y DIAGNOSTICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL PROCESO DE

DENSIFICACION DE UN SECTOR DEL CENTRO DE BOGOTA" Este documento consta de un análisis del sistema de alcantarillado para un proceso de densificación que se está generando en el centro de Bogotá. Así como también un análisis hidráulico del comportamiento de las tuberías frente a una precipitación y a un aporte mayor de caudal.

"En el año 2000, en el POT correspondiente, no se plantearon procedimientos ni mecanismos para reglamentar la renovación de la ciudad. Ese es el objetivo del Decreto 562 del 2015, que responde a las necesidades de una ciudad que venía renovándose sin controlar densidades ni alturas, sin generar espacio público ni ampliar redes de servicios públicos. El 72 % de las licencias en Bogotá corresponden a procesos que avanzan tumbando casas de 2 pisos para construir edificios de 9 a 15 pisos."

Para el diagnóstico de la red de alcantarillado, se tiene en cuenta los tiempos de lluvias de esta zona. La Empresa de Acueducto, Alcantarillado y aseo de Bogotá (EAAB), proporciono las planchas de la red de alcantarillado pluvial y sanitario de la zona a trabajar, con el fin de realizar el modelo de la red implementando el programa EPA SWMM (Storm Water Management Model), con el fin de dar a conocer si con estos nuevos aportes se presentan mayores inundaciones. (CORREDOR, 2016)

(JIMÉNEZ, 2014) En su tesis titulada " Diagnóstico del sistema de alcantarillado pluvial del tramo de ruta nacional 228 en Cartago." Este proyecto, consiste en plantear un diagnóstico de alcantarillado pluvial. Las áreas de estudio abarcadas, corresponden a la topografía, hidrología e

hidráulica. Fue necesario, el uso de programas computacionales, levantamiento de información de campo, bibliografía relacionada con la estimación de caudal, diseño hidráulico y plan de mantenimiento periódico.

El objetivo, es reducir los problemas de inundación que se dan en los alrededores de la ruta, por medio de un diagnóstico que incluya algunas propuestas de puntos de desfogue pluvial, que descarguen el caudal que satura el sistema actual de alcantarillado con un respectivo plan de mantenimiento periódico. Se usó material bibliográfico como referencia, software computacional, herramientas de medición en campo y se aplicó el método científico.

El resultado del proyecto, es un diagnóstico del sistema de alcantarillado con una configuración de puntos de desfogue, que descargan el sistema de tuberías actual, que incluye un nuevo diseño de alcantarillado pluvial, para reducir inundaciones en épocas de lluvias y un plan de mantenimiento periódico. (JIMÉNEZ, 2014)

(ORTIZ, 2018) En su tesis titulada "DIAGNÓSTICO FUNCIONAL AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE SOATÁ BOYACÁ" La elaboración del presente diagnóstico permitirá obtener un documento técnico con las correspondientes recomendaciones para el municipio y así iniciar los correctivos necesarios para minimizar el impacto en el sistema a mediano y largo plazo, así como también reducir los riesgos en la salud de sus habitantes y turistas. El documento contendrá los resultados obtenidos mediante la aplicación de las normas vigentes, estos servirán como fuente de consulta para determinar la gravedad y necesidad de las obras de mejora o de mantenimiento de acuerdo a las consideraciones del municipio de Soatá. (ORTIZ, 2018)

(BUITRAGO, 2020) En su tesis titulada " CONCEPTO TÉCNICO Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA LAS REDES DE ALCANTARILLADO DE AGUAS PLUVIALES DEL CONDOMINIO SANTANA EN LOS MULTIFAMILIARES G Y H " En el presente informe se indica el trabajo realizado del análisis sistemático de literatura, el cual se realizó en el Condominio Santana en la ciudad de Villavicencio – Meta, en el segundo trimestre del año 2019 y parte del primer trimestre del año 2020.

Se apoyó con la empresa de Acueducto y Alcantarillado de la ciudad de Villavicencio en la parte de los informes, planos y topografía del condominio, para poder ver el diagnostico real de los diseños del alcantarillado pluvial con la supervisión del Ingeniero y especialista en aguas Camilo Hernández, más específicamente en las actividades constructivas del alcantarillado pluvial y sanitario. Este sistema a diseñar está compuesto por una serie de tramos de tuberías y obras complementarias como pozos de inspección y sumideros, siendo muy necesarias tanto para recibir y como para evacuar las aguas residuales de la comunidad y la escorrentía superficial producida por la lluvia.

En este analisis se realizó en alianza y en el marco del convenio de con la Universidad Cooperativa de Colombia (UCC) y el Municipio de Villavicencio. La razón principal para optar por esta modalidad de grado es la adquisición de conocimientos prácticos además de los teóricos aprendidos en la universidad. En este documento se presenta el diseño de las redes de alcantarillado sanitario y pluvial del proyecto urbanístico Condominio Santana en el municipio de Villavicencio, determinando dotación y caudal de diseño para cada uno de los colectores y de esta manera obtener un diámetro acorde para el sistema de recolección de aguas residuales

(BUITRAGO, 2020)

(MURILLO, 2017) En su Propuesta de trabajo de grado titulada "DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE ALCANTARILLADO DE LA CALLE 40 DE LA CIUDAD DE GIRARDOT" tiene como objetivo Diagnosticar el desempeño de la red de alcantarillado, existente en el tramo de la calle 40 de la ciudad de Girardot, en su proceso de saneamiento urbano, con la finalidad de indagar y recomendar alternativas de optimización sobre su comportamiento a mediano plazo.

(MONSALVE, 2017) En su Propuesta de trabajo de grado titulada " DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE REDES Y EVALUACIÓN TÉCNICOECONOMICA DE LAS ALTERNATIVAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE ANAPOIMA." tiene como objetivo Determinar la factibilidad para la optimización del sistema de acueducto del Municipio de Anapoima, con base en el diagnóstico del suministro actual de agua potable y la evaluación técnica y económica de las alternativas de abastecimiento planteadas que permitan mejorar las condiciones de suministro actuales y satisfacer el déficit actual.

## INTERNACIONALES

(CIRIACO, 2013) En su tesis titulada " "DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO SANGAL, DISTRITO LA ENCAÑADA, CAJAMARCA" El objetivo de esta investigación fue determinar el estado del sistema de agua potable del caserío Sangal, distrito de La Encañada, provincia de Cajamarca, este caserío consta de 1 00 familias. De las cuales 50 familias tienen acceso al servicio y 50 familias no lo tienen. La toma 'de los datos se realizó entre los meses de enero y marzo del 2013, mediante visitas de campo hacia al caserío de Sangal, el procedimiento que se utilizo fue basado en el principio del SIRAS para el diagnóstico, la toma de datos se realizó mediante encuestas a la Junta Directiva y a los usuarios para medir la gestión comunal y direngial,



como también la Operación y mantenimiento del sistema de agua, a su vez un recorrido a toda la infraestructura del sistema para determinar el estado de cada componente. De lo cual se obtuvo los siguientes puntajes para cada variable; el estado del sistema 3.25, para la gestión comunal y direccional 3.48 y para la Operación y Mantenimiento 3.50. De lo cual se determinó el estado del sistema de agua del caserío hallando el índice de sostenibilidad encontrando resultado de 3.37 puntos, por lo que llegamos a la conclusión que el estado del sistema está regular en proceso de deterioro. (CIRIACO, 2013)

(Eduardo Andrés Elao Baidal, 2019) En su tesis titulada "DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ESCUELA DE INFANTERÍA AÉREA (EIA) DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL" El proyecto integrador tiene lugar en la Escuela de Infantería Aérea de la ciudad de Guayaquil, la cual presenta inconvenientes en el funcionamiento de su sistema de alcantarillado sanitario, debido a los colapsos que se producen en los pozos de inspección de la red, los que a su vez provocan malos olores. Estos problemas se agudizan en temporada invernal, más aún cuando las altas precipitaciones coinciden con el incremento del nivel de agua del Río Daule, ubicado junto a la misma. Se planea evaluar las condiciones en las que se encuentra la red, para así poder emitir un diagnóstico adecuado acerca de la situación actual, y finalmente proponer una solución viable en cuanto a condiciones presupuestarias y ambientales. Se han contemplado dos posibles soluciones. La primera es diseñar una red de alcantarillado sanitario completamente nueva, mientras que la segunda es rediseñar la que actualmente existe en la base. Mediante el Análisis a fondo de la situación actual, se podrá establecer la solución más apropiada. (Eduardo Andrés Elao Baidal, 2019)

(Flores, 2011) En su tesis titulada "Diseño del Alcantarillado Sanitario y Pluvial y Tratamiento de Aguas Servidas de la Urbanización San Emilio" La presente tesis tiene como propósito el contribuir al saneamiento básico de la Urbanización San Emilio, ubicada en el Valle de los Chillos, provincia de Pichincha. Este proyecto incluye el estudio, diseño, cálculos, presupuesto general y planos donde se detalla la obra civil. El plan de Saneamiento Básico permite determinar las alternativas para la identificación y solución de los problemas de higiene en las comunidades, promoviendo un manejo adecuado de agua y una disposición correcta de los residuos sólidos y excretos. (Flores, 2011)

## METODOLOGÍA

Todo el proyecto está enfocado en la metodología desarrollado por el PMI (Project Management Institute), “instituto en dirección de proyectos” por ello es necesario desarrollar una serie de actividades que cuya especificación corresponden a:

- Recopilación de requisitos a partir de todas las fuentes que estén involucradas directa o indirectamente en el proyecto, con el objetivo de identificar lecciones aprendidas que permitan desarrollar el proyecto con eficiencia y eficacia, es decir, cumplir a cabalidad con el tiempo, costo y alcance preestablecido.
- La recopilación de requisitos se llevó a cabo con el objetivo de identificar las necesidades y los requerimientos que los interesados tienen sobre el proyecto, para de esta manera definir cuál va a ser el alcance real y definir a los interesados que va a contener el proyecto.
- La recopilación de información se llevó a cabo mediante la utilización de datos históricos que puedan ser aplicados en el proyecto impidiendo que se materialicen los mismos riesgos en este mismo y el trabajo de campo que permita a partir de otros enfoques y aspectos que no se han identificado por el grupo.
- La aplicación metódica del cálculo del diseño hidráulico de la red de alcantarillado se efectuó con el fin de suplir la necesidad que se encuentre con la recolección de datos.

Además también se utiliza la App hcanales la cual funciona como lo afirma, (Pardo, s.f.)

HCANALES es un programa que nos facilita el diseño de canales y estructuras hidráulicas, ya que es fácil e intuitivo su uso.

El sistema permite resolver los problemas más frecuentes que se presentan en el diseño de canales y estructuras hidráulicas, los cuales son:

- Calcular el Tirante Normal
- Calcular el Tirante Crítico
- Calcular el Resalto Hidráulico
- Calcular la Curva de Remanso

Calcular el caudal que transporta un canal construido para las secciones transversales artificiales de uso común, como son:

- Sección triangular
- sección rectangular
- sección trapezoidal
- sección parabólica
- sección circular

La solución a estos problemas requiere de cálculos mediante el uso de métodos numéricos, como:

- Método de Newton-Raphson
- Método de la secante
- Método de la secante modificada

- Integración gráfica
- Interpolación de Lagrange
- Algoritmo de Romberg

Hcanales es un software que permite diseñar canales, el programa fue desarrollado por el Ing. peruano Máximo Villón Béjar, profesor e investigador de la Escuela de Ingeniería Agrícola del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC).

(Pardo, s.f.) "HCANALES representa una contribución de la Escuela de Ingeniería Agrícola al diseño de canales y estructuras hidráulicas, es importante porque:

Proporciona una herramienta novedosa y fácil de utilizar para el ingeniero civil, ingeniero agrícola, ingeniero agrónomo y otros especialistas que trabajen en el campo del diseño de canales y estructuras hidráulicas.

Permite simplificar los cálculos laboriosos.

Permite simular el diseño de canales, variando cualquier parámetro hidráulico

como:

- Diferentes condiciones de rugosidad, pendiente, forma, y dimensiones del canal.
- Reduce enormemente el tiempo de cálculo.
- Permite obtener un diseño óptimo." (Pardo, s.f.)



Ilustración 4 inicio programa hcanales FUENTE: ingeciv

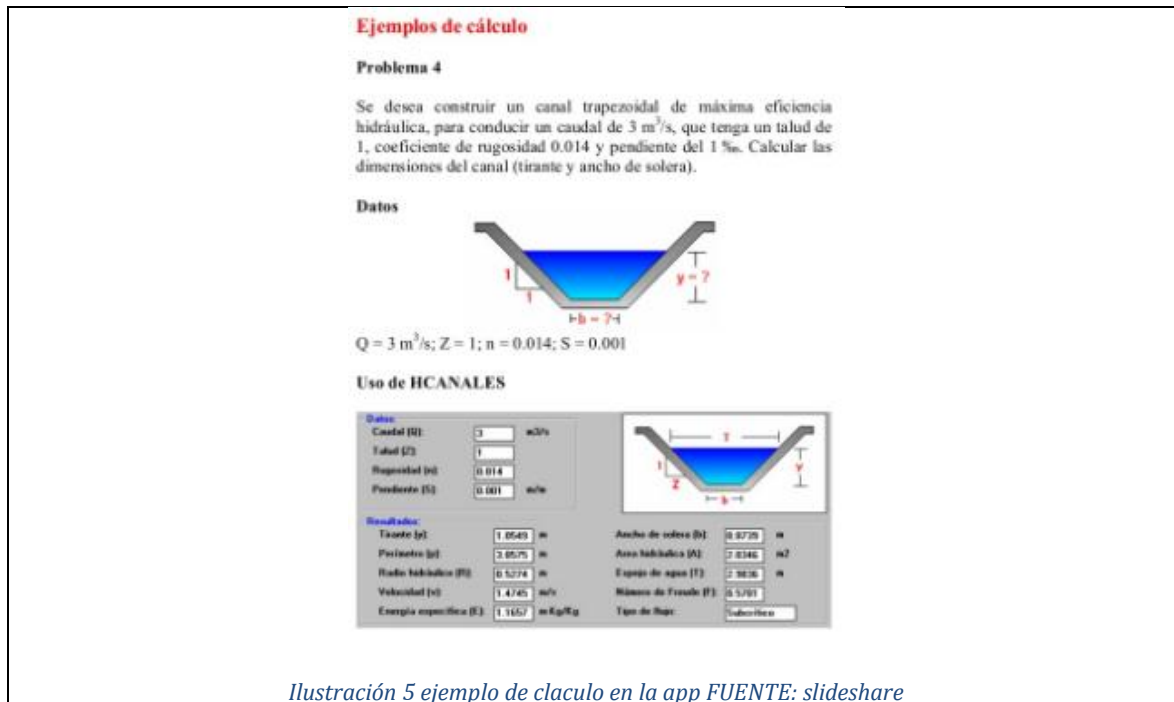


Ilustración 5 ejemplo de claculo en la app FUENTE: slideshare

## RESULTADOS

Se identificó que la red existente es la adecuada para suplir el caudal de agua residual del Municipio de Tocaima-Cundinamarca, ya que por medio del cálculo de diseño del alcantarillado se logró evidenciar que es necesario un diámetro de tubería de 18 pulgadas ya que según su proyección de población para el año 2045 la cual sería 22077 realizada por el método geométrico, manejara un caudal de 218 Lps.

El sistema a pesar que fue diseñado de 24 pulgadas para captar las aguas lluvias en el momento de la tormenta máxima, este tramo del alcantarillado colapsa por que se pasa el caudal de diseño por lo cual se propone recolectar inicialmente esas aguas en un canal de escorrentías de aguas lluvias a cielo abierto

Se puede evidenciar que al sur del terminal de trasportes las aguas de drenaje occidental son entregadas a un canal no revestido paralelo a una vía urbana en donde se evidencia que en la sección en donde se está trabajando este proyecto resulta ser una alcantarillado combinado en donde se recoge el agua pluvial recibida por el canal no revestido y esto genera los rebosamientos. Los habitantes de estas viviendas señalan desbordamientos del canal.

Se realizó el cálculo de escorrentía por el método racional, la cual es un modelo empírico simple que se usa para el diseño de sistemas de recolección de aguas lluvias en donde se generó un caudal de 2,502 m<sup>3</sup>/s.

$$Q_p = C i A \quad Q_p = 0.278 C i A$$

El caudal encontrado lo utilizamos para diseñar un canal rectangular por medio de la aplicación gratuita con el nombre de HCANALES en donde obtuvimos una serie de resultados como:

Tirante normal (y): 1,45 m

Área hidráulica (A): 1,45 m<sup>2</sup>

Espejo de agua (T): 1 m

Numero de fraude (f): 0,3652

Tipo de flujo: Subcritico

Perímetro (P): 3,9027 m

Radio hidráulico (R): 0,3719 m

Velocidad (v): 1,3780 m/s

Energía específica (E): 1,5489 mkg/kg

En esta investigación se analizaron los sitios en donde se generan problemas de rebosamiento, y donde la sección no cumple con el requerimiento de caudal. Se debe recordar que esta última condición fue determinada con la estimación de un caudal de diseño.

Otra causa identificada está relacionada con el crecimiento urbano que ha reflejado en mayor cantidad de superficies de concreto, asfaltos, techos, parqueos y demás superficies con coeficientes de escorrentía mayores que obligan al agua a escurrir de forma más rápida, resultando en mayores volúmenes de agua en poco tiempo.



### **Análisis y discusión de los resultados**

Descargamos datos de la estación meteorológica en donde se evidencio que en el municipio de Tocaima se encontraban 5 estaciones de las cuales Valencia hda código 21200930 suspendida, Accto Tocaima codigo21200920 y Pubenza código 21205190 se hallaron suspendidas, las dos restantesTocaima código 21208900 y Victoria la código 21206400están activas dando las dos el mismo resultado que es un máximo de precipitación de 110, esto fue calculado en un periodo de 10 años.

A partir de estos resultados se logra dar una solución viable y además económica para lograr mitigar y ayudar a dicha población afectada, se sugiere ampliar y revestir el canal de la sección de alcantarillado, con esto se lograría dar solución a esta problemática.

Además también se requiere jornadas de limpieza en dicho sitio ya que esto también ayuda a que el flujo del agua sea normal y esto mitigaría los rebosamientos que presenta.

## CONCLUSIONES

Para concluir, la solución más viable y además económica ante esta problemática es ampliar y revestir el canal que se encuentra en la parte lateral de la sección del alcantarillado, ya que según los datos obtenidos con el diseño hidráulico realizado se evidencia que rediseñando este caudal captaría el agua pluvial para así separar el alcantarillado en esta zona, con esto se eliminara el rebosamiento y la retención de aguas que se estaban generando en esta comunidad.

De acuerdo al análisis hecho para los modelos con los aportes de lluvias se puede concluir y recomendar la separación de los alcantarillados, es decir construir un canal que transporte solo las aguas lluvias y que el alcantarillado existente transporte las aguas residuales ya que el análisis arroja datos muy positivos del alcantarillado con solo el manejo de aguas residuales.

Por cuestiones de la pandemia no fue posible realizar algunas actividades mencionadas en nuestra propuesta principal, ya que en lo más posible se evitó el contacto con la comunidad, no existe plano del alcantarillado en los archivos de la alcaldía y INGEAGUAS.

### **RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar el canal ya antes mencionado con las características expuestas, para solucionar la problemática de esta comunidad.

Se debe realizar jornadas de limpieza ya que en la visita ocular realizada se evidenciaron muchos elementos que obstruían algunas de las alcantarillas, así como en el canal.

Intervenir de forma urgente el sistema de alcantarillado actual, ya sea implementando la propuesta planteada.

En la intervención que la municipalidad haga al sistema de alcantarillado, Se recomienda que considere cumplir con las estipulaciones del reglamento de construcción y diseño extendido. Pues como se vio anteriormente, el sistema existente no cumplía con algunas de las disposiciones.

Además se recomienda dar pronta solución a dicho alcantarillado ya que por esta problemática se ve afectada la comunidad y por el agua posada de aumenta la cantidad de mosquitos.

### Bibliografía

- alcaldia tocaima. (20 de 10 de 2020). <http://www.tocaima-cundinamarca.gov.co/documentos/formulacion-del-eot>. Obtenido de <http://www.tocaima-cundinamarca.gov.co/documentos/formulacion-del-eot>
- BOODER, L. M. (2015). <https://repository.udistrital.edu.co/>. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/4985/Su%E1rezLozanoKatherinShirley2015.pdf?sequence=1>
- BUITRAGO, C. A. (2020). Obtenido de [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/20131/2/2020\\_trabajo\\_%20de%20grado\\_%20Santana%20repositorio.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/20131/2/2020_trabajo_%20de%20grado_%20Santana%20repositorio.pdf)
- CIRIACO, J. S. (04 de 2013). Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/672/T%20628.162%20Q8%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CORREDOR, L. F. (2016). *repositorio universidad catolica de colombia*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/8314/4/TRABAJO%20DE%20GRADO%20LUISA%20RAMIREZ.pdf>
- Eduardo Andrés Elao Baidal, R. E. (10 de 12 de 2019). Obtenido de URI: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/48552>
- Flores, S. A. (15 de 10 de 2011). Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/147381981.pdf>
- INGEAGUA. (25 de 10 de 2020). <http://www.ingeagua-sas-esp.com/Acueducto/>.
- JIMÉNEZ, J. P. (20 de 03 de 2014). Obtenido de [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6737/Diagnostico\\_sistema\\_alcantarillado\\_pluvial.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6737/Diagnostico_sistema_alcantarillado_pluvial.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- L. Baquero, A. y. (01 de 12 de 2018). *REPOSITORY*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22380/1/ARTICULO%20CIENTIFICO%20DE%20LA%20TESIS.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2017). *Resolucion 0330*. Colombia: MINVIVIENDA.
- MONSALVE, J. P. (2017). Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/143468558.pdf>
- montiel, J. L. (2007). Obtenido de <https://repositorio.unisucre.edu.co/jspui/bitstream/001/328/2/T628.15%20M791.pdf>

*municipio de colombia*. (s.f.). Obtenido de <https://www.municipio.com.co/municipio-tocaima.html#>

MURILLO, C. A. (2017). Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5756/moreno%20nelson%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ORTIZ, E. T. (02 de 05 de 2018). Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/18027/1/Proyecto%20Di%3%A1gnostico%20Alcantarillado%20Soat%3%A1.pdf>

PADILLA, M. (2015). DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DEL CORREGIMIENTO DE LA MESA-CESAR. *UNIVERSIDAD DE LA SALLE*.

PAEZ, A. E. (2013). *REPOSITORY*. Obtenido de [https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1118/2/Dise%3%B1o\\_red\\_alcantarillado\\_barrio\\_Centro\\_Poblado\\_Pasoancho\\_Zipaquir%3%A1.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1118/2/Dise%3%B1o_red_alcantarillado_barrio_Centro_Poblado_Pasoancho_Zipaquir%3%A1.pdf)

Pardo, I. C. (s.f.). Obtenido de <https://sites.google.com/site/hcanales2016utmach/introduccion>

Real Academia de la Lengua Española. (s.f.). *Real Academia Española*. Recuperado el 28 de 10 de 2020, de <https://dle.rae.es/alcantarillado?m=form>

Universidad Santo Tomas. (s.f.). *soda*. Recuperado el 2020, de <http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/carlosriveros-acueductosyacantarillados-3/generalidades.html>

VILLA, D. C. (2015). Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17134/PROYECTO%20DE%20DIAGN%3%93STICO%20T%3%89CNICO%20DEL%20ACUEDUCTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

*wikipedia*. (s.f.). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Tocaima>

ANEXOS

CALCULO DE AGUAS PLUVIALES DEL CANA RECTANGULAR EXISTENTE

The image shows a software application window titled 'Calculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular'. It is divided into several sections:

- Inputs:**
  - Lugar: TOCAIMA
  - Tramo: AMO FINAL SAN FERNANDO
  - Proyecto: RED DE ALCANTARILLADO
  - Revestimiento: (empty)
  - Datos:
    - Caudal (Q): 2.502 m<sup>3</sup>/s
    - Ancho de solera (b): 1 m
    - Talud (Z): 0
    - Rugosidad (n): 0.013
    - Pendiente (S): 0.0012 m/m
- Results:**
  - Tirante normal (y): 1.4514 m
  - Perímetro (p): 3.9027 m
  - Área hidráulica (A): 1.4514 m<sup>2</sup>
  - Radio hidráulico (R): 0.3719 m
  - Espejo de agua (T): 1.0000 m
  - Velocidad (v): 1.3780 m/s
  - Número de Froude (F): 0.3652
  - Energía específica (E): 1.5462 m-Kg/Kg
  - Tipo de flujo: Subcrítico
- Spreadsheet:**

Superficie	Area(Ha)	C	C <sub>1</sub> A <sub>1</sub>
AREA AFERENTE	10,79	0,90	9,711
<b>TOTAL</b>			
Caudal diseño	2,502		

Formula:  $Q = 2.78 \times C \times i \times A$

Ilustración 6 CAUDAL DE AGUAS PLUVIALES FUENTE: AUTOR PROPIO

AREA AFERENTE

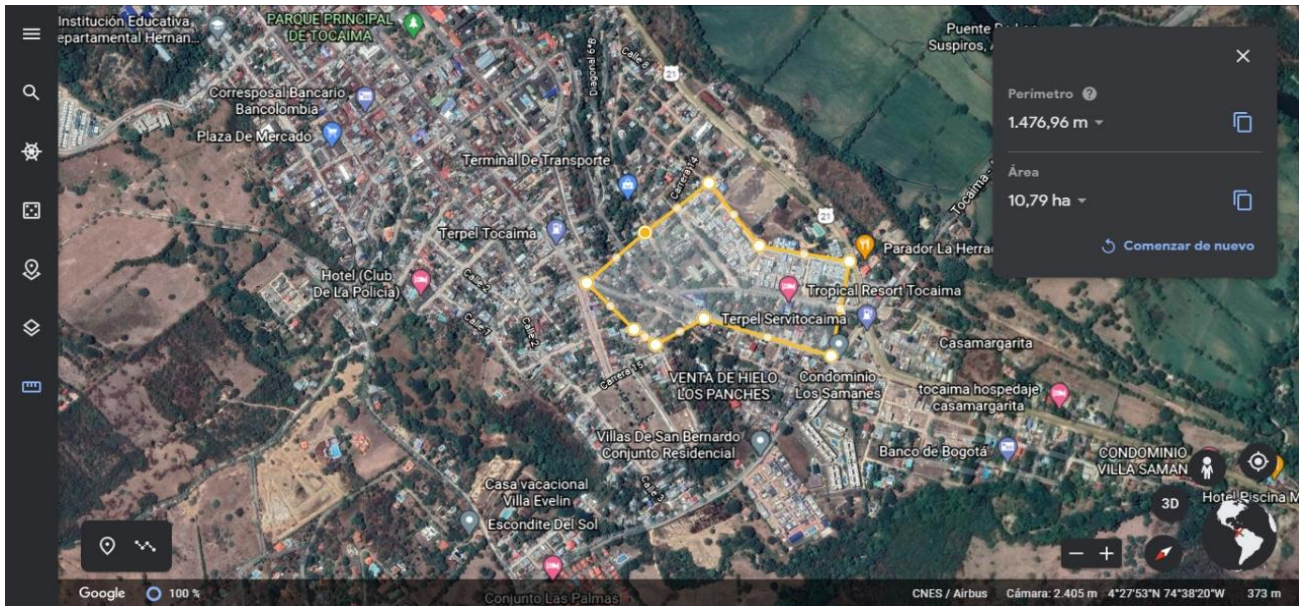


Ilustración 7 AREA AFERENTE FUENTE: <https://earth.google.com/web/search/TI/@4.4579007,-74.64068032,375.84067602a,2029.40297224d>





### DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

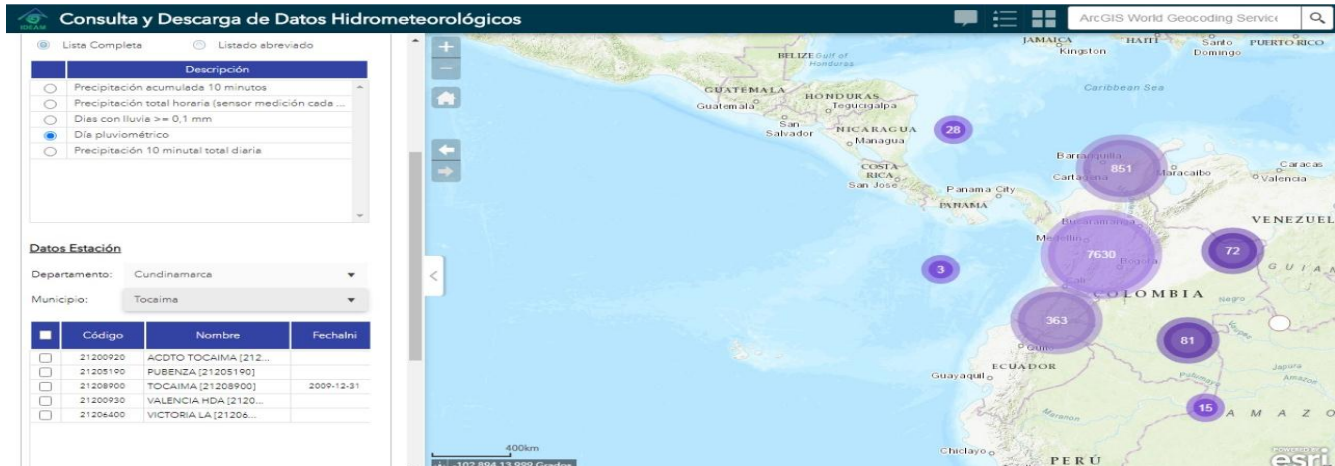


Ilustración 9 ESTACIONES PLUVIALES FUENTE: <http://www.ideam.gov.co/>

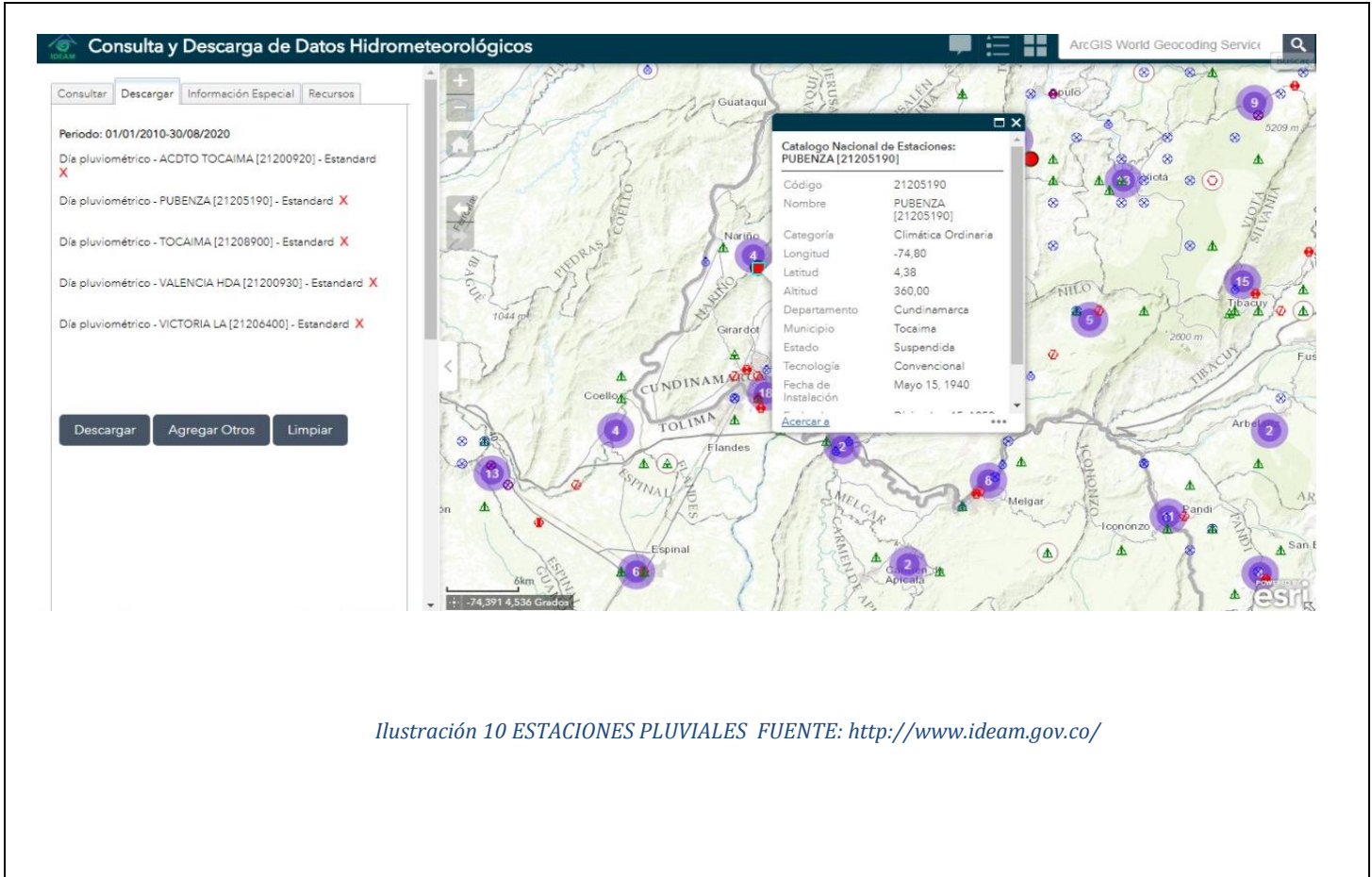


Ilustración 10 ESTACIONES PLUVIALES FUENTE: <http://www.ideam.gov.co/>

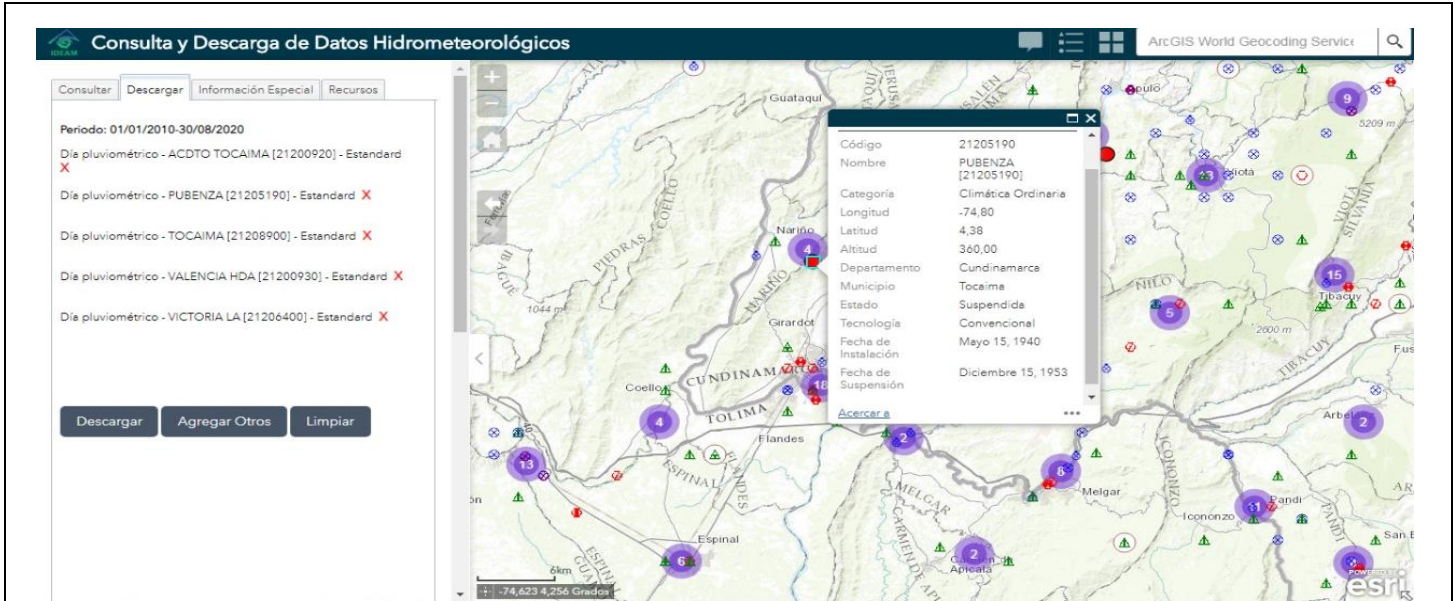


Ilustración 11 ESTACIONES PLUVIALES FUENTE: <http://www.ideam.gov.co/>

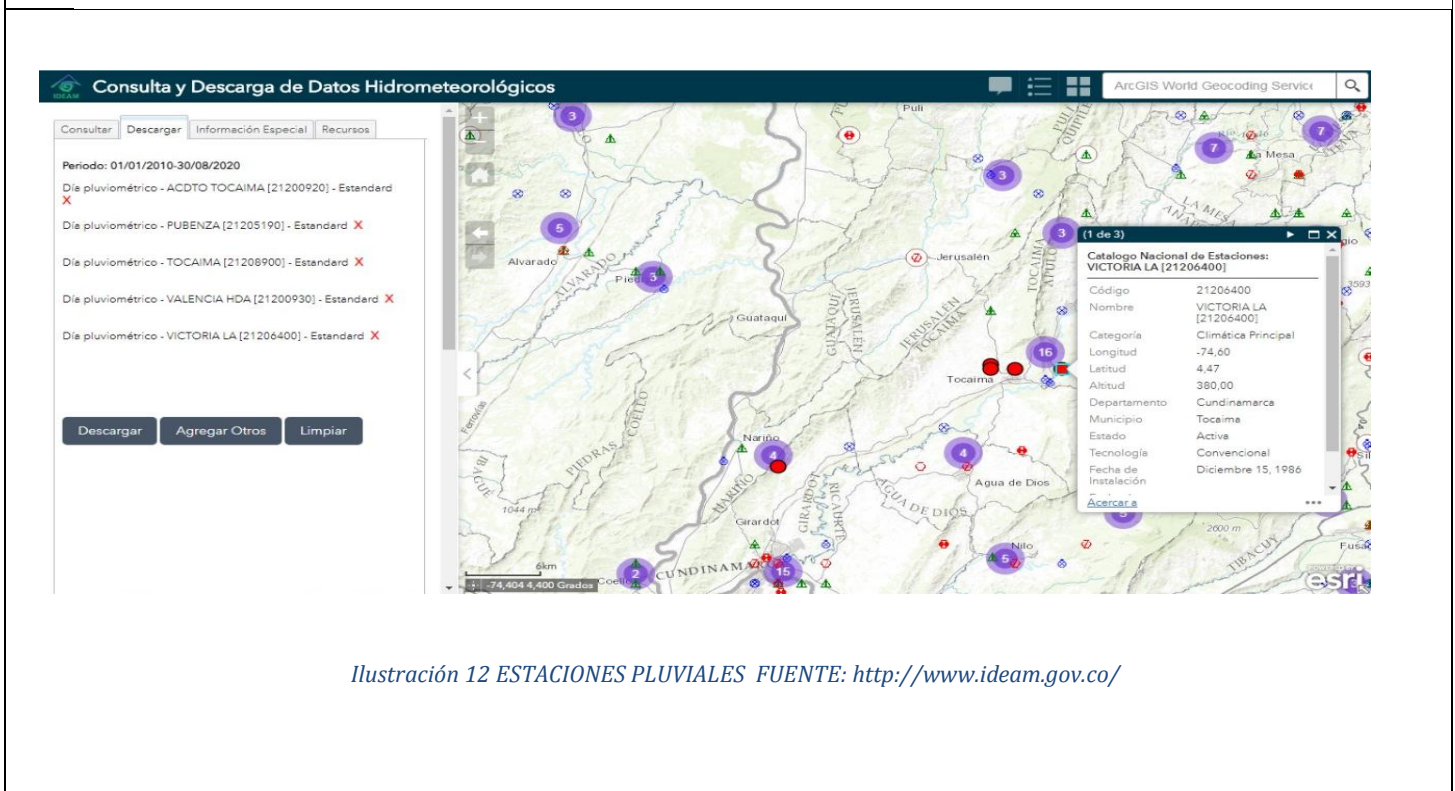


Ilustración 12 ESTACIONES PLUVIALES FUENTE: <http://www.ideam.gov.co/>

**ANEXOS DE LA VISITA REALIZADA AL SITIO DE ESTUDIO**



*Ilustración 13 CANAL A CIELO ABIERTO FUENTE AUTOR PROPIA*



*Ilustración 14 CANAL A CIELO ABIERTO FUENTE AUTOR PROPIA*



*Ilustración 15 ESTADO DEL TRAMO FINAL DE LA RED DE ALCANTARILLADO FUENTE: AUTOR PROPIO*



*Ilustración 16 Ilustración 10 ESTADO DEL TRAMO FINAL DE LA RED DE ALCANTARILLADO FUENTE: AUTOR PROPIO*



*Ilustración 17 Ilustración 10 ESTADO DEL TRAMO FINAL DE LA RED DE ALCANTARILLADO FUENTE: AUTOR PROPIO*



*Ilustración 18 DIAMETRO NOMINAL TUBERIA DOMESTICA FUENTE: AUTOR PROPIO*



*Ilustración 19 DIAGNOSTICO VISUAL POZO DE INSPECCION FUENTE: AUTOR PROPIO*



*Ilustración 20 INSPECCION DEL SUMIDERO FINAL FUENTE: AUTOR PROPIO*



*Ilustración 21 ESTADO DE LA RED DE ALCANTARILLADO  
FUENTE: AUTOR PROPIO*



*Ilustración 22 DIAGNOSTICO VISUAL DEL SUMIDERO FINAL  
FUENTE: AUTOR PROPIO*



*Ilustración 23 MEDIDAS DEL DIAMETRO NOMINAL DE LA  
TUBERIA FUENTE: AUTOR PROPIO*



*Ilustración 24 MEDIDAS DEL DIAMETRO NOMINAL DE LA  
TUBERIA FUENTE: AUTOR PROPIO*



*Ilustración 25 INSPECCION VISUAL SUMIDERO  
FUENTE: AUTOR PROPIO*



*Ilustración 26 MEDIDA DIAMETROS  
NOMINALES DE LA RED FUENTE: AUTOR  
PROPIO*



*Ilustración 27 INSPECCION DE LA RED DE  
ALCANTARILLADO FUENTE PROPIA*



*Ilustración 28 INSPECCION SOBRE LOS  
MATERIALES PRESENTES FUENTE: AUTOR  
PROPIA*

