
ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE
ALCANTARILLADO DE AGUAS RESIDUALES Y AGUAS LLUVIAS EN LA
CABECERA MUNICIPAL DE LA VEGA (CUNDINAMARCA)

ARNOL STIVEN GARZÓN ROJAS
JOSE JEFFERSON AGUIRRE BARRERA

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTA
2016

ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE
ALCANTARILLADO DE AGUAS RESIDUALES Y AGUAS LLUVIAS EN LA
CABECERA MUNICIPAL DE LA VEGA (CUNDINAMARCA)

ARNOL STIVEN GARZÓN ROJAS
JOSE JEFFERSON AGUIRRE BARRERA

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO OPCIÓN PARA OPTAR AL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

ASESOR DISCIPLINAR: ING. MIGUEL ROBERTO HERNANDEZ VIRVIESCAS
ASESORA METODOLÓGICA: LIC. BIBIANA GOMEZ

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTA

2016

RESUMEN

Dentro de los sistemas de alcantarillados de aguas residuales y aguas lluvias en la cabecera municipal de La Vega (Cundinamarca) es importante resaltar que no se cuenta con el cumplimiento de algunas especificaciones para el óptimo desarrollo. Agregado a esto se evidencian falencias que se ven reflejadas y se describen de manera minuciosa, con relación a las actividades que realiza la comunidad; así mismo, con vínculo al manejo apropiado de la disposición de los sistemas de aguas residuales, contaminación de quebradas y el uso de la planta de tratamiento.

Se analizaron y se identificaron los diferentes parámetros a nivel legal y técnico, para el desarrollo y ejecución de los sistemas de alcantarillado, que orientados bajo un procedimiento investigativo se dieron claridad de temas que no se contaba.

Teniendo en cuenta lo anterior se encontrará un análisis que a partir de la investigación efectuada, se darán recomendaciones que servirán para optimizar el proceso total de los sistemas de alcantarillados de agua residuales y aguas lluvias para el municipio de La Vega Cundinamarca

TABLA DE CONTENIDO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	12
2. JUSTIFICACIÓN.....	16
3. OBJETIVOS.....	17
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
4. ANTECEDENTES.....	18
5. MARCO REFERENCIAL	24
5.1. MARCO TEÓRICO.....	24
5.2. MARCO CONCEPTUAL.....	25
5.2.1 Sistemas de alcantarillados	25
5.3 MARCO GEOGRÁFICO	36
5.3.1 Descripción Física:.....	36
5.3.3 Hidrografía e hidrología.....	38
5.3.4 Geología y geomorfología.....	44
Geomorfología	44
Geología	44
5.3.5 Cartografía y topográficas.....	48
5.3.6 Marco Demográfico.....	51
5.3.7 Urbanismo y demografía	52
5.3.8 Aspectos socioeconómicos y culturales	54
5.4 MARCO LEGAL	54
5.4.1 Normas básicas para el alcantarillado	55
5.4.2 Normatividad prestación de servicios públicos.....	55
5.4.3 Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico	56
6.0 DISEÑO METODOLÓGICO	59
6.1 ENFOQUE METODOLÓGICO	59
6.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	59

6.3 FASES DE INVESTIGACIÓN.....	60
6.4 INSTRUMENTOS (Materiales).....	63
7.0 ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	64
7.1.1 Cálculo de áreas aferentes.....	64
7.1.2 Vertimientos	93
7.1.3 Vertimientos hacia la quebrada Reyes y Río Ila	96
7.1.4 Cálculo para el diseño de alcantarillado de aguas residuales	98
7.1.5 Situación del sistema de aguas lluvias	102
7.1.6 Cálculo para el diseño de alcantarillado de aguas lluvias	111
7.1.7 Planta de aguas residuales	115
7.2.0 Encuesta.....	119
7.5.2 Cifras y datos	123
7.3 CONCLUSIONES.....	128
RECOMENDACIONES	129
BIBLIOGRAFÍA.....	130

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Antecedentes de tesis de grado.....	18
Tabla 2 Población municipio de La Vega año 2006	19
Tabla 3 Características importantes del sistema de alcantarillado.....	29
Tabla 4 División Político Administrativa.....	37
Tabla 5 Principales Fuentes hídricas por subcuenca.....	40
Tabla 6 Número de nacimientos por subcuenca del municipio.	41
Tabla 7 Clase de pendientes.....	48
Tabla 8 Población 1938-2005	53
Tabla 9 Población proyectada de La Vega hasta el año 2015	53
Tabla 10 Normatividad de los sistemas de alcantarillado.....	55
Tabla 11 Normatividad de servicios públicos.	55
Tabla 12 Reglamento técnico de agua potable y saneamiento.....	56
Tabla 13 Fases de investigación.	60
Tabla 14 Cálculo áreas aferentes.....	65
Tabla 15 Asignación del nivel de complejidad.....	69
Tabla 16 Dotación Neta.....	69
Tabla 17 Periodos de diseño máximos.....	70
Tabla 18 Población La Vega	70
Tabla 19 Zona Urbana La Vega Cundinamarca.	71
Tabla 20 Periodo de diseño.....	74
Tabla 21 Población proyectada 2016-2041	89
Tabla 22 Vertimientos directos.....	94
Tabla 23 Ubicación de cunetas.....	102
Tabla 24 Pozos de inspección de aguas residuales.	105
Tabla 25 Ubicación de cárcamos.	107
Tabla 26 Ubicación de sumideros.	108
Tabla 27 Valores del Imp	111
Tabla 28 Diámetros comerciales	113
Tabla 29 Porcentaje de propietarios y arrendatarios según estrato.	120
Tabla 30 Porcentaje de viviendas según estrato.	120
Tabla 31 Servicios domiciliarios según estrato.	121
Tabla 32 Tipo de conexión domiciliaria según estrato.	121
Tabla 33 Cantidad promedio de usuarios por estrato.	122
Tabla 34 Cantidad de usuarios encuestados.	123
Tabla 35 Cantidad de usuarios a fuentes de aguas superficiales.....	125

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Cálculo de áreas aferentes	64
Ilustración 2 área tributaria.	90
Ilustración 3 Aguas de infiltración.....	91
Ilustración 4 Caudal total.	91
Ilustración 5 Conexiones erradas	92
Ilustración 6 Vertimientos.....	93
Ilustración 7 Vertimientos hacia la quebrada Reyes y el Río Ila.	96
Ilustración 8 Vertimientos directos de aguas residuales en la Quebrada Reyes.....	97
Ilustración 9 Calidad del agua en la quebrada Reyes. Aguas abajo de la Planta de tratamiento de aguas residuales.....	97
Ilustración 10 Sistema de vertimiento.	98
Ilustración 11 Obstrucción de cunetas.....	103
Ilustración 12 Estado actual de cunetas.....	103
Ilustración 13 Sección típica de cuneta	104
Ilustración 14 Dimensiones de cunetas.....	104
Ilustración 15 Pozo de inspección.....	105
Ilustración 16 Pozo de inspección sin tapa	106
Ilustración 17 Sección típica, pozo de inspección.	106
Ilustración 18 Cárcamo con rejilla de hierro en mal estado.	107
Ilustración 19 Cárcamo con tapa en concreto en mal estado.....	108
Ilustración 20 Estado de sumideros.	109
Ilustración 21 Obstrucción de sumideros.	109
Ilustración 22 Sumidero Pluvial.....	110
Ilustración 23 Sumideros laterales	110
Ilustración 24 Planta de tratamiento de Aguas Residuales del municipio de La Vega.	115
Ilustración 25 Funcionalidad planta de tratamientos de aguas residuales	116
Ilustración 26 Tanque de homogenización.	117
Ilustración 27 Tanque de lodos.....	117
Ilustración 28 By pass, sedimentador y emisario final.	118
Ilustración 29 Sitio de descarga de la planta de tratamiento de aguas residuales.....	118
Ilustración 30 Estratificación según encuestados.	119
Ilustración 31 Quebrada Reyes	134
Ilustración 32 Vertimiento directo	134
Ilustración 33 Vertimiento a quebrada Reyes.....	135
Ilustración 34 Conexiones prohibidas del sistema de alcantarillado.....	135
Ilustración 35 Quebrada Reyes	136
Ilustración 36 Quebrada Reyes	136

Ilustración 37 Conexiones inadecuadas.....	137
Ilustración 38 Conexiones inadecuadas y cambio de material.....	137
Ilustración 39 conexiones hechizas.....	138
Ilustración 40 Conexiones hechizas.....	138
Ilustración 41 Disposición de sangre, central de sacrificio.....	139
Ilustración 42 Central de sacrificio.....	139
Ilustración 43 Residuos sólidos, central de sacrificio.....	140
Ilustración 44 Central de sacrificio.....	140
Ilustración 45 Sumidero.....	141
Ilustración 46 Sumidero.....	141
Ilustración 47 Sumidero.....	142
Ilustración 48 Sumidero.....	142
Ilustración 49 Sumidero.....	143
Ilustración 50 Sumidero transversal.....	143
Ilustración 51 Conexiones prohibidas.....	144
Ilustración 52 Conexiones hechizas.....	144
Ilustración 53 Cuneta.....	145
Ilustración 54 Cuneta.....	145

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 ENCUESTAS	132
Anexo 2 ARCHIVO FOTOGRÁFICO	133
Anexo 3 INFORMES, ESTUDIOS Y LEYES	146
Anexo 4 RADICACIÓN DE CARTA, VISITA A LA PTAR	147
Anexo 5 PLANOS.....	148

GENERALIDADES

Estudio para la optimización de los sistemas de alcantarillado de aguas residuales y aguas lluvias en la cabecera municipal de La Vega (Cundinamarca).

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Desarrollo de la ingeniería civil para ámbitos Urbanos.

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Ingeniería de recursos hídricos en y para ámbitos urbanos.

SEMILLERO

Servicios básicos y complementarios de la cuenca del río Negro.

NOMBRE DE INVESTIGADOR

NOMBRE DE ASESORES

LUGAR DONDE SE REALIZA EL PROYECTO

MUNICIPIO: La Vega

DEPARTAMENTO: Cundinamarca

AÑO: 2016

INTRODUCCIÓN

En los municipios de Colombia los sistemas de alcantarillado son diseñados para satisfacer las necesidades primarias de la población, siguiendo diseños y normas que regulan su manejo, para la disposición de aguas residuales al medio ambiente como se hace a nivel mundial.

El objeto de investigación está enfocado en el municipio de La Vega (Cundinamarca) orientado en el sistema de alcantarillado del municipio, analizar y conocer el problema que se va a investigar; entendiendo como problema de investigación toda situación u objeto del estudio a realizar que estimule a buscar respuestas a aquellos problemas que no se solucionan fácilmente, por consiguiente conocer las condiciones existentes en calidad, cobertura, infraestructura, para el manejo de aguas residuales y lluvias de la cabecera municipal del municipio de La Vega (Cundinamarca).

Este trabajo identificó la problemática del sistema de alcantarillado con el conocimiento previo de las normas que regulan los sistemas de alcantarillado en nuestro país, accediendo a documentos, informes, planos, y todo tipo de información que posean las entidades que se involucran o tienen manejo de este tema. El alcance del trabajo es dar un documento base que sirva tanto a la comunidad académica, como a la población del municipio, que genere comprensión y conciencia de la magnitud del sistema de alcantarillado que posee el municipio de La Vega, así mismo se proponen mejoras para las necesidades de la población.

Encontramos que en el municipio de La Vega, no cuenta con el sistema de alcantarillado básico completo y que comprende de sectores que los carecen a comparación de otros puntos del pueblo; se evidencian vertimientos a la quebrada Reyes y río Ila, contaminando exponencialmente a estas fuentes hídricas; en otro aspecto el sistema de alcantarillado de aguas lluvias se ve reflejado gran abundancia de sedimentos y residuos sólidos a las estructuras construidas que conlleva a cabo el sistema de aguas lluvias como lo son: las cunetas, los pozos de inspección, los sumideros y cárcamos.

En otro punto la planta de tratamiento se encuentra recibiendo más caudal de lo que fue diseñada, en su inicio el caudal de entrada era de 30L/segundo, hoy por hoy supera los 45l/segundo, debido al crecimiento de la población del pueblo sin mencionar el rediseño que se están efectuando a la misma.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

En la actualidad el casco urbano del Municipio de La Vega (Cundinamarca) cuenta con un aproximado de 6732 habitantes, de los cuales el 90% se beneficia del servicio de alcantarillado; conforme al “Plan de desarrollo municipal La Vega por un futuro mejor 2008- 2014”; el alcantarillado municipal es combinado en un 70% y el emisario final de éste es la planta de tratamiento, el 30% restante de las aguas residuales y aguas lluvias es vertido directamente a fuentes de agua superficiales.¹

De acuerdo con los planos actuales suministrados por la oficina de planeación municipal del municipio de La Vega, se observa que varios sectores del casco urbano no cuentan con el servicio básico de alcantarillado sanitario, como por ejemplo el barrio Gaitán y el barrio Isla. Estos dos barrios están situados a un costado del río Ila y según el plano de estratificación del municipio corresponden al estrato 1, notificándose cerca de 40 vertimientos directos de esos dos barrios hacia este importante río, lo cual indica que básicamente son sólo algunas de las viviendas las que no cuentan actualmente con el servicio de alcantarillado. De igual manera se evidencia por la carrera 3 con calle 8, que el alcantarillado no se encuentra incorporado, es decir, que en ese punto los ramales no irán conectados ni se tiene programada dicha conexión en el alcantarillado sanitario proyectado, que según los diseñadores tienen previsto implementar en el municipio.

Así mismo a lo largo del casco urbano las tuberías de alcantarillado están construidas con los siguientes diámetros: 8 pulgadas en barrios y comunidades, 12 pulgadas en el sector de sacrificio de animales, 14 pulgadas en el colector del pueblo y 16 pulgadas hacia sistema de tratamiento, contando con pendientes desde el 2% hasta el 8%, construidas con materiales de asbesto cemento, sin embargo se ha implementado la construcción de la red proyectada de alcantarillado de aguas residuales en material PVC, sobre la autopista Medellín en el sector frente al Hotel Capri hasta el Hotel Madrigal por valor de \$159.061.613,00, financiado en su totalidad por la administración municipal; aun

¹PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL LA VEGA “POR UN FUTURO MEJOR 2008-2011). Alcantarillado [en línea]. < http://www.lavega-cundinamarca.gov.co/apc-aa-files/38326631613939343862366632383862/PLAN_DE_DESARROLLO_MUNICIPAL_LA_VEGA.pdf > [consultado en noviembre 2015]

así falta por construir, especialmente en las zonas de las viviendas que tienen vertimientos directos a las quebradas.

Sumado a esto, en el sector de la carrera 3 desde la calle 19 hasta la calle 23, y pasando por la central de sacrificio, se encuentra el punto donde se genera la mayor afectación a la calidad del agua de la quebrada Reyes, este tipo de vertimientos contienen alta carga de sólidos suspendidos, materia orgánica carbonacea y nitrogenada, debido a esto se deben analizar alternativas para realizar el tratamiento de estas aguas, lo cual permitiría alcanzar condiciones más favorables desde el punto de vista de calidad del agua para la fuentes de agua superficiales.

La quebrada Reyes es un pequeño cuerpo de agua que atraviesa el municipio de La Vega, departamento de Cundinamarca, esta corriente recibe la mayor parte de los vertimientos del alcantarillado público municipal, situación que ocasiona un deterioro considerable sobre la calidad física, química y microbiológica del agua de la quebrada, afectando la disponibilidad de uso de este recurso para las poblaciones o comunidades ubicadas aguas abajo del municipio.²

En cuanto a las aguas lluvias, el manejo de las mismas no es el óptimo ya que las redes de alcantarillado pluvial del casco urbano del municipio no se encuentran en buen estado, lo que está permitiendo que se acrecenté la problemática de manejo de aguas de La Vega (Cundinamarca); por ejemplo las cunetas se encuentran obstaculizadas por una gran abundancia de sedimentos y residuos sólidos de grandes tamaños, cosa que impide el adecuado flujo de aguas lluvias.

Referente a los sumideros, gran parte se encuentran obstruidos por sedimentos y basuras lo que genera rebose y no permite la correcta descarga de las aguas lluvias hacia la red del alcantarillado, además de que no han sido reemplazados por sumideros nuevos.

De acuerdo con el informe de gestión 2014, para mitigar este daño se ha invertido una suma

²CALIDAD DEL AGUA EN LA QUEBRADA REYES DEL MUNICIPIO DE LA VEGA - CUNDINAMARCA. Contaminación [en línea].

<<http://www.unilibre.edu.co/revistaavances/avances-10-2/09->

Calidad+del+agua+en+la+quebrada+Reyes+del+municipio+de+La+Vega+Cundinamarca.pdf > [consultado en noviembre 2015]

de \$5.000.193,00 financiada en su totalidad por la EAAA LA VEGA ESP, ofreciendo mitigar los problemas presentes solamente en el sector de la calle 23 con carrera 2, por ende hace falta gestionar una solución del problema para el resto del casco urbano del Municipio de La Vega; otro de los problemas encontrados está en algunos de los pozos de inspección, ya que gran parte de ellos no están debidamente cubiertos (las tapas no se encuentran en su lugar) y en la mayor parte del alcantarillado del municipio la red es combinada lo que hace que en tiempos de lluvia se rebose el agua por la gran cantidad de residuos sólidos que se depositan al fondo de los mismos.

En cuanto al sistema de tratamiento de aguas residuales en el caso de la disposición de las aguas residuales; del municipio de La Vega se presentan inconvenientes en la planta de tratamiento de aguas residuales que es el sistema por medio del cual el municipio le da manejo a las aguas residuales, según el informe de gestión 2014³ para la puesta en marcha de la planta se invirtieron \$ 750.858.220,00, pero durante la operación de la misma han surgido contratiempos, básicamente se encuentra en constante mantenimiento por varios motivos, como el hecho que los motores no son los apropiados para la ejecución de los procesos de la planta o por imprevistos que se presentan continuamente, circunstancia que es bastante preocupante ya que además de las aguas residuales del municipio que llegan a la planta, se le suman desechos de la central de sacrificio, que no son solo aguas residuales sino también fluidos corporales (sangre). Sin embargo en la planta de tratamiento no se permite ni deberían llegar este tipo de fluidos porque a la central de sacrificio le corresponde contar con una planta de tratamiento propia a fin de verter estos desechos, y en estos momentos no existe y se hace necesario invertir en la misma.

Además, debido a que la planta de tratamiento no se encuentra en constante actividad y permanece gran parte de tiempo sin funcionar, las aguas que se captan allí se dirigen hacia las fuentes de agua superficiales sin haber pasado por ninguno de los procesos de tratamiento de aguas residuales necesarios para la descontaminación de las mismas, esta situación es de suma preocupación debido a que se está generando mayor contaminación a las quebradas Catuca y Reyes pertenecientes al municipio de La Vega; por lo tanto, la comunidad que no posee conexiones domiciliarias, la central de sacrificio y la planta de tratamiento son los principales factores que contribuyen a la contaminación con tendencias al crecimiento exponencial de estas fuentes de aguas superficiales.

³ EMPRESA DE ACUEDUCTO ALCANTARILLAO Y ASEO E.S.P. DE LA VEGA Informe de gestión [en línea]. < <http://www.eaaa-lavega-cundinamarca.gov.co> > [consultado en noviembre 2015]

Por lo tanto la pregunta de investigación del presente proyecto fue:

¿Cuáles son los problemas técnicos y de funcionamiento que impiden el normal desarrollo de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial en la cabecera municipal de La Vega (Cundinamarca)?

2. JUSTIFICACIÓN

Debido a la problemática anterior en el municipio de La Vega (Cundinamarca) se hace necesario contar con un sistema de alcantarillado de aguas residuales y aguas lluvias, por ello se ha decidido realizar esta investigación para que la población cuente con los sistemas de alcantarillados conectados a redes y ramales adecuados para la ejecución del mismo, reemplazando así los vertimientos de aguas residuales, surtidos por los habitantes a las quebradas del municipio, como también contar las debidas estructuras construidas de los sistemas de aguas pluviales.

La presente investigación tuvo como finalidad el estudio de la optimización de alcantarillado de aguas residuales y aguas lluvias, el cual se realizó para ayudar a reducir al máximo los riesgos que se puedan presentar en el futuro, como lo son enfermedades o problemas de salubridad que afecten la calidad de vida de los habitantes y de la misma manera disminuir el impacto ambiental que la problemática genera.

La optimización, es de vital importancia ya que este trabajo de investigación pretende beneficiar a la comunidad del municipio de La Vega, en la que se encontró personas de todas edades, desde niños hasta ancianos, a los cuales se les pretende brindar una calidad óptima de sistema de alcantarillado básico y mejores condiciones. Para esta investigación fue indispensable conocer el incremento poblacional para medir las afectaciones en cuanto a la cantidad y calidad de las aguas naturales sino se les da un manejo adecuado con anterioridad.

3. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Estudio para la optimización de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial en la cabecera municipal de La Vega (Cundinamarca).

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el aspecto técnico de los sistemas de alcantarillado (canales, diámetros, áreas aferentes, vertimientos).
- Describir la problemática actualmente de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Determinar mediante encuestas el número de usuarios conectados a los sistemas de alcantarillado.
- Proponer mejoras que permitan la optimización técnica y funcional de los sistemas

4. ANTECEDENTES

Para la presente investigación se realizó una recolección de diferentes fuentes bibliográficas y se encontró que para el caso de este estudio se cuenta con antecedentes a nivel nacional e internacional.

A continuación en la Tabla 1. Antecedentes de tesis de grado, se evidencian proyectos de grado, que tratan acerca de acueductos y alcantarillados en Colombia.

Tabla 1. Antecedentes de tesis de grado.

TITULO	AUTOR	AÑO
Diseño y recomendación de alcantarillados sanitarios y de aguas lluvias: canales e intercolectores del rio nuevo	Jose Joaquin Bernal Rodriguez y Guillermo Mendez Rey	1964
diseño y presupuestos de los alcantarillados de aguas lluvias,residuales y pavimento del barrio jimenez de quesada(bosa)	Carlos Eduardo Montanez y Hugo Segura	1979
diseño de la redes de acueducto y alcantarillado de la florida Analaima.	Mauricio Gomez	1979
Alcantarillado de aguas lluvias para los barrios de San Luis, Vaney y La Regadera.	Mario Rodriguez Bermudes	1980
Diseño de redes de alcantarillado por computador	Libia Zuluaga Arbeláez	1990
Diseño y construcción del sistema de alcantarillado troncal del sector nororiental de Bogotá, D.C.	Nuvia Marlen Arévalo	1998
La construccion del sistema de alcantarillado y la canalizacion de las corrientes de agua en Bogotá, D.C. 1980-1930	Monica Cárdenas	2001
Construccion del alcantarillado independiente sanitario y pluvial(aguas lluvias) en el barrio Ucrania en el municipio de mitú-Vaupes	Oscar Javier Acuña Correa	2003

Seguidamente se presentan los siguientes documentos que contribuyen teórica y constructivamente al trabajo de investigación.

A nivel nacional:

La Defensoría del Pueblo, el Departamento Nacional de Planeación (DPN) y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), se encargaron a través de la Defensoría del Pueblo en el 2005 de abordar la problemática del agua y saneamiento básico del país. La defensoría del Pueblo tomó la relación de los resultados de laboratorio de las Secretarías de Salud Departamentales, para emitir un informe en busca de llamar la atención a las autoridades componentes y responsables en la calidad del derecho humano al agua, garantizar la eficiencia en la prestación de los servicios públicos de salud de acueducto, alcantarillado y aseo, para confirmar la realización del derecho a la salud pública. EL DANE se encargó de proporcionar información de las encuestas ECH (Encuesta Continua de Hogares) y el DNP realizó los cálculos para emitir los resultados en porcentajes. Según el estudio realizado por estas entidades, se emitió un documento el 6 de octubre de 2006, donde centró su atención en el análisis de la calidad del agua para el consumo humano, informe que se trató en general por departamentos de Colombia y se subdividió en sus capitales y en el municipio de La Vega se generó los siguientes datos (Ver Tabla 2 Población municipio de La Vega año 2006)⁴:

Tabla 2 Población municipio de La Vega año 2006

Municipio	Población Servida	Empresa
La Vega	5.677 (2006)	Servicios públicos

Fuente: Defensoría del pueblo La Vega por un futuro mejor

La Vega

De los resultados de laboratorio de la Secretaria de Salud, los parámetros de calidad del agua que entregó el municipio de la Vega y analizó la Defensoría del Pueblo, se verificó que están cerca de cumplir los requerimientos de potabilidad en el agua exigidos por la ley; además que está entre los Municipios que mejoraron en el cumplimiento de los parámetros microbiológicos del agua; los parámetros fisicoquímicos no apareció ni se reportó mejoramiento ni empeoramiento; tampoco se encuentra relacionado con el cumplimiento de

⁴ DEFENSORIA DEL PUEBLO COLOMBIA. Antecedentes [en línea].
< <http://www.defensoria.gov.co/es/public/sedesregionales> > [consultado en noviembre 2015]

acciones populares mayores al 95%, lo que genera que se exija garantizar el saneamiento ambiental, según la Constitución Política, artículo 49, proteger la diversidad e integridad del ambiente y conservar las áreas de especial importancia ecológica, según el artículo 79 certificar la eficiencia en la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo para garantizar la realización del derecho a la salud pública según la Corte Constitucional de Sentencias T-206 de 1992 y T-207 de 1995.⁵

Un análisis de la superintendencia de Servicios Públicos en el 2007, presentó uno de los estudios sobre el casco urbano del municipio de La Vega, indagó sobre el sistema de alcantarillado y su cobertura en el municipio, el cual se entregó la siguiente información.

Alcantarillado: el casco urbano del municipio de La Vega tiene 1.067 viviendas, de éstas el 90% se benefician del servicio, con una población de 1.417 habitantes del cual tienen conexión al alcantarillado municipal, cuyo contenido es vertido sin ninguna clase de tratamiento a las quebradas Catica y Reyes, otras tiene solución individual (pozo séptico) y en algunos casos, las aguas residuales son vertidas a fuentes de agua superficiales como la quebrada Reyes, Catica o río ILA.⁶

Norte de Santander

De los estudios encontrados más notables en Colombia sobre el análisis en descripción de saneamiento básico, está un estudio mostrado en el departamento de Norte de Santander, como se muestra a Continuación:

Sector Agua Potable y Saneamiento Básico en el municipio de Cachira Norte de Santander: una de las variables que afectan en forma directa al ser humano en su bienestar, tiene que ver con el sector agua potable y las condiciones mínimas de sanidad.⁷

La situación con respecto al alcantarillado es muchos más preocupante, la encuesta muestra que de las 1990 viviendas del sector rural, ninguna tiene un sistema de acueducto y solo existen 311 pozos sépticos, el cual tiene un sistema de 44,5% con inodoro lavable, el 7,8% cuentan con taza sanitaria, pero

⁵ DEFENSORIA DEL PUEBLO COLOMBIA. Antecedentes [en línea].

<<http://www.defensoria.gov.co/es/public/institucional/120/Entidades-de-Control.htm>> [consultado en Octubre 2015]

⁶ DEFENSORIA DEL PUEBLO COLOMBIA. Antecedentes [en línea].

<www.Defensoria.org.co/pdf/informes/informe_123.pdf> [consultado en 2 Octubre 2015]

⁷ DEFENSORIA DEL PUEBLO COLOMBIA. Antecedentes [en línea]. <<http://lavega-cundinamarca.gov.co/apc-aa->>> [consultado en Noviembre 2015]

lo que verdaderamente preocupa es conocer que el 47% de la población rural realizan sus deposiciones a campo abierto sin ningún sistema de alcantarillado u otro. En cuanto a los centros poblados de los corregimientos, las condiciones son graves, en la cabecera se cuenta con un alcantarillado en regulares condiciones sin planta de tratamiento de aguas residuales o servidas.

En el corregimiento de Cachira la mayoría de las viviendas disponen las aguas servidas en forma directa al río Cachira y en la cabecera municipal no es menos preocupante, casi el 40% de las viviendas disponen las aguas servidas en forma directa al río y las demás utilizando un sistema de redes supremamente antiguo y sin ningún tratamiento se disponen a servirse en el río. Esto ha ocasionado que los niveles de deficiencias bioquímicas de oxígeno y los sólidos suspendidos totales en las aguas del río Cachira sean altos, razón que motiva el pago por concepto de tasas retributivas a CORPONOR (Corporación Autónoma Regional de Norte de Santander)⁸

A nivel internacional:

Se han realizado estudios descriptivos sobre saneamiento básico en diferentes países que desea conocer la problemática de saneamiento que presenta su territorio, podemos ubicar estudios como:

Brasil

SEDEPAL en Brasil, presentado en el congreso Brasileiro de Engenharia Sanitaria e Ambiental en 1992, en el cual se analiza la disponibilidad limitada de los recursos hídricos, frente a la degradación de la mayor parte de corrientes receptoras de los vertederos industriales y municipales.⁹

Perú

El ministerio de la presidencia del Perú (MIPRE); Presentó en su seminario taller perspectivas del sector Saneamiento en el Perú en 1994, un documento de gestión del riesgo en los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, en el cual analiza la situación de saneamiento con la población rural, como instrumento para la protección del ambiente y la salud, la salvaguardar de bienes, la reconciliación del uso de los propuestos y

⁸ MUNICIPIO DE CACHIRA. Antecedentes [en línea]
<cachira-nortedesantander.gov.colapc-aa-files/.../4.SECTOR_AGUA_POTABLE_Y_SANEAMIENTO_B_SICO.pdf>
[consultado en Noviembre 2015]

⁹ SEDEPAL. Antecedentes. [en línea]
<http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=653834f6-6123-4e5d-a09e-d6bf02aa7e27&> [consultado en Noviembre 2015]

formulación de proyectos de saneamiento, bajo la estrategia y vigilancia del Banco Mundial para mejorar la calidad de los servicios básicos.¹⁰

Bolivia

En Bolivia el Ministerio de Vivienda y Servicios Básicos, Asociación Nacional de empresas de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado en 1998, donde el objetivo de los estudios se desarrollan en la entidades gubernamentales en las empresas de servicio y saneamiento, analizando áreas metropolitanas, ciudades intermedias, centros urbanos menores, del cual se originó un documento sobre la situación de los recursos hídricos en Bolivia, y manejo de información sobre las consideraciones referentes a los potenciales impactos ambientales que proyectos de alcantarillado sanitario pueden generar sin un tratamiento apropiado. Asesorado por el Banco Mundial en su documento libro de consulta para Evaluación ambiental (1992).¹¹

Argentina

Argentina el Consejo Federal de Servicios Sanitarios, COFES en 1994, analizando la regulación de los servicios de saneamiento básico, para el sector sanitario, con el fin de organizar y administrar la ejecución e instrumentación de programas de infraestructura para apreciar la cobertura de la red pública.¹²

International Institute for Hydraulic and Environmental Engineering

El Internacional Institute for Hydraulic and Environmental Engineering (Instituto de Hidráulica y Ambiental) en 1991; PNUD, un estudio mostrado y celebrado en países Bajos, en la cual se enfocó en la creación de capacidad en el contexto de autoayuda, para ajustarlo en programas de evaluación del sector hídrico, para usuarios que no pueden desarrollar y asegurar eficazmente sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento, sin un entorno propicio, desarrollando capacidades suficientes para resolver los problemas del sector con el fin de

¹⁰ PLAN NACIONAL DE SANEAMIENTO. Antecedentes [en línea]

< <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd51/plan-saneamiento.pdf>>[consultado en Noviembre 2015]

¹¹ EVALUACION DE SANEAMIENTO E IMPACTO AMBIENTAL Antecedentes [en línea]

< <http://www.ecolex.org/server2.php/libcat/docs/LI/MON-081113.pdf>>[consultado en Noviembre 2015]

¹² SERVICIOS SANITARIOS ARGENTINA Antecedentes [en línea]

< <http://www.cepal.org/drni/proyectos/samtac/inar00200.pdf>>[consultado en Noviembre 2015]

mejorar el desempeño del servicio para que sea sostenible y equitativo para la comunidad.¹³

Chile

La Superintendencia de Servicios Sanitarios de Chile en 1993, que redefinió el rol del estado en sector sanitario separando las labores relacionadas con la prestación del servicio, con el fin de organizar y administrar la política de saneamiento, para mitigar desastres naturales en los marcos regulatorios del sector de agua potable y saneamiento en el cual se tiene en cuenta la capacidad técnica y logística para la prestación de los servicios de saneamiento¹⁴

¹³ RECURSOS HIDRICOS. Antecedentes [en línea]

< <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=354351> > [consultado en Diciembre2015]

¹⁴ AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO. Antecedentes [en línea]

< http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6321/S0700281_es.pdf?sequence=1 > [consultado en Diciembre2015]

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. MARCO TEÓRICO

Reseña histórica del municipio de La Vega

“La base histórica del municipio de San Juan de La Vega irradia su tradición desde sus primeros pobladores; fueron los Doimas y Bulucaimas de la nación Panche. Su nombre parece derivar de las circunstancias de estar en terrenos de hondonada a orillas de ríos y quebradas.

El 3 de junio de 1605 el Licenciado Alonso Vásquez de Cisneros fundó dos pueblos de indios: uno en el sitio de Payanda que se llamó Nocaima, y otro en Cambata, al cual no se le dio nombre y vino a ser el de San Juan de La Vega. La Vega fue fundada el 12 de junio de 1605. La Vega fue elegida como parroquia por Don Antonio Matias Calo de Melo y Pinzón en el año de 1777.

El 17 de mayo de 1777 don Eusebio de los Reyes, Alcalde de la parroquia de Nocaima, Hizo el censo de indios, que dio por resultado 166 en La Vega y 112 en Nimaima, entonces se dispuso el traslado de los indios a Nimaima, que no se cumplió, de allí se fundó un nuevo pueblo o parroquia de los blancos en el lugar que hoy existe. En 1785 llamaba pueblo de San Juan de La Vega, nombre que actualmente tomo el hospital del Municipio.

El 29 de Noviembre de 1793 se habla de la parroquia de La Vega en jurisdicción de Guaduas. El 30 de marzo de 1797 los indios del extinguido pueblo de San Juan de La Vega estaban anexados a la parroquia del mismo y declararon que los habían mandado agregar a Nimaima.

Durante la guerra de los Mil días La Vega fue importante plaza de los revolucionarios liberales y sede de operaciones del célebre general Benito Ulloa, quien con su guerrilla libró combates en el occidente de Cundinamarca. En homenaje al caudillo se le erigió un busto en la plaza principal en marzo de 1947. Se dice que una antigua iglesia se inició en 1844, cuya nave lateral se hizo en 1927 y la torre en 1936, pero por haberse caído cuando se reparaba fue preciso demolerla totalmente, y el 24 de julio de 1961 se comenzó la actual. La casa cural se construyó entre el 15 de diciembre de 1958 y octubre de 1960”¹⁵

¹⁵ RESEÑA HISTORICA LA VEGA (CUNDINAMARCA). [en línea]
< http://www.lavega-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml>[citados 2 Diciembre2015]

5.2. MARCO CONCEPTUAL

A Continuación se presentan conceptos básicos para la optimización del sistema de alcantarillado de aguas residuales y aguas lluvias basados en el REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO (RAS 2000).

5.2.1 Sistemas de alcantarillados

Los sistemas de alcantarillado son un conjunto de obras cuya función es la recolección, conducción y disposición final de la aguas residuales o las aguas lluvias, estos sistemas se puede diseñar para el manejo independiente de aguas lluvias y aguas residuales o también se pueden diseñar para su manejo combinado.

Dentro de los sistemas de alcantarillado actualmente conocidos se tienen los sistemas convencionales y los sistemas no convencionales. El sistema convencional se puede definir como “sistema tradicional utilizado para la recolección y transporte de aguas residuales o lluvias hasta los sitios de disposición final”.

Dentro de los sistemas de alcantarillado actualmente conocidos se tienen:

Los sistemas convencionales y los sistemas no convencionales.

- I. *El sistema convencional* Los alcantarillados convencionales son los sistemas tradicionales utilizados para la recolección y transporte de aguas residuales o lluvias hasta los sitios de disposición final, estos son:
 - **Alcantarillado combinado:** En el que las aguas residuales y pluviales son recolectadas y transportadas por el mismo sistema.
 - **Alcantarillado separado:** La recolección y transporte de las aguas residuales y pluviales se hace mediante sistemas independientes; es decir, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial.¹⁶

¹⁶ CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO. [en línea]
<http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358003/Residuales_Contenido_en_linea/leccin_6__clasificacin_de_los_sistemas_de_alcantarillado.html> [consultado en 2 Diciembre2015]

II. El sistema no convencional 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. Los sistemas no convencionales pueden constituir alternativas de saneamiento cuando, partiendo de sistemas in situ, se incrementa la densidad de población.

III. Alcantarillados condominiales y los alcantarillados sin sistemas sólidos.

- **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 sustituirlos por estructuras más económicas.
- **Los alcantarillados condominiales:** son sistemas que recogen las aguas residuales de un conjunto de viviendas que normalmente están ubicadas en un área inferior a 1 ha mediante colectores simplificados, y son conducidas a la red de alcantarillado municipal o eventualmente a una planta de tratamiento.
- **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 estos 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 profundos. 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.¹⁷
- **Sistemas in situ:** 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

¹⁷ CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO. [en línea]
<http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358003/Residuales_Contenido_en_linea/leccin_6__clasificacin_d_e_los_sistemas_de_alcantarillado.html> [consultado en 2 Diciembre2015]

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.

Los sistemas no convencionales surgen como respuesta de saneamiento básico de poblaciones con recursos económicos ilimitados, pero son sistemas poco flexibles que requieren una mayor densidad y control de los caudales de un mantenimiento intensivo y más importante aunque la parte tecnológica necesita una cultura de la comunidad que acepte y controle el sistema dentro de las limitaciones que estos pueden tener.

Los sistemas de alcantarillado convencionales se clasifican según el tipo de agua que conduzcan, alcantarillado separado, alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial y alcantarillado combinado.

Los sistemas de alcantarillado no convencionales se clasifican según el tipo de tecnología aplicada y en general se limitan a la evaluación de las aguas residuales, alcantarillado simplificado, alcantarillados condominales, alcantarillado sin arrastre de sólidos.

El tipo de alcantarillado que se ha de usar depende de las características topográficas y condiciones económicas del proyecto.

Unir las aguas residuales con las aguas de las lluvias, es decir, un alcantarillado combinado es una solución económica inicial desde el punto de vista de recolección, como una solución preparada al problema de la conducción de aguas residuales y agua de lluvias, pero no lo será cuando se piense en la solución global de saneamiento, que incluye la planta de tratamiento de aguas residuales, ya que este caudal combinado es muy variable en cantidad y calidad.

Para seleccionar que tipo de alcantarillado se va a utilizar y la tecnología que se ajuste con el saneamiento básico de la población, se concibe estudios que comprendan análisis cualitativos y cuantitativos para la mejor selección que cumpla con las expectativas para la prestación de estos servicios.¹⁸

De los estudios efectuados en América Latina con respecto a los sistemas de alcantarillado, existen 90 millones de personas sin adecuado suministro de agua

¹⁸ SISTEMAS NO CONVENCIONALES. [en línea] < <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358003/Residuales>> [consultado en 2 Diciembre2015]

para el consumo humano y unos 450 millones sin infraestructura de saneamiento básico, con el consiguiente impacto en la salud y calidad de vida de la población. Esta situación ha sido analizada en poblaciones pequeñas menores de 30.000 habitantes. El Departamento Nacional de Planeación de la República de Colombia, (DNP. 1992) Presentó criterios para la selección de tecnología a través de una guía para la preparación y elaboración de proyectos de agua potable y saneamiento básico, orientados a poblaciones entre 15 mil y 200 mil habitantes.

Entre los estudios que abordan el problema de selección de tecnología en el tratamiento de agua de una manera más integral se destaca el modelo de la universidad de Oklahoma (Reid, 1982), el cual se desarrolló con el auspicio de la AID (Agency for international Development) (Agencia para el Desarrollo Internacional) y el respaldo de diferentes organizaciones internacionales como CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente), OMS (Organización Mundial de la Salud), IRC (International Water And Sanitation Centre) (Agua internacional y centro de saneamiento) y otras instituciones en Europa, África y Asia. Este modelo involucra en sus criterios de selección aspectos socio-económicos, disponibilidad de recursos locales, calidad de agua cruda e información demográfica.¹⁹

El sistema convencional tiene:

- En el alcantarillado: mayor longitud de redes principales, mayor volumen de excavación, diámetro mínimo 200 m y profundidad mínima 1,20 m.

El sistema condominal tiene:

- El alcantarillado: menor longitud de redes principales.
- Menor volumen de excavación.
- Mayor facilidad en mantenimiento.
- Menor tiempo de ejecución de obra.
- Diámetro mínimo de la red 160mm.

¹⁹ BIBLIOTECA VIRTUAL DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y SALUD AMBIENTAL. [en línea] < www.eumed.net> [consultado en 4 Diciembre2015]

A continuación en la Tabla 3 Características importantes del sistema de alcantarillado se enumeran las características de un sistema de alcantarillado según la norma RAS – 2000.

Tabla 3 Características importantes del sistema de alcantarillado.

1. Material del conducto
2. Forma y tamaño del conducto
3. Profundidad de flujo
4. Tipo de uniones
5. Numero de uniones por unidad de longitud
6. Delineamiento vertical del conductor por efecto de las uniones
7. Entrada de flujos laterales puntuales al conducto
8. Penetración de raíces
9. Crecimiento de bofilmes en el interior del conducto
10. Deformación de colectores

Fuente: RAS- 2000, Título d, Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales y Pluviales, pg. D.

Las aguas residuales pueden tener varios orígenes:

- Aguas residuales domésticas: son aquellas provenientes de inodoros lavaderos y cocinas y otros elementos domésticos. estas aguas están compuestas por sólidos suspendidos (general materia orgánica biodegradable) nutrientes (nitrógeno y fósforo) y organismos patógenos.
- Aguas residuales industriales: se originan los desechos de procesos industriales o manufactureras y debido a su naturaleza pueden contener además de los componentes de las aguas domésticas , elementos tóxicos , tales como el plomo, mercurio, níquel, cobre y otros que requieren ser removidos antes de ser vertidos en agua de alcantarillado.
- Aguas lluvias: provienen de la precipitación pluvial y debido a su efecto de su lavado sobre tejado, calles y suelos pueden contener una gran cantidad de sólidos suspendidos, en zonas de alta contaminación atmosférica, pueden contener algunos metales pesados y otros elementos químicos.
- La red de alcantarillado está constituida por otras estructuras hidráulicas diseñadas para permitir el correcto funcionamiento del sistema se pueden mencionar las siguientes. Pozos de inspección, aliviaderos frontales o laterales, sifones invertidos, sumideros de rejillas y conexiones domiciliarias.²⁰

²⁰ COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO. DIRECCION GENERAL DEL AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO. Bogotá 2002: CD Multimedia de RAS 2000.

Unión de colectores:

- la unión o conexión de tramos de la red de alcantarillado se realiza mediante estructuras denominadas pozos de unión o pozos de inspección, que permiten el cambio de dirección de alineamiento horizontal o vertical, el cambio de diámetro o sección, cambio de pendiente, esta estructura permite las labores de inspección, limpieza y mantenimiento general del sistema.

La distancia máxima permitida entre pozos depende del tipo de maquinaria utilizada para el mantenimiento de alcantarillado; si el mantenimiento es manual, la distancia máxima se limita a 100 m o 120 m, si el mantenimiento se realiza por medios mecánicos o hidráulicos, la distancia máxima permitida es del orden de 200 m. En el emisario final, debido al hecho que en el trayecto no puede existir adición de caudales la distancia máxima entre pozos es de 300 m. El pozo puede construirse en mampostería, concreto en el sitio o prefabricado y sus dimensiones están estandarizadas, por lo general el pozo consta generalmente de los siguientes elementos.

- Tapa de acceso: tiene como fin permitir el acceso para la realización de las labores de limpieza y mantenimiento general de las tuberías, así como proveer al sistema a una adecuada ventilación ya que tiene varios orificios, el diámetro es generalmente de 60 cm y puede ser en hierro fundido o concreto.
- Cilindro: es el cuerpo principal del pozo de una altura variable según la profundidad de las tuberías concurrentes, las paredes tienen típicamente un espesor de 20 cm y pueden alcanzar profundidades normales hasta 4 mts.

El diámetro del cilindro ha de ser mínimo de 1.20 m y depende del diámetro de la tubería de salida. Sin embargo debe comprobarse geoméricamente el empalme de las tuberías y el pozo con el objeto de evitar que se traslapen una sobre otra.²¹

- Reducción: elemento ubicado entre la tapa y el cilindro que permite la conexión estructural de estos elementos de diámetro diferente.
- Cañuela: en la base del cilindro se localiza, la cual es una sección semicircular en concreto de 3000 psi, encargado de la transición flujo entre

²¹ RAS-2000 D.1.6. Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales y Pluviales Pág. D.53

las tuberías entrantes y el colector saliente, de acuerdo con el régimen de flujo en ellas y las pérdidas de energías ocasionadas por la unión²².

Cámaras de caída.

Las cámaras son estructuras para dar continuidad al flujo cuando una tubería llega a una altura considerable respecto a una tubería salida y son utilizadas para realizar la unión de colectores en alcantarillados de alta pendiente, con el objeto de evitar velocidades superiores a la máxima permitida y la posible erosión de la tubería.

El requerimiento mínimo para el empleo de la cámara de caída es que exista una diferencia mayor de 0,75 m entre las cotas batea de las tuberías entrantes y salientes (norma RAS -2000; Otra norma indica 1.00 m de diferencia) en este caso la unión se realiza a través de una bajante ubicada antes de la llegada de dicha cámara.

Sumideros

Son estructuras para la captación de la escorrentía superficial, los cuales se ubican en los cruces de las vías, deben estar ubicados en los puntos bajos y depresiones antes de puentes, terraplenes antes de los cruces de las calles y en la reducción de pendiente longitudinal de las calles y captación de sedimentos.

La tubería de conexión del sumidero al sistema de alcantarillado, ya sea un pozo o fuente receptora, debe tener un diámetro de 200 mm con pendiente superior al 2%, y en general no debe tener una longitud mayor a 15 m. ²³

Aliviaderos

Tiene como objetivo disminuir los costos de conducción de los flujos hasta el sitio de disposición final o de tratamiento de aguas residuales, pueden ser lateral o transversales, el aliviadero debe permitir que en tiempo seco continúe el caudal hasta la planta de tratamiento o lugar de disposición final, y en épocas de bastante escorrentía y precipitación deben derivar o

²² RAS-2000 D.1.6. Sistemas De Recolección y Evacuación de Aguas Residuales y Pluviales Pag.D.55

²³ *Ibíd.*,p. 56

aliviar aquella porción en exceso sobre la capacidad de la red o la capacidad de la planta de tratamiento.

La localización de la estructura de alivio debe estar en función de la configuración del terreno y de la posibilidad de derivar los caudales al cuerpo de agua receptor sin causar problemas de inundaciones de las áreas aledañas.

Normas generales de diseños del alcantarillado.

Las normas que se describen a continuación se aplican a todo el alcantarillado sanitario pluvial o combinado de tipo convencional. La mayor parte de las normas citadas corresponden al Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000) expedido por el Ministro de Desarrollo Económico de la República de Colombia y de obligatorio cumplimiento en todo proyecto de saneamiento básico en el territorio nacional, es posible que algunos proyectos tenga que cumplir exigencias mayores dependiendo de la naturaleza de la norma exigida por la entidad prestadora del servicio.²⁴

a) Localización de tuberías

- El trazado de la red de colectores debe seguir a disposición topográfica en las calles del municipio. En algunos casos se permiten que puedan trazarse por los andenes especialmente en los alcantarillados de pequeñas agrupaciones de vivienda (alcantarillados condominiales).
- Se debe dar prioridad a la protección del sistema de acueducto, de acuerdo con el riesgo de contaminación del agua potable con el agua residual. Las tuberías del alcantarillado sanitario deberán estar localizadas siguiendo el lineamiento de las calles, pueden ubicarse por los andenes o dentro de las manzanas para alcantarillados condominiales, el colector de aguas lluvias debe localizarse en o cerca del eje de la vía, mientras que el colector de aguas residuales debe localizarse en uno de los costados a una distancia a un cuarto del ancho de la calzada (sema-eje) y no menor de 0,5 m del sardinel, este no debe localizarse en el mismo costado de ubicación de la

²⁴ COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO. DIRECCION GENERAL DEL AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO. Bogotá 2002: CD Multimedia de RAS 2000.

red de acueducto. Para los sistemas combinados deben estar en el eje de la calzada.²⁵

- La otra clave de cualquier sistema de alcantarillado debe estar por debajo de la cota de batea de la tubería del acueducto cumpliéndose con las distancias verticales y horizontales mínimas que en términos generales son de 0,3 m y 0,1 m respectivamente; el cruce de tuberías debe estudiarse cuidadosamente y en caso de no poder cumplir con la distancia vertical mínima se debe dar la protección adecuada a la red del acueducto.
- La profundidad de las tuberías de la red de alcantarillado debe ser tal que permita el desagüe por gravedad de las conexiones domiciliarias. Se deben evaluar las interferencias con otras tuberías de servicios públicos, en determinados casos limitan la pendiente de la red en el alcantarillado.²⁶

b) Levantamiento topográfico e interpretación de planos.

La escala mínima del levantamiento topográfico para alcantarillados sanitarios es de 1:25000 para las Cuencas, subcuencas, y áreas de drenaje. Para la elaboración de planos (plantas y perfil) correspondientes al diseño de la red al alcantarillado.

c) Coeficiente de escorrentía.

El coeficiente de escorrentía tiene un significado similar al coeficiente de retorno en el cálculo del alcantarillado sanitario. No toda el agua de lluvia precipitada llega al sistema de alcantarillado, pues parte se pierde por Factores como evaporización, intersección vegetal de tensión superficial en cunetas, zanjas o depresiones y filtración. De todos los factores anteriores el de mayor importancia es el de infiltración el cual es la función de impermeabilidad del terreno por lo que en algunos casos se les llama coeficiente de impermeabilidad.

Normas de diseño para alcantarillado pluviales.

Además de cumplir con los requerimientos dados se deben cumplir las siguientes normas particulares de los alcantarillados de aguas lluvias.

²⁵ *Ibíd.*, p. 55

²⁶ COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO. DIRECCION GENERAL DEL AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO. Bogotá 2002: CD Multimedia de RAS 2000.

a) Velocidad mínima

La velocidad mínima requerida en el alcantarillado pluvial se especifica con el objeto de tener una tubería de auto limpiante y depende de la norma exigida para el proyecto. La norma del RAS establece una velocidad mínima real permitida en el colector es de 0,75m/s para el caudal del diseño. Otras normas como por ejemplo la de empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá especificado 1m/s a tubo lleno.

b) Velocidad máxima

Al igual que en los alcantarillados sanitarios se debe asegurar un esfuerzo cortante mínimo de 3.0m/m² (0,3kg/m²), debido que la condición anterior se obtiene de valores extremos es conveniente especificar un esfuerzo cortante para caudales con una mayor concurrencia y por tanto se especifica que para el 10 % de la capacidad a tubo lleno el esfuerzo cortante sea superior a 1.5 m/m² (0,15kg/m²), la norma RAS establece velocidades máximas permisibles, según el tipo de material, si es ladrillo común 3,0 m/s ladrillo vitrificado y gres 5,0 m/s concreto 5,0m/s PVC 10,0 m/s.²⁷

c) Diámetro mínimo

Para la red tubería de alcantarillado pluvial convencional se especifica diámetro mínimo de 10° (250mm) sin embargo con la debida justificación reducir el diámetro mínimo a 8° (200mm) en los tramos iniciales poblaciones pequeñas.

d) Tiempo de concentración.

El tiempo de concentración mínimo o máximo lo puede definir cada entidad prestadora del servicio la norma RAS-2000 recomienda que el tiempo de concentración total o duración de la lluvia de diseño para los tramos iniciales (arranques) sea superior a 2 minutos o inferior a 20, en este caso el tiempo de concentración inicial o de acceso al sistema de evacuación debe ser superior a 20 minutos según la norma RAS 2000 la Empresa de Acueducto de Alcantarillado de Bogotá especifica un mínimo de 15 minutos.

²⁷ BIBLIOTECA VIRTUAL DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y SALUD AMBIENTAL. [en línea] < www.eumed.net > [consultado 6 de Diciembre2015]

Construcción de alcantarillados.

Trata primero de los elementos bases que intervienen en la construcción de un sistema de cloacas a saber: materiales, mano de obra, y transporte a cada uno, es indispensable darle su debida atención ya que construyen la base del buen desarrollo y ejecución de las obras de una manera económica satisfactoria. Entre los trabajos que intervienen en la construcción se presentan: remoción, generalmente de pavimentos; evacuación de zanjas y disposición de los excesos del material escavados; en ocasiones el estibado de zanjas en terrenos no estables; es necesario la colocación de tuberías con las pendientes de diseño.

Mantenimiento de cloacas (alcantarillados).

Para a asegurar el adecuado servicio de un sistema de alcantarillado es necesario en todo el tiempo mantener una esmerada inspección principalmente dirigida a localizar taponamientos, deterioros y efectuar la remoción de sedimentos que se depositen en cantidad tal que pongan en peligro el libre paso del agua en especial en sistemas donde las pendientes son mínimas; se deben inspeccionar continuamente los tramos críticos es conveniente comprobar que las raíces de los arboles no entren a las cloacas (alcantarillado) en caso de que esto suceda estos árboles deberían ser cortados.²⁸

²⁸ ALCANTARILLADO SANITARIO. [en línea]

<http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358003/Residuales_Contentido_en_linea/leccin_8__alcantarillado_sanitario.html> [consultado en Diciembre2015]

5.3 MARCO GEOGRÁFICO

5.3.1 Descripción Física:

El municipio de La Vega está ubicado en la República de Colombia, a 54 Km al noroccidente de Bogotá, se encuentra ubicado en la provincia del Gualivá del Departamento de Cundinamarca, cuenta con una extensión de 15.352 Ha (153.52 Km²) de las cuales 94 Ha corresponden al área urbana de acuerdo con el plano político – administrativo obtenido de la digitalización de las planchas prediales escala 1:10.000 del IGAC, su cabecera municipal se halla a 1.230 m sobre el nivel del mar y cuenta con una temperatura promedio de 22°C.²⁹

Se ubica entre las coordenadas 1033000 hasta 1053000 Norte y 965000 hasta 977000 Este, con origen de coordenadas en Santa fe de Bogotá. (Ver Anexo 3, PLANOS)

La manera de acceder desde Bogotá al municipio de La Vega es de la siguiente manera:

La ruta de Bogotá salida Calle 80- El Rosal –Reten El Vino –La Vega, esta ruta es carretera nacional, y esta pavimentada. De Bogotá a El Rosal hay 19.5 km, pasando por parcelas, Siberia, La Punta, continuando del El Rosal hacia el Reten El Vino, hay 13.6 Km, del retén El Vino al municipio la Vega hay 22.9 Km, en este recorrido se pasa por la cumbre, y el alto de Minas, rutas de acceso al municipio de San Francisco (ver anexo 5, PLANOS)

El municipio de la Vega limita así con demás municipio de Cundinamarca (ver Anexo 5, PLANOS):

El municipio de la Vega se divide en siete zonas que constituyen su división política administrativa; el área rural está conformada por veintisiete veredas representadas como se muestra en la tabla 4 División Político Administrativa.

²⁹ DESCRIPCION FISICA MUNICIPIO DE LA VEGA. [en línea]
<http://www.lavegacundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml> [consultado en Diciembre 2015]

Tabla 4 División Político Administrativa.

zona 1	El Chuzcal	zona 4	La Cabaña
	El Dintel		La Huerta
	El Roble		Petaquero
	Sabaneta	zona 5	Naguy
zona 2	El Cural		Hoya
	El Rosario		Grande
	Minas	LaPatria	
	Laureles	zona 6	La Patria
La Libertad	Chupal		
San Juan	Guarumal		
zona 3	Bulucaima		Tabacal
	Ilano	zona 7	Centro
	Grande		
	San Antonio		
	Ucrania		

Fuente: POT (Plan de Ordenamiento Territorial) 2001, aspectos generales

5.3.2 Límites del municipio:

- Al norte con los municipios de Vergara y Nocaima.
- Al sur con el municipio de Facatativá.
- Al occidente con el municipio de Sasaima.
- Al oriente con los municipios de Supatá y San Francisco.

Actualmente La Vega cuenta con una población aproximada de 20,732 habitantes de los cuales viven en el área urbana 6,732 y en el área rural 14,000 habitantes distribuida en las 27 veredas, en 7 zonas y la Inspección de El Vino (zona urbana) que conforman la división política del municipio.

Extensión total: 153.52 Km²

Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 1.230.

Temperatura media: 22°C.

Distancia de referencia: Ubicada a 54.4 Km de Bogotá, D.C.³⁰

³⁰ Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial, Ubicación de La Vega según POT Crecimiento de Población a nivel provincial del Gualiva.

5.3.3 Hidrografía e hidrología

5.3.3.1 Laguna de Tabacal

A 7 Km del pueblo y siguiendo la ruta ecológica se llega a la Laguna Tabacal, rodeada de una exuberante vegetación, con una isla flotante, zona de camping y kioscos para disfrutar de un refrigerio.

Caminata que se realiza desde el Parque de La Vega, con una duración aproximada de 2 horas y media.

5.3.3.2 Cerró Butulú

A 9 km del pueblo por senderos montañosos, se llega al famoso Cerro de El Butulu, también conocido como el cerro de los mil rostros desde donde se aprecia un hermoso paisaje.

Caminata que se realiza desde el Parque de La Vega, con una duración aproximada de 3 horas y media.

- **La Hacienda**

A 20 Km del pueblo por senderos montañosos, se llega a la Hacienda, construida hace 200 años aproximadamente; donde se puede apreciar la forma antigua como se molía la caña, se despulpaba el café y la manera como se hace hoy en día; además, conocer la leyenda de sus habitantes y el hábitat de algunos animales.

Paseo que se realiza gran parte en carro desde el Parque de La Vega, con una duración aproximada de 5 horas.

- **Cascadas Moro**

A 13 Km del pueblo, se llega a las imponentes Cascadas del Moro, los primeros 7 Km se recorren en carro, a partir de allí se inicia una caminata por senderos con abundante vegetación y parte del trayecto por un río que nos lleva finalmente a las Cascadas. Caminata que se realiza desde el Parque de La Vega, con una duración aproximada de 6 horas.³¹

³¹ HIDROGRAFIA DEL MUNICIPIO. [en línea] < https://www.tripadvisor.co/Attraction_Review-g1222966-d7382356-Reviews-Laguna_el_Tabacal-La_Vega_Cundinamarca_Department.html > [consultado en 2 Diciembre 2015]

- **Hidrología**

El municipio de La Vega cuenta con una extensión de (153.5 km²), se encuentra ubicado en la parte alta de la hoya hidrográfica de río Negro, perteneciendo a la cuenca hidrográfica del río Tobia. Por las características orográficas y de cobertura vegetal presenta una abundante red hídrica. El municipio cuenta con cuatro subcuencas:

- Subcuenca de la quebrada Natauta, cuya quebrada sirve de límite territorial con los municipios de Vergara y Nocaima.
- Subcuenca del río Tabacal, donde su afluente río Sarabena; sirve de límite con el municipio de San Francisco.
- Subcuenca del río Gualiva, cuyo río sirve de límite con el municipio de Sasaima.
- Subcuenca del río Ila es la cual se considera el río más importante del municipio.

Las principales fuentes hídricas de subcuencas se encuentran relacionadas en la tabla 5 Principales fuentes hídricas por subcuenca.

El río Ila cuenta con una longitud de 1.698.11 m a partir del punto donde recibe las aguas del río Perucho y el río San Juan, hasta su desembocadura en el río Tabacal.

El Agua para el acueducto municipal de la zona urbana es tomado de los ríos Perucho y San Juan, así como el de las veredas La Libertad y San Juan; le siguen el orden de importancia el río Gualivá con una extensión de 22.872,61 m, el río Tabacal con una extensión de 23.646,07 m y la quebrada Natauta con una extensión de 7.808,95 m.

La precipitación a través del año registra un régimen bimodal. La primera temporada de lluvias se presenta en los meses de abril y mayo; la segunda en los meses de septiembre a noviembre (la más intensa).

En el municipio la temporada más seca se presenta en los meses de julio y agosto con precipitaciones mensuales que no superan los 50mm. La temporada lluviosa se presenta en los meses de abril, octubre y noviembre con precipitaciones mayores a los 250 mm mensuales.³²

³² Bonza y Fonseca, Diagnóstico y Recomendaciones Para El Manejo Ambiental Del Municipio De La Vega, 1999

En los meses de diciembre a mayo, la ZCIT (Zona de Confluencia Intertropical), se encuentra más activa en la parte sur y por lo tanto lejos del municipio. En los meses de julio y agosto se presenta el periodo más seco en el municipio.

Tabla 5 Principales Fuentes hídricas por subcuenca.

CUENCA	SUBCUENCA	ÁREA (Ha)	%	TRIBUTARIOS
RIO TABACAL	1. QUEBRADA NATAUTA	1973.35	12.85	Q. Las Lajas
				Q. del Congo
				Q. Las almorzadero
				Q. Cacahual
				Q. del Coto
	2. DRENAJE DIRECTO RIO TABACAL	4748.28	30.93	Q. Vinagre
				Q. Trejos
				Q. de Brujas
				Q. Guarumal
				Q. del chubo
				Q. Cajón
				Q. Martinica
				Q. El Acomodo
	3. RIO GUALIVA	4637.15	30.20	Laguna Tabacal
				Q. del Arrayán
				Q. del Arrayán
				Q. de Chifón
				Q. Honda
				Q. de Ucrania
				Q. Aguapuchanza
4. RIO HILA	3992.54	26.00	Q. la culebra	
			Q. de la huerta	
			Rio Gualivá	
				Rio San Antonio
				Rio San Juan
				Rio Perucho

Fuente: Bonza y Fonseca, Diagnostico y Recomendaciones Para El Manejo Ambiental Del Municipio De La Vega, 1999

Los ríos que cruzan el municipio pertenecen a la gran cuenca del río Negro, la cual está conformada por la subcuenca de los ríos Gualivá, Hila, Tabacal, Sabaneta y Natauta, la subcuenca del río Gualiva es el límite natural del suroccidente del municipio, recoge las aguas de gran cantidad de quebradas, dentro de las que se destacan y nacen en La Vega son las quebradas Gutapercha, La Culebra y Hondo, esta última subcuenca es compartida con el municipio de Sasaima.³³

³³ HIDROGRAFIA. [en línea] < <http://institutodeestudiosurbanos.info/endatos/0100/0120/01210.htm> > [consultado en Diciembre 2015]

La subcuenta del río Ila recoge las aguas del río Perucho, San Juan y de la Quebrada Reyes que atraviesa todo el perímetro urbano del municipio.

La subcuenta de la quebrada Natautam recoge las aguas de las quebradas el Coto, Cachual y El Almorzadero. Esta subcuenta es compartida con los municipios de Nocaima y Vergara.

La subcuenta del río Tabacal recoge las aguas de las quebradas del Batan, Nemice, Sabaneta y Trejos. Dicha cuenca es compartida con el municipio de San Francisco.

La unión de los ríos Gualiva, Ila y Tabacal conforman el río Tobia, posteriormente desemboca en el río Villeta que finalmente desemboca en el río Negro, a la altura de la inspección de Tobia. Otras quebradas que se encuentran son Guarumal, Brujas, Moya, Batuli, Ucrania, San Antonio, el Chifo; Salitre, Guacamayal; La Paz, la Huerta, Cajon, Martinica, Vinagres, el Chubo, la Aurora, el Arrayan, Guaruchera, la Culera, Yauna, Betania, el Almorzadero, Trejos, San Patricio, La Guapucha, la Chamizada, los amigos, el Vino, etc, nacimientos hídricos. De acuerdo con información suministrada por la UMATA (Unidad de Asistencia Técnica Agropecuaria), como resultado de las visitas realizadas para las solicitudes prediales se encontraron predios con nacimientos tal como se muestra en la tabla 6. Número de nacimientos por subcuenta del municipio.

Las áreas de nacimiento constituyen zonas de regulación y conservación de la oferta hídrica del municipio, donde se debe proponer por su protección y educación ambiental para cada uno de los propietarios de los predios donde se divulguen tanto los beneficios como las responsabilidades ambientales en el manejo de estas zonas.³⁴

Tabla 6 Número de nacimientos por subcuenta del municipio.

Subcuenta	Numero de nacimientos
Quebrada Natauta	10
Rio Tabacal	54
Rio Gualiva	32
Rio Hila	50
TOTAL	146

Fuente: Datos UMATA, Municipio 2000

³⁴ HIDROGRAFIA DEL MUNICIPIO. [en línea] < <http://institutodeestudiosurbanos.info/endatos/0100/0120/01210.htm> > [consultado en Diciembre 2015]

Los balances hídricos climáticos fueron calculados mediante la aplicación programa Water Balance (desarrollado por el Instituto Internacional para Levantamientos Aeroespaciales y Ciencias Terrestres de Holanda). En general la parte sur del municipio en todos los meses, el suelo permanece con un almacenamiento de agua al máximo de su capacidad y en todos los meses hay un exceso de agua que escurre en forma superficial y subterránea.³⁵

El exceso de agua presenta valores altos durante todo el año, los cuales oscilan entre 559 mm y 1271 mm. Esto corrobora que la zona del distrito de manejo integrado del Chuscal, es un área importante para que la conservación del recurso hídrico dado que por sus condiciones geológicas, en esta zona se presenta recarga de acuíferos.

En la parte norte del municipio, se logra evidenciar que en general se registra un exceso de agua desde el mes de enero, prolongándose hasta el mes de diciembre con valores anuales que oscilan entre 840 mm y 1430 mm.

- **Calidad del agua**

La contaminación de los cuerpos de agua representa una preocupante realidad, el incremento poblacional y, por ende, la sobrepresión sobre este recurso trae consigo serias afectaciones en cuanto a cantidad y calidad de las aguas naturales. Las descargas de aguas residuales municipales aportan altas cargas de materia orgánica, afectando directamente la concentración del oxígeno disuelto en el receptor, hecho que genera afectaciones en la calidad ecológica del recurso y por lo tanto La Vega Cundinamarca 88 AVANCES Investigación en Ingeniería Vol. 10 - No. 2 (2013) bios significativos en la estructura natural de los ecosistemas acuáticos. Por otra parte, las descargas de aguas residuales municipales aportan cantidades considerables de microorganismos enteropatógenos, comprometiendo así la seguridad microbiológica del agua, lo cual influye en su aptitud de uso posterior.³⁶

La realización de muestreos espacio temporales en ríos y otras fuentes hídricas, es un gran instrumento para establecer el efecto de eventos tanto naturales como causados por el hombre en la calidad de pendiente de la zona en la cual nace, hecho que provoca erosión del cauce, deterioro de las riveras; adicionalmente se presentan vertimientos directos de aguas residuales a causa de conexiones erróneas del alcantarillado municipal y la disposición de residuos sólidos en la

³⁵ Balances hídricos climáticos. Estos balances se han determinado para establecer las condiciones climáticas.

³⁶ PLAN BASICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE LA VEGA 2001

ribera de la quebrada del río a su paso por el municipio los mismos. Diversos estudios se han realizado al respecto tanto en el mundo como en el país, permitiendo establecer una línea base de calidad de agua o el establecimiento de seguimiento posterior a incidentes causados por el hombre. La quebrada Reyes es un pequeño cuerpo de agua que atraviesa el municipio de La Vega, departamento de Cundinamarca. Esta corriente recibe la mayor parte de los vertimientos del alcantarillado público municipal, situación que ocasiona un deterioro considerable sobre la calidad física, química y microbiológica del agua de la quebrada, afectando la disponibilidad de uso de este recurso para las poblaciones o comunidades ubicadas aguas abajo del municipio de La Vega. Reportes entregados por la CAR (Corporación Autónoma Regional) dan cuenta de la problemática en la quebrada Reyes debido a la mala disposición de los residuos sólidos. La problemática causada por el vertimiento de aguas residuales domésticas a la quebrada Reyes, se ve incrementada por la pendiente de la zona en la cual nace, hecho que provoca erosión del cauce, como también deterioro de las riveras; adicionalmente se presentan vertimientos directos de aguas residuales a causa de conexiones erróneas del alcantarillado municipal y la disposición de residuos sólidos en la ribera de la quebrada del río a su paso por el municipio.

Dentro de las fuentes hídricas contaminantes se identifican las siguientes:

- Vertimientos directos de las viviendas.
- Vertimientos sin ningún tipo de tratamiento del alcantarillado urbano y de inspección del Vino.
- Vertimientos del Matadero Municipal a la quebrada Reyes y del hospital Local San Antonio al río Ila.
- Basuras arrojadas por los habitantes y turistas a los afluentes perimetrales al casco urbano.
- Sedimentación por deforestación.
- Vertimientos de porquerizas al margen de las corrientes hídricas.
- Explotación ilegal de piedra.

Los municipios de la Vega y Nocaima en la vigencia 2003 construyeron las plantas de tratamiento para que entraran en funcionamiento en el 2004 aunque actualmente por costos no están en funcionamiento ³⁷

³⁷ CALIDAD DEL AGUA LA VEGA. [en línea]. <http://institutodeestudiosurbanos.info/endatos/0100/0120/01210.htm> consultado 2 Diciembre 2015]

- Temperatura

La temperatura del municipio de la Vega, por las condiciones mismas de altitud, varía desde los 8°C y menos en el extremo sur del municipio, hasta los 26°C y aún más en la zona limítrofe con los municipios de Nocaima y Vergara.

5.3.4 Geología y geomorfología

Geomorfología

La geomorfología del municipio, está caracterizada por diferentes tipos de paisaje, los cuales se describen a continuación, esta información fue tomada del POT del municipio.

Montaña: es el paisaje más frecuente en la geografía del municipio, se caracteriza por terrenos escarpados con importantes inclinaciones.

Abanico: Tras el paisaje de montaña, el segundo escenario más frecuente es el abanico, el cual se presenta en la confluencia de los cauces hídricos, principalmente en los ríos San Juan y Perucho.

Colina: presenta una topografía ondulada, en general cubierta por pastizales no tratados y arbustos, se encuentra principalmente en la parte sur del municipio.

Valle: es un paisaje que se forma en los pies de las montañas y su principal característica es una leve inclinación. El municipio de la Vega se localiza en la región del anticlinorio de Villeta, que corresponde a un área que fue afectada por una tectónica que ocasionó la inversión de fallas normales, generó fallas de cabalgamiento y pliegues de gran extensión.³⁸

Geología

De acuerdo con la nomenclatura de asociaciones de suelos establecida por el IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) que completada con aspectos de la información geología de engominas, en lo referente a casos especiales de suelos, de tipo lacustre (tal vez glaciares), eólicos, aluviales y con las planchas de la zona los rasgos más importantes par efectos geotécnicos son:

³⁸ GEOMORFOLOGIA. [en línea] < <http://www.bdigital.unal.edu.co/4353/1/cesarapalominos.2011.parte1.pdf> > [citado Diciembre 2015] [consultado 2 Diciembre 2015]

En el área de estudio, afloran exclusivamente rocas sedimentarias, de edad cretácea. Son muy abundantes las lutitas y limolitas las cuales pueden ser de naturaleza calcárea y en algunos niveles localizados pueden ser silíceos.

En menor proporción se presentan algunas areniscas, y la proporción más baja está representada por niveles locales de caliza.

Los diferentes tipos de roca se presentan totalmente intercalados entre sí en forma monótona y sistema, dando lugar a una típica alternancia de rocas duras y blandas en toda el área.

Existe también la estratificación, que favorece el ángulo deslizamiento de copas de rocas a lo largo del buzamiento. Los buzamientos de estratos varían entre 30 y 50 grados; estos ángulos superan el ángulo de fricción de muchos materiales presentes en la región y favorecen así los deslizamientos.

En lo referente a depósitos del cuaternario cabe también resaltar la existencia de:

- Deposito originados por la relación de los ríos, tales como aluviones y terrazas.
- Depósitos de coluviones, que se acumulan en la base de los grandes escarpes de roca y en cuencas rocosas preexistentes.
- Depósitos originados por la antigua acción de los hielos, que se clasifican principalmente como fluvio-glaciares.

Desde el punto de vista tectónico, la región está conformada por una serie de bloques separados entre sí por medio de fallas inversas; algunos de estos bloques presentan plegamiento en forma de anticlinales y sinclinales, tal como es el casco de un anticlinal y un sinclinal ubicados al norte y sur del área urbana de la vega.

Ninguna de estas fallas importantes atraviesa el área municipal de la vega, a excepción de la denominada falla de Alaban, la cual no aparece descrita en el informe de Ingeominas. Las fallas inversas que separan entre sí de bloques tectónicos son entonces de menor envergadura.³⁹

³⁹ GEOLOGIA DEL MUNICIPIO. [en línea] < <http://www.bdigital.unal.edu.co/4353/1/cesarapalominos.2011.parte1.pdf> > [consultado en Diciembre 2015]

Por otro lado, resultados de estudios de fotointerpretación y verificación del campo, han permitido identificar condiciones geotécnicas de la región en donde unidades de roca blandas de mayor extensión y tamaño se pudieron cartografiar en el área de estudio, dichas unidades corresponden principalmente a las rocas de tipo lutita, siendo esta roca cada vez más plana en la medida en que la laminación se hace más fina o en aumenta el contenido carbonoso. Cuando se meteoriza da lugar a suelo residual arcilloso, de colores amarillo a rojizo, cuyo espesor varía entre 1.0 m y 4.0 m.

En la vega afloran 10 formaciones geológicas con edades que van desde el cretáceo hasta el cuaternario.

- Formación el peñón está ubicado en el noroccidente de municipio de municipio en una franja limítrofe entre la vereda petaquero con las veredas la huerta, cabaña y guarumal.
- Formación capotes ocupa la mayor proporción en el municipio se encuentra al norte del este, distribuido en las vereda petaquero, guarumal, chupal, cacahual, naguy, tabacal, el rosario, la huerta bulucaima, ucrania, centro, cural y zona norte del llano grande.
- Formación hilo, la formación hilo aflora al oriente de bituima, al oriente de la vega y en inmediaciones de la localidad de supatá.
- También se ubican al occidente del municipio en la vereda bulucaima en la ribera del río Ila se distribuye además en la parte central del municipio en las veredas centro, cural y en mayor proporción en la vereda llano grande finalmente se encuentra como franja nororiental, entre las veredas hoya grande, el límite entre el rosario y minas, en la vereda el cural al oriente de la vereda de llano grande.
- Formación pacho se distribuye por el nororiente y el oriente del municipio, al nor-oriental por las veredas de hoya grande y la patria y al oriente por las veredas minas, laureles y la esmeralda.⁴⁰
- Formación Simijaca se ubica como una franja en la parte central del municipio en el sentido oriente – occidente cubre la veredas Bulcaima al

⁴⁰ GEOLOGIA DEL MUNICIPIO. [en línea]

<[http://cundinet.cundinamarca.gov.co:8080/Aplicaciones%5CGobernacion%5CMapasPla.nsf/0/E5581FE7744BCAF305257C36001FBFAF/\\$FILE/MAPA%20GEOLOGICO%20UNIDADES%20LITOLOGICAS.pdf](http://cundinet.cundinamarca.gov.co:8080/Aplicaciones%5CGobernacion%5CMapasPla.nsf/0/E5581FE7744BCAF305257C36001FBFAF/$FILE/MAPA%20GEOLOGICO%20UNIDADES%20LITOLOGICAS.pdf)> [consultado 3 de Diciembre 2015]

suroriente, sur de la vereda llano grande, parte norte de San Juan, minas laureles, la alianza y en la zona nor oriental como una franja distribuida por las veredas Naguy y Hoya Grande y al occidente de la patria.

- Formación Frontera. Esta formación en el municipio aflora en la vereda san Antonio.
- Formación Conejo ocupa la mayor parte de la vereda San Juan, San Antonio y parte oriental de la Libertad y sur de Laureles.
- Grupo Guadalupe. Formación Arenisca dura. Se encuentra al sur del municipio distribuido al occidente de la vereda san Antonio y san Juan y al oriente por la vereda chuscal.
- Formación Plaeners se ubica al oriente del municipio al nororiente de la vereda el Chuscal en el área límite entre la vereda sabaneta y Chuscal y al suroriente la vereda San Juan.
- Formación labor y Tierna se encuentra en el sur del municipio al sur occidente de la vereda Chuscal y al occidente de la vereda el Dintel.
- Formación Guaduas se distribuye al sur del municipio al oriente de la vereda el Dintel y en la parte sur de la vereda Sabaneta.

El casco urbano del municipio de La Vega se encuentra ubicado en la parte baja de la cuenca del río Tobia, más exactamente en la subcuenta del río Ila a 1230 m sobre el nivel del mar, esta posición se puede considerar estratégica para el aprovechamiento del recurso hídrico ya que el río recoge las aguas del río Perucho, San Juan y otras quebradas de la parte alta del municipio, pero a la vez le es desfavorable ya que el río Ila, la quebrada reyes y la quebrada Catica, se comportan como elementos estructurales de la cabecera municipal, siendo estas corrientes de características torrenciales, presentando el proceso geomorfológico de socavamiento de talud, principalmente en el río Ila, lo que genera problemas de deslizamientos e inundación. Adicionalmente el desarrollo urbanístico que se ha dado alrededor de la quebrada Reyes, donde no se ha presentado la onda hídrica, lo que puede generar problemas de inundación en épocas de lluvias torrenciales.⁴¹

⁴¹ MAPA GEOLOGICO, CUNDINAMARCA. [en línea 3 de Diciembre]
<<http://cundinet.cundinamarca.gov.co:8080/Aplicaciones%5CGobernacion%5CMapasPla.nsf/0/E5581FE774>

5.3.5 Cartografía y topográficas

Además del conocimiento del sistema de alcantarillado y de la red de la distribución existente, los estudios previos deben proveer información topográfica, geotécnica y sísmica del municipio, planos de catastro de la infraestructura de otros servicios públicos, planos en la red vial, planos IGAC a escala 1:2000 (si existen) y fotografías aéreas que incluyan el área a ser servida.

La información geotécnica se refiere a las características del subsuelo en la zona donde se realizara el trazado de la red de distribución, tomada de los planos geológicos, de información de campo o de estudios o diseños de viviendas, infraestructura vial y otros servicios. Deben identificarse las zonas de falla y las propensas a deslizamientos e inundaciones.

En términos generales la topografía de la región es muy heterogénea. Para efectos de caracterizar los rangos y la distribución de las pendientes de la zona en estudio, el terreno se ha subdividido en cinco clases de pendientes, como se muestra en la Tabla 7 Clase de pendientes.

Tabla 7 Clase de pendientes.

Clase	Rango de pendiente	Tipo	Área (Ha)	% de territorio
1	0-15	muy baja	2.198,87	14,3
2	15-25	baja	2.753,08	17,9
3	25-50	media	5.996,79	39,1
4	50-75	alta	3.108,21	20,2
5	>75	muy alta	1.294,46	8,5
		total	15.351,41	100

Fuente: Diagnóstico plan de desarrollo municipal La Vega 2012

Como se observa en la Tabla 7, la pendiente que se presenta en el territorio de manera abundante está entre el 25% y 50%, es decir; una pendiente media. Las pendientes de grado IV se encuentra en la zona sur del municipio en las veredas San Antonio, San Juan y El Chuscal.⁴²

4BCAF305257C36001FBEAF/\$FILE/MAPA%20GEOLOGICO%20UNIDADES%20LITOLOGICAS.pdf> [consultado en 3 Diciembre 2015]

⁴² COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, Planeamiento y diseño hidráulico de redes de distribución de agua potable. Cáp 1. p 14-16. Bogotá 2000.

La infraestructura vial del municipio se caracteriza por la buena intercomunicación que se presenta entre la cabecera municipal y las veredas, las cuales confluyen al caso urbano, algunas de estas vías se presentan paralelas a las corrientes hídricas.

- Riesgos y amenazas naturales.

Según lo establecido por la ley 388 de 1997, se deben determinar y ubicar en planos las zonas que presenten alto riesgos para la localización de asentamientos humanos por amenazas o riesgos naturales o por condiciones de insalubridad.

En el municipio de La Vega, la vía de la autopista a Medellín presenta un alto riesgo de accidentalidad de transporte vehicular, debido paradójicamente a las buenas especificaciones técnicas de esta vía por lo que es muy dada la confianza de los conductores que transitan a altas velocidades.

La subcuenta del río Ila, exactamente en la micro cuenca del río san Juan, dada sus características geológicas, es una zona muy inestable, que en épocas de lluvias torrenciales intensas y de larga duración, puede ocasionar un gran desastre natural por lo que es una potencial zona de deslizamientos.

Por su parte, los niveles de contaminación en el municipios no se presentan altos, por esto no se considera una gran amenaza actualmente. Sin embargo es importante el control de las actividades agropecuarias como lo son las actividades avícolas, porcícolas, y piscícolas.

- Amenazas por inundaciones y crecidas.

En general el análisis de amenazas por inundaciones es más significativo hacia las riveras de los grandes ríos; no obstante, para el municipio se realizó un análisis que determina o indica las zonas que pudieran ser afectadas por crecientes o inundaciones, en casos extremos de flujos hídricos de acuerdo con las magnitudes y frecuencias del fenómeno.

Según el IGAC esos tipos de eventos afectan principalmente las zonas bajas de las cuencas.⁴³

⁴³ AMENAZAS Y RIESOS. [en línea]

<<http://crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/POT/buenosaires/TITULO%203%20%20La%20Zonificacion%20de%20Amenazas%20Naturales.pdf>> [citado Diciembre 2015] [consultado en 4 enero 2016]

Ya que estas se constituyen un área de amortiguamiento natural de las crecientes o avenidas.

En general las inundaciones tienen muchas causas siendo la precipitación una de las de mayor importancia con factores de volumen y duración que en ocasiones sobrepasa la capacidad de almacenamiento de las cuencas, lo cual ocurre cuando la relación lluvia escorrentía es igual en términos generales las inundaciones son el resultado de fuertes lluvias que sobre pasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos y quebradas.

En el territorio de La Vega, se presenta una baja amenaza frente a los fenómenos de inundaciones localizadas principalmente en las veredas chupal, hoya grande, la Patria, Naguy, Cacahual y el Dintel, entre otros especialmente por su composición y estructura de suelos en posición de montaña.

La amenaza media de inundaciones se presenta sobre el paisaje geomorfológicos de la vega, terrazas y valle preferencialmente por la influencia del río Tabacal y Ila, subcuentas más propensas al fenómeno de inundación y para las cuales ya se han registrado hechos históricos de desbordamiento y aumentos grandes de caudal, esta zona se distribuye por la veredas petaquero, la huerta, la cabaña, centro, ucrania, y san juan.

La zona de amenaza moderadamente alta a inundaciones se encuentra influenciada principalmente por el tipo de cobertura y uso de la tierra y su comportamiento ante un fenómeno de inundación como la zona urbana del municipio se encuentra en esta categoría de amenaza media por inundación, debido a su cercanía a las márgenes del río Ila y a la subcuenca que lleva su nombre, es reconocido en el municipio el problema ambiental en el desarrollo urbano sobre la influencia de la quebrada.

Otra zona identificada constituye infraestructuras de tipo avícola ubicadas en la vereda Petaquero sobre la margen hídrica influencia del rio tabacal, la vereda Burucaima y San Juan.⁴⁴

⁴⁴ AMENAZAS Y RIESOS. [en línea]

<<http://crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/POT/buenosaires/TITULO%203%20%20La%20Zonificacion%20de%20Amenazas%20Naturales.pdf> [consultado en enero 2016]

5.3.6 Marco Demográfico

El análisis demográfico consiste en el estudio cuantitativo de la población humana. Se ocupa del movimiento natural y de la estructura de la población. Tan como para el POT, como para la cantidad de población servida en el suministro de los servicios de saneamiento básico.

- Tasa de crecimiento

Según la información suministrada por el DANE (Departamento administrativo nacional de estadística), de los censos de 1985 y 1993, y análisis de los datos de sistema de selección para beneficiarios de programas sociales (SISBEN) se han determinado los indicativos poblacionales para el municipio que demuestran un crecimiento poblacional en los últimos años. El censo de 1993 registro, una población total para el departamento de Cundinamarca 1.700.109 habitantes que representan el 4.73% del total de la población del país. En 1985 la población de Cundinamarca correspondía al 4.96% total nacional. La Vega registra en 1993 12.341 habitantes que representan el 0.73% del total del departamento de Cundinamarca.

En 1985 la población era 9.977 lo que indica un crecimiento de la población 23.69% distribuida en 3.517 habitantes y en la zona urbana y 8.824 en el área rural.

La tasa de crecimiento de la población total en La Vega entre los años 1985 y 1993 corresponde al 2.96% anual en la zona urbana aumenta la población en un 6.86% anual y en el área rural el 3.27%.

El municipio de La Vega en crecimiento poblacional al nivel regional desde 1938 ha ocupado el tercer lugar en población dentro de la provincia Gualivá, siendo uno de los municipios más poblados en la región, después de Villeta y Vergara.

En cuanto a la distancia de la población en el municipio, a través de los años ha prevalecido la ocupación de la zona rural, es así como para el año 1993, el 71.50% (8,824 habitantes) de la población se encontraban en la zona rural el 28.50 % (3.517 habitantes) en la zona urbana, ya que para el año 2010, el 68.08% (8,485 habitantes) de la población se encontraban en la zona rural y el 31.92% (4,508 habitantes) en la zona urbana.⁴⁵

⁴⁵ Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial, Ubicación de La Vega según POT Crecimiento de Población a nivel provincial del Gualivá.

Los datos de la población correspondientes a los censos 1938 - 2005 se encuentran en la tabla 8 Población 1938-2005, además de presentar una población proyectada para el 2015 de 20.732 habitantes como se refleja en la tabla 9.

5.3.7 Urbanismo y demografía

La población del municipio cuenta con una población de 13.757 habitantes para 2011, el 68.37% de la población es decir 9.406 habitantes se concentra en la zona.

La densidad de población en el municipio de La Vega, Cundinamarca, según se aprecia en la Tabla 3, varía para la zona rural entre 0,07 hab/Ha y 5 hab/Ha, siendo los valores más altos para las poblaciones más cercanas al casco urbano y los más bajos (0,07 - 0,31hab/Ha) para las veredas más alejadas de la cabecera municipal, En lo que hace referencia a la población típicamente urbana, hay que decir que la cabecera municipal se encuentra conformada por 7 barrios: Centro, Gaitán, La Isla, La Juanita, Pueblo Viejo, Puente Chulo y Villa del Río. La empresa de acueducto y alcantarillado de La Vega – Cundinamarca vende agua en bloque a las empresas UCRANIA ASOCIACIÓN, AQUAPETAQUERO A.U.S.A, ACUALTORRE Y ROSARIO ASOCIACIÓN, para que estas a su vez distribuyan el agua a diferentes veredas.⁴⁶

Los datos de la población correspondientes a los censos 1938-2005 se encuentran en la tabla 8, además de presentar una población proyectada para el 2015 de 20732 habitantes como se refleja en la tabla 9 Población proyectada de La Vega hasta el año 2015.

⁴⁶ URBANISMO. [en línea] < http://www.lavega-cundinamarca.gov.co/apc-aa-files/38326631613939343862366632383862/PLAN_DE_DESARROLLO_MUNICIPAL_LA_VEGA.pdf > [consultado 4 enero 2016]

Tabla 8 Población 1938-2005

AÑO	ZONA URBANA			ZONA RURAL			TOTAL		
	MUJERES	HOMBRES	TOTAL	MUJERES	HOMBRES	TOTAL	MUJERES	HOMBRE	TOTAL
1938	611	503	1114	3558	4085	7643	4169	4588	8747
1951	547	450	997	3966	4641	8607	4513	5091	9604
1964	1098	956	2054	3613	4210	7823	4711	5166	9877
1973	1103	945	2048	2539	3002	5541	3261	3468	7939
1985	1183	1087	2270	3228	3763	6991	4411	4850	9977
1993	1808	1709	3517	4169	4655	8824	5977	6364	12341
2005	2300	2208	4508	3953	4532	8485	6253	6740	12993

Fuente: DANE, CENSOS, tomado de Bonza y Fonseca, 1999, DANE 2005, libro censo 2005 nacional

Tabla 9 Población proyectada de La Vega hasta el año 2015

AÑO	TOTAL	URBANA	%	RURAL	%
2000	15141	4682		10459	
2001	15597	4877		10720	
2002	16053	5075	8.39	10978	4.96
2003	16509	5276		11233	
2004	16958	5479		11479	
2005	17386	5677	11.86	11709	6.66
2006	17826	5882		11944	
2007	18278	6095		12183	
2008	18742	6315		12427	
2009	19219	6543	15.25	12676	8.25
2010	19710	6780		12930	
2011	20214	7025		13189	
2012	20320	7279	11.24	13453	6.12
2013	20745	7300		13445	
2014	20570	7500		15070	
2015	20732	6732	12.11	14000	6.10

Fuente: DANE, -98 Proyecciones municipales de Población por área, Anuario 1999 Gob. Cundinamarca

5.3.8 Aspectos socioeconómicos y culturales

A continuación se presenta la información correspondiente a la actividad económica que presenta el municipio; dicha información fue tomada del Plan de Desarrollo municipal para los años 2008 - 2011. Economía En el municipio de La Vega Cundinamarca, esta economía está constituida por dos sectores: el agropecuario, representado por las actividades porcina, avícolas, piscícolas, ganadería bovina; y el agrícola, dentro del que se destacan los cultivos de café, caña de azúcar y plátano, entre otros. Agropecuario El sector agropecuario es el de mayor importancia debido a que en el censo poblacional elaborado en 2005 se encontró que el 71 % de las viviendas ubicadas en la zona rural posee algún tipo de actividad agropecuaria (el 12% concentrado en actividad piscícola) y en general las viviendas rurales cuentan con dos o tres tipos de actividades agrícolas. La información que se presenta fue extraída del Plan de Desarrollo municipal para los años 2008-2011.⁴⁷

5.4 MARCO LEGAL

La normatividad contemplada para la optimización del sistema de aguas residuales y aguas lluvias del municipio de La Vega se basó en las NORMAS TÉCNICAS COLOMBIANAS (NTC) Y REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO (RAS 2000), como puede verse a continuación en la Tabla 10 Normatividad de los sistemas de alcantarillado, Tabla 11 Normatividad de servicios públicos y Tabla 12 Reglamento técnico de agua potable y saneamiento.

⁴⁷ COLOMBIA, ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL LA VEGA. Plan de desarrollo municipal La Vega “Por un futuro mejor”: aspectos generales, diagnóstico sectorial. La Vega: Administración municipal La Vega, 2008. p. 22.

5.4.1 Normas básicas para el alcantarillado

Tabla 10 Normatividad de los sistemas de alcantarillado.

AÑO	PRESENTACIÓN	TÍTULO	OBJETIVO
1989	Ley 09	Las ampliaciones de las redes de alcantarillados existentes	El alcantarillado local de la urbanización deberá conectarse a la red de recolectores de la empresa pública existente o por construir, como si estuvieran construidas, y proveerlo de una solución provisional (sistema de tratamiento individual o colectivo) y proveer la conexión posterior.
1989	Ley 09	Red de acueducto y alcantarillado	Las ampliaciones que sea necesario hacer una red de acueducto o alcantarillados existentes, con motivo de una nueva urbanización, conjunto cerrado, condominio o parcelación urbana, estarán supeditadas a la capacidad de suministro de agua que pueda ofrecer el sistema de acueducto urbano, para lo cual, se contara con la certificación, que expedirá el organismo responsable del servicio, si se trata de provisión propia se deberá certificar la capacidad de ampliación.
1981	Ley 388	Urbanizaciones y vivienda	Para las urbanizaciones de vivienda, conjuntos cerrados, o zonas industriales o proyectos de cierta magnitud, que demanden provisión de agua corriente imposible de ser facilitada en el momento, pero con posibilidades a corto o mediano plazo, se puede permitir una solución provisional, eficiente y suficiente, supervisada por las empresas publicas siempre y cuando se comprometa a la construcción de las instalaciones necesarias para ser conectadas a la red, en el momento oportuno.
1981	Decreto de 1981	Ordenaciones de las cuencas hidrográficas	Por el cual se reglamentan los procedimientos para las ordenaciones de las cuencas hidrográficas con el objetivo de preservarlas, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la preservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particular el de sus recursos hídricos

5.4.2 Normatividad prestación de servicios públicos

Tabla 11 Normatividad de servicios públicos.

1994	Ley 142	servicios publicos	Régimen de los ser vicios públicos domiciliarios, según la cual compete fundamentalmente a los municipios asegurar que se presten a sus habitantes, de manera eficiente, los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo. Dicha competencia de los municipios se debe ejercer en los términos de la ley 42 de 1994 y demás que la adicionen o modifiquen, y de los reglamentos que con sujeción a dicha ley expidan los concejos.
------	---------	--------------------	--

5.4.3 Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico

Tabla 12 Reglamento técnico de agua potable y saneamiento.

REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO							
Artículo 10	Los proyectos que se lleven a cabo en el territorio nacional en el sector de agua potable y saneamiento básico, cubiertos por el alcance de este Reglamento deberán ser ejecutados por profesionales que tengan las calidades y los requisitos de idoneidad que trata el Título II y deberán seguir el siguiente procedimiento general						
	<table border="1"> <tr> <td>PASO No. 1</td> <td>Definición del nivel de complejidad del sistema. Debe definirse el nivel de complejidad del sistema, según se establece en el Capítulo III para cada uno de los componentes del sistema.</td> </tr> <tr> <td>PASO No. 2</td> <td>Justificación del proyecto y definición de su alcance. Todo componente de un sistema del sector de agua potable y saneamiento básico debe justificarse con la identificación de un problema de salud pública, del medio ambiente o de bienestar social, el cual tiene solución, ya sea mediante la ejecución del sistema propuesto, la ampliación de cobertura de un servicio o mejoramiento de su calidad y eficiencia. Además, el proyecto debe cumplir los criterios de priorización establecidos en el Capítulo V</td> </tr> <tr> <td>PASO No.3</td> <td>Justificación del proyecto y definición de su alcance. Todo componente de un sistema del sector de agua potable y saneamiento básico debe justificarse con la identificación de un problema de salud pública, del medio ambiente o de bienestar social, el cual tiene solución, ya sea mediante la ejecución del sistema propuesto, la ampliación de cobertura de un servicio o mejoramiento de su calidad y eficiencia. Además, el proyecto debe cumplir los criterios de priorización establecidos en el Capítulo V. <ol style="list-style-type: none"> 1. Entidad responsable del proyecto. 2. Papel del municipio, ya sea como prestador directo o indirecto del servicio. 3. Entidad Prestadora del servicio. (Oficial, mixta o privada) 4. Entidades territoriales competentes. 5. Entidades de planeación. (Departamento Nacional de Planeación DNP, Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico DGAPSB, etc.) 6. Entidad reguladora. (Comisión de regulación de Agua Potable CRA) 7. Entidad de control, inspección y vigilancia. (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios SSPD u otra) 8. Operador. 9. Acciones proyectadas de la comunidad en el sistema. 10. Autoridad ambiental competente. (Ministerio del Medio Ambiente, corporaciones autónomas regionales y municipales del medio ambiente, etc.) </td> </tr> </table>	PASO No. 1	Definición del nivel de complejidad del sistema. Debe definirse el nivel de complejidad del sistema, según se establece en el Capítulo III para cada uno de los componentes del sistema.	PASO No. 2	Justificación del proyecto y definición de su alcance. Todo componente de un sistema del sector de agua potable y saneamiento básico debe justificarse con la identificación de un problema de salud pública, del medio ambiente o de bienestar social, el cual tiene solución, ya sea mediante la ejecución del sistema propuesto, la ampliación de cobertura de un servicio o mejoramiento de su calidad y eficiencia. Además, el proyecto debe cumplir los criterios de priorización establecidos en el Capítulo V	PASO No.3	Justificación del proyecto y definición de su alcance. Todo componente de un sistema del sector de agua potable y saneamiento básico debe justificarse con la identificación de un problema de salud pública, del medio ambiente o de bienestar social, el cual tiene solución, ya sea mediante la ejecución del sistema propuesto, la ampliación de cobertura de un servicio o mejoramiento de su calidad y eficiencia. Además, el proyecto debe cumplir los criterios de priorización establecidos en el Capítulo V. <ol style="list-style-type: none"> 1. Entidad responsable del proyecto. 2. Papel del municipio, ya sea como prestador directo o indirecto del servicio. 3. Entidad Prestadora del servicio. (Oficial, mixta o privada) 4. Entidades territoriales competentes. 5. Entidades de planeación. (Departamento Nacional de Planeación DNP, Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico DGAPSB, etc.) 6. Entidad reguladora. (Comisión de regulación de Agua Potable CRA) 7. Entidad de control, inspección y vigilancia. (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios SSPD u otra) 8. Operador. 9. Acciones proyectadas de la comunidad en el sistema. 10. Autoridad ambiental competente. (Ministerio del Medio Ambiente, corporaciones autónomas regionales y municipales del medio ambiente, etc.)
	PASO No. 1	Definición del nivel de complejidad del sistema. Debe definirse el nivel de complejidad del sistema, según se establece en el Capítulo III para cada uno de los componentes del sistema.					
	PASO No. 2	Justificación del proyecto y definición de su alcance. Todo componente de un sistema del sector de agua potable y saneamiento básico debe justificarse con la identificación de un problema de salud pública, del medio ambiente o de bienestar social, el cual tiene solución, ya sea mediante la ejecución del sistema propuesto, la ampliación de cobertura de un servicio o mejoramiento de su calidad y eficiencia. Además, el proyecto debe cumplir los criterios de priorización establecidos en el Capítulo V					
PASO No.3	Justificación del proyecto y definición de su alcance. Todo componente de un sistema del sector de agua potable y saneamiento básico debe justificarse con la identificación de un problema de salud pública, del medio ambiente o de bienestar social, el cual tiene solución, ya sea mediante la ejecución del sistema propuesto, la ampliación de cobertura de un servicio o mejoramiento de su calidad y eficiencia. Además, el proyecto debe cumplir los criterios de priorización establecidos en el Capítulo V. <ol style="list-style-type: none"> 1. Entidad responsable del proyecto. 2. Papel del municipio, ya sea como prestador directo o indirecto del servicio. 3. Entidad Prestadora del servicio. (Oficial, mixta o privada) 4. Entidades territoriales competentes. 5. Entidades de planeación. (Departamento Nacional de Planeación DNP, Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico DGAPSB, etc.) 6. Entidad reguladora. (Comisión de regulación de Agua Potable CRA) 7. Entidad de control, inspección y vigilancia. (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios SSPD u otra) 8. Operador. 9. Acciones proyectadas de la comunidad en el sistema. 10. Autoridad ambiental competente. (Ministerio del Medio Ambiente, corporaciones autónomas regionales y municipales del medio ambiente, etc.) 						

ARTICULO 10	PASO No.4	Acciones legales. El consultor y/o el diseñador y el interventor del diseño deben conocer las leyes, decretos, reglamentos y normas técnicas relacionadas con la conceptualización, diseño, operación, construcción, mantenimiento, supervisión técnica y operación de un sistema o cada uno de sus componentes en particular.
	PASO No.5	Aspectos ambientales. Debe presentarse un estudio sobre el impacto ambiental generado por el proyecto, ya sea negativo o positivo, en el cual se incluya una descripción de las obras y acciones de mitigación de los efectos en el medio ambiente generados por el proyecto, según el presente Reglamento.
	PASO No.6	Ubicación dentro de los planes de ordenamiento territorial y desarrollo urbano previstos. El consultor y/o diseñador y el interventor del diseño deben conocer los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial planteados en términos de la Ley 388 de 1997 y establecer las implicaciones que el proyecto de un sistema, o cualquiera de sus componentes, tendría dentro del desarrollo urbano. En particular, el diseño de un sistema, o cualquiera de sus componentes, debe contemplar la dinámica de desarrollo urbano prevista en el corto, mediano y largo plazo de las áreas habitadas y las proyectadas en los próximos años, teniendo en cuenta la utilización del suelo, la estratificación socioeconómica, el plan vial y las zonas de conservación y protección de recursos naturales y ambientales entre otros aspectos.
	PASO No. 7	Estudios Previos. Todo proyecto de cualquier sistema del sector de agua potable y saneamiento básico debe llevar a cabo los estudios previos mencionados en el capítulo IX.
	PASO No. 8	Estudios Socioeconómicos. El diseño de cualquier sistema en el sector de agua potable y saneamiento básico debe someterse a una evaluación socioeconómica y estar sujeto a un plan de construcción, operación, mantenimiento y expansión de costo mínimo, siguiendo lo establecido en el capítulo IX
	PASO No. 9	Estudios Socioeconómicos. El diseño de cualquier sistema en el sector de agua potable y saneamiento básico debe someterse a una evaluación socioeconómica y estar sujeto a un plan de construcción, operación, mantenimiento y expansión de costo mínimo, siguiendo lo establecido en el capítulo IX
	PASO No. 10	Selección de Materiales y Equipos. Las empresas prestadoras de los servicios de agua potable y saneamiento básico o quien haga sus veces, deberán cerciorarse que el proveedor de tuberías, accesorios y equipos utilizados en la construcción de cualquier componente de un sistema de agua potable y saneamiento básico cumplan con lo dispuesto en los artículos 7º y 8º del Decreto 2269 de noviembre de 1993 expedido por el Ministerio de Desarrollo Económico, o aquel que lo sustituya o adicione, en lo concerniente al cumplimiento del presente Reglamento Técnico.

ARTICULO 10	PASO No. 11	Construcción e interventoría. Los procesos de construcción, supervisión técnica e interventoría se ajustarán a los requisitos establecidos en la Ley y a los establecidos en el presente Reglamento Técnico.
	PASO No. 12	Puesta en marcha, operación y mantenimiento. Los procedimientos y medidas pertinentes a la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los diferentes componentes de un sistema de agua potable y saneamiento básico seguirán los requerimientos establecidos en los Planos de Construcción y los Manuales de puesta en marcha, operación y mantenimiento suministrados por el diseñador, constructor, fabricante o proveedor al entregar a la entidad contratante las obras, bienes o servicios que le fueron contratados. Sin perjuicio de la exigencia de las pólizas de Garantía de Cumplimiento y Estabilidad, cuando se utilicen métodos alternativos de diseño y construcción y/o suministros que incorporen tecnologías no institucionalizadas aún en el país, el constructor, fabricante o proveedor deberá poner en marcha y operar, o acompañar la operación al menos durante seis meses en la nueva tecnología, de forma que se verifique su correcta operación y se asegure la capacitación del personal que se encargará posteriormente de su administración, operación y mantenimiento

En desarrollo de los mandatos constitucionales, el Congreso de la República a iniciativa del gobierno nacional expidió la ley 142 de 1994.

Régimen de los servicios públicos domiciliarios, según la cual compete fundamentalmente a los municipios asegurar que se presten a sus habitantes, de manera eficiente, los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo.

Dicha competencia de los municipios se debe ejercer en los términos de la ley 42 de 1994 y demás que la adicionen o modifiquen, y de los reglamentos que con sujeción a dicha ley expidan los concejos.

Verifique su correcta operación y se asegure la capacitación del personal que se encargará posteriormente de su administración, operación y mantenimiento.⁴⁸

⁴⁸ RESOLUCIÓN NO. 1096 de 17 de Noviembre de 2000, "Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.", 1.994, Pg 5-6

6.0 DISEÑO METODOLÓGICO

6.1 ENFOQUE METODOLÓGICO

El presente proyecto de investigación, tuvo un enfoque mixto debido a que contiene variables cualitativas y cuantitativas, donde la medición de caudal, los vertimientos, las áreas aferentes y la estratificación de la población están dentro de las variables cuantitativas.

Dentro de las cualitativas está la descripción del estado existente del sistema de alcantarillado, su infraestructura para así a futuro satisfacer las necesidades de la población debido al crecimiento poblacional.

6.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación fue de tipo descriptivo; debido a que después de realizar cálculos y medir las necesidades que tiene el sistema de alcantarillado se realiza una recopilación de las condiciones físicas en las que se encuentra el sistema, tanto en el contexto técnico, como visual, y de tal manera elaborar todo un informe del mismo con las necesidades a futuro y se describe como se encuentra la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de La Vega.

6.3 FASES DE INVESTIGACION

Las fases en las que se desarrolló el presente proyecto de investigación fueron (Ver tabla 13 Fases de investigación):

Tabla 13 Fases de investigación.

No	Fase I Recolección de información
	ACTIVIDAD
1	Recopilación de información por medio de encuestas a la comunidad acerca del nivel del servicio de alcantarillado que la empresa de acueducto ofrece al municipio de La Vega, así describiendo la calidad del mismo, de igual manera se obtuvo información de temas tales como; si cuentan con el servicio de conexión domiciliaria (a alcantarillado de aguas residuales, pozo séptico, ó directamente a la quebrada) y datos extras como; estratos de las viviendas, cuantas personas viven en una familia, y por ultimo, si tenían conexión al acueducto.
2	En la identificación del problema actual del municipio en cuanto al sistema de alcantarillado, se compartieron ideas con los habitantes del municipio, muchos de estas personas inconformes por no tener el sistema básico de alcantarillado, en donde se determino los puntos claves mediante registros fotográficos, como también en planos topográficos del municipio
No	Fase II Descripción de la problemática actual de la planta de tratamiento
	ACTIVIDAD
1	Compilación de información, con planeación del pueblo, con ingenieros y arquitectos encargados de la planta de tratamiento, de igual manera operarios de la empresa de acueducto del municipio.
2	Encuestas informales con habitantes que residen cerca a la planta, y operarios de la misma; el cual se tomo información y datos importantes de la PTAR, de igual manera la forma que la planta se encarga de proporcionar un buen servicio al casco urbano, así mismo a las zonas rurales y por ultimo como van las aguas tratadas en su disposición final, a las quebradas cercanas del municipio de La Vega (Cundinamarca)

No	<p style="text-align: center;">Fase III Aspecto técnico del sistema de alcantarillado</p>
1	Se desarrollo un compendio de información de los sectores con mas decreción en el sistema de alcantarillado de aguas residuales y aguas lluvias, a partir de planos suministrados por planeación y evidencias fotográficas
2	Se realizo recorridos por todo el casco urbano del municipio, se inicio básicamente desde villa Susana, es decir, desde el inicio del casco urbano, cerca a la planta de acueducto del municipio y junto con la autopista Medellín, hasta la planta de tratamiento de aguas residuales, completando así, el recorrido total del casco urbano.
3	Se detectaron los puntos críticos al inicio del casco urbano para los sistemas de aguas lluvias, básicamente por la carrera 2A y carrera 3, tomando así un recorrido hasta llegar a la transversal 3, hasta llegar al centro del pueblo, seguidamente en la parte mas baja del pueblo, pasando el puente chulo, también del matadero, hasta culminar pocos metros adelante el casco urbano; se tomaron evidencias fotográficas, fuente propia, para tener detalles sobre este sistema.
4	Se localizó así mismo los tramos (barrios y sectores), que no cuentan con el sistema de alcantarillado básico de aguas residuales, lo que se hizo, básicamente fue estratificar el municipio, se encontraron desde el estrato 1 al 4, en donde en el plano de estratificación se sabe que tramos son cada estrato. Luego se encontró que los estratos mas inferiores como lo son 1 y 2 no tienen conexión al alcantarillo, los barrios Gaitán e Isla vierten las aguas residuales al rio Hila, estos barrios pertenecen al estrato 1, seguidamente los barrios que se encuentra desde la calle 19 entre carrera 3, hasta la calle 23, se encontraron cerca de 26 vertimientos a la quebrada Reyes, estas viviendas pertenecientes al estrato 2, así mismo por el mismo eje que va la quebrada Reyes, esta situada la central de sacrificio, en lo cual sus desechos también van directamente a la quebrada

No	Fase IV Proponer mejoras que permitan la optimización técnica y funcional de los sistemas
1	Conectar los vertimientos directos al sistema de alcantarillado, como también la construcción de un colector que este situado por toda la orilla de la quebrada Reyes, para que conecten dichos vertimientos y mitigue el daño ambiental que actualmente recibe la Quebrada
2	Los mantenimientos de las redes se deben realizar periódicamente por personal capacitado designado por la empresa de acueducto y alcantarillado del municipio de La Vega (Cundinamarca)
3	Después de realizados las visitas in situ, de los archivos fotográficos y encuestas indirectas a los técnicos de planeación y de la empresa de acueducto se recomienda la construcción de las aguas lluvias que encausen por canaletas bien construidas en las vías y sean llevadas aun emisario final para ser encaminadas al Rio ILA.
4	se recomienda re-diseñar la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) para no verter gran Contenido de aguas al rio antes de un tratamiento completo.

6.4 INSTRUMENTOS (Materiales)

Para la presente investigación utilizamos diferentes materiales como se denotan a continuación:

- Reglamento del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000).
- Planos topográficos del casco urbano de La Vega Cundinamarca.(Anexo)
- Diseño de acueductos y alcantarillado Silva Garavito.
- Evidencias fotográficas, (Anexo)
- Visitas al municipio de La Vega Cundinamarca.
- Encuestas para la comunidad de La Vega Cundinamarca.(Anexo)
- Cálculo de procedimientos numéricos, suministrados por asesor disciplinar a cargo del proyecto.

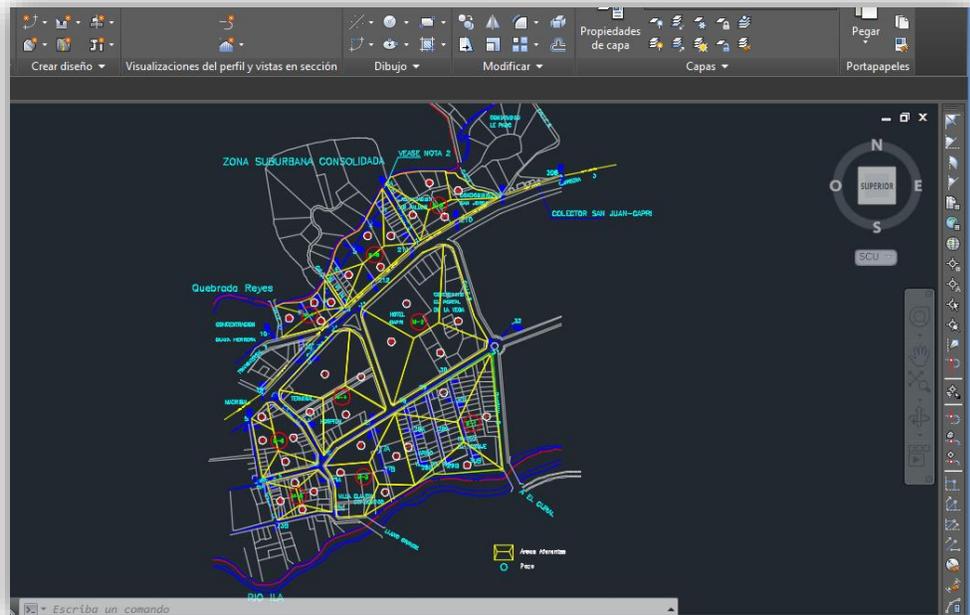
7.0 ANÁLISIS Y RESULTADOS

7.1.1 Cálculo de áreas aferentes

El cálculo de las áreas aferentes (Ver tabla 14 Cálculo de áreas aferentes) se obtuvo a partir de los criterios de las fuentes de investigación, por parte del libro de Silva Garavito (Diseño de acueductos y alcantarillados) y del ingeniero asesor del proyecto.

Seguidamente se determinaron las áreas, mediante planos topográficos del casco urbano del municipio de La Vega Cundinamarca, se dibujaron las áreas como se muestra a continuación en la ilustración 1.

Ilustración 1 Cálculo de áreas aferentes



Fuente: Propia, programa Autocad

Se determinaron los tramos para cada área, seguido a esto se convirtió el área de m² (dato obtenido de Autocad) para trabajar en hectáreas, en donde se calculó el incremento del área y el total del tramo dibujado, ver anexo 3 PLANOS.

Tabla 14 Cálculo áreas aferentes

Manzanas	Tramo	Área M2 Plano topográfico	Área (Ha)	Incremento	Total
M1	1 a 3	7842,414	0,7842		0,7842
	1 a 2	9324,390	0,9324	0,784	1,7166
	2 a 3	4215,710	0,4216	0,932	1,3540
	3 a 4	8824,640	0,8825	0,422	1,3041
M1(1 a 4): Diametros 8"					5,1589
M2	5 a 4	11586,070	1,1586		1,1586
	5 a 6	7227,620	0,7228	1,159	1,8814
	6 a 7	14040,710	1,4041	0,723	2,1269
	7 a 8	7701,160	0,7701	1,404	2,1742
M2: Diametros 8"- 10"					7,3411
M3	9 a 8	4368,860	0,4369		0,4369
	9 a 10	6143,520	0,6144	0,437	1,0512
	10 a 11	1918,150	0,1918	0,614	0,8062
	11 a 12	7037,380	0,7037	0,192	0,8956
M3: Diametros 8"- 10"					3,1898
M4	13 a 12	7297,990	0,7298		0,7298
	13 a 14	5311,520	0,5312	0,730	1,2610
	14 a 15	8836,450	0,8836	0,531	1,4148
	15 a 16	4139,28	0,4139	0,884	1,2976
M4: Diametros 8"- 10"					4,7031
M5	16 a 17	1305,69	0,1305		0,1305
	17 a 18	3322,69	0,3323	0,1305	0,4628
	18 a 19	812,063	0,0812	0,332	0,4135
	19 a 20	2552,69	0,2553	0,081	0,3365
M5: Diametros 8"- 10"					1,3432
M6	21 a 20	2253,19	0,2253		0,2253
	21 a 22	5008,61	0,5009	0,225	0,7262
	22 a 23	883,62	0,0884	0,501	0,5892
	23 a 24	2797,28	0,2797	0,088	0,3681
M6: Diametros 8"- 10"					1,9088
M7	24 a 25	2002,24	0,2002		0,2002
	25 a 26	951,92	0,0952	0,200	0,2954
	26 a 27	1984,22	0,1984	0,095	0,2936
	27 a 28	1557,29	0,1557	0,198	0,3542
M7: Diametros 8"- 10"					1,1434
M8	29 a 27	2364,9	0,2365		0,2365
	29 a 30	4071,89	0,4072	0,236	0,6437
	30 a 31	3010,14	0,3010	0,407	0,7082
	31 a 32	6645,92	0,6646	0,301	0,9656
M8: Diametros 8"- 10"					2,5540
M9	33 a 28	2623,32	0,2623		0,2623
	34 a 34	3938,41	0,3938	0,262	0,6562
	34 a 35	2278,17	0,2278	0,394	0,6217
	35 a 36	5606,08	0,5606	0,228	0,7884
M9: Diametros 8"- 10"					2,3286
M10	37 a 36	2311,68	0,2312		0,2312
	37 a 38	882,66	0,0883	0,231	0,3194
	38 a 39	3049,41	0,3049	0,088	0,3932
	30 a 40	1246,85	0,1247	0,305	0,4296

M10: Diametros 8"- 10"					1,3734
M11	41 a 40	887,8	0,0888		0,0888
	41 a 42	1986,14	0,1986	0,089	0,2874
	42 a 43	1082,37	0,1082	0,199	0,3069
	43 a 44	2131,08	0,2131	0,108	0,3213
M11: Diametros 8"- 10"					1,0044
M12	44 a 43	1606,95	0,1607		0,1607
	44 a 45	563,99	0,0564	0,161	0,2171
	45 a 46	1616,49	0,1616	0,056	0,2180
	46 a 47	525,83	0,0526	0,162	0,2142
M12: Diametros 8"- 10"					0,8101
M13	48 a 45	8523,04	0,8523		0,8523
	48 a 49	2724,93	0,2725	0,852	1,1248
	49 a 50	7332,69	0,7333	0,272	1,0058
	50 a 51	3130,59	0,3131	0,733	1,0463
M13: Diametros 8"- 10"					4,0292
M14	52 a 51	2470,35	0,2470		0,2470
	52 a 53	4791,79	0,4792	0,247	0,7262
	53 a 54	2401,09	0,2401	0,479	0,7193
	54 a 55	6516,4	0,6516	0,240	0,8917
M14: Diametros 8"- 10"					2,5843
M15	56 a 54	8096,44	0,8096		0,8096
	56 a 57	5823,39	0,5823	0,810	1,3920
	57 a 58	11231,47	1,1231	0,582	1,7055
	58 a 59	5585,36	0,5585	1,123	1,6817
M15: Diametros 8"- 10"					5,5888
M16	59 a 60	3402,7	0,3403		0,3403
	60 a 61	4363,11	0,4363	0,340	0,7766
	62 a 62	2581,66	0,2582	0,436	0,6945
	62 a 63	6758,24	0,6758	0,258	0,9340
M16: Diametros 8"- 10"					2,7453
M17	63 a 64	1315,09	0,1315		0,1315
	64 a 65	2202,51	0,2203	0,132	0,3518
	65 a 66	1149,39	0,1149	0,220	0,3352
	66 a 67	1896,42	0,1896	0,115	0,3046
M17: Diametros 8"- 10"					1,1230
M18 Vertimientos río Ila	68 a 66	2148,95	0,2149		0,2149
	68 a 69	13286,58	1,3287	0,215	1,5436
	69 a 70	5395,04	0,5395	1,329	1,8682
	70 a 71	6792,58	0,6793	0,540	1,2188
M18: Diametros 10"- 12"					4,8454
M19 Vertimientos río Ila	72 a 71	2562,83	0,2563		0,2563
	72 a 73	2094,59	0,2095	0,256	0,4657
	73 a 74	2181,86	0,2182	0,209	0,4276
	74 a 75	1819,33	0,1819	0,218	0,4001
M19: Diametros 10"- 12"					1,5498
M20 Vertimiento quebrada Reyes	74 a 76	1005,72	0,1006		0,1006
	76 a 77	1809,59	0,1810	0,101	0,2815
	77 a 78	1015,78	0,1016	0,181	0,2825
	78 a 79	1384,41	0,1384	0,102	0,2400
M20: Diametros 10"- 12"					0,9047

M21 Vertimiento quebrada Reyes	78 a 80	1566,42	0,1566		0,1566
	80 a 81	789,43	0,0789	0,157	0,2356
	81 a 82	2126,4	0,2126	0,079	0,2916
	82 a 83	912,03	0,0912	0,213	0,3038
M21: Diametros 10" - 12"					0,9877
M22 Vertimiento quebrada Reyes	84 a 83	8265,68	0,8266		0,8266
	84 a 85	7969,28	0,7969	0,827	1,6235
	85 a 86	4994,57	0,4995	0,797	1,2964
	86 a 87	6825,9	0,6826	0,499	1,1820
M22: Diametros 10" - 12"					4,9285
M23	88 a 87	476,68	0,0477		0,0477
	88 a 89	1285,66	0,1286	0,048	0,1762
	89 a 90	574,07	0,0574	0,129	0,1860
	90 a 91	704,57	0,0705	0,057	0,1279
M23: Diametros 8" - 10"					0,5377
M24	90 a 92	730,26	0,0730		0,0730
	92 a 93	1437,63	0,1438	0,073	0,2168
	93 a 94	912,52	0,0913	0,144	0,2350
	94 a 95	1460,36	0,1460	0,091	0,2373
M24: Diametros 8" - 10"					0,7621
M25	96 a 95	670,79	0,0671		0,0671
	96 a 97	1498,96	0,1499	0,067	0,2170
	97 a 98	814,45	0,0814	0,150	0,2313
	98 a 99	1265,58	0,1266	0,081	0,2080
M25: Diametros 8" - 10"					0,7234
M26	100 a 99	1285,54	0,1286		0,1286
	100 a 101	2319,04	0,2319	0,129	0,3605
	101 a 102	1326,58	0,1327	0,232	0,3646
	102 a 103	2280,12	0,2280	0,133	0,3607
M26: Diametros 8" - 10"					1,2142
M27	104 a 102	1024,54	0,1025		0,1025
	104 a 105	2622,98	0,2623	0,102	0,3648
	105 a 106	1411,43	0,1411	0,262	0,4034
	106 a 107	2863,97	0,2864	0,141	0,4275
M27: Diametros 8" - 10"					1,2982
M28	107 a 108	3261,66	0,3262		0,3262
	108 a 109	1241,38	0,1241	0,326	0,4503
	109 a 110	3038,17	0,3038	0,124	0,4280
	110 a 111	1241,38	0,1241	0,304	0,4280
M28: Diametros 8" - 10"					1,6324
M29	112 a 111	2740,38	0,2740		0,2740
	112 a 113	1315,66	0,1316	0,274	0,4056
	113 a 114	1535,52	0,1536	0,132	0,2851
	114 a 115	1859,22	0,1859	0,154	0,3395
M29: Diametros 8" - 10"					1,3042
M30 Vertimiento quebrada Reyes	115 a 116	1430,23	0,1430		0,1430
	116 a 117	14903,06	1,4903	0,143	1,6333
	117 a 118	16581,041	1,6581	1,490	3,1484
	118 a 119	7066,71	0,7067	1,658	2,3648
M30: Diametros 10" - 12"					7,2895

M31 Vertimiento río Ila	120 a 119	2505,7	0,2506		0,2506
	120 a 121	3605,66	0,3606	0,251	0,6111
	121 a 122	2522,1	0,2522	0,361	0,6128
	122 a 123	6122,9	0,6123	0,252	0,8645
M31: Diametros 10"- 12"					2,3390
M32	125	14443,27		1,4443	
M32: Diametro 12" 14"					1,4443
M33	126	5268,09		0,5268	
M33: Diametro 12" 14"					0,5268
M34	127 a 126	1013,65	0,1014		0,1014
	127 a 128	2918,22	0,2918	0,101	0,3932
	128 a 129	1405,03	0,1405	0,292	0,4323
	129 a 130	2153,47	0,2153	0,141	0,3559
M34: Diametros 10"- 12"					1,2827
M35 Vertimiento quebrada Reyes	131 a 129	1239,63	0,1240		0,1240
	131 a 132	1945,72	0,1946	0,124	0,3185
	132 a 133	1092,17	0,1092	0,195	0,3038
	133 a 134	1442,96	0,1443	0,109	0,2535
M35: Diametros 10"- 12"					0,9998
M36 Vertimiento quebrada Reyes	135 a 134	434,42	0,0434		0,0434
	135 a 136	719,88	0,0720	0,043	0,1154
	136 a 137	185,01	0,0185	0,072	0,0905
	137 a 138	743,97	0,0744	0,019	0,0929
M36: Diametros 10"- 12"					0,3423
M37 Vertimiento quebrada Reyes	139 a 138	211,8	0,0212		0,0212
	139 a 140	721,53	0,0722	0,021	0,0933
	140 a 141	838,6	0,0839	0,072	0,1560
	141 a 142	563,74	0,0564	0,084	0,1402
M37: Diametros 10"- 12"					0,4108
M38	143	30871,66		3,0870	
M38: Diametros 12"-14"-16"					3,087
M39	144	17422,71		1,7422	
M39: Diametros 12"-14"-16"					1,7422
M40	145	37566,87		3,7560	
M40: Diametros 12"-14"-16"					3,756
					Hectareas
					93,6223
					M2
					936223,1860

En el siguiente cálculo se da a conocer las tablas respectivas para el nivel de complejidad, así mismo datos obtenidos para determinar el caudal que entra a la planta de tratamiento, es decir, el caudal de diseño.

Tabla 15 Asignación del nivel de complejidad

Asignación del nivel de complejidad

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana ⁽¹⁾ (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios⁽²⁾
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

Para el caso del municipio de La Vega Cundinamarca, el nivel de complejidad para la población urbana es medio alto, con 12501 a 60000 habitantes.

Tabla 16 Dotación Neta

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta máxima para poblaciones con Clima Frio o Templado (L/hab·día)	Dotación neta máxima para poblaciones con Clima Cálido (L/hab·día)
Bajo	90	100
Medio	115	125
Medio alto	125	135
Alto	140	150

Dentro del nivel de complejidad del sistema, se cuenta con una dotación neta máxima para poblaciones con clima Frio o Templado de 125 (L/hab*día) como se denota en el tabla 16 (Dotación neta)

Se toma 0,75 como un factor de recuperación o el 75% del consumo del acueducto.

$$DB = \frac{125l/ha/dia}{0,75} = 166,66 l/ha/dia$$

Tabla 17 Periodos de diseño máximos

Nivel de complejidad del sistema	Periodos de diseño (Años)
Bajo	25
Medio	25
Medio-Alto	25
Alto	30

A continuación en la gráfica 1 (Población total La Vega) se muestran los censos para los siguientes años en La Vega Cundinamarca.

Grafica 1 Población total La Vega 1973-2005

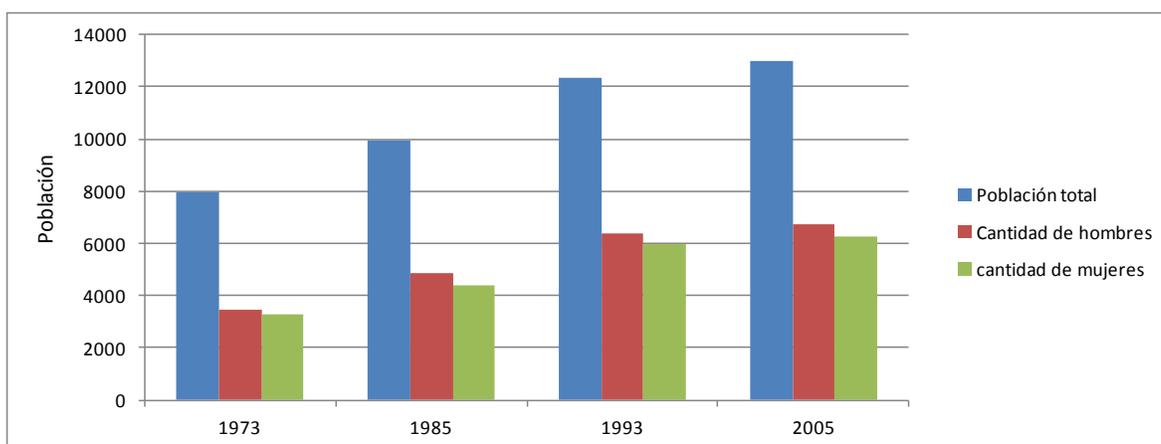


Tabla 18 Población La Vega

	1973	1985	1993	2005
Población total	7939	9977	12341	12993
Cantidad de hombres	3468	4850	6364	6740
cantidad de mujeres	3261	4411	5977	6253

Seguidamente se evidencia la población solo para la parte urbana del municipio de La Vega (Cundinamarca)

Grafica 2 Población zona urbana La Vega 1938- 2005

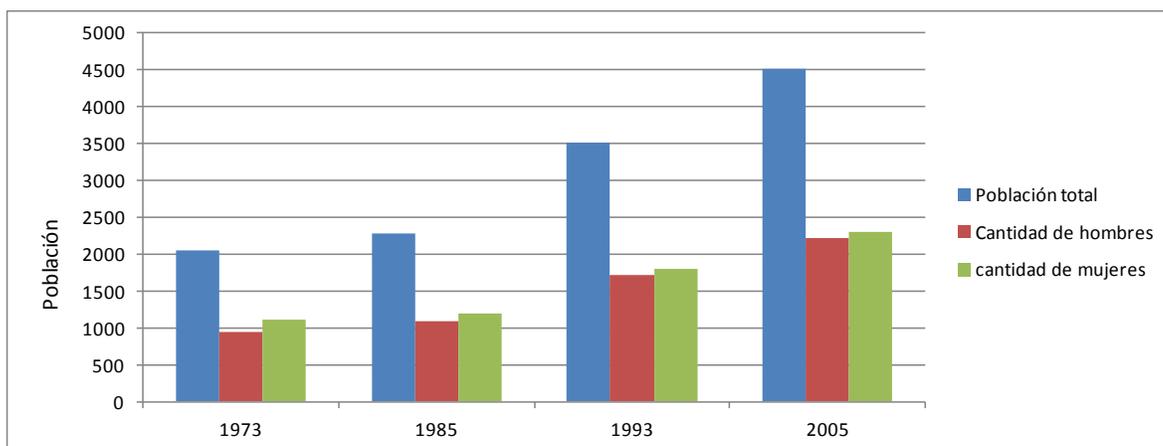


Tabla 19 Zona Urbana La Vega Cundinamarca.

	1973	1985	1993	2005
Población total	2048	2270	3517	4508
Cantidad de hombres	945	1087	1709	2208
cantidad de mujeres	1103	1183	1808	2300

Los datos se obtuvieron del DANE en el boletín del censo general 2005 para el perfil de La Vega (Cundinamarca).

El sistema de alcantarillado para el municipio de La Vega (Cundinamarca) a una altitud de 1230 m.s.n.m y cuyo registro de censos es el siguiente.

- 1973: (oct 24) 2048 hab.
- 1985: (oct 15) 2270 hab.
- 1993: (oct 24)3517 hab.
- 2005: (Nov 15)4508 hab.

Donde se denomina el (Ka1, Ka2, y Ka3) para los años del censo.

- 1973 y 1985: Ka1
- 1985 y 1993: Ka2
- 1993 y 2005: Ka3

Método aritmético.

- a) Se halla la rata de crecimiento entre las curvas seleccionadas.

$$Ka = \frac{Puc - Pci}{Tuc - Tci}$$

Puc: Población del último censo considerado

Pci: Población del censo inicial considerado

Tuc: Fecha del último censo considerado

Tci: Fecha del censo inicial considerado

Tuc- Tci= Numero de años transcurridos entre los dos censos considerados.

$$Ka = \frac{P2005(Nov15) - P1973(OCT24)}{m}$$

m: # de años transcurridos entre Oct. 24/73 y Nov. 15/05.

- $Ka = \frac{4508-2048}{32,058}$
- $ka = 76,7$
- $ka = 77 \text{ hab/año}$
- $m = \frac{21 \text{ días}}{30 \text{ días}} = 0,7 \text{ meses}$
- $\frac{0,7}{12} = 0.0583 \text{ años}$
- $m = 32,058$

b) Fórmula para proyectar

$$Pf = Puc + Ka m1$$

Pf= Población Futura

Puc= Población del último censo considerado

M1= # años transcurridos entre Pf y Puc

c) Ajustamos la población a junio 30 de 2016

$$P_{2016} (\text{Junio } 30) = P_{2005}(\text{Nov } 15) + Ka * m1$$

m1= #años entre Nov. 15/05 y jun. 30/ 2016

m1=

- Nov15/05 – Nov 15/ 15= 10 años
- Nov. 15/15 – jun 30/ 16= 7 meses
- Junio 15 a junio 30 = 15 días

$$\frac{15}{30} = 0.5 \text{ meses} \quad \frac{7,5}{12} = 0,624 \text{ años}$$

P2016 (Junio 30)= 4508 + 77 + 10,625= **4596 Hab**

Nivel de complejidad provisional = medio, según tabla 15 Asignación nivel de complejidad.

Periodo de diseño = 25 años (A junio 30 de 2041)

Proyectar para cada año del periodo de diseño utilizando como base el estudio último hecho en 2016.

Tabla 20 Periodo de diseño

P 2017	Jun. 30	4596	77	1	4673
P 2018	Jun.30	4596	77	2	4750
P 2019	Jun. 30	4596	77	3	4827
P 2020	Jun. 30	4596	77	4	4904
P 2021	Jun. 30	4596	77	5	4981
P 2022	Jun. 30	4596	77	6	5058
P 2023	Jun. 30	4596	77	7	5135
P 2024	Jun. 30	4596	77	8	5212
P 2025	Jun. 30	4596	77	9	5289
P 2026	Jun. 30	4596	77	10	5366
P 2027	Jun. 30	4596	77	11	5443
P 2028	Jun. 30	4596	77	12	5520
P 2029	Jun. 30	4596	77	13	5597
P 2030	Jun. 30	4596	77	14	5674
P 2031	Jun. 30	4596	77	15	5751
P 2032	Jun. 30	4596	77	16	5828
P 2033	Jun. 30	4596	77	17	5905
P 2034	Jun. 30	4596	77	18	5982
P 2035	Jun. 30	4596	77	19	6059
P 2036	Jun. 30	4596	77	20	6136
P 2037	Jun. 30	4596	77	21	6213
P 2038	Jun. 30	4596	77	22	6290
P 2039	Jun. 30	4596	77	23	6367
P 2040	Jun. 30	4596	77	24	6444
P 2041	Jun. 30	4596	77	25	6521

Método Geométrico:

El crecimiento es geométrico si el aumento de población es proporcional al tamaño de ella. El método geométrico es el que más se acerca al crecimiento vegetativo de la población.

$$P2 = P1(1 + r)^n$$

P2= Población última conocida

P1= población del censo inicial.

r= rata de crecimiento

n= Número de años entre P1 y P2

$$\text{Log } P2 = \text{Log } P1 + n \log(1 + r)$$

$$\log(1 + r) = \frac{\text{Log } P2 - \text{Log } P1}{n}$$

$$\text{a) } \text{Log } (1 + r) = \frac{\log P_{2005}^{\text{Nov } 15} - \text{Log } P_{1973}^{\text{oct}/24}}{n}$$

n= Número de años transcurridos entre oct 24 de 1973 y Nov. 15/05

n= 32,058 años

$$\text{Log } (1 + r) = \frac{\log 4508 - \log 2048}{32.058} = 0,0106$$

b) Proyecciones

$$\text{Log } P = \text{Log } P2 + n \text{Log } (r+1)$$

c) Ajustamos la población a junio 30/2016

Año 2016

- $\text{Log } P_{2016} (\text{jun. } 30) = \text{Log } P_{2005} (\text{Nov. } 15) + n_1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log } P_{2016} (\text{jun } 30) = \text{Log } 4508 + 10,625 (0.0106) = 3.653$
- $P_{2016} (\text{Jun. } 30) = \text{Antilog } 3.653 =$

Año 2017

- $\text{Log } P_{2017} (\text{jun. } 30) = \text{Log } P_{2005} (\text{Nov. } 15) + n_1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log } P_{2017} (\text{jun } 30) = \text{Log } 4508 + 1 (0.0106) = 3.65398$
- $P_{2017} (\text{Jun. } 30) = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{4619 \text{ hab}}$

Año 2018

- $\text{Log } P_{2018} (\text{jun. } 30) = \text{Log } P_{2005} (\text{Nov. } 15) + n_1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log } P_{2018} (\text{jun } 30) = \text{Log } 4508 + 2 (0.0106) = 3.65399$
- $P_{2018} (\text{Jun. } 30) = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{4733 \text{ hab}}$

Año 2019

- $\text{Log } P_{2019} (\text{jun. } 30) = \text{Log } P_{2005} (\text{Nov. } 15) + n_1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log } P_{2019} (\text{jun } 30) = \text{Log } 4508 + 3 (0.0106) = 3.65399$
- $P_{2019} (\text{Jun. } 30) = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{4850 \text{ hab}}$

Año 2020

- $\text{Log } P_{2020} (\text{jun. } 30) = \text{Log } P_{2005} (\text{Nov. } 15) + n_1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log } P_{2020} (\text{jun } 30) = \text{Log } 4508 + 4 (0.0106) = 3.65399$

-
- $P_{2020} (\text{Jun. 30}) = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{4970 \text{ hab}}$

Año 2021

- $\text{Log } P_{2021} (\text{jun. 30}) = \text{Log } P_{2005} (\text{Nov.15}) + n_1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log } P_{2021} (\text{jun 30}) = \text{Log } 4508 + 5 (0.0106) = 3.65399$
- $P_{2021} (\text{Jun. 30}) = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{5093 \text{ hab}}$

Año 2022

- $\text{Log } P_{2022} (\text{jun. 30}) = \text{Log } P_{2005} (\text{Nov.15}) + n_1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log } P_{2022} (\text{jun 30}) = \text{Log } 4508 + 6 (0.0106) = 3.65399$
- $P_{2022} (\text{Jun. 30}) = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{5218 \text{ hab}}$

Año 2023

- $\text{Log } P_{2023} (\text{jun. 30}) = \text{Log } P_{2005} (\text{Nov.15}) + n_1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log } P_{2023} (\text{jun 30}) = \text{Log } 4508 + 7 (0.0106) = 3.65399$
- $P_{2023} (\text{Jun. 30}) = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{5347 \text{ hab}}$

Año 2024

- $\text{Log } P_{2024} (\text{jun. 30}) = \text{Log } P_{2005} (\text{Nov.15}) + n_1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log } P_{2024} (\text{jun 30}) = \text{Log } 4508 + 8 (0.0106) = 3.65399$
- $P_{2024} (\text{Jun. 30}) = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{5480 \text{ hab}}$

Año 2025

- $\text{Log } P_{2025} (\text{jun. } 30) = \text{Log } P_{2005} (\text{Nov. } 15) + n_1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log } P_{2025} (\text{jun } 30) = \text{Log } 4508 + 9 (0.0106) = 3.65399$
- $P_{2025} (\text{ Jun. } 30) = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{5615 \text{ hab}}$

Año 2026

- $\text{Log } P_{2026} (\text{jun. } 30) = \text{Log } P_{2005} (\text{Nov. } 15) + n_1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log } P_{2026} (\text{jun } 30) = \text{Log } 4508 + 10 (0.0106) = 3.65399$
- $P_{2026} (\text{ Jun. } 30) = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{5754 \text{ hab}}$

Año 2027

- $\text{Log } P_{2027} (\text{jun. } 30) = \text{Log } P_{2005} (\text{Nov. } 15) + n_1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log } P_{2027} (\text{jun } 30) = \text{Log } 4508 + 11 (0.0106) = 3.65400$
- $P_{2027} (\text{ Jun. } 30) = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{5896 \text{ hab}}$

Año 2028

- $\text{Log } P_{2028} (\text{jun. } 30) = \text{Log } P_{2005} (\text{Nov. } 15) + n_1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log } P_{2028} (\text{jun } 30) = \text{Log } 4508 + 12 (0.0106) = 3.65400$
- $P_{2028} (\text{ Jun. } 30) = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{6042 \text{ hab}}$

Año 2029

- $\text{Log } P_{2029} (\text{jun. } 30) = \text{Log } P_{2005} (\text{Nov. } 15) + n_1 (\text{Log } (1+r))$

-
- $\text{Log P2029 (jun 30)} = \text{Log 4508} + 13 (0.0106) = 3.65400$
 - $\text{P2029 (Jun. 30)} = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{6191 \text{ hab}}$

Año 2030

- $\text{Log P2030 (jun. 30)} = \text{Log P2005 (Nov.15)} + n1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log P2030 (jun 30)} = \text{Log 4508} + 14 (0.0106) = 3.65400$
- $\text{P2030 (Jun. 30)} = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{6344\text{hab}}$

Año 2031

- $\text{Log P2031 (jun. 30)} = \text{Log P2005 (Nov.15)} + n1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log P2031 (jun 30)} = \text{Log 4508} + 15 (0.0106) = 3.65400$
- $\text{P2031 (Jun. 30)} = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{6501 \text{ hab}}$

Año 2032

- $\text{Log P2032 (jun. 30)} = \text{Log P2005 (Nov.15)} + n1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log P2032 (jun 30)} = \text{Log 4508} + 16 (0.0106) = 3.65400$
- $\text{P2032 (Jun. 30)} = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{6661 \text{ hab}}$

Año 2033

- $\text{Log P2033 (jun. 30)} = \text{Log P2005 (Nov.15)} + n1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log P2033 (jun 30)} = \text{Log 4508} + 17 (0.0106) = 3.65400$
- $\text{P2033 (Jun. 30)} = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{6826 \text{ hab}}$

Año 2034

- $\text{Log } P_{2034} (\text{jun. } 30) = \text{Log } P_{2005} (\text{Nov. } 15) + n_1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log } P_{2034} (\text{jun } 30) = \text{Log } 4508 + 18 (0.0106) = 3.65400$
- $P_{2034} (\text{ Jun. } 30) = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{6994 \text{ hab}}$

Año 2035

- $\text{Log } P_{2035} (\text{jun. } 30) = \text{Log } P_{2005} (\text{Nov. } 15) + n_1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log } P_{2035} (\text{jun } 30) = \text{Log } 4508 + 19 (0.0106) = 3.65400$
- $P_{2035} (\text{ Jun. } 30) = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{7167 \text{ hab}}$

Año 2036

- $\text{Log } P_{2036} (\text{jun. } 30) = \text{Log } P_{2005} (\text{Nov. } 15) + n_1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log } P_{2036} (\text{jun } 30) = \text{Log } 4508 + 20 (0.0106) = 3.65400$
- $P_{2036} (\text{ Jun. } 30) = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{7344 \text{ hab}}$

Año 2037

- $\text{Log } P_{2037} (\text{jun. } 30) = \text{Log } P_{2005} (\text{Nov. } 15) + n_1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log } P_{2037} (\text{jun } 30) = \text{Log } 4508 + 21 (0.0106) = 3.65401$
- $P_{2037} (\text{ Jun. } 30) = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{7526 \text{ hab}}$

Año 2038

- $\text{Log } P_{2038} (\text{jun. } 30) = \text{Log } P_{2005} (\text{Nov. } 15) + n_1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log } P_{2038} (\text{jun } 30) = \text{Log } 4508 + 22 (0.0106) = 3.6401$
- $P_{2038} (\text{ Jun. } 30) = \text{Antilog } 3.6530 = \mathbf{7712 \text{ hab}}$

Año 2039

- $\text{Log } P_{2039} (\text{jun. } 30) = \text{Log } P_{2005} (\text{Nov. } 15) + n_1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log } P_{2039} (\text{jun } 30) = \text{Log } 4508 + 23 (0.0106) = 3.65401$
- $P_{2039} (\text{ Jun. } 30) = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{7902 \text{ hab}}$

Año 2040

- $\text{Log } P_{2040} (\text{jun. } 30) = \text{Log } P_{2005} (\text{Nov. } 15) + n_1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log } P_{2040} (\text{jun } 30) = \text{Log } 4508 + 24 (0.0106) = 3.65401$
- $P_{2040} (\text{ Jun. } 30) = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{8098 \text{ hab}}$

Año 2041

- $\text{Log } P_{2041} (\text{jun. } 30) = \text{Log } P_{2005} (\text{Nov. } 15) + n_1 (\text{Log } (1+r))$
- $\text{Log } P_{2041} (\text{jun } 30) = \text{Log } 4508 + 25 (0.0106) = 3.65401$
- $P_{2041} (\text{ Jun. } 30) = \text{Antilog } 3.653 = \mathbf{8298 \text{ hab}}$

Método Exponencial

Proyección de población por el método exponencial.

$$\text{Ln } P_2 = \text{Ln } P_1 + kg (Tuc - Tci)$$

$$Tuc - Tci = \# \text{ años en } P_2 \text{ Y } P_3$$

- 1973: (oct 24) 2048 hab.
- 1985: (oct 15) 2270 hab.
- 1993: (oct 24) 3517 hab.
- 2005: (Nov 15) 4508 hab.

Donde:

- 1973 y 1985: Kg1
- 1985 y 1993: Kg2
- 1993 y 2005: Kg3

P1: Censo inicial considerado

P2: Censo último considerado

$$Kg = \frac{Kg1 + Kg2 + Kg3}{3}$$

$$Kg1 = \frac{\ln P1985(\text{oct. 15}) - \ln P1973 (\text{Oct. 24})}{n}$$

n: Años entre Oct. 24/73 y oct. 15/ 85 n= 11.97 años

•

$$Kg1 = \frac{7.7275 - 7.9246}{11.97 \text{ años}} = \mathbf{0.01646}$$

Kg2

$$Kg1 = \frac{\ln P1993(\text{oct. 24}) - \ln P1985 (\text{Oct. 15})}{n}$$

$$n = 8 \text{ años} \frac{9 \text{ dias}}{30 \text{ dias}} = \frac{0.3 \text{ meses}}{12 \text{ meses}} = 0.025 \text{ años}$$

$$n_2 = 8,025 \text{ años}$$

$$Kg_2 = \frac{8.1653 - 7.7275}{8.025 \text{ años}} = \mathbf{0.05455}$$

Kg3

$$Kg_3 = \frac{\ln P_{2005}(\text{Nov } 15) - \ln P_{1993}(\text{Oct. } 24)}{n}$$

$$n = 12 \text{ años} \frac{21 \text{ días}}{30 \text{ días}} = \frac{0.7}{12} = 0.0583 \text{ años}$$

$$n = 12.0583 \text{ años}$$

$$Kg_3 = \frac{8.4136 - 8.1653}{12.0583} = \mathbf{0.02059}$$

Kg

$$Kg = \frac{0.01646 + 0.05455 + 0.02059}{3} = 0.03053$$

Proyectar la población.

$$\ln P_f = \ln P_2 + kg(T_f - T_2)$$

T_f - T₂ = # años entre los datos incluidos.

Ajustamos la población a junio 30 de 2016

$$\ln P_{2016}(\text{Jun } 30) = \ln P_{2005}(\text{Nov } 15) + kg m_1$$

$$m_1 = 10.625$$

$$\ln P_{2016}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 10.625 = 8.4136$$

$$P_{2016}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{4508 \text{ hab}}$$

Año 2017

$$\ln P_{2017}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 1 = 8.4136$$

$$P_{2017}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{4647 \text{ hab}}$$

Año 2018

$$\ln P_{2018}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 2 = 8.4136$$

$$P_{2018}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{4791 \text{ hab}}$$

Año 2019

$$\ln P_{2019}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 3 = 8.4136$$

$$P_{2019}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{4939 \text{ hab}}$$

Año 2020

$$\ln P_{2020}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 4 = 8.4136$$

$$P_{2020}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{5092 \text{ hab}}$$

Año 2021

$$\ln P_{2021}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 5 = 8.4136$$

$$P_{2021}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{5250 \text{ hab}}$$

Año 2022

$$\ln P_{2022}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 6 = 8.4136$$

$$P_{2022}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{5413 \textit{ hab}}$$

Año 2023

$$\ln P_{2023}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 7 = 8.4136$$

$$P_{2023}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{5580 \textit{ hab}}$$

Año 2024

$$\ln P_{2024}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 8 = 8.4136$$

$$P_{2024}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{5753 \textit{ hab}}$$

Año 2025

$$\ln P_{2025}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 9 = 8.4136$$

$$P_{2025}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{5931 \textit{ hab}}$$

Año 2026

$$\ln P_{2026}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 10 = 8.4136$$

$$P_{2026}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{6115 \textit{ hab}}$$

Año 2027

$$\ln P_{2027}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 11 = 8.4136$$

$$P_{2027}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{6305 \textit{ hab}}$$

Año 2028

$$\ln P_{2028}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 12 = 8.4136$$

$$P_{2028}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{6500 \text{ hab}}$$

Año 2029

$$\ln P_{2029}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 13 = 8.4136$$

$$P_{2029}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{6701 \text{ hab}}$$

Año 2030

$$\ln P_{2030}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 14 = 8.4136$$

$$P_{2030}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{6909 \text{ hab}}$$

Año 2031

$$\ln P_{2031}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 15 = 8.4136$$

$$P_{2031}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{7123 \text{ hab}}$$

Año 2032

$$\ln P_{2032}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 16 = 8.4136$$

$$P_{2032}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{7343 \text{ hab}}$$

Año 2033

$$\ln P_{2033}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 17 = 8.4136$$

$$P_{2033}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{7571 \text{ hab}}$$

Año 2034

$$\ln P_{2034}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 18 = 8.4136$$

$$P_{2034}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{7805 \text{ hab}}$$

Año 2035

$$\ln P_{2035}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 19 = 8.4136$$

$$P_{2035}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{8047 \text{ hab}}$$

Año 2036

$$\ln P_{2036}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 20 = 8.4136$$

$$P_{2036}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{8296 \text{ hab}}$$

Año 2037

$$\ln P_{2037}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 21 = 8.4136$$

$$P_{2037}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{8553 \text{ hab}}$$

Año 2038

$$\ln P_{2038}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 22 = 8.4136$$

$$P_{2038}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{8818 \text{ hab}}$$

Año 2039

$$\ln P_{2039}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 23 = 8.4136$$

$$P_{2039}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{9091 \text{ hab}}$$

Año 2040

$$\ln P_{2040}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 24 = 8.4136$$

$$P_{2017}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{9373 \text{ hab}}$$

Año 2041

$$\ln P_{2041}(\text{Jun } 30) = \ln 4508 + 0.03053 * 25 = 8.4136$$

$$P_{2017}(\text{jun } 30) = e^{8.4136} = \mathbf{9663 \text{ ha}}$$

Tabla 21 Población proyectada 2016-2041

Municipio: La Vega Cundinamarca		Altitud: 1230msnm		Fecha: Abril 2016										
Datos conocidos		Población proyectada						Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta (Lt/hab)	Dotación bruta (Lt/hab)	Qm (Lt/s)	Qm D (Lt/s)	Qm H (Lt/s)	
Censo	N° habitantes	M. aritmético	M. geométrico	M. exponencial	Promedio	% población flotante	Población de diseño							
1973	2048	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1985	2270	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1993	3517	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2005	4508	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2016	---	4596	4508	4508	4537	681	5218	MEDIO (9385)	115	153,33	9,260	12,038	19,863	
2017	---	4673	4619	4647	4646	697	5343		115	153,33	9,483	12,327	20,340	
2018	---	4750	4733	4791	4758	714	5472		115	153,33	9,711	12,624	20,829	
2019	---	4827	4850	4939	4872	731	5603		115	153,33	9,943	12,926	21,328	
2020	---	4904	4970	5092	4989	748	5737		115	153,33	10,181	13,236	21,839	
2021	---	4981	5093	5250	5108	766	5874		115	153,33	10,425	13,552	22,361	
2022	---	5058	5218	5413	5230	784	6014		115	153,33	10,673	13,875	22,894	
2023	---	5135	5347	5580	5354	803	6157		115	153,33	10,927	14,205	23,438	
2024	---	5212	5480	5753	5482	822	6304		115	153,33	11,188	14,544	23,997	
2025	---	5289	5615	5931	5612	842	6453		115	153,33	11,453	14,889	24,566	
2026	---	5366	5754	6115	5745	862	6607		115	153,33	11,725	15,242	25,150	
2027	---	5443	5896	6305	5881	882	6764		115	153,33	12,003	15,604	25,747	
2028	---	5520	6042	6500	6021	903	6924		115	153,33	12,288	15,974	26,357	
2029	---	5597	6191	6710	6166	925	7091		115	153,33	12,584	16,359	26,993	
2030	---	5674	6344	6909	6309	946	7255		115	153,33	12,876	16,739	27,619	
2031	---	5751	6501	7123	6458	969	7427		115	153,33	13,181	17,135	28,273	
2032	---	5828	6661	7343	6611	992	7602		115	153,33	13,492	17,539	28,940	
2033	---	5905	6826	7571	6767	1015	7782		115	153,33	13,811	17,955	29,625	
2034	---	5982	6994	7805	6927	1039	7966		115	153,33	14,137	18,378	30,324	
2035	---	6059	7167	8047	7091	1064	8155		115	153,33	14,472	18,814	31,042	
2036	---	6136	7344	8296	7259	1089	8347		115	153,33	14,814	19,258	31,776	
2037	---	6213	7526	8553	7431	1115	8545	115	153,33	15,165	19,715	32,529		
2038	---	6290	7712	8818	7607	1141	8748	115	153,33	15,524	20,182	33,300		
2039	---	6367	7902	9091	7787	1168	8955	115	153,33	15,892	20,659	34,088		
2040	---	6444	8098	9373	7972	1196	9167	115	153,33	16,269	21,150	34,898		
2041	---	6521	8298	9663	8161	1224	9385	115	153,33	16,655	21,652	35,725		

El caudal medio se denota por la siguiente fórmula:

$$QM = \frac{DB * P}{864000}$$

$$QM = \frac{166,66 * 13417}{86,400} = 25,88L * HAB * S$$

Al QM se multiplica por el consumo del acueducto y factor de recuperación de 0,75% el cual se denomina lo siguiente.

$$qm \text{ de aguas negras} = 25,88 * 0.75 = 19,41 \text{ lt/s}$$

Para hallar el coeficiente de aguas domesticas se desarrolla con el QM/Área de la población en hectáreas.

Coeficiente de aguas domesticas situada en la columna de aguas domesticas grupoA

$$\frac{QM \text{ A. N}}{AREA \text{ DEL PUEBLO}} = \frac{19,41}{93,62} = 0,20$$

Seguidamente se dará el procedimiento para el cuadro de cálculo de caudales para la tabla complementaria al trabajo de investigación que está situada posterior a la explicación.

Área Tributaria: Inicialmente se localizo en el plano topográfico, desde el programa AutoCAD se tomaron las áreas de todo el municipio, por sectores, se trabajo con hectáreas, lo que implicaba hacer era tomar el área plasmarlo en Excel y hacerle el incremento de lo que se iba sumando, luego se denominaba el total de la misma, cuando las áreas ya estuvieran calculadas.

Ilustración 2 área tributaria.

Area Tributaria					
Sector A			Sector B		
Area	Incremento	Total	Area	Incremento	Total
Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha
0,7840					
0,4369	0,784	1,2211			
0,1529	0,437	0,5898			
0,4914	0,153	0,6443			
0,4139		0,4139			
1,4041	0,414	1,8180			
0,7701	1,404	2,1742			
0,2654		0,2654			
0,4974	0,265	0,7628			
0,2355	0,497	0,7329			
0,2002	0,236	0,4357			
0,3049		0,3049			
0,1247	0,305	0,4296			
0,1986	0,125	0,3233			
0,1039	0,199	0,3025			
0,1610	0,104	0,2649			

Fuente propia

Aguas domesticas:

Las aguas domesticas se fijaron con las tablas anteriormente mencionadas y los parámetros utilizados por el mismo, es decir, qm/Area de la población en hectáreas y el 0,20 es dato utilizado para los cálculos posteriores.

Permeabilidad:

La permeabilidad se da por unos intervalos de 0.1 y 0.3, el cual se escogió como valor óptimo e intermedio para el uso del caso de investigación.

Ilustración 3 Aguas de infiltración.

Aguas de Infiltracion					
Permeabilidad			Area		
Alta Coeficiente	Media Coeficiente	Baja Coeficiente	Alta Area	Media Area	Baja Area
Lit/Hb*s	Lit/Hb*s	Lit/Hb*s	Ha	Ha	Ha
	0.2				
	0.2				
	0.2				
	0.2				
	0.2				
	0.2				
	0.2				
	0.2				
	0.2				
	0.2				
	0.2				
	0.2				
	0.2				
	0.2				
	0.2				
	0.2				
	0.2				
	0.2				
	0.2				
	0.2				

Fuente: Propia

Caudal total de aguas de infiltración:

Se obtiene a partir de la operación entre el coeficiente de permeabilidad y el área obtenida por el plano topográfico.

Ilustración 4 Caudal total.

Aguas de Infiltracion						
Permeabilidad			Area			Total Caudal
Alta Coeficiente	Media Coeficiente	Baja Coeficiente	Alta Area	Media Area	Baja Area	A. Inf
Lit/Hb*s	Lit/Hb*s	Lit/Hb*s	Ha	Ha	Ha	Lit/s
	0.2					0.157
	0.2					0.087
	0.2					0.031
	0.2					0.098
	0.2					0.083
	0.2					0.281
	0.2					0.154
	0.2					0.053
	0.2					0.099
	0.2					0.047
	0.2					0.040
	0.2					0.061
	0.2					0.025
	0.2					0.040
	0.2					0.021
	0.2					0.032

Fuente: Propia

Coefficiente de conexiones erradas:

Es el que se trabaja para la permeabilidad y con el mismo rango de 0.2.

Caudal total de conexiones erradas:

Es la sumatoria del caudal total de aguas de infiltración y el coeficiente de conexiones erradas de 0,2.

Caudal de diseño:

Es la sumatoria de total de aguas domesticas el coeficiente de conexiones erradas y el caudal total de la misma.

Ilustración 5 Conexiones erradas

Conexiones Errada		Caudal de diseño
Coefficiente	Total Caudal	
Lit/Hb*s	Lit/s	Lit/s
0,2	0,357	0,592
0,2	0,287	0,418
0,2	0,231	0,276
0,2	0,298	0,446
0,2	0,283	0,407
0,2	0,481	0,902
0,2	0,354	0,585
0,2	0,253	0,333
0,2	0,299	0,449
0,2	0,247	0,318
0,2	0,240	0,300
0,2	0,261	0,352
0,2	0,225	0,262

Fuente propia

7.1.2 Vertimientos

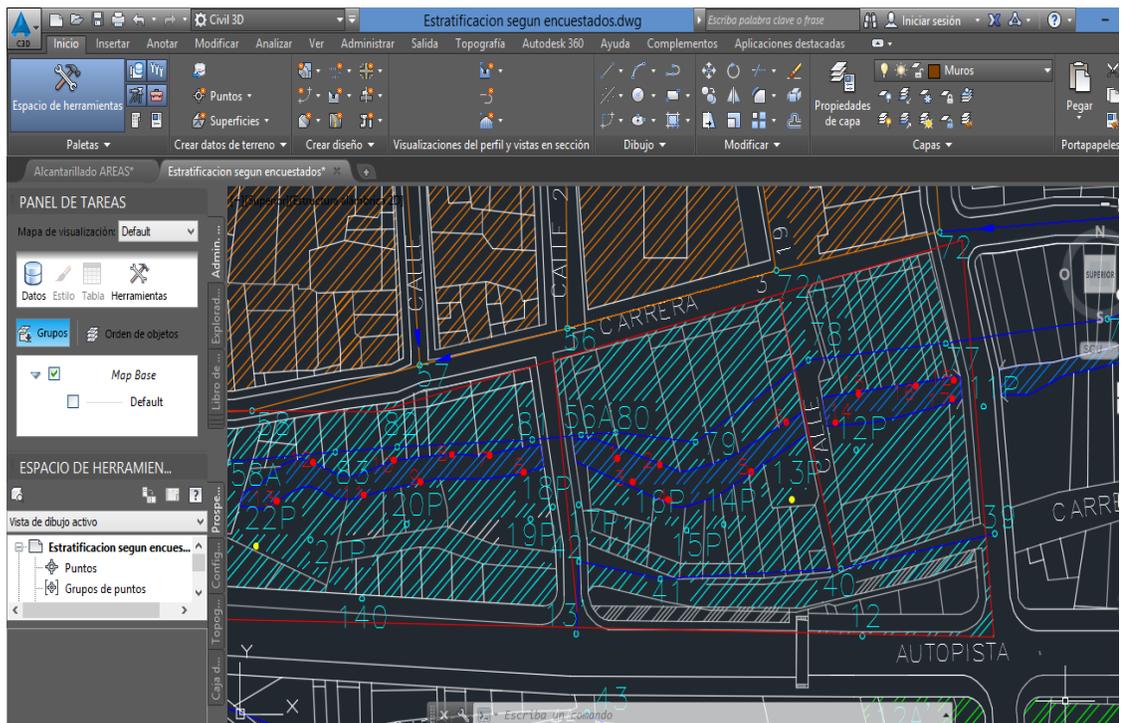
De acuerdo con las evidencias fotográficas, con las encuestas, con el aspecto detallado in situ y al aporte de planeación municipal del municipio de La Vega, se especificaron los vertimientos directos a la quebrada Reyes y el río Ila.

A continuación y como se evidencia en la tabla 18 Vertimientos directos, se presenta con exactitud los sitios específicos donde existen problemas de vertimientos directos de aguas residuales.

Los vertimientos están situados en los planos y detallados cerca a la quebrada Reyes y río Ila como se muestra en la ilustración 6 Vertimientos. Ver anexo 3 PLANOS.

Nota: del muestreo representativo que se efectuó, gran parte de los encuestados no poseían nomenclatura ni dirección en su predio.

Ilustración 6 Vertimientos



Fuente: Propia, programa Autocad

Tabla 22 Vertimientos directos

Tabla de Vertimientos			No	Via Anocaima y
			30	Sin Nomenclatura
18	Carrera 3 No. 18-50	Quebrada Reyes	31	Sin Nomenclatura
17	Carrera 3 No. 18-72		32	Sin Nomenclatura
16	Carrera 3 No. 18-65		33	Sin Nomenclatura
15	Calle 20 No. 3-05		34	Sin Nomenclatura
14	Carrera 3 No. 19-02		35	Sin Nomenclatura
6	Carrera 3 No. 18-02			
5	Carrera 3A No. 19-62		No	Dirección
4	Calle 20 No. 3-49		36	Carrera 3 No. 18-48
2	Calle 20 No. 3-41		37	Carrera 3 No. 18-46
3	Carrera 3 No. 19-78		38	Carrera 3 No. 18-44
1	Carrera 3 No. 18-82		39	Carrera 3 No. 18-42
6	Carrera 3 No. 18-61		40	Carrera 3 No. 18-40
7	Carrera 3 No. 18-62		41	Carrera 3 No. 18-38
8	Carrera 3 No. 18-63			
9	Carrera 3 No. 18-64		No	Desde Calle 10 entre transversal 3, hasta la
10	Carrera 3 No. 18-65		42	Sin Nomenclatura
11	Carrera 3 No. 18-66		43	Sin Nomenclatura
12	Carrera 3 No. 18-67		44	Sin Nomenclatura
13	Carrera 3 No. 18-68		45	Sin Nomenclatura
19	Carrera 3 No. 18-70		46	Sin Nomenclatura
20	Carrera 3 No. 18-72		47	Sin Nomenclatura
21	Carrera 3 No. 18-74		48	Sin Nomenclatura
22	Carrera 3 No. 18-76		49	Sin Nomenclatura
23	Carrera 3 No. 18-78		50	Sin Nomenclatura
24	Carrera 3 No. 18-80			
			51	Calle 12 No. 10-25
			52	Calle 12 No. 10-27
25	Carrera 3 No. 18-82		53	Calle 12 No. 10-29
26	Carrera 3 No. 18-84		54	Calle 12 No. 10-31
27	Carrera 3 No. 18-86	55	Calle 12 No. 10-33	
28	Carrera 3 No. 18-88	56	Calle 12 No. 10-35	
29	Carrera 3 No. 18-90	57	Calle 12 No. 10-37	

Quebrada
Reyes

58	Calle 12 No. 10-39	RIO ILA	No	Barrio isla	RIO ILA
59	Calle 12 No. 10-41		84	Barrio isla	
60	Calle 12 No. 10-43		85	Barrio isla	
61	Calle 12 No. 10-45		86	Barrio isla	
62	Calle 12 No. 10-47		87	Barrio isla	
63	Calle 12 No. 10-49		88	Barrio isla	
64	Calle 12 No. 10-51		89	Barrio isla	
65	Calle 12 No. 10-53		90	Barrio isla	
66	Calle 12 No. 10-55		91	Barrio isla	
67	Calle 12 No. 10-57				
68	Calle 12 No. 10-59		92	Barrio isla	
69	Calle 12 No. 10-61		93	Bariio el recreo	
70	Calle 12 No. 10-63		94	Bariio el recreo	
71	Calle 12 No. 10-65		95	Bariio el recreo	
72	Calle 12 No. 10-67		96	Bariio el recreo	
73	Calle 12 No. 10-69		97	Bariio el recreo	
74	Calle 12 No. 10-71		98	Bariio el recreo	
75	Calle 12 No. 10-73		99	Bariio el recreo	
76	Calle 12 No. 10-75		100	Bariio el recreo	
77	Calle 12 No. 10-77		101	Bariio el recreo	
78	Calle 12 No. 10-79		102	Bariio el recreo	
79	Desde la Calle 21 hasta la Carrera 4a		103	Bariio el recreo	
80	Sin Nomenclatura		104	Bariio el recreo	
81	Sin Nomenclatura		105	Bariio el recreo	
82	Sin Nomenclatura		106	Bariio el recreo	
83	Sin Nomenclatura		107	Bariio el recreo	
			108	Bariio el recreo	
			109	Bariio el recreo	
			110	Bariio el recreo	

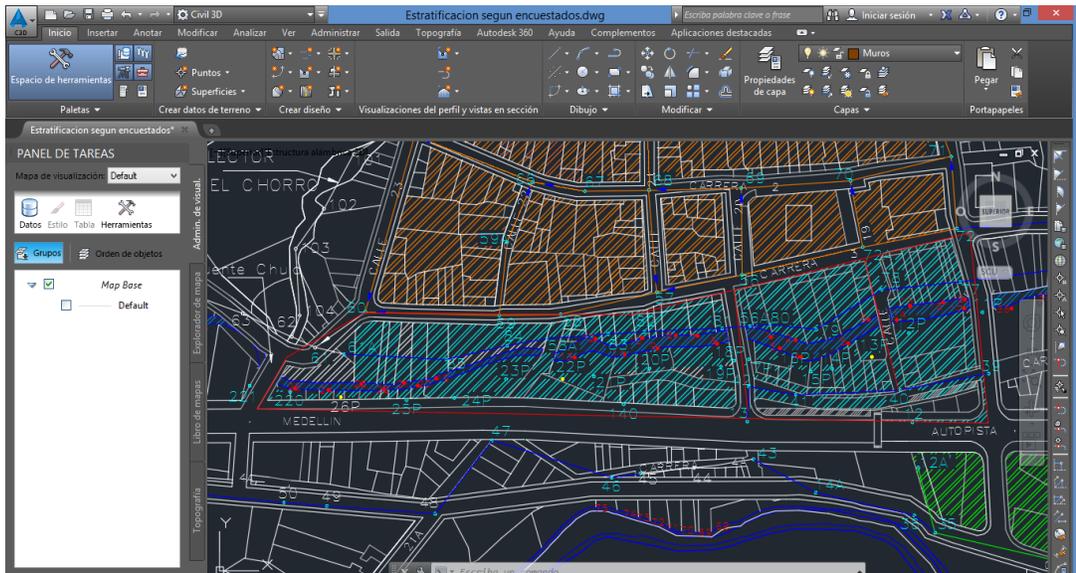
Fuente Propia

Los barrios y sectores detallados, como lo son los vertimientos del número 84 al 110, están ubicados a lo largo del río, sin nomenclatura de las viviendas o detalles que evidencien la misma.

7.1.3 Vertimientos hacia la quebrada Reyes y Río Ila

La cantidad de vertimientos realizados a la quebrada Reyes se observan en la Ilustración 7. Vertimientos hacia la quebrada Reyes y río Ila, los vertimientos están identificados con color rojo, es decir, por los puntos de visita en sitio, seguido por el río Ila, en el barrio Gaitán se aprecian los vertimientos hacia este importante río, de igual manera se pueden evidenciar vertimientos directos en la ilustración 8 Vertimientos directos de aguas residuales en la quebrada Reyes y el estado de la calidad del agua en la ilustración 9 Estado de la calidad del agua en la quebrada Reyes.

Ilustración 7 Vertimientos hacia la quebrada Reyes y el Río Ila.



Fuente: Propia, programa Autocad

Ilustración 8 Vertimientos directos de aguas residuales en la Quebrada Reyes.



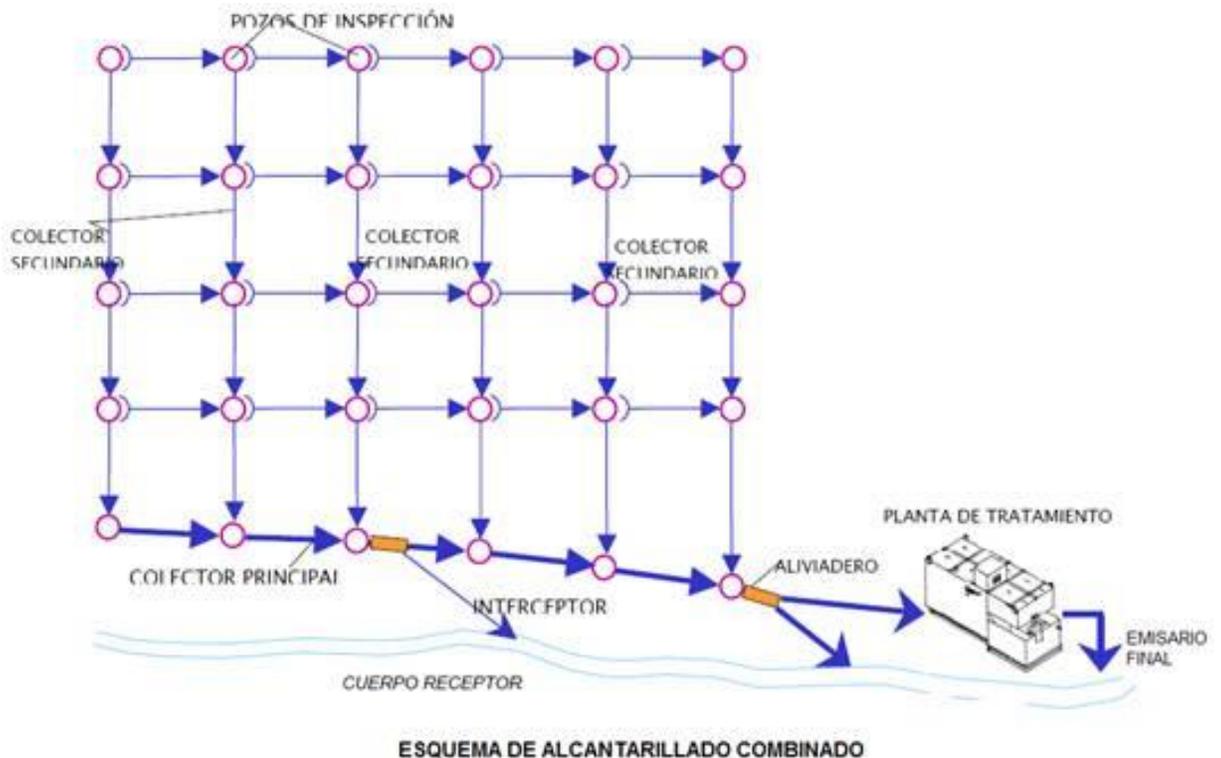
Fuente propia, Tomada el 11 de enero de 2016.

Ilustración 9 Calidad del agua en la quebrada Reyes. Aguas abajo de la Planta de tratamiento de aguas residuales.



Fuente propia, Tomada el 12 de Enero de 2016.

Ilustración 10 Sistema de vertimiento.



Fuente: <http://es.slideshare.net/jhoelvanegas7/alcantarillado-sanitario>

El alcantarillado sanitario se diseña y construye para recibir, conducir y entregar a la planta de tratamiento las aguas residuales domésticas, de establecimientos comerciales y residuos industriales pre-tratados que cumplan con las disposiciones de vertimiento de la empresa prestadora del servicio. Por lo general las aguas residuales sin fermentación son ligeramente alcalinas o neutras y bastante diluidas, por lo tanto un sistema bien proyectado, construido y con buen mantenimiento el problema de corrosión de las tuberías se reduce al mínimo, siempre que la velocidad le permita transportar los residuos hasta la PTAR antes que se inicie el proceso de degradación de la materia orgánica.

7.1.4 Cálculo para el diseño de alcantarillado de aguas residuales

Dentro del trabajo de investigación se deja como evidencia el procedimiento de cálculo y las formulas debidas para el diseño de aguas residuales en el municipio de La Vega Cundinamarca. Tomado por el Ing. Juan Gonzalo Escobar Maya, fluidos y disposición de aguas.

El diseño consiste en establecer el diámetro y la pendiente necesaria para que cumpla las condiciones hidráulicas establecidas.

Condiciones:

- $V_{\max} = 4 \text{ m/s}$. Para evitar cavitación.
- $\frac{qd}{Q \text{ lleno}} \leq 85\%$ Para garantizar flujo libre

Pasos a seguir:

1. Asumir pendiente igual a la de la vía.
2. Se asume un $f_{\min} = 200\text{mm}$
3. Determinar el caudal a tubo lleno con la fórmula de Manning.

$$Q = \frac{1}{n} R h^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} A$$

$$\frac{qd}{Q \text{ lleno}} \leq 85\%$$

7.1.5 Determinación del caudal de diseño de un alcantarillado de aguas residuales

Para determinar el caudal de diseño de un alcantarillado de aguas residuales se dispone de dos métodos:

1. Método de la dotación

Se usa cuando se conoce la densidad de viviendas (número de viviendas por hectárea) y la dotación de acueducto en el sector.

Se afecta dicha dotación por el 85%.

Para el cálculo del caudal se hace lo siguiente:

- Averiguar la dotación por vivienda (l/viv.s)
- Averiguar la densidad de viviendas (viv/ha)
- Averiguar la ocupación de la vivienda, número de habitantes por vivienda (hab/viv)
- Averiguar el área total y el área neta de construcción (ha)
- Asumir el Factor de retorno del 85%
- Hallar la población (P)

$P = \text{No. De habitantes por vivienda} * \text{densidad de viviendas} * \text{Área neta de construcción}$

- Hallar Factor de Simultaneidad (Fc)

$$F_c = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

- Hallar el caudal de diseño (q) en l/s:

$q = 0.85 * \text{dotación por vivienda} * F_c * \text{densidad de viviendas} * \text{área neta de construcción}$

El caudal mínimo de diseño de un alcantarillado es de 1.5 l/s y la dimensión del diámetro mínimo de alcantarillado de aguas residuales es 200 mm.

2. Método de la contribución media

Es usado cuando no se conoce el número de viviendas por hectárea, es decir, no se conoce la densidad de viviendas.

- Hallar qbase

$$2.0 \frac{l/s}{Ha}$$

- Hallar área neta

$$\text{Área neta} = 0.7 * \text{Área bruta}$$

- Hallar q

$$q = q_{base} * Area\ neta$$

Hallar q diseño sabiendo que:

$$Q_{infiltración} = 0.1 \frac{l/s}{ha}$$

$$Q_{erradas} = 0.2 \frac{l/s}{Ha}, \text{ Caudal de conexiones erradas}$$

$$q_{diseño} = q + Q_{infiltración} + q_{erradas}$$

De tablas presentadas en el libro de acueducto y alcantarillado se halla la relación.

$$\frac{v}{v\ lleno}$$

Se determinó v real

Se confirmó que v sea mayor que la velocidad mínima.

Si no es mayor se calcula el esfuerzo cortante mínimo, T0 y este debe ser mayor a 0.15 kgf/m².

Si no se cumple ninguno de los dos parámetros (vmin o T0min) se debe aumentar la pendiente ya que el diámetro no se puede bajar más porque ya se tiene el mínimo.

Para el siguiente tramo se diseñó con el caudal anterior más el caudal propio del segundo tramo.

Para cualquier tramo se diseñó con qd mayor o igual a 1.5, si da menor asumo 1.5.

7.1.6 Situación del sistema de aguas lluvias

Las visitas in situ se realizaron en los periodos de mayor y menor lluvia, para así establecer el óptimo funcionamiento del sistema de aguas lluvias en el municipio de La Vega (Cundinamarca).

Según la CAR (Corporación Autónoma Regional) las condiciones hidroclimáticas observadas en el territorio durante el mes de agosto principalmente son de lluvias, de ese dato se partió, para determinar la funcionalidad de los sistemas en tiempo de abundante lluvia; lo que se evidenció fue que se presentó mayor volumen al inicio del mes, bajando la intensidad de las lluvias al finalizar el mes.

En general, predominó el tiempo lluvioso, alcanzando solo un 51% frente al comportamiento histórico mensual, según el índice del IDEAM. Como consecuencia de la escasa precipitación, los niveles de las corrientes hídricas registraron pequeñas fluctuaciones, pero la mayoría estuvieron por debajo del promedio histórico, mientras que otras alcanzaron niveles críticos.

Así mismo entre los meses de noviembre y diciembre que son los periodos más secos, se encontraron varias inconformidades de los habitantes del municipio con los sistemas de aguas lluvias como se registra a continuación en la tabla 23 Ubicación de cunetas y en las ilustraciones 11 Obstrucción de cunetas y 12 Estado actual de cunetas.

Tabla 23 Ubicación de cunetas.

Cunetas	
	Tramos
Con residuos solidos y sedimentos	Carrera 3 con calle 7
	Carrera 3 con calle 8
	Carrera 3 con calle 9
	Transversal 3 con calle 13
	Carrera 3 con calle 20
	Carrera 3 con calle 21
	Carrera 3 con calle 22
	Carrera 3 con calle 23
	Carrera 1 con calle 21
	Carrera 1 con calle 18

Ilustración 11 Obstrucción de cunetas



Fuente propia, Tomada el 7 de Noviembre de 2015.

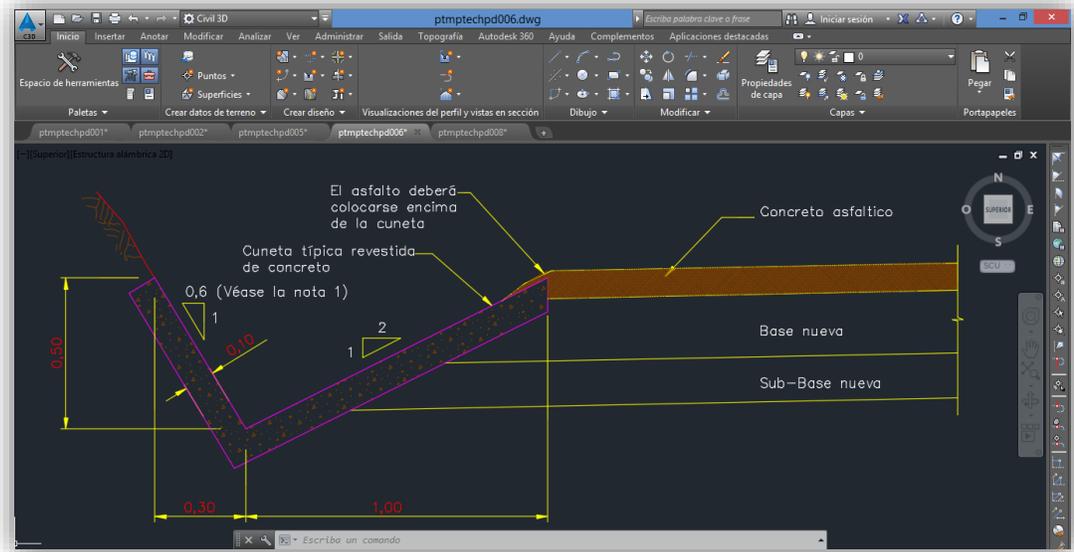
Ilustración 12 Estado actual de cunetas.



Fuente propia, Tomada el 7 de Noviembre de 2015.

A continuación en la ilustración 13 se observa los cortes y detalles de una cuneta triangular típica, como debería efectuarse, con dimensiones en la ilustración 14 para fines constructivos.

Ilustración 13 Sección típica de cuneta



Fuente: Propia, programa Autocad

Ilustración 14 Dimensiones de cunetas

DIMENSIONES DE LAS CUNETAS RECTANGULARES

PENDIENTE DE LA VÍA (S)	DIMENSIONES (m)	
	a	b
$0,004 < S \leq 0,006$	0,50	0,40
$0,006 < S \leq 0,009$	0,45	0,40
$S \geq 0,010$	0,45	0,35

Fuente: Propia, programa Autocad

Tabla 24 Pozos de inspección de aguas residuales.

Pozos	
Pozos que no cuentan con tapa	Numero de Pozo
	31
	26
	23C
	23 A
	20
	48
	54
	3P
	6
	46

El número de pozos que no cuentan con tapa se evidenció en las visitas realizadas en el casco urbano del municipio, en donde se tenía en mano el plano topográfico del municipio y se iba marcando el tipo de pozo con que contaba y no contaba con el sistema completo de alcantarillado como se muestra en la tabla 24 Pozos de inspección de aguas residuales y en las ilustraciones 15 Pozos de inspección y 16 Pozo de inspección sin tapa.

Ilustración 15 Pozo de inspección.



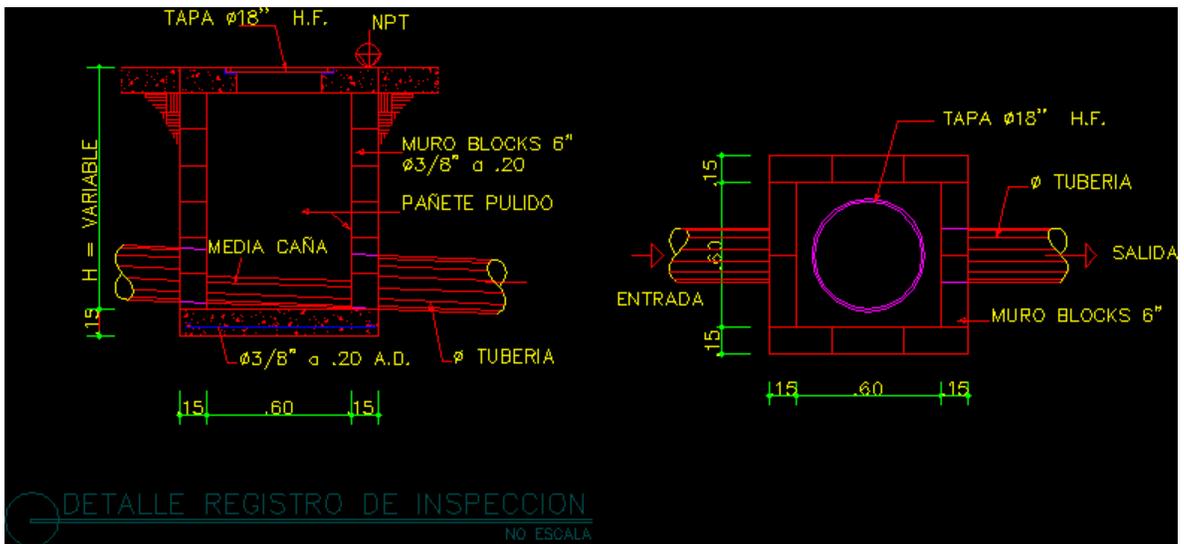
Fuente [https://edwinespindola.wordpress.com/2011/09/21/problemas-de-las-alcantarillas-en-La Vega-con-la-proxima-ola-invernal-en-colombia/](https://edwinespindola.wordpress.com/2011/09/21/problemas-de-las-alcantarillas-en-La-Vega-con-la-proxima-ola-invernal-en-colombia/)

Ilustración 16 Pozo de inspección sin tapa.



Fuente <https://edwinespindola.wordpress.com/2011/09/21/problemas-de-las-alcantarillas-en-La-Vega-con-la-próxima-ola-invernal-en-Colombia/>

Ilustración 17 Sección típica, pozo de inspección.



Fuente: http://www.bibliocad.com/biblioteca/trampa-de-grasa_27408

Tabla 25 Ubicación de cárcamos.

Cárcamos	
Cárcamos en mal estado	Tramos
	Calle 23 con carrera 3
	Carrera 2 con calle 23
	Barrio Isla
	Barrio Gaitan
	Calle 11 con carrera 5
	Calle 14 con carrera 5
	Calle 13 con carrera 5
	Calle 15 con carrera 5
	Carrera 4A con calle 21A
	Entre la Autopista Medellin y la carrera 3

Según la evidencia actual, estos tipos de estructura en los tramos mencionados (Ver tabla 25 Ubicación de cárcamos), se encuentran deteriorados, en el caso del cárcamo en concreto el acero que lleva está expuesto (como puede verse en la ilustración 19) cárcamo con rejilla de hierro en mal estado y en la ilustración 18 Cárcamo con tapa en concreto en mal estado), los autos que pasan por encima de ellos hacen cada vez más que su funcionalidad sea menos óptima. En cuanto a los cárcamos de hierro, de los ubicados transversalmente algunos son hurtados, según planeación se evidencia que en tiempos de lluvia todo tipo de residuo sólido entra allí ocasionando taponamiento y rebose de las aguas lluvias.

Ilustración 18 Cárcamo con rejilla de hierro en mal estado.



Fuente propia, Tomada el 7 de Noviembre de 2015.

Ilustración 19 Cárcamo con tapa en concreto en mal estado.



Fuente propia, Tomada el 7 de Noviembre de 2015.

Tabla 26 Ubicación de sumideros.

Sumideros	
	Tramos
Sumideros en mal estado	Carrera 4A con calle 21A
	Carrera 1 con calle 18
	Carrera 3 con calle 9
	Carrera 2 con calle 23
	Carrera 2 con calle 23
	Carrera 1 con calle 21
	Carrera 3 con calle 8
	Calle 23 con carrera 3
	Calle 11 con carrera 5

Gran parte de los sumideros (Ver tabla 26 Ubicación de sumideros) se encuentran obstruidos por sedimentos y basuras (Ver ilustración 20 Estado de sumideros e ilustración 21 Obstrucción de sumideros), lo que genera rebose y no permite la correcta descarga de las aguas lluvias hacia la red del alcantarillado.

Ilustración 20 Estado de sumideros.



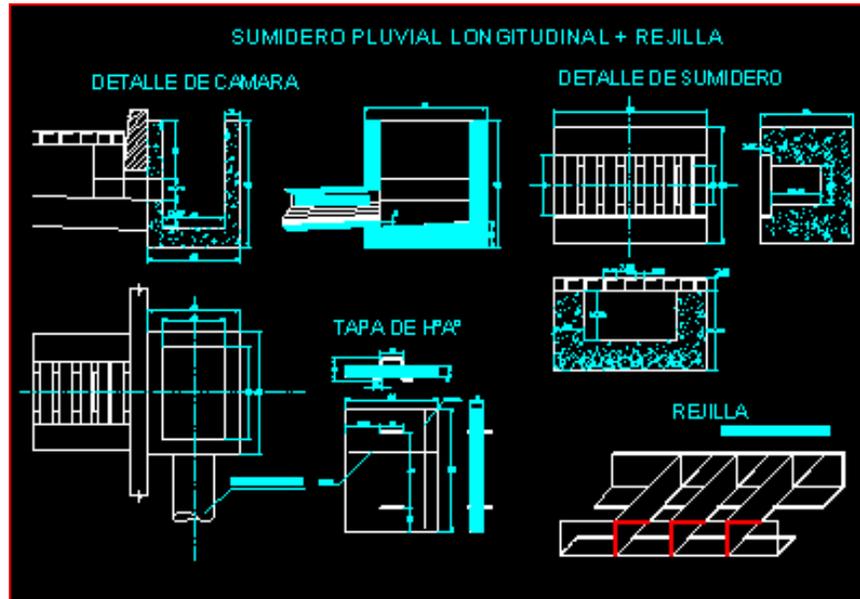
Fuente propia, Tomada el 11 de Enero de 2016.

Ilustración 21 Obstrucción de sumideros.



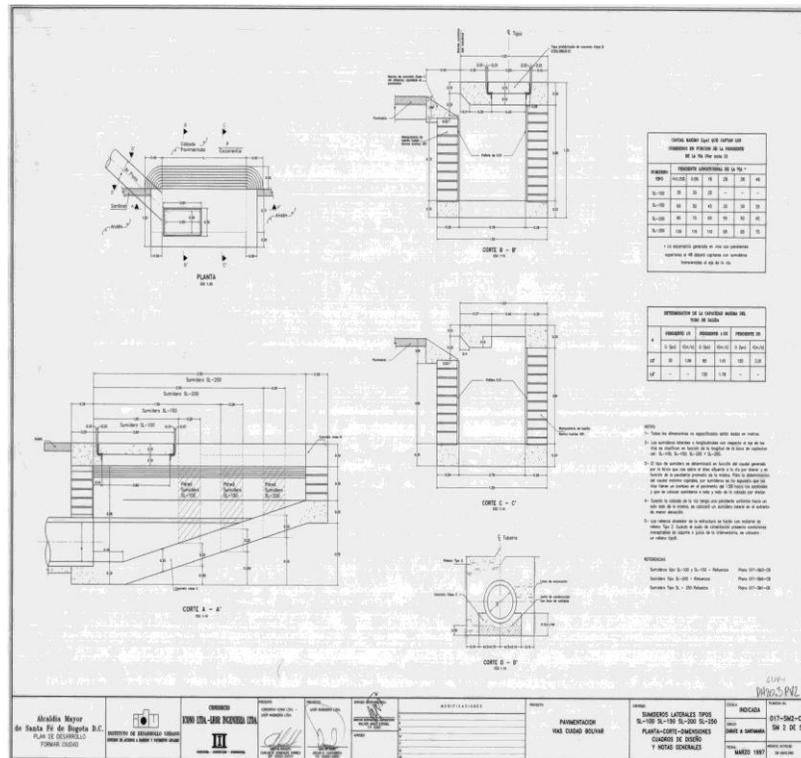
Fuente propia, Tomada el 11 de Enero de 2016.

Ilustración 22 Sumidero Pluvial.



Fuente: <http://www.planospara.com/planos-de-instalaciones/instalaciones-cloacales-y-pluviales/page/13>

Ilustración 23 Sumideros laterales



Fuente: http://webidu.idu.gov.co:9090/pmb/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=1911

7.1.7 Cálculo para el diseño de alcantarillado de aguas lluvias

Dentro del trabajo de investigación se deja como evidencia el procedimiento de cálculo y las formulas debidas para el diseño de aguas lluvias en el municipio de La Vega Cundinamarca. Tomado por el Ing. Juan Gonzalo Escobar Maya, fluidos y disposición de aguas.

Primero se debe determinar el caudal de diseño

$$qd = C * I * A$$

Siendo:

Qd: Caudal de diseño (l/s)

C: Coeficiente de escorrentía (esta entre 0.6 y 0.8)

I: Intensidad de la precipitación (l/s.ha), esta es función de la duración y frecuencia de las lluvias

A: Área tributaria acumulada del tramo en (ha)

El coeficiente de escorrentía se calcula de la siguiente manera:

$$C = 0.14 + 0.651mp + 0.05Pat$$

Donde:

Imp: Coeficiente de permeabilidad

Pat: Pendiente del área tributaria

Tabla 27 Valores del Imp

Valores del Imp	
Techos	0,90
Comercial e industrial	0,90
Residencial con casa conntiguas	0,75
Residencial multifamiliar con bloques contiguos	0,75
Residencial unifamiliar con casas contiguas con predominio de jardines	0,55
Residencial con casas rodeadas de jardines	0,45
Residencial con predominio de zonas verdes, cementerios tipo jardines	0,30
Laderas protegidas de vegetación	0,60
Laderas desprotegidas de vegetación	0,30

Fuente: <http://fluidos.eia.edu.co/suministroydisposiciondeaguas/temasdeinteres/disenocalcluvias/disenocalcantarilladolluvias.htm>

La intensidad (I) puede calcularse según graficas de intensidad-frecuencia-duración de las estaciones pluviográficas.

Los alcantarillados de aguas lluvias deben diseñarse para un período de retorno de 5 años.

$$I = C(h + Tc)^m \text{ en mm/hora}$$

Donde:

C,m,h: Coeficientes de regresión

Tc: Tempo de concentración (es el tiempo que demora la última gota de precipitación efectiva para ir desde el punto más alejado de la cuenca hasta el punto de análisis).

$$Tc = Te + Tt$$

Donde:

Te: Tiempo de entrada

$$Te = \frac{0.702(1.1 - Lmp)^{L\frac{1}{2}}}{Pt^{\frac{1}{3}}}$$

Con:

L: Distancia del punto más alejado de la entrada al alcantarillado.

Pt: Pendiente promedio entre el punto más alejado y el alcantarillado.

Tt: Tiempo en el tramo

$$Tt = \frac{l}{60Vn}$$

L: Longitud del tramo

Vn: velocidad en el tramo en m/s (supuesta)

Para continuar con el diseño se requiere suponer una pendiente y un diámetro, así:

$$S = \frac{\text{Diferencia_cotas}}{\text{Ltramo}}$$

$$D = \left(\frac{4^5}{\pi S^2} n q d \right) \text{ con } qd \text{ en } m^3/s$$

Se elige un diámetro superior al calculado según la siguiente tabla:

Tabla 28 Diámetros comerciales

Diámetros Comerciales	
4"	100 mm
6"	150 mm
8"	200mm
10"	250mm
12"	300mm
15"	375mm
16"	400mm
18"	450mm
20"	500mm
21"	525mm
24"	600mm
27"	675mm
30"	750mm
33"	852mm
36"	900mm
40"	1000mm
44"	1100mm

Fuente:

<http://fluidos.eia.edu.co/suministroydisposiciondeaguas/temasdeinteres/disenoalclluvias/disenoalcantarilladolluvias.htm>

El diámetro mínimo de las tuberías de alcantarillado para aguas lluvias es 10".

Se continúa hallando el caudal a tubo lleno con Manning

$$Q = \frac{1}{n} R h^2 S^2 A$$

Se verifica

$$\frac{q_d}{q_{lleno}} \leq 85\%$$

Se halla, según libros de acueductos y alcantarillado autor Luis Felipe Silva Garavito:

$$\frac{V}{V_{lleno}} \text{ la } V \text{ es llamada } v \text{ Verdadera}$$

Esta relación debe ser mayor de 1 m/s (V_{tramo} supuesta)

Si no cumple, con la $V_{verdadera}$ se recalcula T_t y se sigue la iteración hasta que la siguiente relación este entre 0.9 y 1.1.

$$\frac{Tt \text{ supuesto}}{Tt \text{ calculado}}$$

Es de saber que la iteración debe reiniciarse desde:

$$Tc = Te + Te$$

$$Qd = C * l * A$$

Para el siguiente tramo: $Tc = Te + Tt \text{ tramo } 2$

Tomando en cuenta que T_e es el T_c del tramo anterior.

Luego se recalcula el caudal de diseño con

$$Qd = C * l * A$$

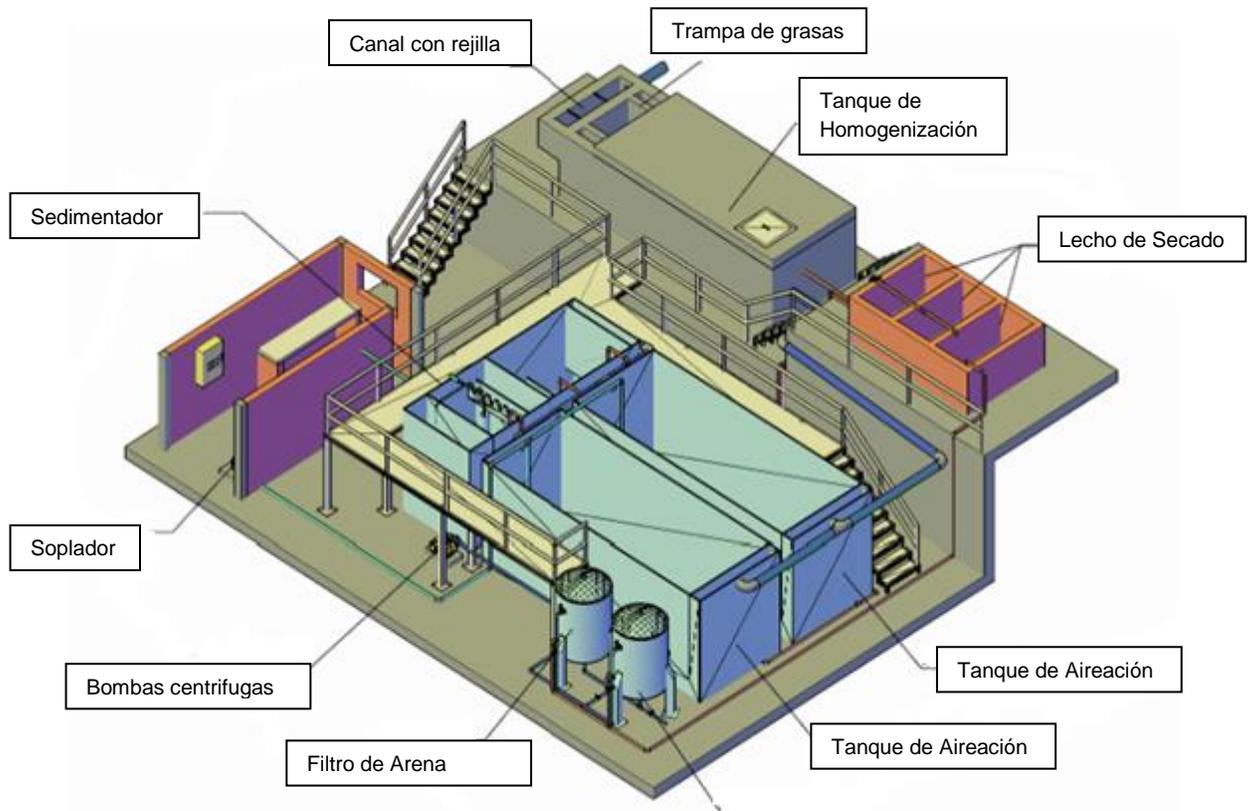
Sabiendo que el área (A) es el área acumulada, es decir, $A_{tramo1} + A_{tramo2}$

7.1.8 Planta de aguas residuales

La planta de tratamiento de aguas residuales está ubicada a 1 kilómetro del casco urbano del municipio de La Vega, vía Villeta.

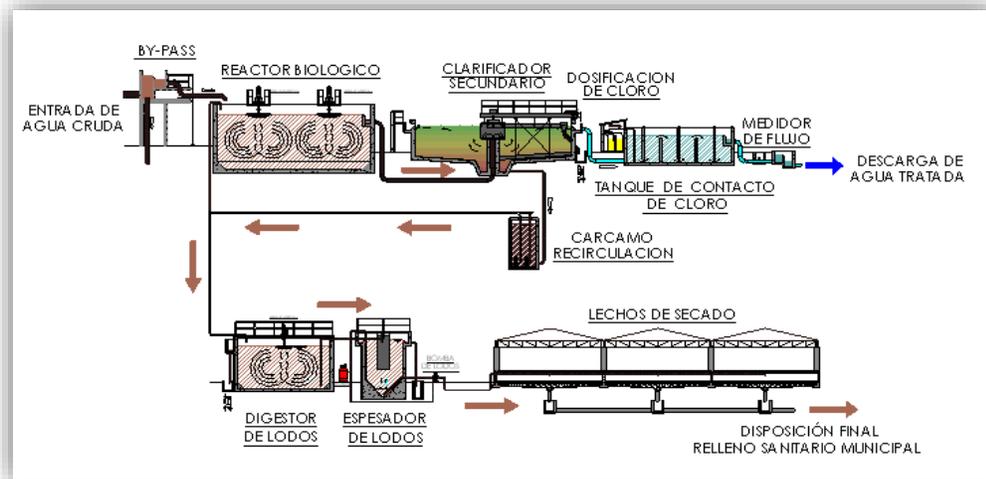
Se determinó la funcionalidad, para definir si era óptima y satisface las necesidades del municipio, es decir, si su capacidad como planta lograba soportar el caudal para el cual fue diseñada, entre otros factores donde se encontró lo siguiente (Ver ilustración 24 planta de tratamiento de Aguas Residuales del municipio de La Vega, Ilustración 26 Tanque de homogenización, Ilustración 27 Tanque de lodos, Ilustración 28 Sedimentador y emisario final e Ilustración 29 Sitio de descarga de la planta de tratamiento de aguas residuales.):

Ilustración 24 Planta de tratamiento de Aguas Residuales del municipio de La Vega.



Fuente: Propia

Ilustración 25 Funcionalidad planta de tratamientos de aguas residuales



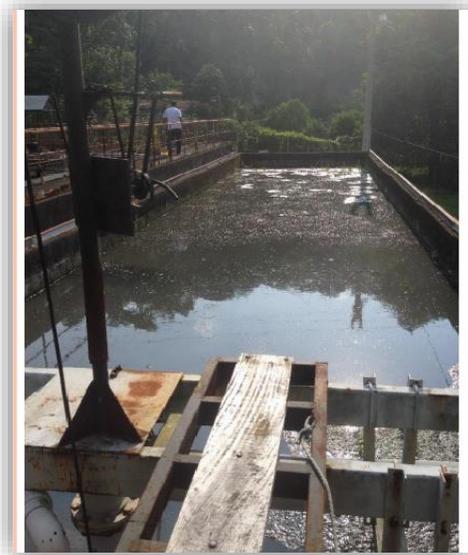
Fuente: Propia

La planta se maneja básicamente desde el control de caja, manual o automáticamente, como también en tiempos de aireación, dependiendo de lo que se necesite, es decir, del tiempo de arranque o de parada de los motores de aireación, el manejo de los lodos según el operador que atendió la visita, cuando estos están en 70% se retira el lodo, de igual manera el emisario final queda dentro de la planta, el tanque de almacenamiento consta de 2 bombas cada una de ellas con 2 (HP) caballos de fuerza, el desarenador mide 35 cm de profundidad cada uno, el tanque de oxigenación y los motores que posee que son dos, inician su procedimiento cada 40 minutos y trabajan 10 minutos cada uno. En cuanto al caudal de diseño, la planta fue diseñada para que le llegaran 35 a 40 litros por segundo con una población de 7,749, capacidad que hoy por hoy es insuficiente por el incremento poblacional del municipio, los cálculos efectuados por el grupo de investigación, el caudal de diseño fue 66,63 lt/seg, con una población de 13,417 de la población proyectada La Vega 2013-2029. En cuanto a daños que ha tenido la planta de tratamiento básicamente son los motores que muy continuamente se ven afectados, se consultó eso con los entes que dirigen y están a cargo de la planta y la respuesta fue que cuando los motores no están en funcionamiento, hacen el trabajo manual de lo que pueden descontaminar de las aguas residuales, como lo son los residuos sólidos y un poco de la parte de los lodos, los ponen a secar y las aguas pasan derecho a la quebrada Reyes, en ese punto es donde mayor afectación se le da a la fuente de agua superficial, eso sin mencionar los vertimientos de las personas y los desechos de la central de sacrificio.

Ilustración 26 Tanque de homogenización.



Fuente propia, Tomada el 13 de Abril de 2016.
Ilustración 27 Tanque de lodos.



Fuente propia, Tomada el 13 de Abril de 2016.

Ilustración 28 By past, Sedimentador y emisario final.



Fuente propia, Tomada el 13 de Abril de 2016.

Ilustración 29 Sitio de descarga de la planta de tratamiento de aguas residuales.



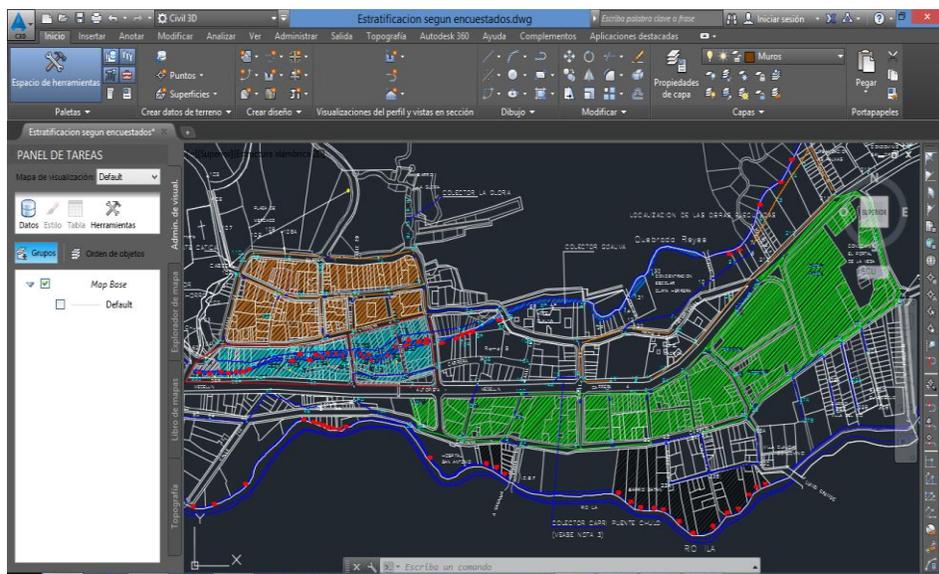
Fuente propia, Tomada el 13 de Abril de 2015

7.2.0 Encuesta

Se elaboró una encuesta a los usuarios del municipio de La Vega (Ver Anexo 1 ENCUESTAS) para determinar si contaban con el servicio de conexiones domiciliarias, así mismo para determinar sectores de los planos suministrados y definir la estratificación del municipio, detallado por colores como se aprecia en la ilustración 30 Estratificación según encuestados, lo cual permitió diagnosticar lo siguiente:

Ver anexo 3 PLANOS.

Ilustración 30 Estratificación según encuestados.



Nota: El muestreo se realizó con un total de 200 usuarios debido a que son parte representativa de la población que se encuentra en la zona de influencia del proyecto, en el cual se involucra el río Ila y la quebrada Reyes las cuales son afectadas por la contaminación de los mismos.

- La mayoría de las viviendas tienen conectado el sistema, directamente a fuentes de aguas superficiales, como son la quebrada Reyes y el río Ila.
- Los estratos 1 y 2 se ven más afectados en comparación con el estrato 3 y 4 respecto a la conexión que poseen para realizar las descargas de aguas residuales.
- La empresa encargada del alcantarillado no soluciona rápida y debidamente los problemas de los usuarios.

- Los estratos 1 y 2 cuentan con 5 a 6 personas en una misma vivienda en promedio, en cuanto al estrato 3 y 4 tan solo son 3 a 4 personas en promedio.
- Las aguas residuales son servidas directamente al río y pasan por la PTAR, sin ser tratadas.

Acorde a la investigación se formularon las siguientes preguntas, obteniendo así los siguientes resultados y cantidad en porcentajes (%) de los usuarios encuestados que residen en el municipio de La Vega Cundinamarca.

1. ¿Es usted propietario de la vivienda?

Tabla 29 Porcentaje de propietarios y arrendatarios según estrato.

Estrato	Propietarios	Arrendatarios
1	2,5% (5 usuarios)	48% (96 usuarios)
2	10%(20 usuarios)	17.5% (35 usuarios)
3	10.5% (21 usuarios)	0%
4	11.5% (23 usuarios)	0%

R// En la tabla 29 Porcentaje de propietarios y arrendatarios según estrato, se encuentra especificación estratigráfica de la cantidad de propietarios y arrendatarios, según la encuesta.

2. ¿El estrato de esta vivienda es?

Tabla 30 Porcentaje de viviendas según estrato.

Estrato	Viviendas
1	50.5%
2	27.5%
3	10.5%
4	11.5%

R// En la tabla 30 Porcentaje de viviendas según estrato, se evidencia claramente el porcentaje de viviendas que según las encuestas realizadas pertenecen a los estratos 1, 2, 3 y 4.

3. ¿Usted sabe si la red de alcantarillado de aguas residuales pasa por frente de su vivienda?

R// el 92.5 % de las personas encuestadas no sabían si pasaba las aguas residuales por el frente de sus viviendas, es decir que 185 usuarios no poseían el conocimiento.

4. ¿La vivienda cuenta con los siguientes servicios: Inodoro, lavamanos, lavandería, ducha, lavadero común, lavaplatos?

Tabla 31 Servicios domiciliarios según estrato.

Estrato	Cuentan con el servicio	No cuentan con el servicio
1		x
2		x
3	✓	
4	✓	

R// Según la tabla 31 Servicios domiciliarios según estrato, el estrato 1 y 2 no cuenta con el servicio básico de: Lavandería, lavadero común, lavaplatos, en cuanto a los estratos superiores (3 y 4), estos si cuentan con todos los servicios sin ningún problema.

5. ¿Usted sabe si la vivienda tiene conexiones domiciliarias?, ¿Cuenta con?:

- Alcantarillado de aguas negras
- Directamente al río
- Directamente a las quebradas

Tabla 32 Tipo de conexión domiciliaria según estrato.

Estrato	Conexión río Ila	Conexión quebrada Reyes
1	25%	15%
2	27.5%	30%
3	0%	2.5%
4	0%	0%

R// Como se evidencia en la tabla 32 Tipo de conexión domiciliaria según estrato, La mayor parte de los encuestados presenta conexiones directas al río Ila con un 52,5% y a la quebrada Reyes con un 47,5%.

6. ¿Cuántas personas viven en esta casa?

Tabla 33 Cantidad promedio de usuarios por estrato.

Estrato	Usuarios
1	5 a 6 usuarios
2	5 a 6 usuarios
3	2 a 4 usuarios
4	1 a 2 y 2 a 3 usuarios

R// De acuerdo con la Tabla 33 Cantidad promedio de usuarios por estrato, se encontró que en los estratos 1 y 2 habitan entre 5 y 6 usuarios en promedio, mientras que en los estratos 3 y 4 el número de habitantes en promedio por vivienda se reduce.

7. ¿Ha tenido problemas con el servicio de alcantarillado?

R// según la encuesta el rebose de las aguas residuales es el factor que ocasiona mayor tensión, ya que los olores producidos son perjudiciales para los habitantes además de generar mal aspecto en el entorno turístico que los rodea.

8. ¿La empresa encargada de alcantarillado le solucionó rápidamente el problema?

R// la respuesta es No, la empresa encargada del alcantarillado del municipio, según los usuarios no presta mayor colaboración con los problemas y tardan mucho tiempo en dar una respuesta positiva frente a los mismos.

9. ¿Paga por el servicio de acueducto y alcantarillado?

R// En todos los estratos, el 100% de los encuestados paga por el servicio de acueducto y alcantarillado.

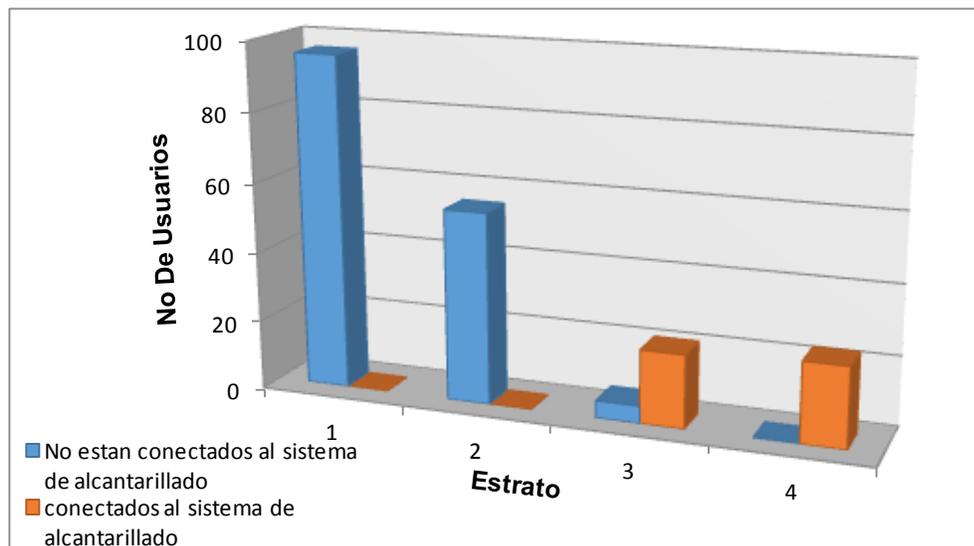
7.5.2 Cifras y datos

A continuación en la Tabla 30 Cantidad de usuarios encuestados, se evidencia el resumen de los usuarios encuestados que se encuentran conectados y no conectados al sistema de alcantarillado.

Tabla 34 Cantidad de usuarios encuestados.

Estrato	No estan conectados al sistema de alcantarillado	conectados al sistema de alcantarillado
1	96	0
2	55	0
3	5	21
4	0	23

Grafica 3 cantidad de usuarios conectados y no conectados al sistema de alcantarillado.

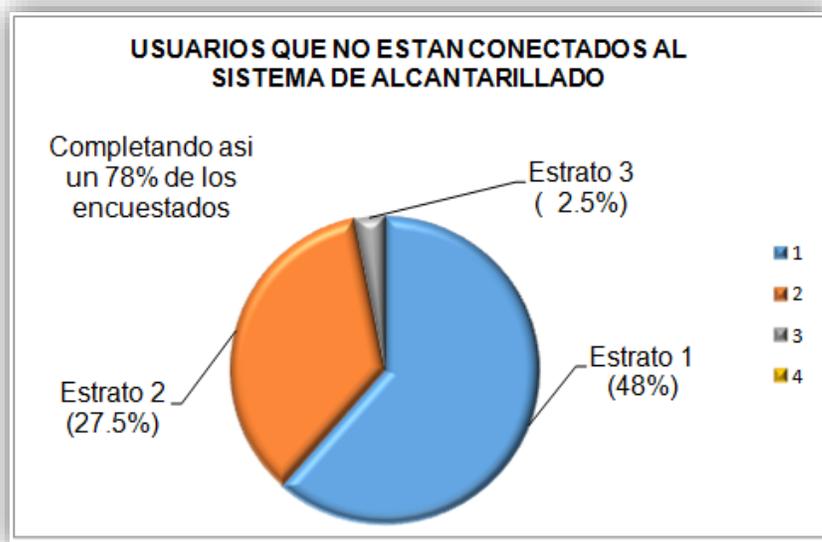


Con respecto a la gráfica 1 los índices que están por encima en cuanto a la falta de conexión al sistema de alcantarillado, los presentan mayormente los estratos inferiores (1 y 2) en comparación de los estratos 3 y 4.

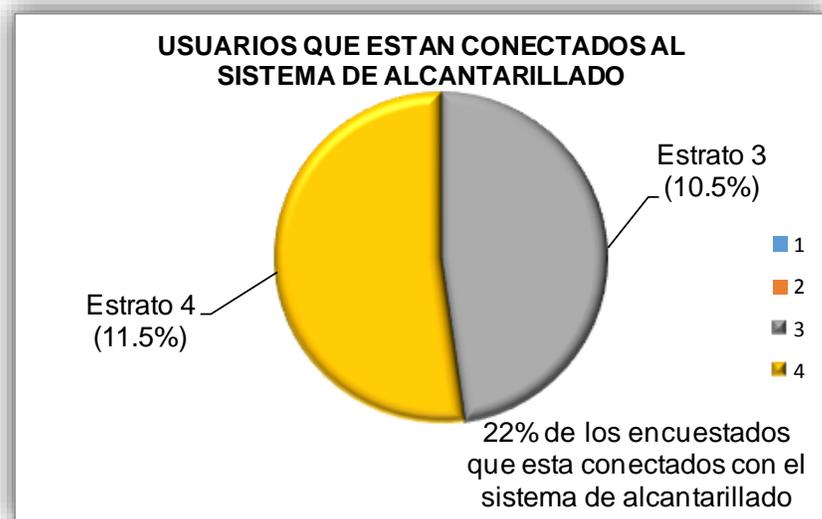
Esta gráfica plasma la cantidad de usuarios que carecen del sistema de alcantarillado, en la cual se ven involucrados los estratos más vulnerables 1 y 2 con mayor cantidad de usuarios en una sola vivienda, se está hablando de 6 personas en promedio por vivienda.

Referente a los estratos 3 y 4 la cantidad de usuarios en una vivienda no es superior a 4 personas, respecto al estrato 3, este se conforma principalmente de 3 a 4 personas en los casos en que carecen del sistema de alcantarillado.

Grafica 4 Usuarios no conectados al sistema de alcantarillado.



Grafica 5 Usuarios conectados al sistema de alcantarillado.



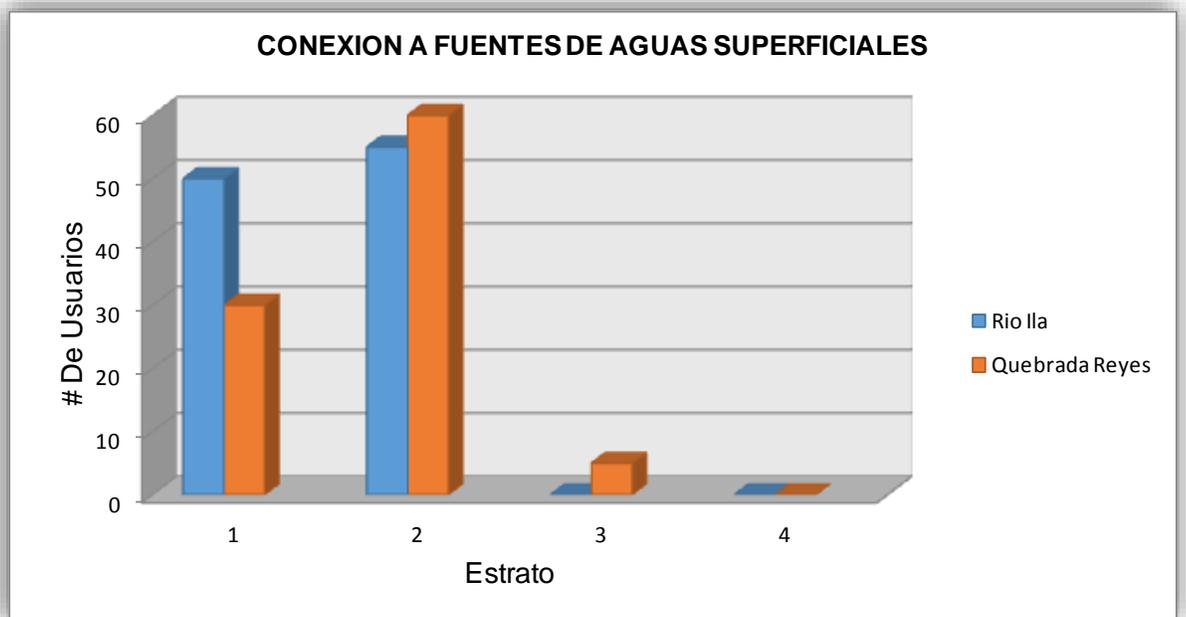
En la gráfica 3 Usuarios no conectados al sistema de alcantarillado y gráfica 4 Usuarios conectados al sistema de alcantarillado, se presenta la totalidad de los usuarios encuestados.

En la tabla 35 Cantidad de usuarios conectados a fuentes de aguas superficiales y la gráfica 4 Conexión a fuentes de aguas superficiales, se muestra la cantidad de usuarios que tienen conexión a ríos o a quebradas.

Tabla 35 Cantidad de usuarios a fuentes de aguas superficiales

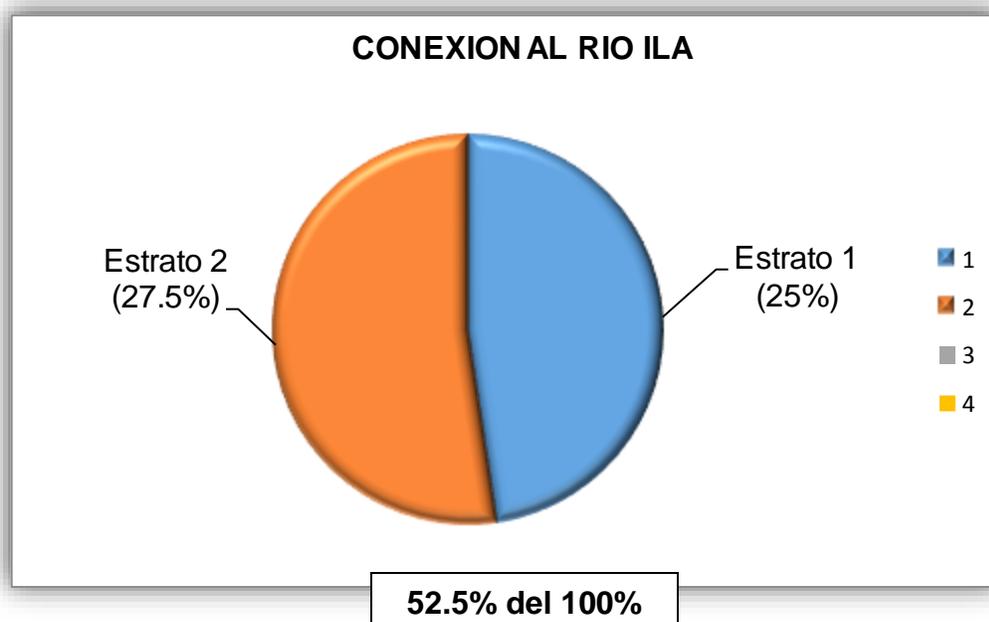
estrato	conexion a rios	conexion a quebradas
1	50	30
2	55	60
3	0	5
4	0	0

Grafica 6 Conexión a fuentes de aguas superficiales.



Respecto a la gráfica 5, los estratos 1 y 2, vienen utilizando hoy por hoy un sistema de alcantarillado muy poco usado, se trata de conexiones directas de la vivienda hacia fuentes superficiales cercanas, es decir, que vierten las aguas residuales a estas mismas, lo que no solo ocasiona un aspecto mal visto para el pueblo, si no que a esto se le suma la contaminación de más que se le está haciendo llegar a las quebrada Reyes y río Ila

Grafica 7 Conexión al Río Ila.



De acuerdo con la gráfica 6 Conexión al Río Ila, es evidente que los estratos inferiores carecen de sistema de alcantarillado, se evidencia que el 25% que encierra el estrato 1, tiene conectada su unidad sanitaria al río, así mismo el estrato 2 con un 27.5% posee el mismo tipo de conexión.

Grafica 8 Conexión a la quebrada Reyes.



Según la gráfica 7 Conexión a la quebrada Reyes, los estratos inferiores a los que se le suma el estrato 3 con un 2.5% de viviendas tienen conexión a quebradas, por ende hay un déficit para este estrato también, aunque mínimo existe actualmente el problema.

Para las gráficas 5 y 6 los estratos 1,2 y parte del 3 comprenden un 52.5% y un 47.5 % así ofreciendo un 100% de los encuestados más afectados.

7.3 CONCLUSIONES

- Se evaluó el aspecto técnico de los sistemas de alcantarillado lo cual permitió la complementación de los procesos teóricos adquiridos como estudiantes durante el proceso de formación en el programa de ingeniería civil de la Universidad de la Gran Colombia, con el desarrollo práctico, y un enfoque de extensión a la comunidad.
- Se describió la problemática actual de la planta de tratamiento, un tema importante va expuesto al tratamiento de aguas residuales que genera el municipio, enfocado en la conservación y preservación de las fuentes hídricas de esta zona, en donde es importante tener en cuenta un rediseño para la planta que mitigue el aumento de caudal que le llega a la misma, por incremento poblacional.
- Se determinó mediante encuestas el sistema de alcantarillado de aguas lluvias y aguas residuales, para los habitantes de La Vega, ofreciendo aportes por parte de la comunidad al trabajo de investigación, y conllevar al punto de mayor afectación de los sistemas de alcantarillados, en el casco urbano del municipio.
- Se propuso un mejor sistema de alcantarillado eficiente de aguas lluvias y residuales con el fin de mejorar la calidad de vida de los usuarios y del casco urbano de La Vega (Cundinamarca) para mejorar el bienestar de la comunidad.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar con mayor eficacia el Plan maestro de Alcantarillado ya que durante su elaboración a ejecución no ha presentado avances, tan solo se tiene algunos sectores críticos manejados pero sin concluir con la ejecución de todo el sistema.
- Se recomienda conectar el sistema de alcantarillado con el debido lineamiento a los ramales existentes, con el fin de mitigar la evacuación directa de aguas residuales a las fuentes hídricas sin ser tratadas.
- Se recomienda relacionar y adecuar los espacios como el matadero y otros lugares del municipio que manejan aguas residuales que necesitan un previo tratamiento (adecuar y construcción de planta propia) antes de ser arrojadas al sistema.
- Se recomienda que en los sectores adyacentes a los afluentes hídricos en el casco urbano, se realice sistema de alcantarillado pluvial independiente al sanitario con el fin de manejar estas aguas y conducir las más eficientemente a los afluentes, y no descargar directamente al río cuando se conoce que hay conexiones erradas que generan un problema de salud pública debido a los continuos reboses del sistema, en época invernal.
- Se recomienda que las conexiones o vertimientos que se dispersan directamente a las quebradas que pasan por el casco urbano, se traten directamente al sistema de alcantarillado del municipio, con el fin de controlar a los olores y proliferaciones de enfermedades
- Se recomienda la construcción de un colector por toda la orilla de la quebrada Reyes y del río Ila, que encaminen las aguas de los vertimientos directos a la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Se recomienda aplicar con mayor eficacia el caudal de diseño para la planta con una población futura de 13,417 hab, para no verter las aguas no alcanzadas a tratar por la misma.

BIBLIOGRAFIA

- ASDRUBALI, Mario (1969) los mataderos Construcciones, Gestión y Aspectos Sanitarios. Ed. Ricribia.
- CONTRALORIA DE CUNDINAMARCA, estado de recursos naturales y del medio Ambiente en Cundinamarca, Bogotá, D.C., Diciembre 2004.
- CONTRALORIA DE CUNDINAMARCA, Estado de recursos naturales y del Medio Ambiente en Cundinamarca, Bogota, D.C., Diciembre 2004, 45p
- DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Censo General 2005, Boletín Perfil La Vega Cundinamarca, 1P. ISBN 978-958-624-072-7
- Estudio descriptivo sobre las condiciones existentes de los sistemas de alcantarillado de alcantarillado y pluvial de la cabecera municipal de la Vega (Cundinamarca) JOSE HERNAN SORIANO PARRA, (2011), BOGOTÁ.
- GOBERNACION DE CUNDINAMARCA, Secretaria de Planeación, plano asociación de municipios, Ordenanza 11/91, Escala 1:1.000.000, Oficina sistemas de información, análisis y estadística
- GOBERNACION DE CUNDINAMARCA, Secretaria de Planeación, Mapa Infraestructura de Transporte Provincia de Gualivà Ordenanza 11/91, Escala 1,250.000, Oficina Sistemas de información, análisis y estadísticas
- INSTITUCION COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Normas técnicas Colombianas documentación, presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación NTC – 1486 (Sexta actualización). Bogotá, D.C.
- PLAN DEPARTAMENTAL DE DESARROLLO CUNDINAMARCA 2008-2012, Cundinamarca “Corazón de Colombia”, Cundinamarca, Febrero 2008,30p.

-
- REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS -2000, SECCION II, Titulo D, Bogotá, D.C., Noviembre 2000
 - SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y AGUAS RESIDUALES, Rivillas, 288p 230p.

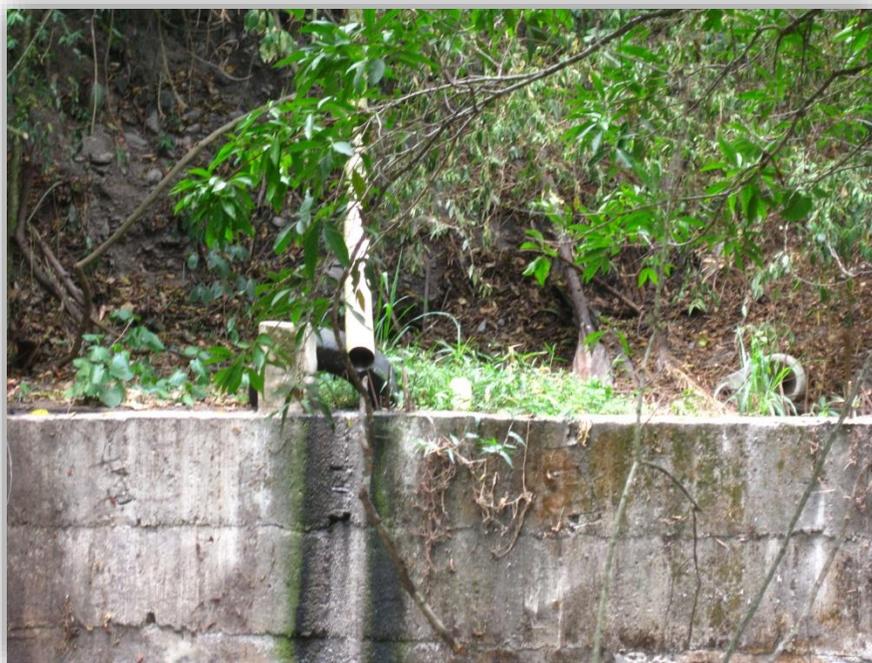
Anexo 1 ENCUESTAS

Anexo 2 ARCHIVO FOTOGRÁFICO

Ilustración 31 Quebrada Reyes



Ilustración 32 vertimiento directo



Fuente propia, tomada 13 de abril de 2016

Ilustración 33 Vertimiento a quebrada Reyes

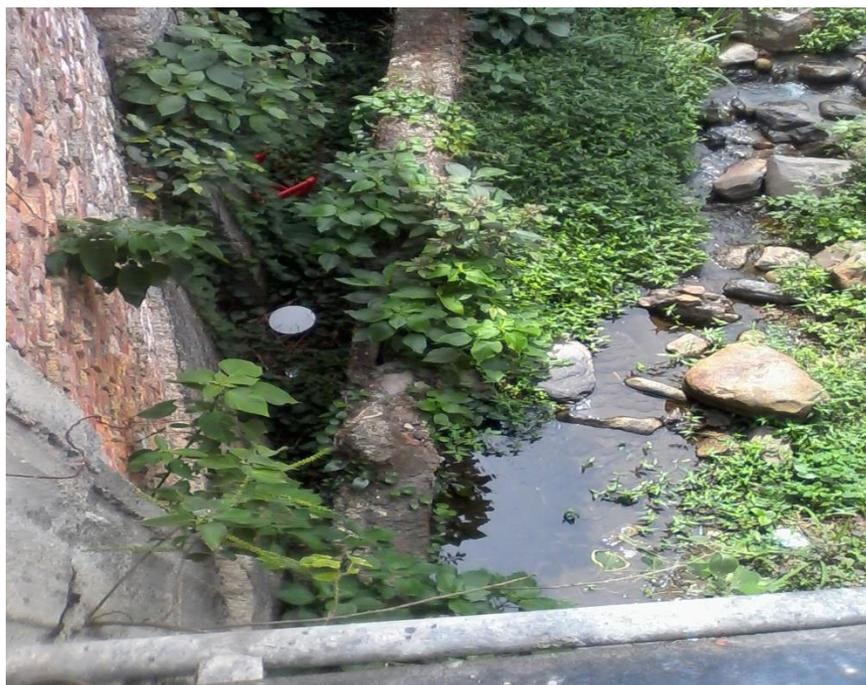


Ilustración 34 conexiones prohibidas del sistema de alcantarillado



Fuente propia, tomada 13 de abril de 2016

Ilustración 35 Quebrada Reyes



Fuente propia, tomada 13 de abril de 2016

Ilustración 36 Quebrada Reyes



Fuente propia, tomada 13 de abril de 2016

Ilustración 37 Conexiones inadecuadas



Fuente propia tomada 13 de abril de 2016

Ilustración 38 Conexiones inadecuadas y cambio de material



Fuente propia, tomada 13 de abril de 2016

Ilustración 39 conexiones hechizas



Fuente propia, tomada 13 de abril de 2016

Ilustración 40 Conexiones hechizas



Fuente propia, tomada 13 de abril de 2016

Ilustración 41 Disposición de sangre, central de sacrificio



Fuente propia, tomada 13 de abril de 2014

Ilustración 42 Central de sacrificio



Fuente propia, tomada 13 de abril de 2016

Ilustración 43 Residuos sólidos, central de sacrificio



Fuente propia, tomada 13 de abril de 2016

Ilustración 44 Central de sacrificio



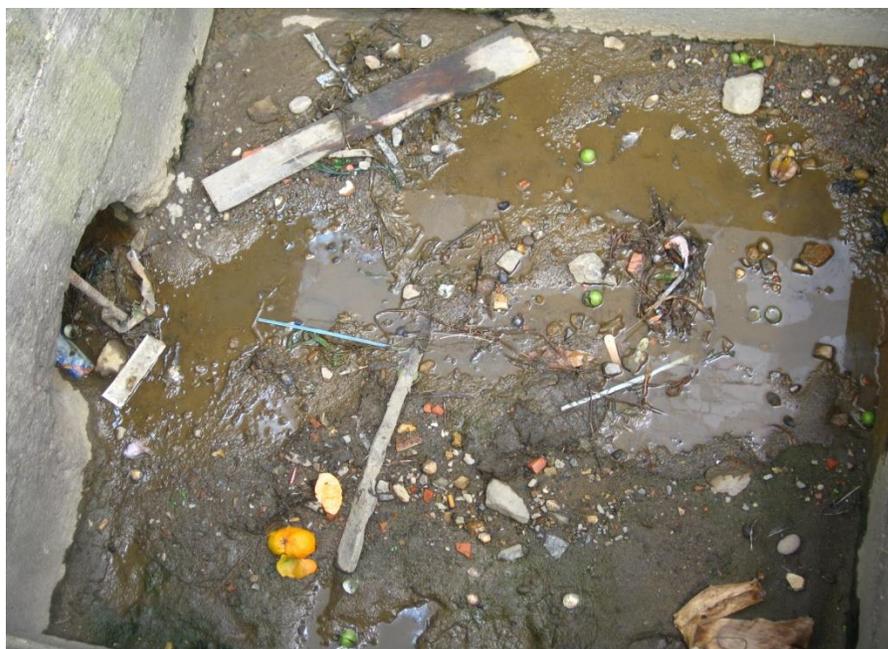
Fuente propia, tomada 13 de abril de 2014

Ilustración 45 Sumidero



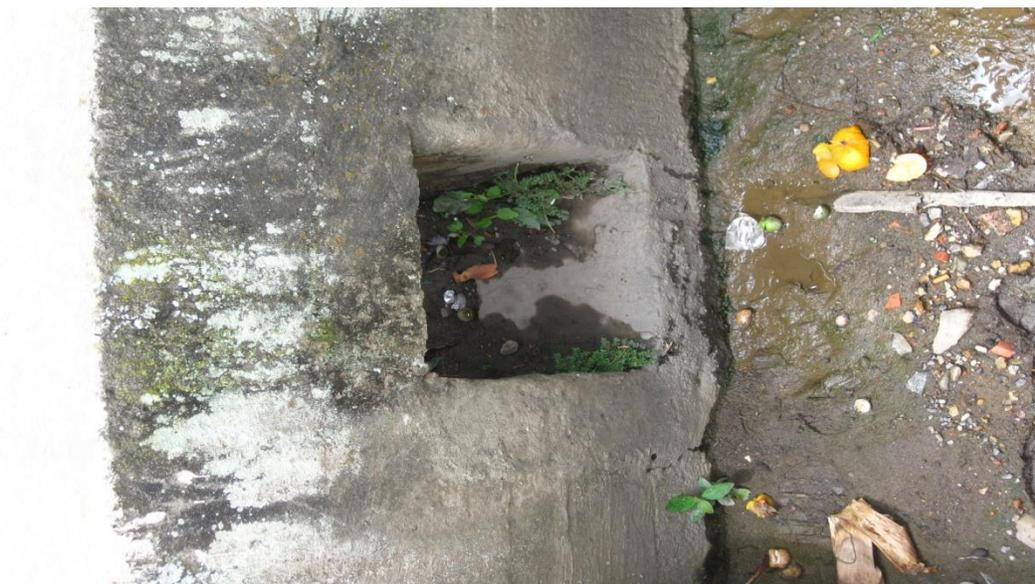
Fuente propia, tomada 13 de abril de 2016

Ilustración 46 Sumidero



Fuente propia, tomada 13 de abril de 2016

Ilustración 47 Sumidero



Fuente propia, tomada 13 de abril de 2016

Ilustración 48 Sumidero



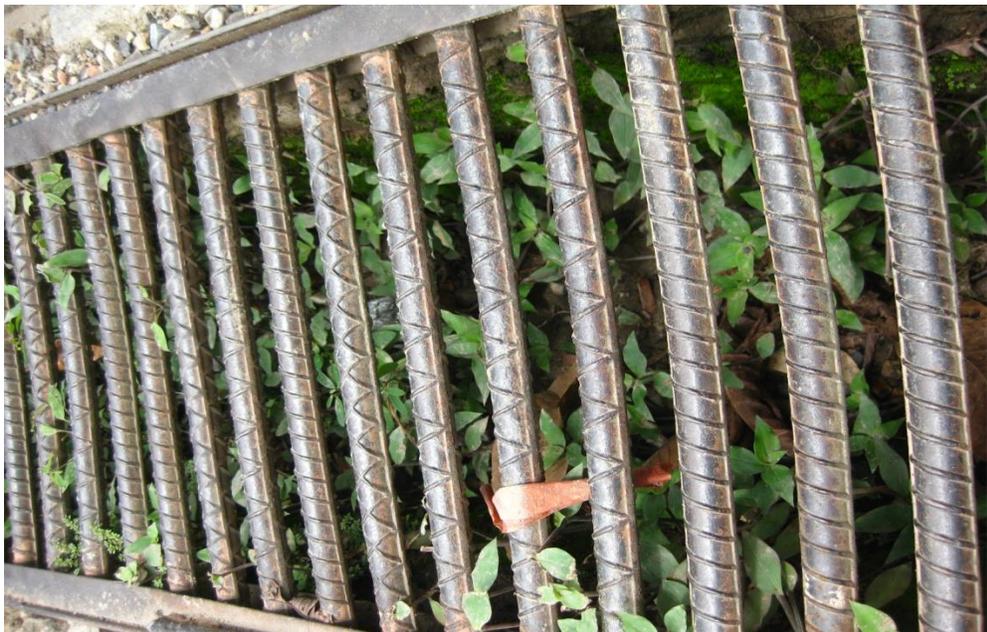
Fuente propia, tomada 13 de abril de 2016

Ilustración 49 Sumidero



Fuente propia, tomada 13 de abril de 2016

Ilustración 50 Sumidero transversal



Fuente propia, tomada 13 de abril de 2016

Ilustración 51 Conexiones prohibidas



Fuente propia, tomada 13 de abril de 2016

Ilustración 52 Conexiones hechas



Fuente propia, tomada 13 de abril de 2016

Ilustración 53 Cuneta



Fuente Propia, tomada 13 de abril de 2016

Ilustración 54 Cuneta



Fuente propia, tomada 13 de abril de 2016

Ver Anexo 3 INFORMES, ESTUDIOS Y LEYES



Anexo 4 RADICACIÓN DE CARTA, VISITA A LA PTAR

Anexo 5 PLANOS