

ESTUDIO DESCRIPTIVO SOBRE LA SITUACIÓN EXISTENTE DE LOS
SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DE AGUAS LLUVIAS EN LA
CABECERA MUNICIPAL DE ALBÁN (CUNDINAMARCA)

JULIAN JESUS BARRETO OSORIO

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
BOGOTA D.C.
2015

ESTUDIO DESCRIPTIVO SOBRE LA SITUACIÓN EXISTENTE DE LOS
SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DE AGUAS LLUVIAS EN LA
CABECERA MUNICIPAL DE ALBÁN (CUNDINAMARCA).

JULIAN JESUS BARRETO OSORIO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Asesor Disciplinario:

Ing. Miguel Hernández Virviescas

Asesor Metodológico:

Lic. Bibiana Carolina Gómez Salgado

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
BOGOTA D.C.
2015

ESTUDIO DESCRIPTIVO SOBRE LA SITUACIÓN EXISTENTE DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DE AGUAS LLUVIAS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE ALBÁN (CUNDINAMARCA).

LINEA DE INVESTIGACION

Desarrollo de la ingeniería civil para ámbitos urbanos.

SUB-LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Ingeniería de los recursos hídricos en y para ámbitos urbanos.

SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN:

Servicios básicos y complementarios en la cuenca del Río negro.

ASESOR DISCIPLINAR:

ASESOR METODOLÓGICO:

BOGOTÁ D.C., AÑO 2015

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
2. JUSTIFICACIÓN	4
3. OBJETIVOS	6
3.1. OBJETIVO GENERAL	6
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
4. ANTECEDENTES	7
5. MARCO REFERENCIAL	8
5.1. MARCO CONCEPTUAL	8
5.1.1. TIPOS DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO:.....	8
5.1.1.1 SISTEMAS CONVENCIONALES:	8
5.1.1.2 SISTEMAS NO CONVENCIONALES:	9
5.2. MARCO GEOGRAFICO	12
5.2.1. LOCALIZACIÓN.....	12
5.2.2. VÍAS DE ACCESO.....	13
5.2.3. DIVISIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA.	14
5.2.4. HIDROGRAFÍA Y CLIMAS	17
5.3. MARCO DEMOGRÁFICO	18
5.3.1. ANALISIS DE POBLACION.....	18
5.4. METODOS DE PROYECCION DE POBLACION	20
5.5. MARCO JURIDICO.....	22
5.5.1 LEY 9 DE 1.979:	22
5.5.2 RESOLUCIÓN 2320 DE 2009 PARA LA NORMA R.A.S. 2.000:.....	23
5.5.3 DECRETO 1575 DE 2.007:	23
5.5.4 RESOLUCIÓN 2115 DE 2.007:	24
6. METODOLOGÍA.....	25
6.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	25

6.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	25
6.3.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	25
7.	RESULTADOS	27
7.1.	PROYECCIÓN DE LA POBLACION.....	27
7.2.	DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	28
7.3.	CARACTERISTICAS DEL SERVICIO.	35
7.4.	CALIDAD Y COBERTURA DEL SERVICIO.	36
7.5.	DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA.....	40
8.	CONCLUSIONES.....	41
9.	RECOMENDACIONES	42
12.	BIBLIOGRAFIA.....	44

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estadística Poblacional Municipio de Albán (Cundinamarca).	18
Tabla 2. Distribución Poblacional.....	19
Tabla 3. Proyecciones de Población casco urbano del municipio.....	27
Tabla 4. Resumen de alcantarillado Descarga 1.	28
Tabla 5. Resumen de alcantarillado Descarga 2.	30
Tabla 6. Resumen de alcantarillado Descarga 3.	30
Tabla 7. Resumen de alcantarillado (Descarga ALL).....	31
Tabla 8. Inventario de la Red de Alcantarillado.....	31
Tabla 8. Alcantarillado Respecto a número de usuarios del municipio.	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de Alcantarillado convencional.	9
Figura 2. Esquema de Alcantarillado no convencional.	10
Figura 3. Esquema de Alcantarillado no convencional in situ.	11
Figura 4. Localización del Municipio.	13
Figura 5. Vías de Acceso al Municipio.	14
Figura 6. Casco Urbano de Albán Cundinamarca.....	15
Figura 7. División Político-Administrativa.....	16
Figura 8. Censos Poblacionales Urbanos del Municipio de Albán (Cund.)	18
Figura 9. Distribución Poblacional del Municipio de Albán (Cundinamarca).....	19
Figura 10. Tubería por tipo de sistema.	32
Figura 11. Tubería por tipo de material.	32
Figura 12. Cunetas de aguas lluvias.....	33
Figura 13. Pozos y puntos de descarga.....	34

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1. Mapa Hídrico del Municipio de Albán Cundinamarca (Plano 1/2).

Anexo 2. Plano Red de Alcantarillado Existente (Plano 2/2).

GLOSARIO¹

Aguas lluvias: Aguas provenientes de la precipitación pluvial.

Aguas residuales: Desecho líquido provenientes de residencias, edificios, instituciones, fábricas o industrias.

Aguas residuales domésticas: Desechos líquidos provenientes de la actividad doméstica en residencias, edificios e instituciones.

Aguas residuales industriales: Desechos líquidos provenientes de las actividades industriales.

Aguas de infiltración: Agua proveniente del subsuelo, indeseable para el sistema separado y que penetra en el alcantarillado.

Alcantarillado: Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales o de las aguas lluvias.

Alcantarillado de aguas combinadas: Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte, tanto de las aguas residuales como de las aguas lluvias.

Alcantarillado de aguas lluvias: Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de aguas lluvias.

Alcantarillado de aguas residuales: Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de las aguas residuales domésticas y/o industriales.

Alcantarillado separado: Sistema constituido por un alcantarillado de aguas residuales y otro de aguas lluvias que recolectan en forma independiente en un mismo sector.

Aliviadero: Estructura diseñada en colectores combinados, con el propósito de separar los caudales que exceden la capacidad del sistema y conducirlos a un sistema de drenaje de agua lluvia.

Área tributaria: Superficie que drena hacia un tramo o punto determinado.

¹Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, RAS 2000. Definiciones, D.1.2. Título D. Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales y Pluviales. Bogotá D.C., Pág. 9

Caja de inspección domiciliaria: Cámara localizada en el límite de la red pública de alcantarillado y la privada, que recoge las aguas residuales, lluvias o combinadas provenientes de un inmueble.

Cámara de caída: Estructura utilizada para dar continuidad al flujo cuando una tubería llega a una altura considerable respecto de la tubería de salida.

Caja de paso: Cámara sin acceso, localizada en puntos singulares por necesidad constructiva.

Canal: Cauce artificial, revestido o no, que se construye para conducir las aguas lluvias hasta su entrega final en un cauce natural.

Cañuela: Parte interior inferior de una estructura de conexión o pozo de inspección, cuya forma orienta el flujo.

Colector principal o matriz: Conducto cerrado circular, semicircular, rectangular, entre otros, sin conexiones domiciliarias directas que recibe los caudales de los tramos secundarios, siguiendo líneas directas de evacuación de un determinado sector.

Conexión domiciliaria: Tubería que transporta las aguas residuales y/o las aguas lluvias desde la caja domiciliar hasta un colector secundario. Generalmente son de 150 mm de diámetro para vivienda unifamiliar.

Conexiones erradas: Contribución adicional de caudal debido al aporte de aguas pluviales en la red de aguas sanitarias y viceversa.

Cota de batea: Nivel del punto más bajo de la sección transversal interna de una tubería o colector.

Cota de clave: Nivel del punto más alto de la sección transversal externa de una tubería o colector.

Cuneta: Canal de sección triangular ubicado entre el sardinel y la calzada de una calle, destinado a conducir las aguas lluvias hacia los sumideros.

Cuerpo receptor: Cualquier masa de agua natural o de suelo que recibe la descarga del afluente final.

Diámetro: Diámetro interno real de conductos circulares.

Emisario final: Colectores cerrados que llevan parte o la totalidad de las aguas lluvias, sanitarias o combinadas de una localidad hasta el sitio de vertimiento o a las plantas de tratamiento de aguas residuales. En caso de aguas lluvias pueden ser colectores a cielo abierto.

Estructura de conexión o estructura-pozo: Estructura construida para la unión de uno o más colectores, con el fin de permitir cambios de alineamiento horizontal y vertical en el sistema de alcantarillado, entre otros propósitos.

Estructuras de disipación de energía: Estructuras construidas para disipar la energía del flujo.

Estructuras de entrega: Estructuras utilizadas para evitar daños e inestabilidad en el cuerpo de agua receptor de aguas lluvias o residuales.

Estación de bombeo de aguas residuales: Componente de un sistema de alcantarillado sanitario o combinado utilizado para evacuar por bombeo las aguas residuales de las zonas bajas de una población. Lo anterior puede también lograrse con estaciones elevadoras de aguas residuales. Una definición similar es aplicable a estaciones de bombeo de aguas lluvias.

Plan maestro de alcantarillado: Plan de ordenamiento del sistema de alcantarillado de una localidad para un horizonte de planeamiento dado.

Población servida: Número de habitantes que son servidos por un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales.

Pozo o cámara de inspección: Estructura de ladrillo o concreto, de forma usualmente cilíndrica, que remata generalmente en su parte superior en forma tronco-cónica, y con tapa removible para permitir la ventilación, el acceso y el mantenimiento de los colectores.

Precipitación: Cantidad de agua lluvia caída en una superficie durante un tiempo determinado.

Profundidad del colector: Diferencia de nivel entre la superficie del terreno o la rasante de la calle y la cota clave del colector.

Red local de alcantarillado: Conjunto de tuberías y canales que conforman el sistema de evacuación de las aguas residuales, pluviales o combinadas de una comunidad, y al cual desembocan las acometidas del alcantarillado de los inmuebles.

Red pública de alcantarillado: Conjunto de colectores domiciliarios y matrices que conforman el sistema de alcantarillado.

Red secundaria de alcantarillado: Conjunto de colectores que reciben contribuciones de aguas domiciliarias en cualquier punto a lo largo de su longitud.

Sumidero: Estructura diseñada y construida para cumplir con el propósito de captar las aguas de escorrentía que corren por las cunetas de las calzadas de las vías para entregarlas a las estructuras de conexión o pozos de inspección de los alcantarillados combinados o de lluvias.

Tramo Colector: comprendido entre dos estructuras de conexión.

Tramos iniciales: Tramos de colectores domiciliarios que dan comienzo al sistema de alcantarillado.

Tubo o tubería: Conducto prefabricado, o construido en sitio, de concreto, concreto reforzado, plástico, poliuretano de alta densidad, asbesto-cemento, hierro fundido, gres vitrificado, PVC, plástico con refuerzo de fibra de vidrio, u otro material cuya tecnología y proceso de fabricación cumplan con las normas técnicas correspondientes. Por lo general su sección es circular.

RESUMEN

El estudio descriptivo sobre la situación existente de los sistemas de alcantarillado sanitario y de aguas lluvias en la cabecera municipal de Albán (Cundinamarca).

Se recopiló información mediante entrevistas a los funcionarios de la oficina de servicios públicos, registros fotográficos y trabajo de campo en las que se inspeccionó la infraestructura actual con el fin de determinar fallas.

Con base en la información suministrada y en la obtenida mediante el trabajo de campo se obtiene el diagnóstico del sistema y se procede a dar recomendaciones para mejorar el estado actual de las estructuras.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo muestra la investigación realizada sobre el estado actual del sistema de alcantarillado tanto residual y/o sanitario como alcantarillado de aguas lluvias o pluvial en el municipio de Albán(Cundinamarca), ubicado en la Cuenca del Río Negro, con el objeto de determinar las condiciones actuales del sistema.

La metodología empleada inició con la recolección de información en la gobernación de Cundinamarca, en la oficina de servicios públicos del municipio de Albán (Cundinamarca) y el Esquema de Ordenamiento Territorial. Posteriormente se realizó visitas de campo a las fuentes receptoras y a cada una de las unidades que componen el sistema de alcantarillado tanto sanitario como de aguas lluvias; con el fin de ilustrar las unidades del sistema con sus respectivas medidas, se obtuvo información por medio de comunicación directa con el encargado de la operación de los sistemas inherentes al sistema de aguas lluvias y de alcantarillado sanitario en el municipio de Albán (Cundinamarca).

En la investigación se realiza un análisis con el fin de detectar las fallas que presenta el sistema de alcantarillado y brindar a la entidad de servicios públicos elementos que sirvan para su mejoramiento.

El alcance de la investigación es el informe descriptivo y las recomendaciones necesarias para que se preste en el municipio de Albán (Cundinamarca), un servicio de calidad a los habitantes.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La crisis del agua, el manejo adecuado de la disposición de aguas residuales y pluviales, es un tema que va a afectar a todos, pero la mayoría de la gente no sabe mucho al respecto, según indicadores. Por esta razón, en el marco institucional de gobierno de nuestro país, entidades como la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) integra de forma dinámica todas las normas, documentos y demás información relacionada con los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo público.²

De otro modo, una gran parte de los municipios de Colombia no cuentan con un buen sistema de alcantarillado que permita el desarrollo adecuado de la comunidad del sector. Así mismo, la escasa cobertura de los servicios públicos domiciliarios básicos y complementarios, que en algunos casos es nula; además, el mal estado de las tuberías del sistema de alcantarillado tanto pluvial (aguas lluvias), como el sistema de alcantarillado sanitario, el manejo inadecuado o ausente en la recolección, el tratamiento y la disposición de aguas residuales y pluviales; son factores causantes de la contaminación de los recursos hídricos, el aire y el suelo, generando un deterioro en el nivel y la calidad de vida de los seres humanos.³

La problemática planteada en la presente investigación, abarca y afecta a pobladores de los municipios de Colombia, en este caso el casco urbano perteneciente al municipio de Albán (Cundinamarca); En donde, se cuenta como condición principal con un sistema combinado en la mayor parte de su región, y un pequeño sector cuenta con un sistema independiente de aguas lluvias y residuales, que cubre aproximadamente el 85% del casco urbano. Para el impacto ambiental de los sistemas de alcantarillado residual y de aguas lluvias del municipio de Albán (Cundinamarca); se debe tener en cuenta que dichos sistemas de Alcantarillado en el municipio en estudio, cuentan con tres (3) descargas a fuentes naturales, las cuales se encuentran sin ningún tipo de tratamiento.

²SUPERINTENDENCIA DELEGADA PARA ACUEDUCTOS, ALCANTARILLADO Y ASEO. Informes de la calidad del agua en Colombia. Resultados año 2010. Bogotá D.C., p. 1.

³COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO (CRA). Normatividad del sector de agua potable y saneamiento básico, Bogotá D.C. República de Colombia. FEBRERO 02 de 2012. p. Decretos.

Cabe anotar, en el municipio de Albán (Cundinamarca), según lo estipula el documento Sector Acueducto y Alcantarillado, Aseo y Saneamiento Básico del 2008 de la Oficina de Servicios Públicos del municipio, se devela que a pesar de que se tiene una cobertura en el casco urbano de casi el 90%; el sistema ha sido construido desde hace más de 25 años, los pozos se encuentra en mal estado o tapados con pavimento; según información de sus habitantes: Las aguas residuales no son sometidas a ningún tratamiento antes de ser vertidas en las quebradas o vaguadas⁴. Por tanto, es necesario conocer más a fondo la forma en que este municipio está llevando a cabo la recolección, transporte y vertimiento de las aguas residuales y de las lluvias, con el fin de proponer recomendaciones que satisfagan las necesidades futuras de la población.

Por consiguiente, se busca describir y analizar la situación existente, cobertura y calidad para el manejo adecuado de la disposición de aguas residuales y pluviales en el sector de estudio; así mismo, dar respuesta a la pregunta de investigación: *¿Cuál es la situación existente de los sistemas de alcantarillado sanitario y de aguas lluvias en la cabecera Municipal de Albán Cundinamarca?*

⁴MUNICIPIO DE ALBÁN CUNDINAMARCA. Oficina de Servicios Públicos [Artículo de Internet] Sector Acueducto Y Alcantarillado Aseo Y Saneamiento Básico[2008]<http://alban-cundinamarca.gov.co/apc-afiles/64653363336362623366653263366561/Servicios_Publicos.pdf>

2. JUSTIFICACIÓN

Los municipios de Colombia no cuentan con sistemas de Alcantarillado pluvial y Sanitario adecuados, que permitan el desarrollo sostenible y saludable de sus ciudadanos; además, de la falta de cobertura total o parcial en las poblaciones, el deterioro de las tuberías de las redes, el manejo inadecuado o ausente en la recolección, el tratamiento y la disposición de aguas residuales y pluviales, entre otros factores, causa la contaminación de los recursos hídricos, el aire y el suelo, lo que al fin de cuentas origina un desmejoramiento en el nivel de vida de los seres humanos.

El municipio de Albán cuenta con un sistema combinado en la mayor parte del municipio, y un pequeño sector cuenta con un sistema independiente de aguas lluvias y residuales, que cubre solo aproximadamente el 85% del casco urbano, según lo describe la oficina de servicios públicos; por lo tanto, se concibe que el municipio posee una deficiencia en el servicio notable, ya que se deberá en un plazo no superior a los 25 años (como la Normatividad RAS 2000 lo estipula), la construcción de un sistema combinado superior, o muy seguramente promover el diseño y construcción de un alcantarillado residual sanitario independiente a un sistema de alcantarillado pluvial o de aguas lluvias.

De otro modo, en consecuencia al manejo inapropiado en la administración de servicios públicos en muchos municipios de Colombia, ya que en muchos casos no se cuenta con un servicio de saneamiento básico adecuado o en otros casos es insuficiente, en lo que hace referencia a los servicios complementarios; se genera una gran preocupación por las entidades gubernamentales, ya que día a día el impacto en la salud pública de los Colombianos se desarrolla en el marco que abarca al Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico en Colombia.⁵ Por consiguiente, el gobierno nacional a través de sus entidades competentes como la Corporación Autónoma Regional CAR, Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, entre otros; estos entes territoriales, prestan la atención prioritaria a las necesidades básicas y/o complementarias insatisfechas en materia de servicios públicos domiciliarios inherentes al sistema de alcantarillado pluvial (aguas lluvias) y sanitario.

En este sentido además, al realizar este trabajo de grado desde el semillero: *Estudio de los servicios básicos y complementarios en las poblaciones de la cuenca del Río Negro (Cundinamarca)*, se está procurando cumplir con la labor social que nos

⁵COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO (CRA). Regulación integral del sector de agua potable y saneamiento básico en Colombia. Bogotá D.C., Normativa Año 2012.

pertenece a los Ingenieros Civiles para con la comunidad. Además, se debe mencionar que esta investigación hace parte de un proyecto macro regional que estudia descriptivamente el estado actual de los servicios básicos de los diferentes municipios que conforman la cuenca del Rio Negro y que pretendió dar lineamientos básicos para el mejoramiento de los servicios en la región.

Debido, a que los resultados de esta investigación pueden servir de apoyo para elaborar futuros proyectos de ampliación y/o construcción de nuevas redes de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales; y así mismo, proponer un plan de acción y de socialización que mitigue la problemática planteada en la comunidad perteneciente al municipio de Albán (Cundinamarca) y se brinde una calidad y cobertura adecuada inherentes a la prestación de los servicios públicos domiciliarios que hacen referencia a los sistemas de alcantarillados y saneamiento de agua básico.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Describir las características técnicas existentes de los sistemas de alcantarillado de aguas residuales y de aguas lluvias en la cabecera municipal de Albán (Cundinamarca).

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los tipos de alcantarillado existentes y las condiciones físicas de cada uno de los componentes de los sistemas de recolección de aguas residuales y de aguas lluvias en el municipio de Albán Cundinamarca.
- Conocer, a través de encuestas la concepción de los usuarios en cuanto a cobertura, calidad y eficiencia de cada sistema.
- Analizar la forma como se vierten las aguas residuales en su disposición final y las condiciones del cuerpo receptor.

4. ANTECEDENTES

Es conocido públicamente que en varios municipios de Cundinamarca, las redes de los servicios públicos adolecen de deficiencias en cuanto la funcionalidad y deterioro por la falta de mantenimiento preventivo y por la edad que hoy tienen esas redes, ya que en muchos casos han sido construidas hace más de treinta años.

De tal manera, se han tomado como base para esta investigación algunos proyectos que tienen la misma línea temática, presentados como tesis de pregrado en la facultad de ingeniería civil de la Universidad La Gran Colombia.

En el año 2005, Buitrago, realizó el “*diagnóstico del sistema de redes de acueducto y alcantarillado del municipio de Ricaurte Cundinamarca*”⁶, concluyendo con un estudio donde se describe el estado y la capacidad de las redes de alcantarillado sanitario y de aguas lluvias, Así mismo, basados en el catastro del municipio se realiza una modelación con el fin de detectar los tramos del sistema donde se presenta deficiencia.

En el año 2009, Romo, realizo el “*estudio descriptivo sobre la situación existente del sistema general del alcantarillado en la cabecera municipal de pacho Cundinamarca*”⁷ donde se indica que el modo de transporte de las aguas residuales es por gravedad puesto que las condiciones topográficas lo favorecen, hace una descripción sobre la empresa de servicios públicos y los operarios de la planta de tratamiento de aguas, lo cual hace ver que se cuenta con un personal idóneo para realizar los análisis físico-químicos; sin embargo, el municipio presenta deficiencias en cuanto a las estructuras que componen el sistema, debido al deterioro por la falta de mantenimiento preventivo.

En el año 2010, Valencia, realizo el “*Estudio descriptivo sobre las situación existente del sistema general de acueducto en la cabecera municipal de guayabal de Siquima – Cundinamarca*”⁸ en el que se describe el deterioro de las estructuras que componen el sistema del acueducto debido a los deslizamientos que se presentan en esta zona; de igual manera se hace ver que la cobertura del sistema es del cien por ciento, pero la calidad del agua no cumple con los parámetros establecidos en la resolución 2115 de 2007, pues no hay planta de potabilización o no funciona correctamente.

⁶ BUITRAGO ÁLZATE, Omar Giovanny. Trabajo de Grado Ingeniero Civil. Universidad Piloto de Colombia. Facultad de Ingeniería, 2005.

⁷ROMO TORO, Darío Fernando. Trabajo de grado ingeniero civil. Bogotá D.C. Universidad La Gran Colombia. Facultad de Ingeniería Civil, 2009.

⁸VALENCIA ALBA, Manuel Fabián. Trabajo de grado ingeniero civil. Bogotá D.C. Universidad La Gran Colombia. Facultad de Ingeniería Civil, 2010.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. MARCO CONCEPTUAL

Los sistemas de alcantarillado son sistemas de recolección, conducción y disposición de las aguas producto de la actividad humana, estas pueden ser de origen doméstico, industrial e institucional. La finalidad del sistema es proporcionar y procurar unas condiciones óptimas de salubridad, de tal modo que se proteja la salud de todos los ciudadanos, evitando que las enfermedades que originan este tipo de aguas se esparzan y se conviertan en un problema de salud pública⁹.

5.1.1. TIPOS DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO:

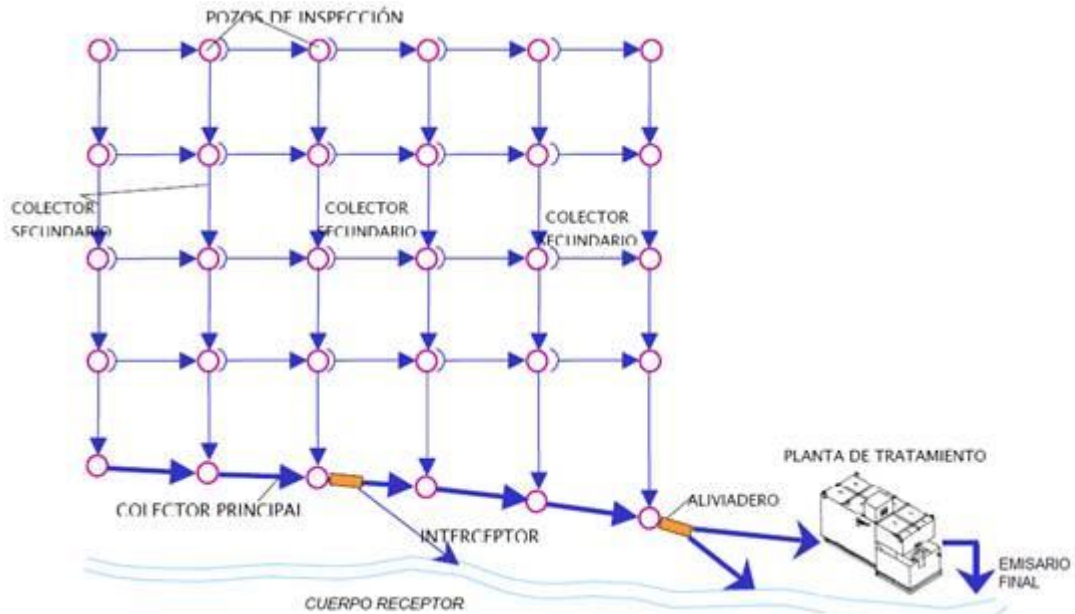
Los sistemas de alcantarillado según su concepción y construcción se pueden clasificar como:

5.1.1.1 SISTEMAS CONVENCIONALES:

Los alcantarillados convencionales son los sistemas tradicionales utilizados para la recolección y transporte de aguas residuales o lluvias hasta los sitios de disposición final. Los tipos de sistemas convencionales son el alcantarillado combinado y el alcantarillado separado. En el primero, tanto las aguas residuales como las pluviales son recolectadas y transportadas por el mismo sistema, mientras que en el tipo separado se hace mediante sistemas independientes; es decir, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial funcionando más eficientemente.

⁹COLOMBIA MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Sistema de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y pluviales: Sistemas existentes. Santafé de Bogotá: El Ministerio. 2000. 13 p.

Figura 1. Esquema de Alcantarillado convencional.



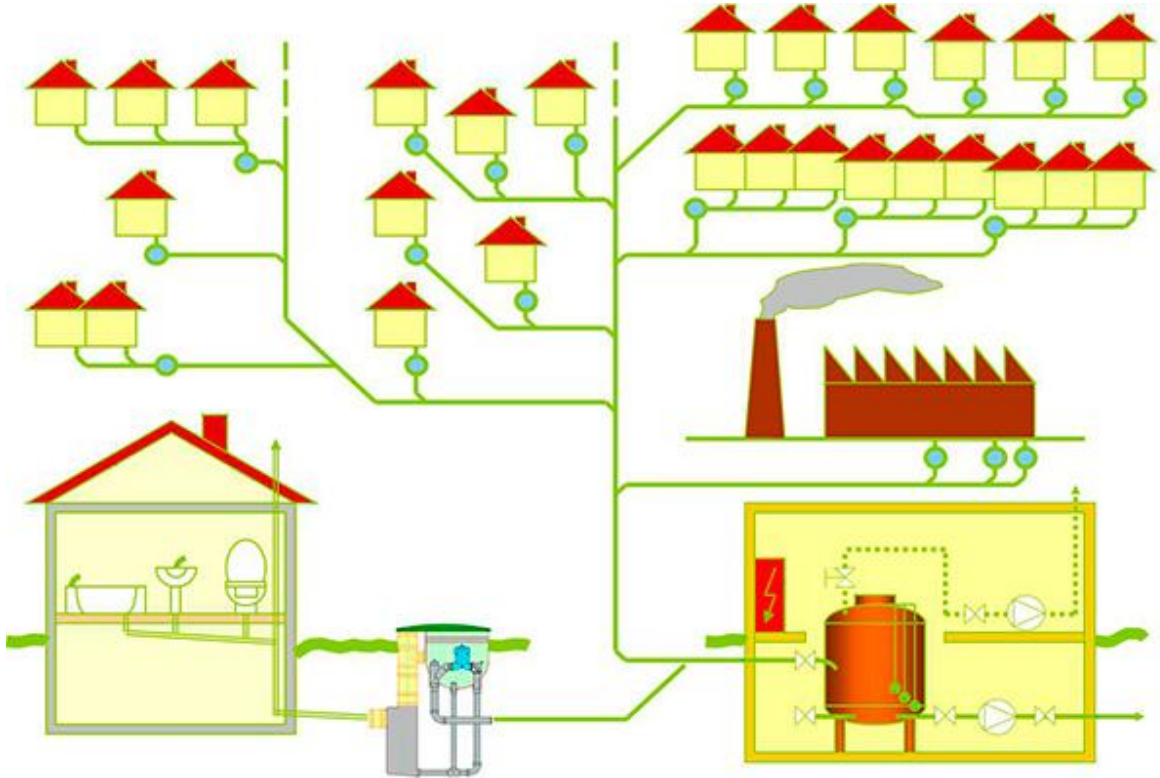
Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos93/vertimientos/vertimientos.shtml>

El anterior esquema nos muestra un alcantarillado combinado, que hace parte de un sistema convencional, el cual lleva sus aguas a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

5.1.1.2 SISTEMAS NO CONVENCIONALES:

Debido a que los alcantarillados convencionales usualmente son sistemas de saneamiento costosos, especialmente para localidades con baja capacidad económica, en las últimas décadas se han propuesto sistemas de menor costo, alternativos al alcantarillado convencional sanitario, basados en consideraciones de diseño adicionales y en una mejor tecnología disponible para su operación y mantenimiento. Dentro de estos sistemas alternativos están los denominados alcantarillados simplificados, los alcantarillados condominiales y los alcantarillados sin arrastre de sólidos. Los sistemas no convencionales pueden constituir alternativas de saneamiento cuando, partiendo de sistemas insitu se incrementa la densidad de población.

Figura 2. Esquema de Alcantarillado no convencional.



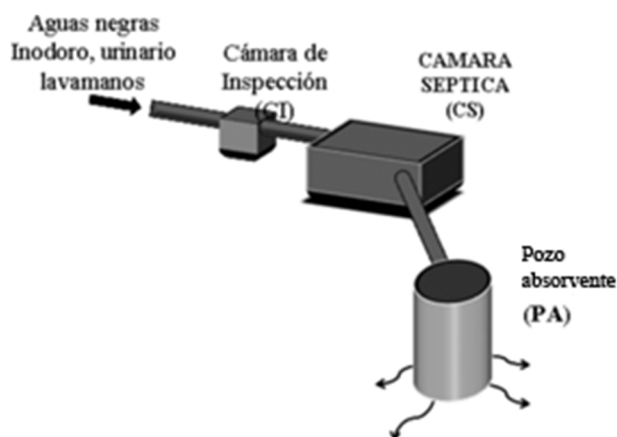
Fuente: <http://www.cleanwater-uft.com/es/soluciones/saneamiento>

El esquema anterior muestra un sistema de saneamiento por vacío, que consiste en la recolección de las aguas a través de un sistema convencional, pero no es llevado a una PTAR, si no que esos desechos son depositados en un tanque sellado, llamado Diger, el cual se encarga de hacer la descomposición de la MO (materia Orgánica), éste sistema es muy ecológico, puesto que sus desechos sólidos son reutilizados para abono, y los gases se utilizan para generar energía.

- Los alcantarillados simplificados funcionan esencialmente como un alcantarillado sanitario convencional pero teniendo en cuenta para su diseño y construcción consideraciones que permiten reducir el diámetro de los colectores tales como la disponibilidad de mejores equipos para su mantenimiento, que permiten reducir el número de pozos de inspección o sustituir por estructuras más económicas.

- Los alcantarillados sin arrastre de sólidos son sistemas en los que el agua residual de una o más viviendas es descargada a un tanque interceptor de sólidos donde éstos se retienen y degradan, produciendo un efluente sin sólidos sedimentables que es transportado por gravedad en un sistema de colectores de diámetros reducidos y poco profundo. En los literales E.3.3 y E.3.4 del Reglamento Técnico Del Sector De Agua Potable Y Saneamiento Básico RAS– 2000se presentan los elementos para la concepción y diseño de estos tanques. Sirven para uso doméstico en pequeñas comunidades o poblados y su funcionamiento depende de la operación adecuada de los tanques interceptores y del control al uso indebido de los colectores. Desde el punto de vista ambiental pueden tener un costo y un impacto mucho más reducido.
- Por otra parte, existen sistemas basados en la disposición in situ de las aguas residuales como las letrinas y tanques, pozos sépticos y campos de riego, los cuales son sistemas de muy bajo costo y pueden ser apropiados en áreas suburbanas con baja densidad de población y con adecuadas características del subsuelo. En el tiempo, estos sistemas deben considerarse como sistemas transitorios a sistemas no convencionales o convencionales de recolección, transporte y disposición, en la medida en que el uso de la tierra tienda a ser urbano. En el capítulo E.3 del Título E del Reglamento Técnico Del Sector De Agua Potable Y Saneamiento Básico RAS-2000se establecen los criterios de diseño de este tipo de sistemas.

Figura 3. Esquema de Alcantarillado no convencional in situ.



Fuente: <http://www.revistasbolivianas.org.bo>

5.2. MARCO GEOGRAFICO

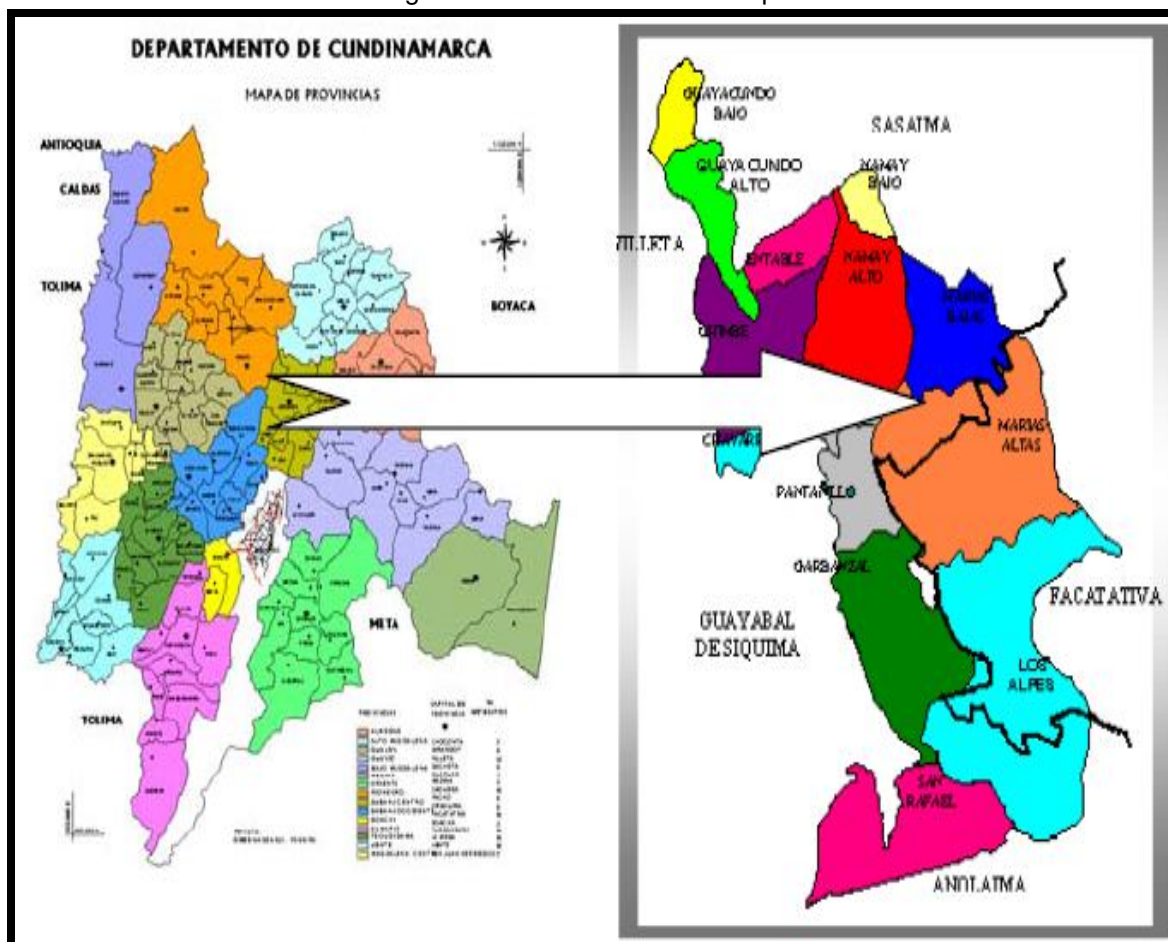
5.2.1. LOCALIZACIÓN

El Municipio de Albán hace parte de la jurisdicción de la provincia de Gualivá, y está ubicado en la REPÚBLICA de COLOMBIA, DEPARTAMENTO de CUNDINAMARCA, en el extremo nor-occidental en la Zona semi-montañosa correspondiente a la Cordillera Oriental Andina, en altitudes que oscilan entre los 1500 m.s.n.m. en su parte baja y los 3100 m.s.n.m. en sus cerros más altos, encontrándose su cabecera Municipal a los 2246 m.s.n.m. Sus coordenadas geográficas son de 4°53' latitud norte y 74°26' latitud oeste, su temperatura promedio es de 16 °C. Se encuentra a una distancia de 59 Km. de la ciudad de Bogotá con la cual se comunica por medio de la troncal de occidente.

El municipio de Albán – Departamento de Cundinamarca limita por el norte con los municipios de Villeta y Sasaima, por el oriente con Sasaima y Facatativá, por el sur con Anolaima y por el occidente con Guayabal de Síquima. Con un área territorial de 75 Km²¹⁰.

¹⁰GARCÍA MARÍN, Moisés. Avance Plan de desarrollo Municipal (PDM) primer informe entregado al consejo territorial de planeación (1: 15, enero: Albán, Cundinamarca). Albán Cundinamarca: 2013 p.9.

Figura 4. Localización del Municipio.



Fuente: Plan de desarrollo municipio de Albán

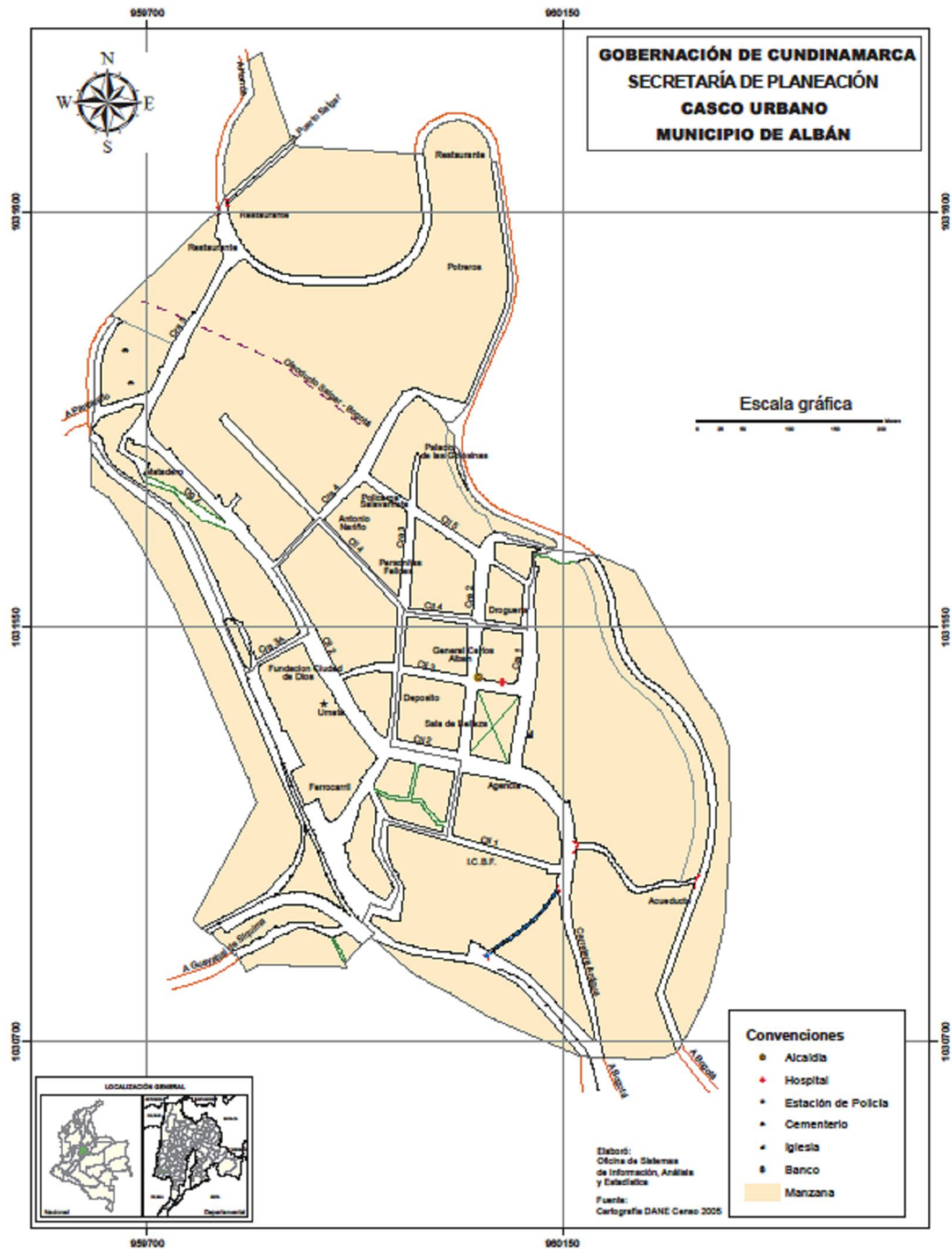
5.2.2. VÍAS DE ACCESO

El municipio de Albán se encuentra en el kilómetro 59 sobre la vía que conduce de Bogotá a Honda, los cuales en su totalidad se encuentran pavimentados, los municipios más cercanos son Facatativá a 18 km y Sasaima a unos 20 km (Ver Figura 5).

En cuanto a caminos veredales, se encuentran en buen estado de funcionamiento, estos comunican las diferentes veredas con el casco urbano. El municipio de Albán cuenta con servicio de transporte intermunicipal e interdepartamental, ya que su

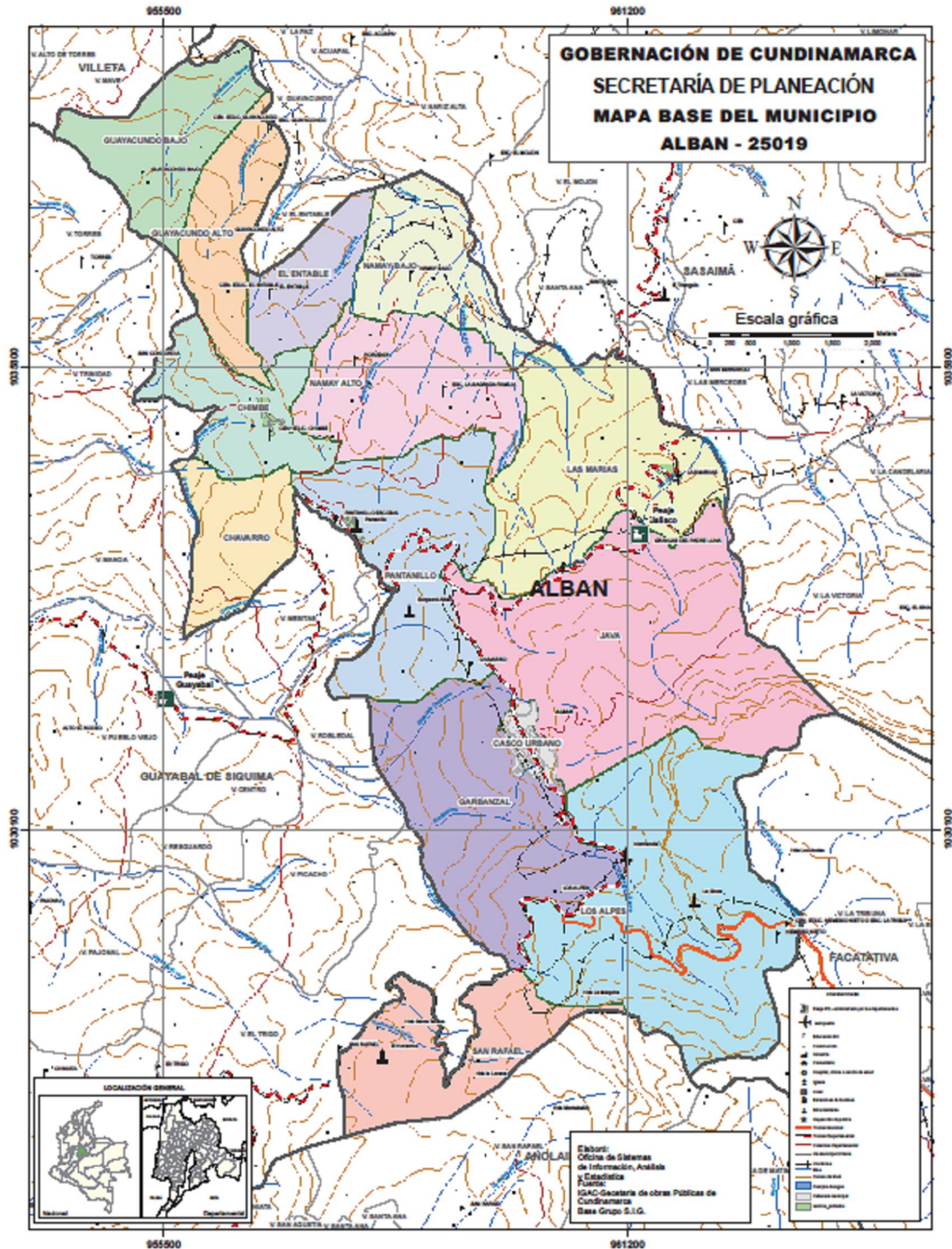
Chavarro, Chimbe, El Entable, Garbanzal, Guayacondo Bajo, Guayacondo Alto, San Rafael, La María Alta, La María Baja, Namay Bajo, Namay Alto, Los Alpes Y Pantanillo

Figura 6. Casco Urbano de Albán Cundinamarca.



Fuente: Gobernación de Cundinamarca.

Figura 7.División Político-Administrativa



Fuente: Gobernación de Cundinamarca.

5.2.4. HIDROGRAFÍA Y CLIMAS¹³

El Municipio de Albán pertenece a la cuenca del río Negro, teniendo en cuenta las corrientes hídricas que riegan el Municipio, se subdivide en cuatro micro cuencas delimitadas en el Municipio como son la del Río Namay, La del río Siquima, la del Río Dulce, y la de la quebrada la Unión. Dentro de las mayores del Municipio se encuentra la del río Namay que recorre una parte de la zona del sur a norte en la vereda la María sirviendo además de límite en la parte nororiental entre Albán y Villeta, a él llegan una gran cantidad de corrientes secundarias.

Otra de gran importancia es la del río Siquima que nace en la parte suroriental atravesando el Municipio en sentido suroriente suroccidente y así mismo está la de la quebrada la Unión que es la corriente hídrica más sobresaliente de la zona sur¹⁴

Un factor modificante del clima es la altura sobre el nivel del mar, principalmente sobre la temperatura del ambiente. Motivo por el cual se ha clasificado por pisos térmicos de la siguiente manera:

Piso térmico cálido:

Con temperaturas de 28°C en promedio, y alturas menores a 1.100 m.s.n.m.

Piso térmico templado:

Con temperaturas promedio de 18°C-24°C, y alturas entre 1.100 y 2.000 m.s.n.m.

Piso térmico frío:

Con temperaturas promedio de 12°C-17°C y alturas entre 2.000 y 3.000 m.s.n.m.

Sub-páramo:

Con temperaturas de 8oC - 12oC y alturas entre 3.000 y 3.500 m.s.n.m.

¹³ALCALDIA DE ALBÁN. Información general. [Artículo en Internet] <http://www.albancundinamarca.gov.co>.

¹⁴ALCALDIA DE ALBÁN. Información general. [Artículo en Internet] <http://www.albancundinamarca.gov.co>.

5.3. MARCO DEMOGRÁFICO

5.3.1. ANALISIS DE POBLACION

El municipio cuenta con aproximadamente 6 barrios en el casco urbano, en la parte rural se destacan dos centros poblados: La maría Baja y Chimbe El área rural se encuentra organizada en trece veredas representadas por sus respectivas Juntas de Acción Comunal.

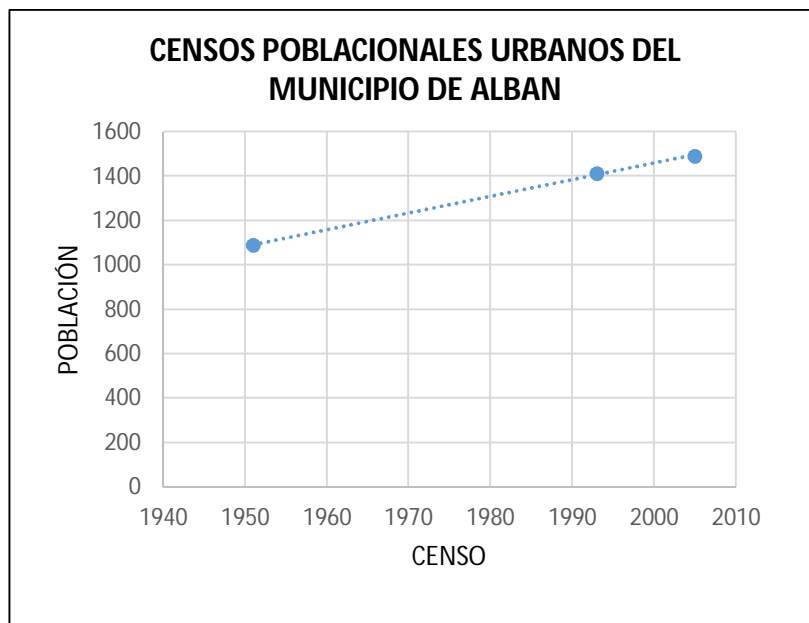
Analizando los datos poblacionales urbanos de los Censos 1951 y 2005 se denota que la población pasó de 1090 habitantes a 1493 en 54 años, es decir la población creció en 403 habitantes, el cual es significativo para ser una población pequeña de un nivel de complejidad bajo técnicamente hablando.

Tabla 1. Estadística Poblacional Municipio de Albán (Cundinamarca).

CENSOS POBLACIONALES URBANOS DEL MUNICIPIO DE ALBAN	
CENSO	POBLACIÓN
1951	1090
1993	1414
2005	1493

Fuente: DANE.

Figura 8. Censos Poblacionales Urbanos del Municipio de Albán (Cund.)



Fuente: consolidado por el Autor.

Según cálculos del DANE, en el año 2010, la población de Albán estaba constituida por 5.972 habitantes (4.479 en el área rural y 1.493 en el casco urbano), arrojando una tasa de crecimiento del 0.34% entre el 1993-2005, presentándose en el área urbana una población de 1.493 correspondiente al 25%, en el área rural de 4.479 correspondiente al 75% del total de la población. La mayor parte de la población se concentra en el área rural.¹⁵

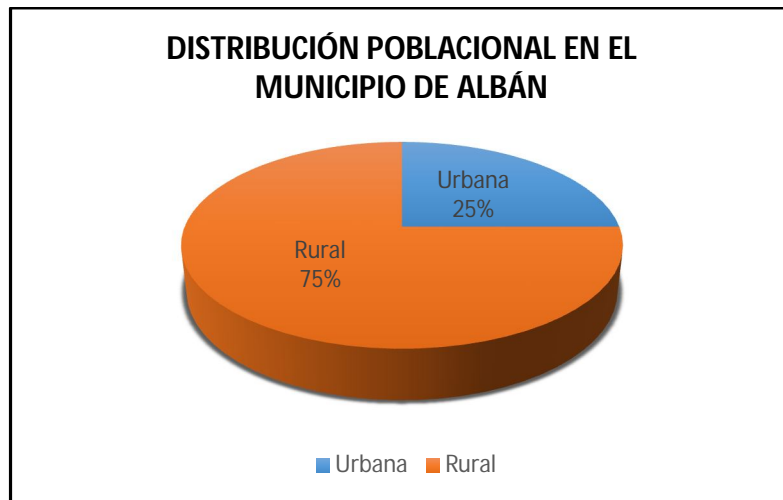
Tabla 2. Distribución Poblacional.

DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL EN EL MUNICIPIO DE ALBÁN		
DESCRIPCIÓN	POBLACIÓN	PORCENTAJE
Urbana	1493	25%
Rural	4479	75%
TOTAL	5972	100%

Fuente: consolidado por el Autor.

Figura 9. Distribución Poblacional del Municipio de Albán (Cundinamarca).

¹⁵GARCÍA MARÍN. Op. Cit., p. 14.



Fuente: consolidado por el Autor.

5.4. METODOS DE PROYECCION DE POBLACION¹⁶

5.4.1. Método Aritmético

Supone un crecimiento vegetativo balanceado por la mortalidad y la emigración. La ecuación para calcular la población proyectada es la siguiente Donde, P_f es la población (hab.) correspondiente al año para el que se quiere proyectar la población, P_{uc} es la población (hab.) correspondiente al último año censado con información, P_{ci} es la población (hab.) correspondiente al censo inicial con información, T_{uc} es el año correspondiente al último año censado con información, T_{ci} es el año correspondiente al censo inicial con información y T_f es el año al cual se quiere proyectar la información.

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} \times (T_f - T_{uc})$$

5.4.2. Método Geométrico

¹⁶RAS 2000. Sistemas de Acueducto. TITULO B. Bogotá-Colombia, p. 30 - 31.

Es útil en poblaciones que muestren una importante actividad económica, que genera un apreciable desarrollo y que poseen importantes áreas de expansión las cuales pueden ser dotadas de servicios públicos sin mayores dificultades. La ecuación que se emplea es:

$$P_f = P_{uc} (1+r)^{T_f - T_{uc}}$$

Donde r es la tasa de crecimiento anual en forma decimal y las demás variables se definen igual que para el método anterior. La tasa de crecimiento anual se calcula de la siguiente manera:

$$r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{(T_{uc} - T_{ci})}} - 1$$

5.4.3. Método Exponencial

La utilización de este método requiere conocer por lo menos tres censos para poder determinar el promedio de la tasa de crecimiento de la población. Se recomienda su aplicación a poblaciones que muestren apreciable desarrollo y poseen abundantes áreas de expansión.

La ecuación empleada por este método es la siguiente:

$$P_f = P_{ci} \times e^{k \times (T_f - T_{ci})}$$

Donde k es la tasa de crecimiento de la población la cual se calcula como el promedio de las tasas calculadas para cada par de censos, así:

$$k = \frac{\ln P_{cp} - \ln P_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}}$$

Donde Pcp es la población del censo posterior, Pca es la población del censo anterior, Tcp es el año correspondiente al censo posterior, Tca es el año correspondiente al censo anterior y Ln el logaritmo natural o neperiano.

5.5. MARCO JURIDICO

Para el presente trabajo se tuvo en cuenta la reglamentación vigente para la recolección, transporte y disposición final de residuos líquidos con que la constitución política de Colombia cuenta.

En el proceso de la presente investigación se tiene de manera clara y objetiva la relación que hay sobre la normatividad Colombiana de los recursos hídricos y el saneamiento básico, ya que por medio de estas se establecen los requerimientos mínimos de la vigilancia y control con todo lo referente a este tema. Colombia en la actualidad ocupa un puesto alto y envidiable en recursos hídricos a nivel mundial, no obstante, no escapa a la angustia de generar en sus habitantes mayores fuentes de agua consumible. Por eso es de suma importancia dar a conocer y mejorar los requerimientos de la normatividad actual, ya que como un gran país abundante en recursos hídricos, se debe tener un mayor rigor en la revisión y control en el cumplimiento de la misma, y además, debido al aumento de vertimientos sin ningún tipo de tratamiento y debido al aumento de residuos sólidos en los municipios de Colombia, se está generando una decadencia en la salud pública, siendo así los principales afectados en esta problemática los habitantes de las zonas rurales. Por tal motivo, la presente investigación dará a conocer la normativa vigente que estipula los temas vinculados al consumo, utilización, control, calidad y suministro de agua potable; con el fin de identificar los factores que no se están cumpliendo en la cabecera municipal en estudio de la presente monografía, y así tenerlos en cuenta en los programas de desarrollo para el municipio.

A continuación se relacionan las leyes, resoluciones y decretos que regulan la normatividad que se concierne para el estudio descriptivo y analítico sobre las enfermedades causadas por la ingestión de agua no potable en la cabecera municipal de Albán (Cundinamarca):

5.5.1 LEY 9 DE 1.979:

La presente ley establece y dicta medidas sanitarias generales que sirven de base para las disposiciones necesarias para preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias en lo que refiere a la salud pública humana y la relación directa con el recurso hídrico potable; igualmente, presenta los procedimientos y medidas que se deben adoptar para la regulación, legislación y control del agua.

5.5.2 RESOLUCIÓN 2320 DE 2009 PARA LA NORMA R.A.S. 2.000:

En esta resolución se establece el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico en Colombia. Este documento fue desarrollado por el ministerio de Desarrollo Económico, el cual hace referencia a la competitividad, integración y desarrollo de los sectores productivos en función al agua potable y saneamiento del recurso. El documento es una disposición de la Comisión de Regulación de Agua Potable y saneamiento básico (CRA), en donde se relacionan los requisitos técnicos que deben cumplir las obras, equipos y procedimientos que utilicen todas y cada una de las empresas de servicios públicos enfocados al sector de agua potable junto con su saneamiento; este documento tiene la finalidad de vigilar y promover el mejoramiento de la calidad de estos servicios.

Para el contexto que se concierne en esta investigación se destacan los siguientes capítulos de la Resolución 1096 del Reglamento técnico del sector de Agua potable y Saneamiento básico (R.A.S. 2000):

- CAPITULO II: Procedimiento general para el desarrollo de proyectos de agua potable y saneamiento básico.
- CAPITULO XIII: Sistemas de potabilización de aguas.
- CAPITULO XIV: Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y pluviales.

5.5.3 DECRETO 1575 DE 2.007:

En dicho decreto se constituye la estructura para la protección y control de la calidad de agua para consumo humano; y además, tiene la finalidad de monitorear y prevenir los riesgos para la salud pública causados por la ingestión de agua. Este documento aplica para las compañías prestadoras que suministran y distribuyen agua para consumo humano, ya sea cruda o tratada en el marco referencial de Colombia. Para la presente investigación se tiene en cuenta los siguientes capítulos del decreto en mención:

- CAPITULO II: Características y criterios de la calidad de agua para consumo humano.

- CAPITULO III: Responsables del control y vigilancia para garantizar la calidad de agua para consumo humano.
- CAPITULO IV: Instrumentos básicos para garantizar la calidad de agua para consumo humano.
- CAPITULO V: Procesos básicos del control y vigilancia para garantizar la calidad de agua para consumo humano.

5.5.4 RESOLUCIÓN 2115 DE 2.007:

En la presente resolución se señalan las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano; destacándose así los siguientes títulos:

- CAPITULO II: Características físicas y químicas del agua para consumo humano.
- CAPITULO III: Características microbiológicas del agua.
- CAPITULO IV: Instrumentos básicos para garantizar la calidad del agua para consumo humano.
- CAPITULO V: Procesos básicos de control de calidad para garantizar la calidad del agua para consumo humano.
- CAPITULO VI: Procesos básicos de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano por parte de la autoridad sanitaria.

En la presente investigación que concierne al estudio descriptivo y analítico sobre las enfermedades causadas por la ingestión de agua no potable en la cabecera municipal de Albán (Cundinamarca) se quiso relacionar la anterior resolución, ya que establece parámetros físicos, químicos y microbiológicos para el agua, lo cual es de suma importancia para evitar la propagación de enfermedades originadas por la ingestión de agua no potabilizada.

6. METODOLOGÍA

6.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

El proyecto se realizó por medio de un análisis estadístico, que través de un método cuantitativo, tabulando las diferentes variables recolectadas llevará a la justificación de la hipótesis y la fundamentación del problema de investigación.

6.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El estudio es de tipo descriptivo, en el cual se recolectó la información y a través de un sencillo procedimiento fue tabulada y relacionadas las variables descritas.

6.3. DISEÑO METODOLÓGICO

6.3.1. FASE 1

Se recopiló la información teórica necesaria sobre los sistemas de recolección de aguas residuales y aguas lluvias del municipio de Albán (Cundinamarca) enunciados y sustentados hasta aquí acorde a los lineamientos dados por la Universidad La Gran Colombia, además se coordinó visitas técnicas con las entidades pertinentes con el fin de indagar y recopilar la información complementaria.

6.3.2. FASE 2

Se llevó a cabo dos visitas al municipio de Albán, en la primera se visitaron las entidades responsables de la prestación del servicio, con el fin de recolectar la mayor información posible tal como planos de redes existentes, tarifas de servicios de alcantarillado, operación y mantenimiento. En la segunda visita luego de haber estudiado la información inicial se realizó un recorrido, y una inspección visual de los componentes del sistema, tomando las anotaciones necesarias sobre el mismo, desde su tramo inicial hasta la fuente receptora, además en esta visita se realizaron las encuestas de evaluación de percepción de la comunidad.

6.3.3. FASE 3

Ya teniendo toda la información recopilada debidamente tabulada y luego de haber pasado por un filtro minucioso de depuración, se procedió al análisis de la misma, y siguiendo la metodología aquí expuesta se evaluaron los resultados sobre el estado

actual del sistema de alcantarillado de aguasresiduales y pluviales en el municipio de Albán (Cundinamarca).

Por último se dieron las recomendaciones y conclusiones del caso en estudio.

7. RESULTADOS

7.1. PROYECCIÓN DE LA POBLACION

La proyección de la población se determinó por medio de los métodos conocidos: aritmético, geométrico y exponencial, los datos se describen a continuación:

Tabla 3. Proyecciones de Población casco urbano del municipio.

POBLACION URBANA PROYECTADA				
AÑO	METODO ARITMETICO	METODO GEOMETRICO	METODO EXPONENCIAL	POBLACION PROMEDIO
2014	1537	1580	1731	1616
2015	1551	1599	1756	1635
2016	1564	1619	1781	1655
2017	1578	1639	1806	1674
2018	1592	1659	1832	1694
2019	1605	1680	1858	1714
2020	1619	1700	1884	1735
2021	1633	1722	1911	1755
2022	1646	1743	1938	1776
2023	1660	1764	1966	1797
2024	1674	1786	1994	1818
2025	1687	1808	2022	1839
2026	1701	1831	2051	1861
2027	1714	1853	2080	1883
2028	1728	1876	2110	1905
2029	1742	1900	2140	1927
2030	1755	1923	2170	1950

Fuente: consolidado por el Autor.

De lo anterior y acorde a lo establecido en el Título A, numeral A.3 del Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000), se establece la clasificación de los proyectos de acueducto y/o alcantarillado en un nivel de complejidad dependiendo del número de habitantes y su capacidad económica, se evidencia una población menor de 2500 habitantes, dando como resultado un nivel de complejidad Bajo.

Luego de haber realizado la visitas correspondientes al municipio de Albán (Cundinamarca), y habiendo recopilado la información disponible en la oficina de servicios públicos, se determina que el municipio cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario con cubrimiento en el casco urbano de casi el 85% en un diámetro en su mayor parte de 8", construido en gres hace más de 25 años según la información de los habitantes.

7.2. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

Luego de haber revisado la información existente, entregada por la Oficina de Servicios Públicos del municipio, se extrae la información pertinente para las redes de alcantarillado Pluvial y Sanitario; así mismo y con el fin de describir las condiciones de cada uno de los componentes de los sistemas de recolección de aguas residuales y aguas lluvias, ilustrándose así en el las Tablas4, 5, 6 y 7, relacionadas, a continuación:

Tabla 4. Resumen de alcantarillado Descarga 1.

CUADRO RESUMEN DE ALCANTARILLADO DESCARGA 1 (Q. GARBANZAL)							
COLECTOR PRINCIPAL							
DE	A	LONGITUD	DIÁMETRO mm	DIÁMETRO Pulg.	PENDIENTE (%)	TIPO DE TUBERÍA	TIPO DE SISTEMA
PZ70	1	150.64	200	8	18.46	PVC	SANITARIO
1	2	12.86	200	8	16.92	PVC	SANITARIO
2	3	9.72	200	8	18.53	PVC	SANITARIO
3	5	18.55	200	8	15.51	PVC	SANITARIO
5	6	8.34	200	8	6.31	PVC	SANITARIO
6	7	5.20	250	10	27.54	PVC	SANITARIO
7	9	39.27	250	10	0.96	PVC	SANITARIO
9	10	84.72	250	10	1.49	PVC	SANITARIO
10	12	25.98	250	10	10.72	PVC	SANITARIO
12	13	36.52	250	10	16.27	PVC	SANITARIO
13	18	142.46	250	10	1.55	PVC	SANITARIO
18	19	71.76	250	10	5.93	GRES	COMBINADO
19	20	133.12	250	10	7.15	GRES	COMBINADO
20	21	29.96	250	10	7.16	GRES	COMBINADO
21	DESC 1	38.31	250	10	3.19	GRES	COMBINADO

TRAMO 1							
22	24	16.43	200	8	14.06	GRES	SANITARIO
24	26	24.83	200	8	6.84	GRES	SANITARIO
26	27	18.85	200	8	10.66	GRES	SANITARIO
27	8	67.36	200	8	0.15	GRES	SANITARIO
8	7	18.58	200	8	9.69	GRES	SANITARIO
TRAMO 2							
14	15	59.06	200	8	7.47	GRES	SANITARIO
15	16	57.02	200	8	5.03	GRES	SANITARIO
16	13	32.24	200	8	2.11	GRES	SANITARIO
TRAMO 3							
35	36	53.47	200	8	10.25	GRES	SANITARIO
36	37	52.00	200	8	8.36	GRES	SANITARIO
37	7	15.46	200	8	12.68	GRES	SANITARIO
TRAMO 4							
43	42	52.37	300	12	6.22	ADC	SANITARIO
42	40	54.70	200	8	5.02	GRES	SANITARIO
40	38	59.98	200	8	3.01	GRES	SANITARIO
38	10	65.10	200	8	2.14	GRES	SANITARIO
52	53	60.08	200	8	0.71	GRES	SANITARIO
53	42	89.98	200	8	14.92	GRES	SANITARIO
42	44	62.43	200	8	5.42	GRES	SANITARIO
53	39	75.46	200	8	9.92	GRES	SANITARIO
36	39	56.02	200	8	3.05	GRES	SANITARIO
39	38	79.19	200	8	7.54	GRES	SANITARIO
TRAMO 5							
46	44	42.20	300	12	7.15	GRES	SANITARIO
44	47	69.11	200	8	6.12	GRES	SANITARIO
47	18	70.09	200	8	7.96	GRES	SANITARIO
17	18	19.10	350	14	13.68	GRES	LLUVIAS
69	68	60.04	200	8	3.47	GRES	SANITARIO
68	47	57.50	200	8	7.17	GRES	SANITARIO
51	50	45.47	200	8	7.07	GRES	SANITARIO
50	49	54.93	200	8	5.87	GRES	SANITARIO
49	47	44.89	200	8	0.30	GRES	SANITARIO
TRAMO 6							
75	DESC 1	45.68	200	8	2.42	GRES	SANITARIO

Fuente: consolidado por el Autor.

Tabla 5. Resumen de alcantarillado Descarga 2.

CUADRO RESUMEN DE ALCANTARILLADO DESCARGA 2 (Q. CAREPERRO)							
COLECTOR PRINCIPAL							
DE	A	LONGITUD	DIÁMETRO mm	DIÁMETRO Pulg.	PENDIENTE (%)	TIPO DE TUBERÍA	TIPO DE SISTEMA
23	25	25.17	200	8	10.38	GRES	SANITARIO
25	29	78.37	200	8	6.20	GRES	SANITARIO
29	30	85.28	200	8	5.04	GRES	SANITARIO
30	55	62.84	200	8	7.75	GRES	SANITARIO
55	56	59.15	200	8	2.36	GRES	SANITARIO
56	57	31.67	200	8	20.01	GRES	SANITARIO
57	58	62.98	200	8	3.98	GRES	SANITARIO
58	59	89.02	200	8	5.97	GRES	SANITARIO
59	DESC 2	12.73	200	8	41.14	GRES	SANITARIO
TRAMO 7							
28	29	67.38	200		1.19	GRES	SANITARIO

Fuente: consolidado por el Autor.

Tabla 6. Resumen de alcantarillado Descarga 3.

CUADRO RESUMEN DE ALCANTARILLADO DESCARGA 3 (Q. EL RUNCHO)							
COLECTOR PRINCIPAL							
DE	A	LONGITUD	DIÁMETRO mm	DIÁMETRO Pulg.	PENDIENTE (%)	TIPO DE TUBERÍA	TIPO DE SISTEMA
31	32	110.59	200	8	8.21	GRES	SANITARIO
32	33	76.11	200	8	10.39	GRES	SANITARIO
33	34	81.37	200	8	8.52	GRES	SANITARIO
34	DESC 3	21.28	200	8	16.35	GRES	SANITARIO

Fuente: consolidado por el Autor.

Tabla 7. Resumen de alcantarillado (Descarga ALL).

CUADRO RESUMEN DE ALCANTARILLADO DESCARGA ALL (Q. GARBANZAL)							
COLECTOR PRINCIPAL							
DE	A	LONGITUD	DIÁMETRO mm	DIÁMETRO Pulg.	PENDIENTE (%)	TIPO DE TUBERÍA	TIPO DE SISTEMA
SUM 1	72	SIN INFORMACIÓN					
SUM 7	45	SIN INFORMACIÓN					
SUM 2	71	SIN INFORMACIÓN					
SUM 5	SUM 6	SIN INFORMACIÓN					
SUM 6	64	SIN INFORMACIÓN					
SUM 4	64	SIN INFORMACIÓN					
72	45	13.88	200	8	4.53	PVC	PLUVIAL
45	71	68.42	300	12	5.48	GRES	PLUVIAL
71	64	67.31	300	12	7.53	GRES	PLUVIAL
64	65	30.66	450	18	4.90	CONC	PLUVIAL
65	17	34.64	450	18	12.17	ADC	PLUVIAL
17	CAJA 1	93.12	450	18	5.73	ADC	PLUVIAL
CAJA 1	CAJA 2	6.93	450	18	9.07	ADC	PLUVIAL
CAJA 2	DESC ALL	58.56	450	18	25.96	ADC	PLUVIAL

Fuente: consolidado por el Autor.

Tabla 8. Inventario de la Red de Alcantarillado.

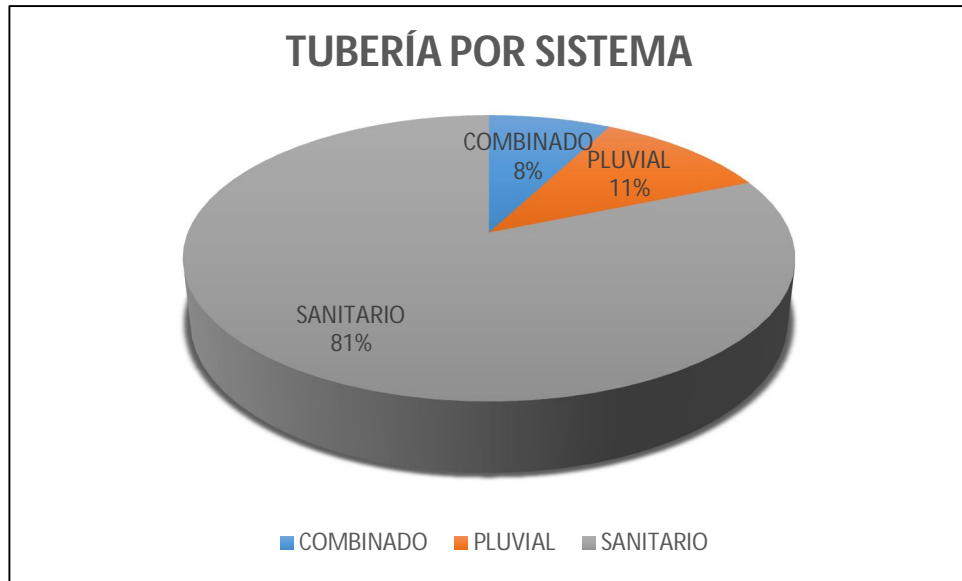
Número de tramos:	59
Número de Cajas:	2
Número de pozos	68
Vertimientos:	4
Longitud promedio del tramos:	47.64
Pendiente entre:	-5.94% - 59.62%
Profundidad promedio de la red:	1.22
Profundidad máxima de la red:	2.62

Fuente: Oficina de Servicios Públicos del Municipio de Albán (Cundinamarca).

El municipio de Albán (Cundinamarca) cuenta con un sistema combinado en la mayor parte del municipio, y un pequeño sector con un sistema independiente de aguas lluvias y residuales, que cubre aproximadamente el 85% del casco urbano según lo describe la oficina de servicios públicos, en ello se puede notar que dicho sistema está compuesto por diferentes tipos de tuberías ver figuras 7 y 8, también se denota que la mayoría del sistema de aguas lluvias está compuesto por cunetas,

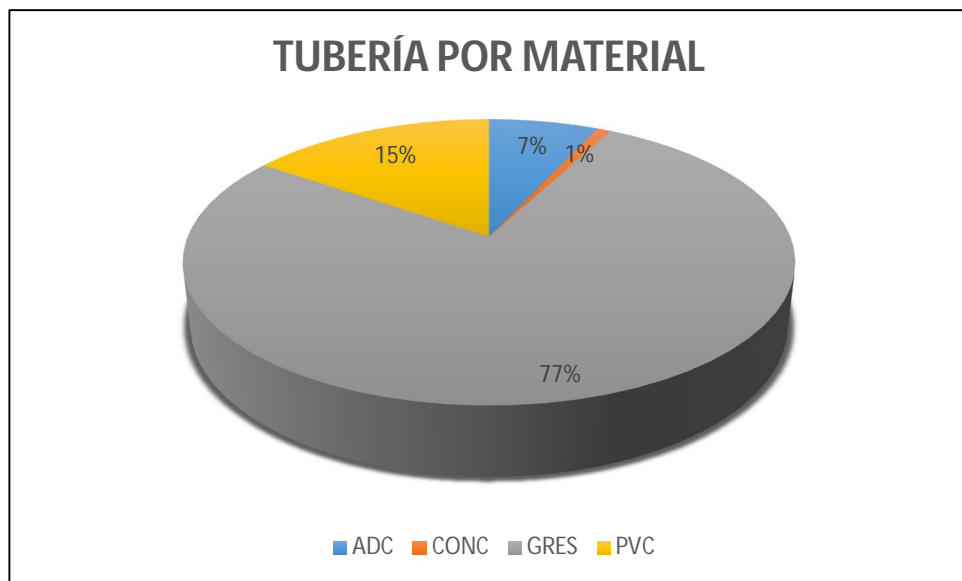
o en su defecto corre el agua lluvia por las vías como se ve ilustrado en la Figura 10, a continuación:

Figura 10. Tubería por tipo de sistema.



Fuente: Propia (Autor).

Figura 11. Tubería por tipo de material.



Fuente: Propia (Autor).

Figura 12. Cunetas de aguas lluvias.



Fuente: Propia (Autor).

En la anterior figura se muestran las cunetas que hacen parte del sistema de escorrentía de aguas lluvias, ya que el municipio no cuenta con un alcantarillado pluvial propiamente dicho.

Figura 13. Pozos y puntos de descarga.



Pozo sobre vía pavimentada

Descarga Quebrada el Garbanzal

Descarga 2 Quebrada Careperro

Descarga Quebrada el Runcho

Fuente: Propia (Autor).

7.3. CARACTERISTICAS DEL SERVICIO.

El sistema de Alcantarillado de Albán (Cundinamarca) cuenta con 3 descargas a fuentes naturales, Quebrada el Runcho, Quebrada Garbanzal y Quebrada Careperro, cabe anotar que a las aguas de las descargas no se les realiza ningún tipo de tratamiento antes de la entrega final.

El Municipio de Albán no cuenta con un sistema de alcantarillado pluvial, las aguas de escorrentía escurren por las calles o por las cunetas en piedra construidas a lado y lado de las calles. En la mayoría de los casos estas aguas son entregadas al sistema construido de aguas negras por medio de sumideros, esto causa la saturación de la red sanitaria y la producción de malos olores. El efecto de las aguas de escorrentía a lo largo del tiempo, se ve reflejado en la mayoría de los pavimentos del pueblo los cuales se encuentran en un muy mal estado. El municipio de Albán es privilegiado en los que tiene que ver con el recurso hídrico pues es bañado por 3 cursos de agua que atraviesan el pueblo de oriente a occidente, estos son la Quebrada El Runcho, Quebrada Garbanzal y la Quebrada Careperro, las cuales atraviesan el pueblo por la parte sur, central y norte respectivamente. Estas quebradas son el eje del sistema de alcantarillado pluvial del municipio y a su vez son un gran inconveniente, pues en épocas de aguaceros de gran intensidad su caudal aumenta de tal manera que pone en peligro la infraestructura del pueblo y el bienestar de sus habitantes.

Realmente el municipio de Albán no tiene un sistema de alcantarillado, solo se tienen una serie de conexiones realizadas por la necesidad de llevar las aguas servidas al exterior de las viviendas. Así mismo, teniendo en cuenta que el municipio de Albán (Cundinamarca) presenta diversos lugares en los que ni siquiera existe la cobertura de un alcantarillado pluvial, ya sea por sumideros o alcantarillas y a diferencia de municipios colindantes su cobertura en infraestructura es mucho mayor; Incluso, el sistema de alcantarillado sanitario también presenta diámetros los cuales a futuro serán escasos, debido a la progresión constante y aumento poblacional en el casco urbano del municipio; además, teniendo en cuenta los diámetros de las tuberías que conectan las acometidas domiciliarias, redes en los barrios, en un lapso no mayor de 20 años el sistema colmatará, presentara insuficiencia en cobertura y deficiencias simultáneamente.¹⁷

¹⁷SECTOR DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO ASEO Y SANEAMIENTO BÁSICO DEL MUNICIPIO DE ÁLBAN-CUNDINAMARCA. Oficina de Servicios Públicos.

7.4. CALIDAD Y COBERTURA DEL SERVICIO.

En la alcaldía del municipio de Albán (Cundinamarca) existe una oficina de servicios públicos que se encuentra registrada ante la superintendencia de servicios públicos y es la encargada de la administración y operación del sistema de alcantarillado. En el momento la oficina de servicios públicos se encuentra tramitando la concesión de las fuentes que es otorgada por un periodo de 10 años ante la Corporación Autónoma Regional (CAR). La cobertura del sistema de alcantarillados del municipio de Albán (Cundinamarca) se desarrolla en segmento del casco o sector ya sea urbano o rural, a través de:

Sector Urbano: La evacuación de aguas residuales sanitarias y de aguas lluvias, en las partes bajas del municipio, donde no es posible llevar el servicio por gravedad, se realiza a través de succión, por medio de la estación de bombeo para descarga y disposición final.

Sector Rural: En los sectores rurales el servicio es prestado por la implementación de pozos sépticos que no son administrados por la ESP de Albán (Cundinamarca) y tampoco depende del sistema de alcantarillado del municipio.

Tabla 9. Alcantarillado Respecto a número de usuarios del municipio.

COBERTURA DEL SERVICIO			
COMPONENTE GENERAL			
ZONA	No. USUARIOS CON SERVICIO	No. USUARIOS SIN SERVICIO	OTRO SISTEMA DE VERTIMENTOS
URBANA	388	16	60
RURAL	100	1396	1110
TOTAL VIVIENDAS	488	1412	1170

Fuente: Oficina de Servicios Públicos del Municipio de Albán (Cundinamarca).

Se realizó encuesta de satisfacción del servicio para establecer la opinión de los usuarios frente al servicio de Alcantarillado, en una población aleatoria del municipio de Albán (Cundinamarca) paralos estratos casa a casa, la cual arrojó la siguiente información:

Pregunta 1. ¿El predio cuenta con acometida sanitaria domiciliaria?, a lo cual respondieron:

Barrio	Porcentaje con Acometida	Porcentaje sin Acometida	Porcentaje General	
			con Acometida	sin Acometida
La Esperanza	100%	0%	99,71%	0,29%
La Esmeralda	98%	2%		
La Gruta	100%	0%		
El Progreso	100%	0%		
La Arboleda	100%	0%		

De lo anterior se establece que el 99.71 % de los predios encuestados cuentan con acometida domiciliaria de Alcantarillado. El 0.29% se encuentra en proceso de vinculación como suscriptores de la Empresa de Servicios Públicos.

Pregunta 2. ¿La acometida sanitaria tiene una caja de inspección domiciliaria construida?, a lo cual respondieron:

Barrio	Porcentaje con Medidor	Porcentaje sin Medidor	Porcentaje General	
			con Medidor	sin Medidor
La Esperanza	98%	2%	99,43%	0,57%
La Esmeralda	98%	2%		
La Gruta	100%	0%		
El Progreso	100%	0%		
La Arboleda	100%	0%		

De lo anterior se establece que el 99.43 % de los predios encuestados cuentan con una caja de inspección domiciliaria de Alcantarillado sanitario.

Pregunta 3. ¿Se informa oportunamente las obras que hacen parte del mantenimiento o adecuación de las redes de alcantarillados?, a lo cual respondieron:

Barrio	Porcentaje informado sobre cortes	Porcentaje General
La Esperanza	65%	85,43%
La Esmeralda	78%	
La Gruta	89%	
El Progreso	78%	
La Arboleda	97%	

De la anterior encuesta se establece que al 85.43 % de los predios encuestados se les informa oportunamente de las obras de adecuación del servicio ya sea por mantenimiento preventivo o correctivo. El 14.57% no es informado oportunamente o no se informa oportunamente, lo cual ocasiona inconvenientes en el normal desarrollo de actividades cotidianas.

Pregunta 4. ¿La continuidad del servicio suministrado por la E.S.P. (Empresa de Servicios Públicos) es?, a lo cual respondieron:

Barrio	Bueno	Regular	Malo
La Esperanza	75%	22%	3,0%
La Esmeralda	59%	35%	6,0%
La Gruta	89%	7%	4,0%
El Progreso	93%	6%	1,4%
La Arboleda	97%	2%	0,7%
Totales	87%	11%	3,0%

Se establece que la continuidad del servicio que presta la ESP de Albán (Cundinamarca) es bueno en un 87% es decir que el servicio es continuo y pocas veces carece de este. Los porcentajes Regular 11% y Malo 3%, están asociados con alguna desinformación en los cortes de agua y algunos suscriptores relacionan su inconformidad con el valor del servicio aunque no aplica a esta pregunta.

Pregunta 5. ¿Qué calificación le merece el servicio que recibe su predio?, a lo cual respondieron:

Barrio	Bueno	Regular	Malo
La Esperanza	76%	21%	3,0%
La Esmeralda	59%	35%	6,0%
La Gruta	88%	8%	4,0%
El Progreso	95%	4%	1,5%
La Arboleda	97%	2%	0,7%
Totales	87%	10%	3,0%

De lo anterior se puede asumir que la continuidad del servicio está muy asociado a la calificación del mismo, ya que los porcentajes son muy parecidos en cada uno de los estratos encuestados, un 87% califica el servicio como bueno, el 10% como regular y el 3% como malo.

Pregunta 6. ¿La calidad de la evacuación de los residuos sanitarios, se realiza de manera óptima?, a lo cual respondieron:

Barrio	Bueno	Regular	Malo
La Esperanza	89%	9%	2,0%
La Esmeralda	92%	6%	2,0%
La Gruta	95%	4%	1,0%
El Progreso	97%	2%	1,0%
La Arboleda	89%	2%	8,7%
Totales	94%	4%	2,0%

En general la calidad del sistema de alcantarillado sanitario se ve afectado en un 94% y el 4% de la muestra encuestada se refiere como regular a la calidad del agua ya que en ocasiones presenta partículas suspendidas que no se establece si son de la calidad del agua o de las tuberías, el 2% califica el agua como mala.

Pregunta 7. ¿El predio paga servicio de Acueducto y Alcantarillado y aseo?, a lo cual respondieron:

Barrio	Paga Servicio	No Paga Servicio	Porcentaje General	
			Paga	No Paga
La Esperanza	100%	0%	100,00%	0,00%
La Esmeralda	100%	0%		
La Gruta	100%	0%		
El Progreso	100%	0%		
La Arboleda	100%	0%		

La totalidad de los usuarios encuestados pagan el servicio de acueducto y alcantarillado, teniendo en cuenta que estos corresponden al casco urbano del municipio.

Preguntas 8. ¿Cómo se factura el servicio a su predio?, a lo cual respondieron:

Barrio	Como se factura Servicio		Periodicidad		
	Fact. Indep.	FactColect.	Mensual	Bimensual	Trimestral
La Esperanza	0%	100%	100%	0%	0%
La Esmeralda	0%	100%	100%	0%	0%
La Gruta	0%	100%	100%	0%	0%
El Progreso	0%	100%	100%	0%	0%
La Arboleda	0%	100%	100%	0%	0%

De lo anterior se establece que el servicio que implica el sistema, se factura mensualmente mediante una factura colectiva, es decir que se facturan los tres servicios prestado por la ESP de Albán (Cundinamarca) que son: Acueducto, Alcantarillado y Aseo.

7.5. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA

En el municipio de Albán se cuenta con un Sistema de Alcantarillado combinado que cubre gran parte de la población del casco urbano, dicho sistema es alimentado por múltiples entregas de aguas lluvias a lo largo de su recorrido para luego verter sus aguas sin tratamiento alguno a las quebradas: Garbanzal, el Runcho y el Progreso, las cuales rodean el casco urbano y hacen parte de la cuenca del río Siquima.

Aunque se cuenta con un inventario por parte de la oficina de Servicios públicos, el estado de la red en general es incierto, debido a que la mayoría de sus pozos están desaparecidos, llevando al desconocimiento de la longitud y diámetro real de los tramos de tubería, con base en esta información, y teniendo en cuenta que los diámetros que se conocen de tubería son muy pequeños, por ser esta una red combinada la cual ha estado funcionando por tanto tiempo, sin el debido mantenimiento rutinario, es imposible asegurar un comportamiento eficiente de la red.

También vale la pena mencionar que el Municipio no cuenta en sí con un sistema de aguas lluvias, ya que lo que se observa es que las aguas lluvias corren por las calles, captadas en algunos casos por cunetas en piedra o concreto y sumideros transversales, entregando en algunos puntos al sistema de aguas residuales, lo cual lleva a una sobresaturación del sistema, ocasionando otros inconvenientes para la población como son los malos olores, el deterioro de la red vial, y la contaminación de las fuentes receptoras.

8. CONCLUSIONES

- La descripción y exploración de las características existentes de los sistemas de alcantarillado de aguas residuales y de aguas lluvias en la cabecera municipal de Albán (Cundinamarca), evidencia falencias que impactan directamente la eficiencia del sistema; debido a su imposibilidad de generar cobertura y optimización tanto para el alcantarillado sanitario como pluvial para una duración de por lo menos 25 años más en el municipio.
- El municipio de Albán (Cundinamarca) cuenta como condición principal con un sistema combinado en la mayor parte de su región, y un pequeño sector cuenta con un sistema independiente de aguas lluvias y residuales, que cubre aproximadamente el 85% del casco urbano.
- En cuanto a los componentes de los sistemas de recolección de aguas residuales y de aguas lluvias, cabe resaltar que presentan una cobertura mayor en el sistema que independiza a redes de aguas residuales y pluviales; además, del cumplimiento en materiales, diseño y proyección según lo estipulado en la normatividad; sin embargo, se deja la premisa un posible desarrollo caótico y/o crítico a futuro, en no más de 25 años, según la proyección poblacional presentada para el municipio y el tipo de cobertura de redes de alcantarillados sanitario y de aguas lluvias. Así mismo, se determina que el municipio cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario con cubrimiento en el casco urbano de casi el 85% en un diámetro constante de 8" construido en gres hace más de 25 años según la información de los habitantes. El sistema está construido de tal manera que las aguas descenden en sentido de este a oeste desde la parte alta del pueblo entregando a quebradas.

9. RECOMENDACIONES

Con el fin de garantizar una eficiente y optimizado desarrollo del sistema de alcantarillados sanitario y de aguas lluvias para el municipio de Albán (Cundinamarca), se propone la consultoría para elaborar los estudios y diseños definitivos, necesarios para la construcción del sistema de alcantarillado residual (sanitario) y pluvial (aguas lluvias) del municipio de Albán (Cundinamarca) incluyendo la muy necesaria construcción de una PTAR ya que es necesaria para resolver el problema de vertimiento de las aguas contaminadas a las quebradas como sucede hoy; así mismo, aportando el estudio hidroclimático, catastro de estructuras hidráulicas del municipio, cálculo hidráulico y de caudales, modelo hidráulico y cálculo de cantidades de obra para el sistema de alcantarillados propuesto.

La propuesta que se recomienda para reforzar lo concluido con la investigación, deberá contener como mínimo:

1. Gestión de un proyecto que permita evitar inundaciones durante la temporada invernal en los barrios del perímetro urbano del municipio de Albán (Cundinamarca), que permita una rápida evacuación de la escorrentía pluvial, las cuales se ven muy afectadas en épocas de invierno.
2. Elaboración de estudios y diseños hidráulicos, estructurales y arquitectónicos entre otros para la construcción del sistema de alcantarillado pluvial del municipio y mejoramiento de alcantarillado residual y existente.
3. Elaboración de cálculos hidroclimáticos para la optimización de la infraestructura de alcantarillado sanitario y pluvial existente.
4. Diseño de estructuras hidráulicas para canalización de aguas lluvia que soporten largos periodos de retorno según normas legales vigentes, Para el desarrollo de los diseños se realizaran con base en la información hidrológica de las estaciones meteorológicas más cercanas a la población.
5. Revisión del Plan de manejo de aguas lluvias existente dentro del Plan Maestro de Alcantarillado Pluvial existente, con el fin de conocer el posible funcionamiento de las estructuras, presentando así una propuesta técnica económica.
6. Procesamiento de información en donde se tendrá en cuenta las curvas (IDF) de acuerdo con la norma RAS 2000 que constituyen la base climatológica para la estimación de los caudales de diseño del sistema de alcantarillado pluvial para el municipio de Albán (Cundinamarca).

- 7.** Reconocimiento de estructuras hidráulicas existentes que puedan ser utilizables para el diseño del Sistema de Alcantarillado Residual y Pluvial del municipio de Albán (Cundinamarca).
- 8.** Construcción del modelo de drenaje de aguas lluvias y sanitarias para todo el municipio.
- 9.** Cálculo de cantidades de obra y construcción del presupuesto de la solución definitiva.
- 10.** Presentación de las obras para que puedan construirse por fases, cada una como unidad funcional para el proyecto de alcantarillados con redes independientes para sistema de aguas residuales y de aguas lluvias.
- 11.** Se recomienda de carácter urgente el diseño y construcción de la canalización de las descargas existentes y de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR, con el fin de solucionar el problema ambiental que en estos momentos se está ocasionando a las quebradas, que sirven como fuentes receptoras, dicha planta se deberá ubicar en el punto más bajo posible de todo el sistema para evitar la complejidad de tener que diseñar un bombeo mecánico para su funcionamiento.

12. BIBLIOGRAFIA

ALCALDIA DE ALBÁN. Información general. [Artículo en Internet] <http://www.albancundinamarca.gov.co>

COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO. Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Santafé de Bogotá, 2000.

CONTRALORIA DE CUNDINAMARCA. [Artículo de Internet] plan departamental de aguas [Diciembre 7 de 2009] <<http://www.contraloriadecundinamarca.gov.co/prensa/pdf-ambiental/.pdf>>

CONCEJO NACIONAL DE POLITICA ECONOMICA Y SOCIAL. [Artículo de Internet] documento Conpes 3463. Planes departamentales de agua y saneamiento para el manejo empresarial de los servicios de acueducto, *alcantarillado* y *aseo* <dnp.gov.co/archivos/Conpes/3463.pdf>

CORCHO ROMERO, Freddy Y DUQUE SERNA, José. Acueductos Teoría y diseño. Medellín: Ed. Depto. De publicaciones universidad de Medellín. 1993.

CUALLA LÓPEZ, Ricardo Alfredo. Diseño de Acueductos y Alcantarillado. Bogotá: Editorial escuela Colombiana de Ingeniería. 2° Ed.

GARCÍA MARÍN, Moisés. Avance Plan de desarrollo Municipal (PDM) primer informe entregado al consejo territorial de planeación 2012 2015, Albán Cundinamarca.

GOBERNACION DE CUNDINAMARCA. Plan de desarrollo departamental. Cundinamarca, es tiempo de crecer. Santafé de Bogotá, 2004.

PLAN GENERAL DE DESARROLLO ECONÓMICO. Social, ambiental y de inversiones públicas del municipio de Albán (c/marca) para el periodo 2008-2011.

MCGEE, Terence. Abastecimiento de agua y alcantarillado. Santafé de Bogotá: Mc Graw Hill, 1999.

MINISTERIO DE VIVIENDA, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO TERRITORIAL, [Artículo de Internet] Arranca Plan Departamental de Agua de Cundinamarca, el más grande de Colombia http://www.minambiente.gov.co/contenido/contenido_imprimir.aspx?catID=813&conID=2796&pagID=2491

MUNICIPIO DE ALBÁN CUNDINAMARCA. Oficina de Servicios Públicos [Artículo de Internet] Sector Acueducto Y Alcantarillado Aseo Y Saneamiento Básico [2008]
http://alban-cundinamarca.gov.co/apc-aa-files/64653363336362623366653263366561/Servicios_Publicos.pdf

MUNICIPIO DE ALBÁN. ALCALDÍA MUNICIPAL. Formulación del plan de desarrollo municipio de Albán período 2008 – 2011 departamento de Cundinamarca. La Entidad, 2008.