

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA VEREDA
ALTAMAR EN EL MUNICIPIO DE LA CALERA CUNDINAMARCA.

PRESENTADO POR:

WEIMAR LEONARDO AREVALO SATOQUE 3021020908

JHON JAVIER GARZON PARDO 3021020482

DIANA CAROLINA REAL PEREZ 3021020710

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

HIDROTÉCNIA

BOGOTA

2015

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA VEREDA
ALTAMAR EN EL MUNICIPIO DE LA CALERA CUNDINAMARCA.

PRESENTADO POR:

WEIMAR LEONARDO AREVALO SATOQUE 3021020908
JHON JAVIER GARZON PARDO 3021020482
DIANA CAROLINA REAL PEREZ 3021020710

TESIS DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR
AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO A:

LICENCIADA: BIBIANA CAROLINA GOMEZ ASESOR METODOLÓGICO
INGENIERO CIVIL: LUIS EFRÉN AYALA ROJAS ASESOR DISCIPLINAR

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
HIDROTÉCNIA
BOGOTA
2015

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá diciembre de 2015

DEDICATORIA

A nuestras familias, las cuales fueron fuente de apoyo inagotable e incondicional los cuales nos alentaron en nuestras derrotas y también en nuestras victorias, ya que vivieron y dedicaron gran parte sus vidas para el crecimiento personal y profesional de nosotros. Al igual que por la paciencia y sabiduría dada para afrontar los caminos difíciles y sin importar que seguir adelante.

Por esto este logro se lo dedicamos a ustedes nuestras familias las cuales las llevamos en el corazón y en cada paso que damos.

AGRADECIMIENTOS

AL INGENIERO LUIS EFRÉN AYALA ROJAS, asesor disciplinar y a la LICENCIADA BIBIANA CAROLINA GOMEZ, asesora metodológica del trabajo de Investigación. Por la colaboración brindada durante el desarrollo de este proyecto.

A la Comunidad del Municipio de la Calera vereda Altamar, por permitirnos entrar a la obtención de la información necesaria para el desarrollo de este proyecto

A todas y cada una de las personas que estuvieron cerca durante el desarrollo de esta investigación.

Y finalmente a todos los docentes de la Universidad la Gran Colombia, quienes contribuyeron en mi formación como profesional

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2. JUSTIFICACIÓN	12
3. OBJETIVOS	13
3.1 OBJETIVO GENERAL	13
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	13
4. ANTECEDENTES	14
5. MARCO REFERENCIAL	16
5.1 MARCO CONCEPTUAL	16
5.1.1 Alcantarillado.....	16
5.1.2 Transporte de aguas residuales.....	16
5.1.3 Componentes de una red de alcantarillado sanitario:	17
5.2 MARCO GEOGRÁFICO	18
5.2.1 Localización	18
5.2.2 Características geográficas.....	20
5.2.3 Límites.....	20
5.3 MARCO LEGAL	21
6. DISEÑO METODOLÓGICO	24
6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	24
6.2 ENFOQUE INVESTIGACIÓN	24
6.3 FASES DE INVESTIGACIÓN	25
6.4 INSTRUMENTOS	26
6.4.1 Estación Total:.....	26
6.4.2 GPS:.....	26
6.4.3 Software sewerCAD:.....	27
7. RESULTADOS	28
7.1 DISEÑO DE SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.....	28
7.1.1 Determinación del nivel de complejidad del sistema	28
7.1.2 Asignación del nivel de complejidad.....	28
7.1.3 Proyección de la población:	30

7.1.3.1	El Método Aritmético.....	30
7.1.3.2	El Método Geométrico:	31
7.1.3.3	El Método exponencial:.....	31
7.1.3.4	Población actual de estudio	32
7.1.4	Topografía de la zona de estudio	32
7.1.5	Dotación neta:	34
7.1.6	Caudal de agua residual doméstico (qd):.....	36
7.1.7	Caudal de Agua Residual comercial (QC).....	36
7.1.8	Caudal de Agua Residual Industriales (QI)	36
7.1.9	Caudal de Agua Residual Institucional (QIN)	36
7.1.10	Caudal medio diario de aguas residuales	36
7.1.11	Áreas de drenaje.....	37
7.1.13	Caudal de Infiltración (QINF)	38
7.1.14	Caudal máximo horario (QMH)	38
7.1.15	Factor de mayoración (F).....	39
7.1.16	Caudal de diseño	40
7.1.17	Velocidad mínima	40
7.1.18	Velocidad máxima.....	40
7.1.20	Pendiente máxima	41
7.2	DISEÑO	41
7.3	CONTENIDO DE LAS TABLAS	41
7.4	ALTERNATIVAS	43
7.5	SISTEMA DE PERFORACIÓN HORIZONTAL POR RAMMING	44
7.5.1	Método constructivo	45
7.6	ALTERNATIVA ESCOGIDA	49
7.7	MODELACION.....	49
7.7.1	Datos de entrada para Sewercad.....	49
7.7.2	Datos arrojados luego de la modelación	50
8.	CONCLUSIONES.....	53
9.	RECOMENDACIONES	53
10.	BIBLIOGRAFÍA	56

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Normatividad legal vigente aplicable.....	21
Tabla 2 Definición fases de investigación.	25
Tabla 3 Asignación del nivel de complejidad	28
Tabla 4 Resolución 2320 de 2009	29
Tabla 5 Métodos de cálculo permitidos según el Nivel de Complejidad del Sistema	30
Tabla 6 Datos de entrada calculados para la proyección poblacional	32
Tabla 7 Resolución 2320 Resolución 2320 de 2009.....	34
Tabla 8 Cálculo de la población futura.....	35
Tabla 9 Aportes máximos por drenaje domiciliario de aguas lluvias sin sistema pluvial.....	38
Tabla 10 Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales.....	38
Tabla 11 Resumen del diseño de la red del alcantarillado sanitario con estaciones de bombeo.....	43
Tabla 12 Calculo dimensioe estación de bombeo.....	43
Tabla 13 Resumen del diseño de la red de alcantarillado sanitario alternativa perforación horizontal con ramming.....	44
Tabla 14 Cuadro comparativo ventajas y desventajas de las alternativas.....	47
Tabla 15 Ingreso de datos al programa	49

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Departamento de Cundinamarca división administrativa, -----	19
Ilustración 2 Municipio de la Calera, vereda Altamar.-----	19
Ilustración 3 Estación total utilizada-----	26
Ilustración 4 GPS utilizado -----	26
Ilustración 5 Software SewerCad-----	27
Ilustración 6 Levantamiento topográfico. -----	33
Ilustración 7 Levantamiento topográfico. -----	33
Ilustración 8 Levantamiento topográfico. -----	33
Ilustración 9 Levantamiento topográfico. -----	33
Ilustración 10 Levantamiento topográfico. -----	34
Ilustración 11 Levantamiento topográfico. -----	34
Ilustración 12 Proceso constructivo perforación horizontal por ramming -----	45
Ilustración 13 Ejecución proceso perforación horizontal por ramming -----	45
Ilustración 14 Construcción de pozos de inspección -----	46
Ilustración 15 Encamisado para construcción de pozo y cámara de lanzamiento de ramming -----	46
Ilustración 16 Velocidades en la tubería-----	50
Ilustración 17 Distribución de caudales a lo largo del trazado-----	51
Ilustración 18 Cambio de pendientes a lo largo del trazado-----	52

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Base de datos población, emitida por la junta de acción comunal.....	32
Anexo 2 Plano suministrado por la empresa de servicios públicos.....	32
Anexo 3 Plano topográfico de la zona	34
Anexo 4 Memoria de cálculo estimación de la población.....	35
Anexo 5 Plano del área aferente para cada colector	37
Anexo 6 Hoja de cálculo diseño de la red de alcantarillado sanitario con estaciones bombeo.....	43
Anexo 7 Hoja de cálculo diseño de la red de alcantarillado sanitario alternativa perforación horizontal con ramming.....	44
Anexo 8 Presupuesto discriminado para el diseño de la red de alcantarillado sanitario con estaciones bombeo.....	48
Anexo 9 Presupuesto discriminado para el diseño de la red de alcantarillado sanitario alternativa perforación horizontal con ramming.....	48
Anexo 10 Modelo generado en el programa Sewercad.	52
Anexo 11 Planos en planta diseño final	52
Anexo 12 Planos en perfil diseño final	52

INTRODUCCION

El presente proyecto tiene como fin el diseño de la red de alcantarillado sanitario de la parte alta de la vereda Altamar del municipio de la Calera Cundinamarca. Para el desarrollo integral de este proyecto se tiene como base toda la información recolectada sobre la composición geográfica y social de los habitantes de la zona, de tal manera que se desarrolle un análisis real y aterrizado a las necesidades propias de la comunidad que allí habita.

El diseño contempla el manejo de tuberías y algunas obras complementarias para su funcionamiento debido a las exigencias dadas por la normatividad y otras necesarias por las condiciones propias de la geografía propia de la zona de estudio, de esta manera se presentan dos alternativas de diseño y construcción que contemplan pros y contras evaluando al detalle cada uno y proponiendo entonces un diseño definitivo.

Este diseño se ajusta y se somete al cumplimiento de la normatividad vigente cumpliendo estándares y llegando así al alcance deseado como es la conexión del diseño propuesto a la red existente en el municipio.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las construcciones civiles representan uno de los pilares fundamentales dentro del desarrollo global de toda comunidad sea país, municipio ciudad o cualquier otro, de esta manera se pueden suplir las necesidades básicas de sus habitantes. Es así como los diseños y construcciones de alcantarillados representan una parte muy importante dentro del proceso de saneamiento básico de las comunidades antes mencionadas.

Un sistema de alcantarillado sanitario que recolecta la totalidad de residuos aportados por una población con el fin de conducirlos a un sistema de tratamiento de aguas residuales, este es el proceso que se desarrolla en la actualidad con el fin de evacuar los aportes municipales, comerciales, industriales, institucionales que contienen gran cantidad de contaminantes y sólidos suspendidos. Estos desechos al no ser transportados a una planta de tratamiento de aguas residuales generan gran cantidad de problemas ambientales, debido a que todos los suelos receptores presentan afecciones en su estructura, junto con malos olores cuando se satura los pozos sépticos receptores en cada predios.

El municipio de la Calera en el departamento de Cundinamarca actualmente cuenta con una cobertura del 100% en la red de alcantarillado sanitario para los habitantes del casco urbano, situación contraria a lo que sucede en el casco rural del municipio debido a que estas cuentan con un cubrimiento parcial del servicio de alcantarillado. Entre ellas se encuentra la vereda Altamar ubicada al norte del municipio, debido a esto se limita el servicio a algunos habitantes del sector, dejando un número importante de población por fuera del área de cobertura del servicio ya que la red existente solo llega hasta determinados puntos, siendo el sistema de alcantarillado sanitario una necesidad básica para toda la población con el fin de evitar la propagación de enfermedades, plagas, deformaciones morfológicas en los terrenos por saturación, daños químicos y físicos al terreno por los contaminantes que tiene las aguas residuales domesticas al momento de su descarga a los terrenos, de esta manera es importante generar una alternativa de diseño que sea capaz de suplir la necesidad encontrada en esta comunidad de manera permanente.

¿Cuál es la alternativa que más se adecua para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la parte alta de la vereda Altamar del municipio de la Calera Cundinamarca?

2. JUSTIFICACIÓN

El alcantarillado sanitario representa uno de los servicios públicos que más carece de cobertura en los municipios del país, especialmente en las veredas apartadas de las cabeceras municipales. Debido a los inconvenientes que se pueden generar tanto al ambiente como a la salud pública, es de vital importancia que en cualquier zona residencial se garantice el servicio como factor básico en la vida en comunidad. Este es el caso particular que se ha venido presentando en la vereda Altamar del municipio de la Calera, ya que en la actualidad sus habitantes deben usar los comúnmente denominados pozos sépticos, los cuales en ningún momento constituyen una fuente de tratamiento eficaz para las aguas residuales domésticas. Teniendo este escenario se hace necesaria la realización de los diseños para la implementación del sistema de alcantarillado sanitario en la zona en mención debido a la necesidad que presentan los habitantes que viven allí.

El modelo de diseño generado tiene como fin brindar una solución contundente a la necesidad presentada en esta comunidad de tal manera que se logre evacuar las aguas provenientes de las viviendas y dándoles como destino final la planta de tratamiento de aguas residuales para su posterior entrega a la fuente hídrica conocida como río Teusaca en las condiciones técnicas, ambientales apropiadas exigidas dentro de la legislación normativa colombiana y al mismo tiempo se garantice a la población la no afectación de la salud pública del sector debido a contaminantes esparcidos a los terrenos de la vereda Altamar por la no existencia de dicho alcantarillado.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un modelo de la red de alcantarillado sanitario para la parte alta de la vereda altamar del Municipio de la Calera Cundinamarca.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar el estado actual de la red, información y criterios necesarios para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la vereda Altamar del Municipio de la calera Cundinamarca
- Estimar la demanda del sistema de alcantarillado sanitario y las necesidades reales de capacidad en el periodo de evaluación considerando el efecto de las diferentes actividades antropogénicas permanentes y temporales desarrolladas en el del ciclo de análisis que pueda implicar un aumento de la demanda en la zona de estudio.
- Proponer un modelo de la red de alcantarillado sanitario que satisfaga las necesidades de la población de la parte alta de la vereda Altamar del Municipio de La Calera utilizando el programa Sewercad.

4. ANTECEDENTES

En primer lugar se tiene que, en el año 2006 la ingeniera Norma Rodríguez, en su tesis de maestría de la Universidad de los Andes presenta su investigación acerca de los métodos actuales y más efectivos para la evaluación del funcionamiento de un sistema de alcantarillado y la solución apropiada en los mismos. En cuanto a los resultados cabe resaltar aspectos importantes desde diversos puntos de vista tales como el hidráulico, estructural, ambiental y determinación de costo beneficio de tal manera que sea posible evaluar la forma más apropiada para cada caso particular¹

En el mes de noviembre de 2010 el estudiante de ingeniería civil Andrés Fernando Ortiz Álvarez presento como trabajo de grado “estudio descriptivo de la situación física y funcional del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario del municipio San Cayetano en el Departamento de Cundinamarca Colombia”², este estudio se realizó con el fin de realizar un correcto diseño de las redes de alcantarillado del municipio, el cual cumpla con las normativas legales vigentes del país, cabe destacar los aportes propuestos ya que el Municipio también se encuentra en el Departamento de Cundinamarca.

En el mes de agosto del año 2013 la Alcaldía del Municipio de Cota celebra el contrato de obra pública No 543 con la empresa CONSTRUCCIONES MAC LTDA representada legalmente por José Giraldo Bohórquez Santana que tiene por objeto “Construcción redes de alcantarillado y de la infraestructura vial de la avenida el libertador entre cra 5 a 3 del municipio de cota y vías conexas”³ obra que fue ejecutada por el municipio de Cota en donde se ejecuta el paso de la red de alcantarillado sanitario de la calle 14 atravesando la cra 5 del municipio, esta vía es nacional de primer nivel concesionada razón por la cual no se puede interrumpir su funcionamiento habitual, de esta manera en los estudios y diseños previos la entidad decide ejecutar dicho tramo mediante la tecnología perforación horizontal por método ramming permitiendo evitar cualquier tipo de traumatismo en la vía mencionada. Esta obra tiene como característica que se realizó a una profundidad de 8 metros y una longitud de 250 metros.

¹ RODRIGUEZ ESPINOSA, Norma Lucia, desarrollo de una metodología para determinar cuándo rehabilitar redes de alcantarillado, tesis de postgrado (Magister en ingeniería civil) Bogotá DC, Universidad de los Andes facultad de ingeniería Civil y Ambiental, 2006, 132 p.

² ORTIZ ÁLVAREZ, Andrés Fernando. Estudio descriptivo de la situación física y funcional del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario del Municipio de San Cayetano en el departamento de Cundinamarca Colombia. Trabajo de Grado Ingeniero Civil. Bogotá D.C.: Universidad La Gran Colombia. Facultad de Ingeniería Civil. 2010. 62 p.

³ ALCALDÍA MUNICIPIO DE COTA, contrato de obra pública No 543 que tiene por objeto Construcción redes de alcantarillado y de la infraestructura vial de la avenida el libertador entre cra 5 a 3 del municipio de cota y vías conexas. 2013.

En el mes de agosto del año 2015 la Alcaldía del Municipio de Cota celebra el contrato de obra pública No 650 con la empresa Consorcio MACICS representada legalmente por José Giraldo Bohórquez Santana que tiene por objeto “Construcción de la red matriz de alcantarillado de aguas negras en el sector la glorieta – variante del municipio de Cota, dentro del plan maestro de alcantarillado, municipio de Cota Cundinamarca”⁴. Este antecedente en particular nos brinda información detallada acerca de la implementación de las perforaciones en este caso por el método túnel linner implementado en este municipio, obra que ha permitido el cruce de la variante del municipio sin hacer afectaciones al normal funcionamiento de la vía. De tal manera que se construye una longitud de 200m de alcantarillado con una profundidad inicial 6,50 a una final de 7,80 metros de profundidad.

⁴ ALCALDÍA MUNICIPIO DE COTA, contrato de obra pública No 650 que tiene por objeto Construcción de la red matriz de alcantarillado de aguas negras en el sector la glorieta – variante del municipio de Cota, dentro del plan maestro de alcantarillado, municipio de Cota Cundinamarca. 2015.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 MARCO CONCEPTUAL

5.1.1 Alcantarillado

La planeación del desarrollo de los asentamientos humanos lleva consigo la planeación de diversos sistemas tales como: acueducto, alcantarillado, recolección de residuos, energía eléctrica entre otros. Como plasma López Cualla “dentro de la problemática de saneamiento básico tiene como eje de vital importancia el suministro de agua potable y la recolección de aguas residuales, cada población por pequeña que sea debería contar con un sistema de acueducto y alcantarillado si se espera un mínimo desarrollo económico y social en la zona de estudio”⁵.

Los sistemas para evacuar tanto las aguas residuales y las aguas lluvias son redes de colectores, conectado por pozos de inspección que se instalan en excavaciones a determinada profundidad en las vías públicas. Esta agua están compuestas por contribución de la aguas de uso doméstico, industrial, comercial e institucional, lo cual hace que en su cuantificación se incluyan consideraciones pertinentes a los caudales de diseño del sistema de acueducto.

5.1.2 Transporte de aguas residuales

Dentro del sistema convencional y utilizado hasta hace unos años en la mayoría de poblaciones se encontraban los alcantarillados combinados siendo estos redes de tubería encargadas de transportar tanto las aguas emitidas por las viviendas y demás establecimientos como también las aguas lluvias, este tipo de alcantarillados

Las instalaciones domésticas suelen conectarse mediante tuberías de arcilla, hierro fundido o PVC de entre 8 y 10 cm de diámetro. El tendido de alcantarillado, con tuberías maestras de mayor diámetro, puede estar situado a lo largo de la calle a unos 1,8 m o más de profundidad. A diferencia de lo que ocurre en el tendido de suministro de agua, las aguas residuales circulan por el alcantarillado por efecto de la gravedad no por el de la presión. Es necesario que la tubería esté inclinada para permitir un flujo de una velocidad de al menos 0,46 m por segundo, ya que a velocidades más bajas la materia sólida tiende a depositarse. Los desagües principales para el agua de lluvia son similares a los del alcantarillado, salvo que su diámetro es mucho mayor.

⁵ LOPEZ CUALLA. Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá 1995. P 19.

5.1.3 Componentes de una red de alcantarillado sanitario⁶:

Los componentes de una red de alcantarillado sanitario son:

Colectores terciarios: Son tuberías de pequeño diámetro (150 a 250 mm de diámetro interno, que pueden estar colocados debajo de las veredas, a los cuales se conectan las acometidas domiciliarias;

Colectores secundarios: Son las tuberías que recogen las aguas del terciario y los conducen a los colectores principales. Se sitúan enterradas, en las vías públicas.

Colectores principales: Son tuberías de gran diámetro, situadas generalmente en las partes más bajas de las ciudades, y transportan las aguas servidas hasta su destino.

Pozos de inspección: Son cámaras verticales que permiten el acceso a los colectores, para facilitar su mantenimiento.

Conexiones domiciliarias: Son pequeñas cámaras, de hormigón, ladrillo o plástico que conectan el ALCANTARILLADO SANITARIO privado, interior a la propiedad, con el público, en las vías.

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

Líneas de impulsión: Tubería en presión que se inicia en una estación de bombeo y se concluye en otro colector o en la estación de tratamiento.

Estación de tratamiento de las aguas usadas o Estación Depuradora de Aguas

Residuales (EDAR): Existen varios tipos de estaciones de tratamiento, que por la calidad del agua a la salida de la misma se clasifican en: estaciones de tratamiento **primario**, **secundario** o **terciario**.

Vertido final de las aguas tratadas: el vertido final del agua tratada puede ser: Llevada a un río o arroyo; Vertida al mar en proximidad de la costa; Vertida al mar mediante un emisario submarino, llevándola a varias centenas de metros de la costa; Reutilizada para riego y otros menesteres apropiados.

⁶ Ibid. P 30

5.2 MARCO GEOGRÁFICO

5.2.1 Localización

De acuerdo a los datos oficiales emitidos su página oficial por el Municipio⁷ La Calera está ubicado en el occidente de la provincia del Guavio del departamento de Cundinamarca. El municipio está ubicado al nororiente de Bogotá, cerca de la localidad de Chapinero. Denominado así por las minas calizas presentes en el sector halla sobre la vereda manablanca, a orillas del río Teusaca. Se encuentra ubicado en una elevación entre los 2600 y 3000 msnm por lo que tiene pisos térmicos frío y páramo. Su economía es variada ya que incluye la agricultura tradicional de papa, maíz, cubios, zanahorias etc. la ganadería de vacunos, caballos, ovejas, cabras, piscicultura de truchas etc.

Por otro lado hay una importante explotación minera de piedra caliza y areneras etc. Y una industria que incluye la producción de cemento Samper de la multinacional Cemex, el Agua Manantial de The Coca Cola Company, además dentro de la jurisdicción de La Calera están las dos grandes represas que surten al Acueducto de Bogotá San Rafael y Chingaza. El turismo es también importante porque se puede acceder al Parque nacional Chingaza, al mirador sobre Bogotá, a la zona de discotecas, y muchas fincas de recreo quedan en La Calera.

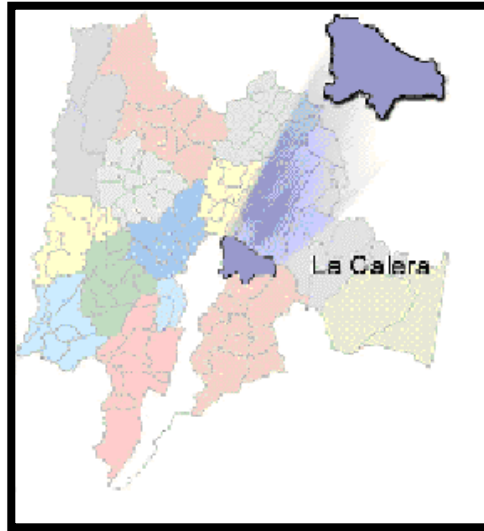
La localización de la población se encuentra en las siguientes coordenadas geográficas:

Coordenadas: 4°43'N - 73°58'O

Sistema de referencia WGS84.

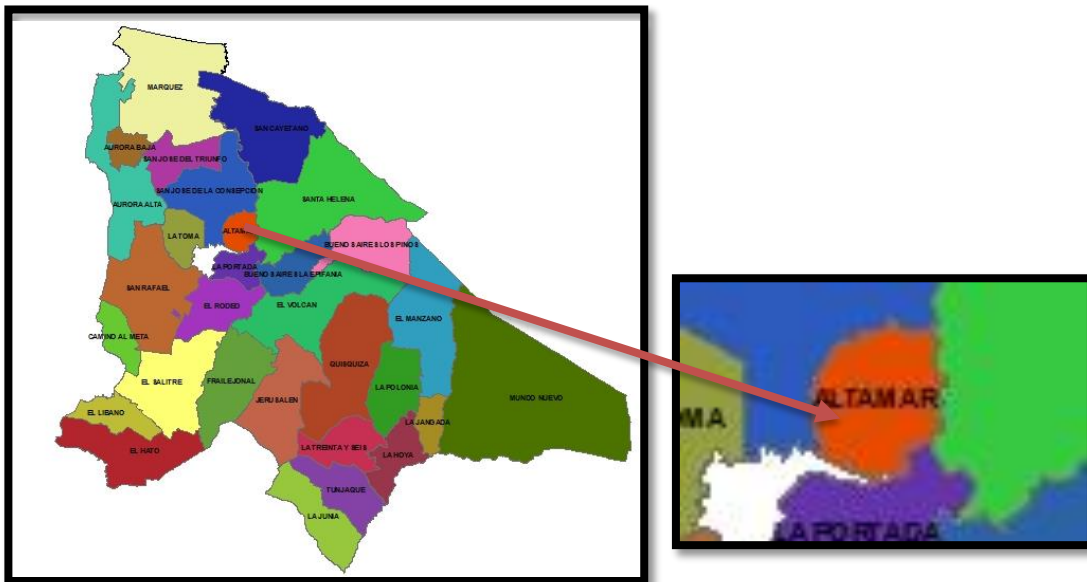
⁷ ALCALDIA MUNICIPIO DE LA CALERA. Nuestro municipio (en línea). http://www.lacalera-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml. (citado el 06 de agosto de 2015).

Ilustración 1 Departamento de Cundinamarca división



Fuente: <http://goo.gl/kl7n6s>

Ilustración 2 Municipio de la Calera, vereda Altamar.



Fuente: <http://goo.gl/wIZFbP>

5.2.2 Características geográficas.

Área:	485 Km ²
Altitud media:	2746 msnm
Temperatura media:	14 °C

5.2.3 Límites

La población de la calera la podemos delimitar en sus diferentes sentidos en:

Norte: Guasca, Sopó y Chía

Sur: Choachí y Bogotá.

Este: Guasca.

Oeste: Bogotá.

En el marco geográfico del sector de La Calera debemos regirnos por el plan de ordenamiento territorial vigente en la zona, con el fin de evitar incumplimientos en la utilización de los espacios y los suelos que están debidamente organizados dependiendo su uso. Además de lo anterior debemos seguir los lineamientos establecidos en la norma de sismo resistencia NSR 10.

5.3 MARCO LEGAL

En Colombia se utiliza la norma Ras 2000 para definir los lineamientos que se deben tener en cuenta en los diseños hidráulicos de acueductos y alcantarillados. Para el desarrollo del proyecto actual del diseño de alcantarillado sanitario nos regimos por el título D de la norma el cual se denomina “SISTEMA DE EVACUACIÓN Y RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS Y PLUVIALES”. Dentro de este capítulo se presentan las definiciones principales de los componentes de un sistema de alcantarillado sanitario y pluvial.

Dentro del todo el proceso se requieren unos los lineamiento técnicos y legales los son muy amplios unos más importantes que otros y que se deben tener en cuenta para el análisis, alternativas y diseños a proponer, como las anteriormente expuestas las cuales se destacan un poco más de las que se relacionaran a continuación pero que son de gran importancia para la articulación de todos el proceso.

Tabla 1 Normatividad legal vigente aplicable

LEGISLACIÓN DE COLOMBIA PARA SISTEMAS DE ALCANTARILLADO	
LEY 09 DE 1979 CONGRESO DE COLOMBIA	por la cual se expide el Código Sanitario
LEY 99 DE 1993 CONGRESO DE COLOMBIA	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
LEY 142 DE 1994, CONGRESO DE COLOMBIA	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.
LEY 286 DE 1996, CONGRESO DE COLOMBIA	Por la cual se modifican parcialmente las Leyes 142 y 143 de 1994 (sic) y la Ley 223 de 1995.
DECRETO 1429 DE 1995, PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA	Por el cual se reglamenta el Capítulo I del Título V de la Ley 142 de 1994, en relación con el Control Social de los Servicios Públicos Domiciliarios.
Ley 373 de 1997 CONGRESO DE COLOMBIA	Sobre ahorro y uso eficiente del agua.

LEY 388 DE 1997 CONGRESO DE COLOMBIA	Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones.
DECRETO 266 DE 2000 PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA	Por el cual se dictan normas para suprimir y reformar las regulaciones, trámites y procedimientos.
LEY 632 DE 2000 CONGRESO DE COLOMBIA	Por la cual se modifican parcialmente las Leyes 142, 143 de 1994, 223 de 1995 y 286 de 1996.
RESOLUCION 1096 DE 2000 MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO,	"Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS"
DECRETO 302 DE 2000 PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, en materia de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.
LEY 689 DE 2001 CONGRESO DE COLOMBIA	Por la cual se modifica parcialmente la Ley 142 de 1994.
RESOLUCION CRA 151 DE 2001 COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO,	Regulación integral de los servicios públicos de Acueducto, ALCANTARILLADO SANITARIO y Aseo
DECRETO 229 DE 2002 PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA	"Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 302 del 25 de febrero de 2000"
RESOLUCION 1433 DE 2004 MINISTRA DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL	Por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones.
DECRETO 3050 DE 2013 PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA	Por el cual se establecen las condiciones para el trámite de las solicitudes de viabilidad y disponibilidad de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.
NORMA TÉCNICA NTC COLOMBIANA 30	Cemento Portland. Clasificación y nomenclatura.
NORMA TÉCNICA NTC COLOMBIANA 44	Tubos y juntas de asbesto-cemento para conducción de fluidos a presión.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 268	NTC	Tubos sanitarios de asbesto cemento.
NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 369	NTC	Plásticos. Compuestos rígidos de poli (cloruro de vinilo) (PVC) y compuestos de poli (cloruro de vinilo) clorado (CPVC).
NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 401	NTC	Tubos de hormigón reforzado para alcantarillados.
NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 1022	NTC	Tubos de concreto sin refuerzo para alcantarillado
NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 1087	NTC	Tubos de poli cloruro de vinilo (PVC) rígido para uso sanitario
NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 1257	NTC	Ingeniería Civil y Arquitectura. Instalación de tuberías para conducción de aguas sin presión
NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 5055	NTC	tubos y accesorios de poli(cloruro de vinilo) (pvc) perfilados para uso en ALCANTARILLADO SANITARIO por gravedad, controlados por el diámetro interno
RESOLUCION 2320 DE 2009 MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL		Por la cual se modifica parcialmente la resolución 1096 de 2000 que adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico –RAS-

Fuente: Autor

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

En el desarrollo de un diseño de alcantarillado sanitario encontramos que se deben determinar ciertas características dentro de los componentes del sistema ya que se integran diversos factores tanto geográficos, sociales ambientales y poblacionales, donde se debe analizar su situación pasada, actual y futura de tal manera que se puede evidenciar el estado real de las condiciones particulares de la zona de estudio. Por esta razón el tipo de investigación del presente proyecto se ubica dentro de una investigación descriptiva.

6.2 ENFOQUE INVESTIGACIÓN

Dentro del trabajo realizado se utilizaron una serie de datos recolectados a lo largo del tiempo, con el fin de dimensionar el proyecto, dentro están los cálculos estadísticos para la estimación de población y de acuerdo a esto proyectarla a un periodo de retorno óptimo para el funcionamiento del sistema. Esta es la base para el desarrollo óptimo del diseño ya que son las variables de ingreso a la hoja de cálculo elaborada que nos permite visualizar y proyectar los datos de salida para su posterior manejo dentro del programa Sewercad que asemeja el funcionamiento real del diseño, de acuerdo a los criterios antes descritos el enfoque apropiado para este trabajo es el cuantitativo ya que describe de manera correcta el proceso manejado.

6.3 FASES DE INVESTIGACIÓN

Tabla 2 Definición fases de investigación.

FASES		ACTIVIDAD
1	Recopilación de información	Climatología
		Descripción de la geología y de los suelos
		Descripción topográfica de la zona
		Descripción de los recursos hídricos
		Plan de ordenamiento territorial
		Censos
		Recopilación de información general
2	Cuantificación la demanda y/o necesidades	Determinación del nivel de complejidad del sistema
		Obtención de las tasas de crecimiento
		Proyección de la población
		Obtención de las dotaciones futuras
		Obtención del caudal máximo diario
		Obtención del caudal máximo horario
		Obtención del caudal de diseño
3	Diseños final de la red de alcantarillado sanitario	Diseñar modelo para la red de alcantarillado sanitario con diámetros de tubería, longitudes y pendientes

Fuente: Autor

6.4 INSTRUMENTOS

6.4.1 Estación Total:

Láser de alta precisión marca NIKON, modelo DTM-322, producida por el grupo Nikon/trimble. Equipada con la óptica Nikon de elevada claridad, brindando imágenes nítidas en toda condición de luz, haciendo fáciles las mediciones y reduciendo la fatiga ocular. Precisión estándar (DIN 18723) de 5". Mínima lectura 1, Precisión en la medición de distancia $\pm (3\text{mm.} + 2\text{ppm})$.⁸

Ilustración 3 Estación total utilizada



Fuente: Autor

6.4.2 GPS:

Etrex Venture Garmin: La unidad Venture puede recibir correcciones de la posición desde el Wide Área Augmentation System (WAAS, Sistema de aumento de área amplia). De hecho, al activar WAAS, puede aumentar la precisión de las indicaciones de posición de la unidad Venture en un margen de tres metros.

Ilustración 4 GPS utilizado



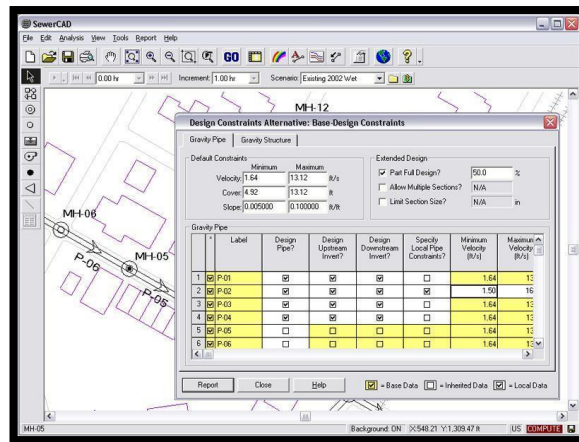
Fuente: Autor

⁸ NIKON-TRIMBLE CO, manual de instrucciones estación total (en línea) http://www.bmprensa.net/sitio/images/descargas/Manual_20Nikon_DTM_332.pdf, (citado el 06 de agosto de 2015)

6.4.3 Software sewercad:

Es un programa de análisis y diseño de sistemas de drenaje urbano con énfasis en Sistemas Sanitarios, basado en un algoritmo de cálculo de Flujo Gradualmente Variado (FGV). Esto implica, que el motor de cálculo realiza un análisis de línea de energía del fluido a través del método estándar considerando las condiciones de flujo (Subcrítico, Crítico, o Supercrítico).

Ilustración 5 Software SewerCad



Fuente: Autor.

7. RESULTADOS

7.1 DISEÑO DE SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.

Una vez se ha recopilado toda la información necesaria se procede a iniciar el diseño del sistema de ALCANTARILLADO SANITARIO de aguas residuales, definiendo nuestra complejidad para diseño y así poder calcular una proyección de las necesidades y de las características a tener en cuenta dentro del sistema, ya que se usa como base el crecimiento poblacional y económico del sector en el cual se está realizando dicho diseño. Dichos factores son cruciales para el diseño ya que si no se realiza un análisis minucioso de dichos datos el diseño puede llegar a quedar corto para las necesidades futuras del sector.

7.1.1 Determinación del nivel de complejidad del sistema

Tabla 3 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

Fuente: Norma RAS

Proyectado al periodo de diseño, incluida la población flotante. Incluye la capacidad económica de población flotante. Debe ser evaluada según metodología del DNP.

7.1.2 Asignación del nivel de complejidad

La asignación del nivel de complejidad de todo proyecto objeto del presente Reglamento es de obligatorio cumplimiento y debe hacerse según las siguientes disposiciones⁹:

- La población que debe utilizarse para clasificar el nivel de complejidad corresponde a la proyectada en la zona urbana del municipio en el periodo de diseño de cada sistema o cualquiera de sus componentes. Debe considerarse la población flotante.

⁹ MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, RESOLUCION 1096 DE 2000 por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Bogotá: 2000. P 45: (RAS 2000).

- El nivel de complejidad del sistema adoptado debe ser el que resulte mayor entre la clasificación obtenida por la población urbana y la capacidad económica. La clasificación anterior solamente puede ser superada si se demuestra que el grado de exigencia técnica es alto y cumple con el requisito 3 del literal A.3.3.
- En ningún caso se permite la adopción de un nivel de complejidad del sistema más bajo que el establecido según los anteriores numerales.
- Para determinar la capacidad económica de los usuarios debe utilizarse alguna de las siguientes metodologías: La estratificación de los municipios de acuerdo con la metodología establecida por el DNP; Salarios promedio del municipio; Ingreso personal promedio del municipio; O cualquier otro método justificado.

Además, para todos los niveles de complejidad del sistema debe cumplirse lo siguiente¹⁰:

- El estándar mínimo establecido en el presente Reglamento corresponde al nivel de complejidad del sistema Bajo para todos los casos.
- Los proyectos de abastecimiento de agua potable deben cumplir con las normas técnicas de calidad del agua potable establecidas en el Decreto 475 de 1998 de Min salud y Min desarrollo Económico o el que lo reemplace o adicione, en todos los niveles de complejidad de los acueductos.

Con lo anterior se establecen los parámetros a tener en cuenta para el nivel de complejidad pero este se modifica la resolución 2320 de 2009 “Por la cual se modifica parcialmente la Resolución No. 1096 de 2000 que adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico -RAS-¹¹” el artículo 2 donde Modifica el artículo 69 de la Resolución 1096 de 2000, el cual queda plasmado de la siguiente manera:

Tabla 4 Resolución 2320 de 2009

Nivel de Complejidad del Sistema	Período de diseño máximo
Bajo, Medio y Medio alto	25 años
Alto	30

Fuente Norma RAS 2000

¹⁰ Ibid P 46.

¹¹ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 2320 de 2009 Por la cual se modifica parcialmente la resolución 1096 de 2000 que adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico –RAS-, Bogotá: 2009.

7.1.3 Proyección de la población:

Se realizaron las proyecciones para periodos de diseño de 25 años, a partir del año 2015, año que se supone de iniciación del proyecto. Las proyecciones de la población se realizaron a partir de la dinámica demográfica estimada por el DANE, utilizando las metodologías descritas en la numeral B.2.1 del RAS 2000 y que a continuación se relaciona, para el nivel de complejidad del sistema (NCS) del proyecto.

Tabla 5 Métodos de cálculo permitidos según el Nivel de Complejidad del Sistema

Método por emplear	Nivel de Complejidad del Sistema			
	Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
Aritmético, Geométrico y exponencial	X	X		
Aritmético + Geométrico + exponencial + otros			X	X
Por componentes (demográfico)			X	X
Detallar por zonas y detallar densidades			X	X

Fuente Norma RAS 2000

7.1.3.1 El Método Aritmético

Supone un crecimiento vegetativo balanceador la mortalidad y la emigración. La ecuación para calcular la población proyectada es la siguiente

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

Ecuación para calcular la población proyectada Norma RAS 2000.

Donde, P_f es la población (hab) correspondiente al año para el que se quiere proyectar la población, P_{uc} es la población (hab) correspondiente al último año censado con información, P_{ci} es la población (hab) correspondiente al censo inicial con información, T_{uc} es el año correspondiente al último año censado con información, T_{ci} es el año correspondiente al censo inicial con información y T_f es el año al cual se quiere proyectar la información.

7.1.3.2 El Método Geométrico:

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

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

Ecuación para calcular la población proyectada Norma RAS 2000.

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

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

Ecuación para calcular tasas de crecimiento Norma RAS 2000.

7.1.3.3 El Método exponencial:

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

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

Ecuación para calcular proyecciones de población Norma RAS 2000.

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

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

Ecuación para calcular tasas de crecimiento Norma RAS 2000.

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

Tabla 6 Datos de entrada calculados para la proyección poblacional						
Datos método aritmético						
m Aritmético	K Aritmético	Pf Base				
15,000	364	1742				
Datos método proyección geométrica						
n	Log (1+r)	n1	Log Pf	Pf Base		
15,000	0,00599403	4,755555556	4,49440804	1742		
Datos método proyección exponencial						
Kg1	Kg2	Kg3	Kg	n	LnPf e^lnpf	
0,016978903	0,0156779	0,013413052	0,01535662	4,755555556	10,3561512	1742

Fuente: Autor

7.1.3.4 Población actual de estudio

Se realizó la gestión con la junta de acción comunal de la vereda Altamar siendo posible obtener los datos correspondientes a las familias que actualmente viven en toda la vereda teniendo así números reales de dicha población siendo posible su utilización dentro de las proyecciones realizadas.

Anexo 1 Base de datos población, emitida por la junta de acción comunal.

7.1.4 Topografía de la zona de estudio

Para el inicio del diseño se hizo necesaria la realización de un levantamiento topográfico de la zona de estudio, ya que en los planos suministrados por la empresa de servicios públicos del municipio de La Calera no se encuentra diseño alguno de toda la zona así mismo es preciso aclarar que el municipio en la actualidad no cuenta con un plan maestro de acueducto y ALCANTARILLADO SANITARIO que permita la integración global del municipio, dicho esto el primer paso a seguir fue realizar el levantamiento propio de la zona así:

Anexo 2 Plano suministrado por la empresa de servicios públicos

Ilustración 6 Levantamiento topográfico.



Fuente: Autor

Ilustración 7 Levantamiento topográfico.



Fuente: Autor

Ilustración 8 Levantamiento topográfico.



Fuente: Autor

Ilustración 9 Levantamiento topográfico.



Fuente: Autor

Ilustración 10 Levantamiento topográfico.



Fuente: Autor

Ilustración 11 Levantamiento topográfico.



Fuente: Autor

7.1.5 Dotación neta:

Corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de acuerdo con lo expuesto en la resolución 2320 de 2009 “Por la cual se modifica parcialmente la Resolución No. 1096 de 2000 que adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico -RAS-” el artículo 1 donde “Modificar el artículo 69 de la Resolución 1096 de 2000, el cual quedará así:”

Anexo 3 Plano topográfico de la zona

Tabla 7 Resolución 2320 Resolución 2320 de 2009

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta máxima para poblaciones con Clima Frío 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

Fuente Norma RAS 2000

Dentro de dicha resolución se hace la aclaración sobre: "Clima Frío o Templado aquellas ubicadas a una altura superior a 1.000 metros sobre el nivel del mar y por poblaciones con "Clima Cálido" aquellas ubicadas a una altura inferior o igual a 1.000 metros sobre el nivel del mar.

Tabla 8 Cálculo de la población futura.

POBLACIÓN CONOCIDA		POBLACIÓN PROYECTADA						NIVEL DE COMPLEJIDAD	DOTACIÓN NETA MÁXIMA
CENSOS	N° DE HABITANTES	MÉTODO ARITMETICO	MÉTODO GEOMÉTRICO	MÉTODO EXPONENCIAL	POBLACIÓN PROMEDIO	POBLACIÓN FLOTANTE	POBLACIÓN DISEÑO		
28/09/2015	1742					10%		Tabla N° 10 Resolucion 2320 de 2009	Tabla N° 9 Resolucion 2320 de FRIO
2015		1742	1742	1742	1742	174	1916	Medio	115
2016		2106	1766	1769	1880	188	2068		
2017		2470	1791	1796	2019	202	2221		
2018		2834	1816	1824	2158	216	2374		
2019		3198	1841	1852	2297	230	2527		
2020		3562	1867	1881	2437	244	2681		
2021		3926	1893	1910	2576	258	2834		
2022		4290	1919	1940	2716	272	2988		
2023		4654	1946	1970	2857	286	3143		
2024		5018	1973	2000	2997	300	3297		
2025		5382	2000	2031	3138	314	3452		
2026		5746	2028	2062	3279	328	3607		
2027		6110	2056	2094	3420	342	3762		
2028		6474	2085	2126	3562	356	3918		
2029		6838	2114	2159	3704	370	4074		
2030		7202	2143	2192	3846	385	4231		
2031		7566	2173	2226	3988	399	4387		
2032		7930	2203	2260	4131	413	4544		
2033		8294	2234	2295	4274	427	4701		
2034		8658	2265	2331	4418	442	4860		
2035		9022	2296	2367	4562	456	5018		
2036		9386	2328	2404	4706	471	5177		
2037		9750	2360	2441	4850	485	5335		
2038		10114	2393	2479	4995	500	5495		
2039		10478	2426	2517	5140	514	5654		
2040		10842	2460	2556	5286	529	5815		

Fuente: Autor

Anexo 4 Memoria de cálculo estimación de la población

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto se realizó la proyección para un periodo de diseño de 25 años, a partir del año 2015, año que se supone de iniciación del proyecto. Las proyecciones de la población se realizaron a partir de la dinámica demográfica estimada por el DANE, utilizando las metodologías descritas en la numeral B.2.1 del RAS 2000 y que a continuación se relaciona, para el nivel de complejidad del sistema (NCS) del proyecto. Al igual que una dotación máxima neta

de 115 L/hab*día ya el municipio de la calera se encuentra a los 2787 metros sobre el nivel del mar.

7.1.6 Caudal de agua residual doméstico (qd):

Es el aporte del volumen total del agua residuales domestica aportada a la recolección y evacuación.

$$Q_D = \frac{C \cdot D \cdot A_{rd} \cdot R}{86400} \quad \text{o} \quad Q_D = \frac{C \cdot P \cdot R}{86400}$$

Calculo de caudales Norma RAS 2000

P: Población (Número de habitantes) se toma como dato el dato obtenido en la población futura

D: Dotación; Cantidad de agua suministrada por habitante día (l/hab/día), para el La vereda altamar (Municipio de la calera) de 115L/hab/día

FR: Factor de Retorno (teniendo en cuenta TABLA D.3.1 de la RAS 2000 se toma factor valor de 0.80 según NCS)

86400: Factor de conversión

7.1.7 Caudal de Agua Residual comercial (QC)

Para la determinación de aguas residuales comerciales se tuvo en cuenta la tabla D.3.3 del RAS y los volúmenes serán tomados en cuenta directamente en el área de influencia en la red.

7.1.8 Caudal de Agua Residual Industriales (QI)

Para la determinación de aguas residuales industriales se tuvo en cuenta la tabla D.3.3 del RAS y los volúmenes serán tomados en cuenta directamente en el área de influencia en la red.

7.1.9 Caudal de Agua Residual Institucional (QIN)

Para la determinación de aguas residuales institucional se tuvo en cuenta la tabla D.3.4 del RAS y los volúmenes serán tomados en cuenta directamente en el área de influencia en la red.

7.1.10 Caudal medio diario de aguas residuales (QMD)

El caudal medio diario de aguas residuales (QMD) es la suma de los aportes de volumen domésticos, industriales, comerciales e institucionales para un colector.

$$Q_{MD} = Q_D + Q_I + Q_C + Q_{IN}$$

Calculo de caudales Norma RAS 2000

7.1.11 Áreas de drenaje

El trazado de la red de drenaje de aguas lluvias debe, en general, seguir las calles de la localidad. La extensión y el tipo de áreas tributarias deben determinarse para cada tramo por diseñar. El área aferente debe incluir el área tributaria propia del tramo en consideración. Las áreas de drenaje deben ser determinadas por medición directa en planos, y su delimitación debe ser consistente con las redes de drenaje natural.

Anexo 5 Plano del área aferente para cada colector

7.1.12 Caudal de conexiones erradas (QCE)

Deben considerarse los aportes de aguas lluvias al sistema de ALCANTARILLADO SANITARIO sanitario, provenientes de malas conexiones de bajantes de tejados y patios, QCE. Estos aportes son función de la efectividad de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias y de la disponibilidad de sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias. La información existente en la localidad sobre conexiones erradas debe utilizarse en la estimación de los aportes correspondientes. En la tabla D.3.5 se dan como guía valores máximos de los aportes por conexiones erradas, en caso de que exista un sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias. Pueden considerarse otros métodos de estimación de conexiones erradas, como porcentajes del caudal medio diario de aguas residuales, con justificación por parte del diseñador. En caso de que el área del proyecto no disponga de un sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias según el literal D.1.6, deben considerarse aportes máximos de drenaje pluvial domiciliario a la red sanitaria, de acuerdo con la tabla D.3.6. Si los aportes por conexiones erradas son notoriamente altos, para niveles de complejidad del sistema medio alto y alto, debe desarrollarse un proyecto de recolección y evacuación de aguas lluvias a mediano plazo (separado o combinado) y, por lo tanto, el diseño del sistema sanitario debe ser consistente con tal previsión. Para niveles de complejidad del sistema bajo y medio es necesario establecer la conveniencia de un sistema pluvial y tomar por lo menos las medidas de control para reducir el aporte de conexiones erradas. Para el nivel bajo de complejidad del sistema el aporte de conexiones erradas puede estimarse en 5 L/habxdía.

Tabla 9 Aportes máximos por drenaje domiciliario de aguas lluvias sin sistema pluvial

Nivel de complejidad del sistema	Aporte (L /s ha)
Bajo y medio	2
Medio alto y alto	2

Fuente: RAS 2000

7.1.13 Caudal de Infiltración (QINF)

Es inevitable la infiltración de aguas subsuperficiales a las redes de sistemas de alcantarillado sanitario, principalmente freáticas, a través de fisuras en los colectores, en juntas ejecutadas deficientemente, en la unión de colectores con pozos de inspección y demás estructuras, y en éstos cuando no son completamente impermeables.

Tabla 10 Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales

Nivel de complejidad del sistema	Infiltración alta (L / s□□ha)	Infiltración media (L / s□□□ha)	Infiltración baja (L / s□□□ha)
Bajo y medio	0,15 - 0,4	0,1 - 0,3	0,05 - 0,2
Medio alto y alto	0,15 - 0,4	0,1 - 0,3	0,05 - 0,2

Fuente: RAS 2000

7.1.14 Caudal máximo horario (QMH)

El caudal máximo horario es la base para establecer el caudal de diseño de una red de colectores de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. El caudal máximo horario del día máximo se estima a partir del caudal final medio diario, mediante el uso del factor de mayo ración.

$$Q_{MH} = F \cdot Q_{MDF}$$

Calculo de caudales Norma RAS 2000

7.1.15 Factor de mayoración (F)

El factor de mayoración para estimar el caudal máximo horario, con base en el caudal medio diario, tiene en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población. El valor del factor disminuye en la medida en que el número de habitantes considerado aumenta, pues el uso del agua se hace cada vez más heterogéneo y la red de colectores puede contribuir cada vez más a amortiguar los flujos. La variación del factor de mayoración debe ser estimada a partir de mediciones de campo. Sin embargo, esto no es factible en muchos casos, por lo cual es necesario estimarlo con base en relaciones aproximadas como las de Harmon y Babbit, válidas para poblaciones de 1 000 a 1 000 000 habitantes, y la de Flores, en las cuales se estima F en función del número de habitantes.

$$F = 1 + \frac{14}{(4 + P^{0,5})} \quad \text{Harmon}$$
$$F = \frac{5}{P^{0,2}} \quad \text{Babbit}$$
$$F = \frac{3,5}{P^{0,1}} \quad \text{Flores}$$

Calculo factores de mayo ración Norma RAS 2000

El factor de mayo ración también puede ser dado en términos del caudal medio diario como en las fórmulas de Los Ángeles o la de Tchobanoglous.

$$F = \frac{3.53}{Q_{MD}^{0.0914}}$$
$$F = \frac{3.70}{Q_{MD}^{0.0733}}$$

Calculo factores de mayo ración Norma RAS 2000

7.1.16 Caudal de diseño

El caudal de diseño de cada tramo de la red de colectores se obtiene sumando al caudal máximo horario del día máximo, Q_{MH} , los aportes por infiltraciones y conexiones erradas.

$$Q_{DT} = Q_{MH} + Q_{INF} + Q_{CEf}$$

Calculo caudal de diseño Norma RAS 2000

Este caudal es el correspondiente a las contribuciones acumuladas que llegan al tramo hasta el pozo de inspección inferior.

Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea inferior a 1,5L/s, debe adoptarse este valor como caudal de diseño.

Además de los valores anteriores, que corresponden a los valores finales previstos, deben estimarse los valores iniciales de caudal de operación de cada tramo para propósitos de verificación del comportamiento hidráulico del sistema en sus etapas iniciales de servicio, tal como se describe en el literal D.3.2.7.

7.1.17 Velocidad mínima

Si las aguas residuales fluyen por un periodo largo a bajas velocidades, los sólidos transportados pueden depositarse dentro de los colectores. En consecuencia, se debe disponer regularmente de una velocidad suficiente para lavar los sólidos depositados durante periodos de caudal bajo. Para lograr esto, se establece la velocidad mínima como criterio de diseño. La velocidad mínima real permitida en el colector es 0,45 m/s.

7.1.18 Velocidad máxima

Los valores máximos permisibles para la velocidad media en los colectores por gravedad dependen del material, en función de su sensibilidad a la abrasión. Los valores adoptados deben estar plenamente justificados en términos de características de los materiales, de las características abrasivas de las aguas residuales, de la turbulencia del flujo y de los empotramientos de los colectores. Deben hacerse las provisiones necesarias de atraque del colector. En general, se recomienda que la velocidad máxima real no sobrepase 5 m/s. Los valores mayores deben justificarse apropiadamente para ser aceptados por la empresa prestadora del servicio.

7.1.19 Pendiente mínima

El valor de la pendiente mínima del colector debe ser aquel que permita tener condiciones de auto limpieza y de control de gases adecuadas de acuerdo con los criterios del literal D.3.2.7.

7.1.20 Pendiente máxima

El valor de la pendiente máxima admisible es aquel para el cual se tenga una velocidad máxima real, según el literal D.3.2.8.

7.2 DISEÑO

A continuación se presentan los cálculos realizados para el diseño del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales de la vereda altamar en el municipio de la calera, con cada uno de los paramentos que se encuentran dentro de la tabla. Hay que recordar que se tiene como base los planos entregados por parte de la empresa de servicios públicos de redes existentes los cuales nos sujetan a punto de descarga inicial el cual pozo existente (pozo número 34 el cual encuentra en el anexo 1 redes existentes) para que las aguas servidas que vamos a recoger se transporten y lleguen al punto de vertimiento final en la planta de tratamiento de aguas residuales.

7.3 CONTENIDO DE LAS TABLAS

- Columna E: identificación
- Columna F: número del tramo
- Columna G: numeración del pozo de inspección emisario
- Columna H: numeración del pozo de inspección receptor
- Columna I: cota batea superior
- Columna J: cota batea inferior
- Columna K: Cota rasante superiorato
- Columna L: Cota rasante Inferior
- Columna M: Cota Clave Superior
- Columna N: Cota clave inferior
- Columna O: Material
- Columna P: coeficiente de rugosidad
- Columna Q: Diámetro de la tubería
- Columna R: Caudal de diseño
- Columna S: Longitud

- Columna T: pendiente
- Columna U: Velocidad
- Columna V: pendiente mínima
- Columna W: Capacidad a tubo lleno
- Columna X: Porcentaje de caudal en tubería
- Columna Y: Fuerza trativa
- Columna Z: Froude
- Columna AA: Recubrimiento al inicio
- Columna AB: Recubrimiento al final
- Columna AC: Cota de línea de energía inicial
- Columna ABD Cota de línea de energía final

7.4 ALTERNATIVAS

9.4.1 Alternativa con estaciones de bombeo

Tabla 11 Resumen del diseño de la red del alcantarillado sanitario con estaciones de bombeo

DE-A		LONGITUD	Q DISEÑO	PENDIENTE	DIAMETRO DISEÑO		Qo	COTA RASANTE		COTA CLAVE		COTA BATEA		PROFUNDIDAD A CLAVE	
TRAMO					NOMINAL	INTERIOR		DE	A	DE	A	DE	A		
(1)	(2)	m	L/s	%	""	m	L/s	DE	A	DE	A	DE	A	DE	A
(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(40)	(41)
2	1	65,00	2,011	8,80%	8	0,2032	132,0867	2763,72	2758,11	2762,52	2756,80	2762,32	2756,60	1,20	1,31
2	3	65,00	5,050	8,50%	8	0,2032	129,8157	2763,72	2758,34	2762,52	2757,00	2762,32	2756,79	1,20	1,35
4	3	67,00	6,444	11,00%	8	0,2032	147,6774	2765,60	2758,34	2764,40	2757,03	2764,20	2756,83	1,20	1,31
4	5	82,00	8,412	2,27%	8	0,2032	67,0858	2765,60	2763,79	2764,40	2762,54	2764,20	2762,34	1,20	1,25
6	7	54,60	15,907	11,20%	8	0,2032	149,0139	2785,08	2779,02	2783,88	2777,76	2783,68	2777,56	1,20	1,26
7	8	54,20	17,306	9,50%	8	0,2032	137,2397	2779,02	2773,89	2777,75	2772,60	2777,54	2772,40	1,27	1,29
8	9	35,60	17,791	8,00%	8	0,2032	125,9397	2773,89	2770,97	2772,60	2769,75	2772,40	2769,55	1,29	1,22
9	10	74,00	24,171	6,20%	8	0,2032	110,8699	2770,97	2766,40	2769,74	2765,16	2769,54	2764,95	1,23	1,24
10	5	74,50	30,346	3,50%	8	0,2032	83,3013	2766,40	2763,79	2765,15	2762,54	2764,95	2762,34	1,25	1,25
5	11	80,00	44,461	4,50%	8	0,2032	94,4548	2763,79	2760,27	2762,54	2758,94	2762,34	2758,74	1,25	1,33
11	12	80,00	52,976	7,00%	12	0,3023	339,7859	2760,27	2754,59	2758,91	2753,31	2758,61	2753,01	1,36	1,28
12	13	80,00	61,390	7,20%	12	0,3023	344,6058	2754,59	2748,77	2753,26	2747,50	2752,96	2747,20	1,33	1,27
13	14	79,80	69,282	4,60%	12	0,3023	275,4452	2748,77	2745,12	2747,50	2743,83	2747,20	2743,53	1,27	1,29
14	15	50,10	72,390	7,55%	12	0,3023	352,8822	2745,12	2741,14	2743,71	2739,93	2743,41	2739,63	1,41	1,21
15	16	75,50	73,053	1,00%	12	0,3023	128,4270	2741,14	2740,38	2739,92	2739,17	2739,62	2738,87	1,22	1,21
16	17	53,80	73,825	10,45%	12	0,3023	415,1590	2740,38	2734,46	2738,86	2733,24	2738,56	2732,94	1,52	1,22
17	18	54,10	80,219	6,00%	12	0,3023	314,5806	2734,46	2731,39	2733,23	2729,99	2732,93	2729,68	1,23	1,40
18	19	79,30	84,264	11,20%	12	0,3023	429,7989	2731,39	2722,22	2729,78	2720,90	2729,48	2720,60	1,61	1,32
19	20	80,00	93,241	4,80%	12	0,3023	281,3695	2722,22	2718,60	2720,90	2717,06	2720,59	2716,75	1,32	1,54
20	21	60,00	96,204	6,80%	12	0,3023	334,8966	2718,60	2714,65	2717,05	2712,97	2716,75	2712,67	1,55	1,68
21	22	60,00	98,477	16,50%	12	0,3023	521,6729	2714,65	2704,28	2712,51	2702,61	2712,21	2702,31	2,14	1,67
22	23	54,40	100,366	17,50%	12	0,3023	537,2487	2704,28	2694,54	2702,54	2693,02	2702,24	2692,72	1,74	1,52
23	24	65,60	103,102	15,20%	12	0,3023	500,7006	2694,54	2684,78	2693,02	2683,05	2692,72	2682,75	1,52	1,73
24	25	36,00	104,141	14,70%	12	0,3023	492,3965	2684,78	2679,02	2683,05	2677,75	2682,74	2677,45	1,73	1,27
25	26	42,10	105,180	17,60%	12	0,3023	538,7815	2679,02	2671,24	2677,64	2670,23	2677,34	2669,93	1,38	1,01
26	27	42,40	107,230	7,00%	12	0,3023	339,7859	2671,24	2668,40	2670,23	2667,26	2669,93	2666,96	1,01	1,14
27	28	49,60	109,279	1,15%	12	0,3023	137,7226	2668,40	2668,00	2667,26	2666,69	2666,96	2666,39	1,14	1,31
28	29	43,70	111,163	1,16%	12	0,3023	138,3201	2668,00	2667,73	2666,69	2666,18	2666,38	2665,88	1,31	1,55
29	PN550	28,69	111,163	1,20%	16	0,362	227,4930	2668,00	2667,73	2666,44	2666,10	2666,08	2665,73	1,56	1,63
PN550	PN454-A	13,11	111,163	1,10%	16	0,362	217,8080	2668,00	2667,73	2666,36	2666,21	2666,00	2665,85	1,64	1,52

Fuente: Autor

Tabla 12 Calculo dimensione estación de bombeo

POZO	CAUDAL		TIEMPO		VOLUMEN REQUERIDO	DIMENSIONES (m)				VOLUMEN
	l/s	m³/s	Horas	Segundos	m³	Largo	Ancho	Profundidad	Recubrimiento	
3	1,99	0,00199	0,5	1800	3,582	1,50	1,50	2,00	0,30	4,50
5	8,34	0,00834	0,5	1800	15,012	2,50	2,50	2,50	0,30	15,63

Fuente: Autor

Anexo 6 Hoja de cálculo diseño de la red de alcantarillado sanitario con estaciones de bombeo.

Alternativa N°1 se pretende realizar pocas excavaciones y/o superficiales, de todos los tramos cumpliendo lo establecido en la Norma RAS 2000 numeral D.3.2.12 Profundidad mínima a la cota clave y construyendo dos (2) estaciones de bombeo con las dimensiones anteriormente dadas, para la recolección y evacuación de los puntos críticos en el los pozo 3 y 5 como se evidencia en al anterior tabla cada una con tiempo de retención de 1 hora.

9.4.2 Alternativa con perforación horizontal con ramming

Tabla 13 Resumen del diseño de la red de alcantarillado sanitario alternativa perforación horizontal con ramming

DE-A		LONGITUD m	Q DISEÑO L/s	PENDIENTE %	DIAMETRO DISEÑO		Q ₀ L/s	COTARASANTE		COTA CLAVE		COTA BATEA		PROFUNDIDAD A CLAVE		
TRAMO					NOMINAL	INTERIOR		DE	A	DE	A	DE	A	DE	A	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
1	2	65,00	2,011	0,80%	8	0,2032	39,8256	2758,11	2763,72	2756,91	2756,39	2756,71	2756,19	1,20	7,33	
2	3	65,00	5,050	0,50%	8	0,2032	31,4849	2763,72	2758,34	2756,36	2756,04	2756,16	2755,83	7,36	2,30	
3	4	67,00	6,444	0,45%	8	0,2032	29,8692	2758,34	2765,60	2756,02	2755,72	2755,82	2755,52	2,32	9,88	
4	5	82,00	8,412	0,50%	8	0,2032	31,4849	2765,60	2763,79	2755,71	2755,30	2755,51	2755,10	9,89	6,49	
6	7	54,60	15,907	11,20%	8	0,2032	149,0139	2785,08	2779,02	2783,88	2777,76	2783,68	2777,56	1,20	1,26	
7	8	54,20	17,306	9,50%	8	0,2032	137,2397	2779,02	2773,89	2777,75	2772,60	2777,54	2772,40	1,27	1,29	
8	9	35,60	17,791	8,00%	8	0,2032	125,9397	2773,89	2770,97	2772,60	2769,75	2772,40	2769,55	1,29	1,22	
9	10	74,00	24,171	6,20%	8	0,2032	110,8699	2770,97	2766,40	2769,74	2765,16	2769,54	2764,95	1,23	1,24	
10	5	74,50	30,346	3,50%	8	0,2032	83,3013	2766,40	2763,79	2765,15	2762,54	2764,95	2762,34	1,25	1,25	
5	11	80,00	44,461	4,50%	8	0,2032	94,4548	2763,79	2760,27	2755,29	2751,69	2755,09	2751,49	8,50	8,58	
11	12	80,00	52,976	0,80%	12	0,3023	114,8686	2760,27	2754,59	2751,69	2751,05	2751,38	2750,74	8,58	3,54	
12	13	80,00	61,390	4,50%	12	0,3023	272,4348	2754,59	2748,77	2751,04	2747,44	2750,74	2747,14	3,55	1,33	
13	14	79,80	69,282	4,60%	12	0,3023	275,4452	2748,77	2745,12	2747,40	2743,73	2747,10	2743,43	1,37	1,39	
14	15	50,10	72,390	7,50%	12	0,3023	351,7118	2745,12	2741,14	2743,56	2739,80	2743,25	2739,50	1,56	1,34	
15	16	75,50	73,053	1,00%	12	0,3023	128,4270	2741,14	2740,38	2739,79	2739,03	2739,49	2738,73	1,35	1,35	
16	17	53,80	73,825	10,20%	12	0,3023	410,1629	2740,38	2734,46	2738,75	2733,26	2738,44	2732,96	1,63	1,20	
17	18	54,10	80,219	6,00%	12	0,3023	314,5806	2734,46	2731,39	2731,25	2730,00	2732,95	2729,70	1,21	1,39	
18	19	79,30	84,264	11,20%	12	0,3023	429,7899	2731,39	2722,22	2729,79	2720,91	2729,49	2720,60	1,60	1,31	
19	20	80,00	93,241	4,80%	12	0,3023	281,3695	2722,22	2718,60	2720,90	2717,06	2720,60	2716,76	1,32	1,54	
20	21	60,00	96,204	6,80%	12	0,3023	334,8966	2718,60	2714,65	2717,05	2712,97	2716,75	2712,67	1,55	1,68	
21	22	60,00	98,477	16,50%	12	0,3023	521,6729	2714,65	2704,28	2712,52	2702,62	2712,22	2702,32	2,13	1,66	
22	23	54,40	100,366	17,50%	12	0,3023	537,2487	2704,28	2694,54	2702,54	2693,02	2702,24	2692,72	1,74	1,52	
23	24	65,60	103,102	15,20%	12	0,3023	500,7006	2694,54	2684,78	2693,02	2683,05	2692,72	2682,75	1,52	1,73	
24	25	36,00	104,141	14,70%	12	0,3023	492,3965	2684,78	2679,02	2683,05	2677,76	2682,75	2677,46	1,73	1,26	
25	26	42,10	105,180	17,60%	12	0,3023	538,7815	2679,02	2671,24	2677,05	2670,24	2677,35	2669,94	1,37	1,00	
26	27	42,40	107,230	7,00%	12	0,3023	339,7839	2671,24	2668,40	2670,24	2667,27	2669,94	2666,97	1,00	1,13	
27	28	49,60	109,279	1,15%	12	0,3023	137,7236	2668,40	2668,00	2667,27	2666,70	2666,97	2666,39	1,13	1,30	
28	29	43,70	111,163	0,75%	16	0,362	179,8490	2668,00	2667,73	2666,74	2666,41	2666,38	2666,05	1,26	1,32	
29	PN550	28,69	111,163	0,75%	16	0,362	179,8490	2668,00	2667,73	2666,41	2666,20	2666,05	2665,83	1,59	1,53	
PN550	PN454-A	13,11	111,163	0,75%	16	0,362	179,8490	2668,00	2667,73	2666,20	2666,10	2665,83	2665,74	1,80	1,63	

Fuente: Autor

Alternativa N° 2 Se pretende realizar la construcción de un tramo de los pozo 1 al 8 en profundidades promedio de 5 y 8 metros, con la recomendación de realizarla mediante perforación horizontal con ramming, sin la construcción de estaciones de bombeo gracias al relieve existente no se modificaran las excavaciones de los tramos 13 a 8 y 8 a 34, estos cumpliendo lo establecido en la Norma RAS 2000 numeral D.3.2.12 Profundidad mínima a la cota clave

Anexo 7 Hoja de cálculo diseño de la red de alcantarillado sanitario alternativa perforación horizontal con ramming

7.5 SISTEMA DE PERFORACIÓN HORIZONTAL POR RAMMING

Este es un sistema neumático no dirigido, el cual es utilizado para hincar ductos de acero que pueden ser definitivos o como camisas de protección, para redes húmedas, este sistema permite trabajar con diámetros desde 6”pulgadas (15,24 centímetros) hasta 80 pulgadas (203,2 centímetros) alcanzando longitudes horizontales de hasta 200 metros dependiendo las condiciones de sitio y las condiciones del ducto a instalar. Este sistema es utilizado para proyectos que no pueden realizar excavaciones a cielo abierto, en grandes casos se utiliza para el cruce de vías concesionadas, vías ferias, en otros casos se utilizan debido a las condiciones del terreno.

7.5.1 Método constructivo

Se construye una caja para el lanzamiento de una a una de las secciones tubo de acero, al igual para la instalación de martillo neumático, una vez se van hincando los tubos se van soldando de manera que el ducto cumplan con la longitud que se requiere, la extracción se realizar de manera mecánica o manual dependiendo el diámetro que se vaya a instalar. Una vez instalada la longitud total se realiza la instalación de tubería de PVC si es necesaria.

Ilustración 12 Proceso constructivo perforación horizontal por ramming



Fuente: <http://goo.gl/yeUYH0>

Ilustración 13 Ejecución proceso perforación horizontal por ramming



Fuente: <http://goo.gl/yeUYH0>

Ilustración 14 Construcción de pozos de inspección



Fuente: Autor

Ilustración 15 Encamisado para construcción de pozo y cámara de lanzamiento de ramming



Fuente: Autor

Tabla 14 Cuadro comparativo ventajas y desventajas de las alternativas

DISEÑO DE LA RED DE LA CANTARILLADO SANITARIO CON ESTACIONES DE BOMBEO		DISEÑO DE LA RED DE LA CANTARILLADO MEDIANTE PERFORACIÓN HORIZONTAL CON RAMMING	
Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
<p>Menos costos de inversión inicial</p> <p>\$ 699.710.147,98 con AIU 30% incluido.</p> <p>Costo de mantenimiento y operación anual: \$48,550,000,00</p>	<p>Mayor costo operación debido a la energía, operarios para la supervisión de las estaciones de bombeo</p>	<p>Mayor eficiencia en la red ya que su funcionamiento es por gravedad y no se depende de factores externos.</p>	<p>Mayor costo de inversión inicial</p> <p>\$ 1,032,357,368,26 con AIU 30% incluido.</p> <p>Costos de mantenimiento y operación anual: \$ 10.200.000,00</p>
	<p>Mayor costo debido a limpiezas, mantenimientos y compra de los equipos de las estaciones de bombeo.</p>	<p>No depender del factor mecánico de energía y humano para su funcionamiento y operación</p>	
	<p>Depender del factor mecánico, de energía y humano para su funcionamiento y operación</p>	<p>Menor costo de operación debido a que ya no se requiere energía y la supervisión constante de operarios solo quedaría sujeto a mantenimientos rutinarios</p>	

		establecidos en las recomendaciones para la red	
	La construcción de tanques o estaciones de bombeo las cuales tienen grandes dimensiones, y no se cuenta con espacios amplios para la construcción de las mismas.	No realizar modificación en las excavaciones en los tramos 13 al 8 y 8 al 34 considerando accidentes geográficos del sector.	
	costos de operación y mantenimiento que serán reflejados y cobrados al usuario		

Fuente: Autor

Se anexa presupuesto estimado para las dos alternativas, estos precios se toman de la base de datos establecida por la el instituto de infraestructura y concesiones de Cundinamarca ICCU.

Anexo 8 Presupuesto discriminado para el diseño de la red de alcantarillado sanitario con estaciones bombeo.

Anexo 9 Presupuesto discriminado para el diseño de la red de alcantarillado sanitario alternativa perforación horizontal con ramming.

7.6 ALTERNATIVA ESCOGIDA

Se recomienda realizar la modelación del diseño de la red de ALCANTARILLADO SANITARIO mediante perforación horizontal con ramming en cuanto a que uno de los factores de calificación es la prestación del servicio de ALCANTARILLADO SANITARIO debe ser continuo y no depender de la energía eléctrica ya que dichas interrupciones en el servicio pueden presentarse por fuertes lluvias o por fallas propias del sistema, al igual que como se evidencia dentro de las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas se reducen los costos de operación y mantenimiento teniendo en cuenta que estos se ven reflejados en el usuario.

Al igual se debe tener en consideración que la utilización de este sistema de perforación horizontal con ramming solo es utilizado en el trayecto comprendido desde el pozo 1 al 8 los cuales tienen una longitud no mayor a 280 metros lineales y que debido a los accidentes geográficos con los cuales se cuentan dentro del área de diseño no realizaremos excavaciones profundas en los tramos del pozo 13 al 8 y 8 al 34, esto generando una ventaja para el resto del diseño y en especial a dicho tramo pues mejorará su eficiencia funcionamiento.

7.7 MODELACION

Ya la hoja de cálculo terminada y usándola como datos de entrada para la modelación procedemos a realizar la modelación del diseño con el programa Sewercad. Este nos dará a conocer las condiciones reales del funcionamiento de la red cuando se encuentre en operación.

7.7.1 Datos de entrada para Sewercad

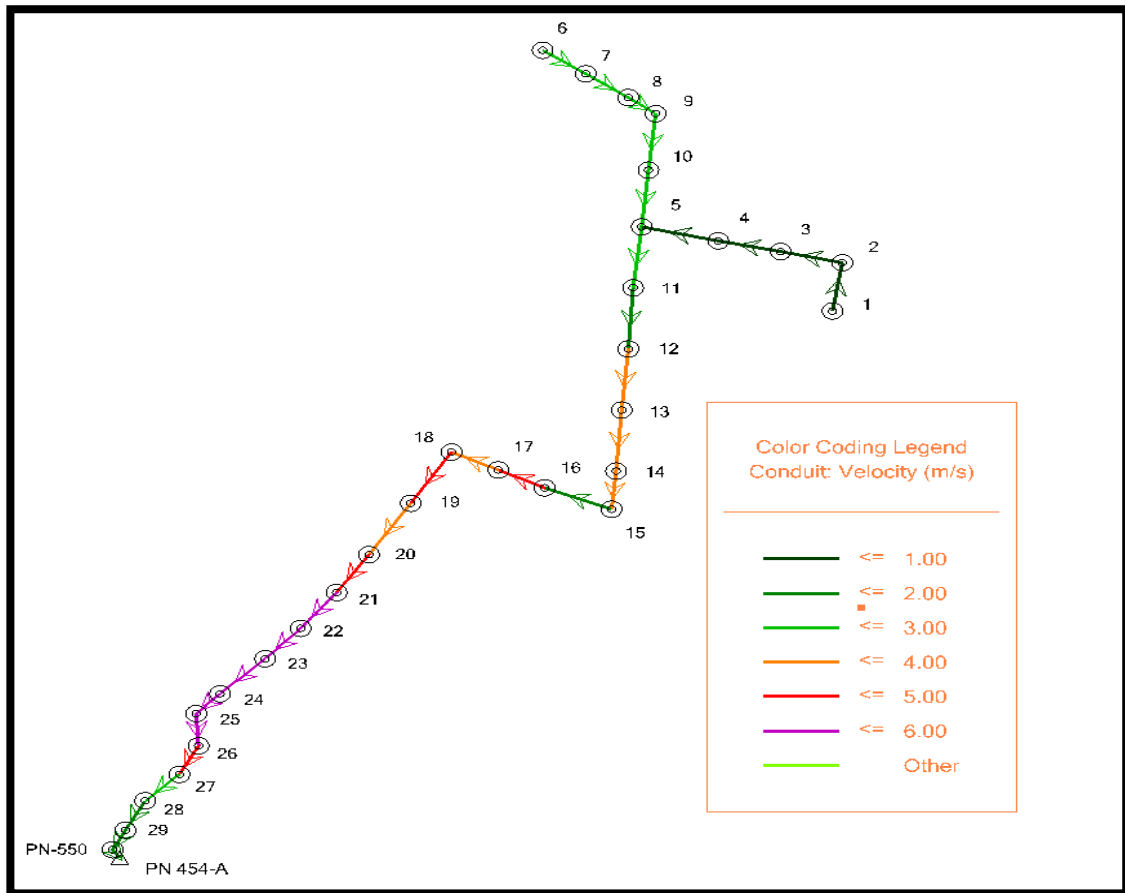
Tabla 15 Ingreso de datos al programa

ID	Label	Start Node	Set Invert to Start?	Invert (Start) (m)	Stop Node	Set Invert to Stop?	Invert (Stop) (m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)	Length (Calculated) (m)	Slope (Calculated) (%)	Section Type	Diameter (m)	Manning's n	Flow (L/s)
64: T1-31	T1-31	1.00	<input checked="" type="checkbox"/>	2,756.71	2.00	<input type="checkbox"/>	2,756.53	<input type="checkbox"/>		23.6	0.763	Circle	8.0	0.010	2.0
61: T1-30	T1-30	2.00	<input checked="" type="checkbox"/>	2,756.46	3.00	<input type="checkbox"/>	2,755.32	<input type="checkbox"/>		16.3	0.859	Circle	8.0	0.010	3.0
66: T1-29	T1-29	3.00	<input checked="" type="checkbox"/>	2,756.22	4.00	<input type="checkbox"/>	2,756.02	<input type="checkbox"/>		24.4	0.821	Circle	8.0	0.010	6.0
80: T1-28	T1-28	4.00	<input checked="" type="checkbox"/>	2,755.87	5.00	<input type="checkbox"/>	2,755.65	<input type="checkbox"/>		66.1	0.333	Circle	8.0	0.010	14.0
82: T1-27	T1-27	5.00	<input checked="" type="checkbox"/>	2,755.63	6.00	<input type="checkbox"/>	2,755.36	<input type="checkbox"/>		66.8	0.404	Circle	8.0	0.010	18.0
74: T1-26	T1-26	6.00	<input checked="" type="checkbox"/>	2,755.35	7.00	<input type="checkbox"/>	2,755.15	<input type="checkbox"/>		41.1	0.487	Circle	8.0	0.010	19.0
71: T1-25	T1-25	7.00	<input checked="" type="checkbox"/>	2,755.14	8.00	<input type="checkbox"/>	2,754.93	<input type="checkbox"/>		41.1	0.511	Circle	8.0	0.010	21.0
78: T1-24	T1-24	8.00	<input checked="" type="checkbox"/>	2,752.70	10.00	<input type="checkbox"/>	2,735.08	<input type="checkbox"/>		54.6	13.948	Circle	8.0	0.013	46.0
76: T1-23	T1-23	10.00	<input checked="" type="checkbox"/>	2,774.46	11.00	<input type="checkbox"/>	2,758.81	<input type="checkbox"/>		54.2	10.246	Circle	8.0	0.013	47.0
68: T1-22	T1-22	11.00	<input type="checkbox"/>	2,768.27	12.00	<input type="checkbox"/>	2,765.03	<input type="checkbox"/>		35.6	9.110	Circle	8.0	0.013	62.0
83: T1-21	T1-21	12.00	<input type="checkbox"/>	2,764.04	13.00	<input type="checkbox"/>	2,759.49	<input type="checkbox"/>		74.0	6.150	Circle	8.0	0.013	78.0
85: T1-20	T1-20	13.00	<input type="checkbox"/>	2,758.76	8.00	<input type="checkbox"/>	2,755.52	<input type="checkbox"/>		74.5	4.345	Circle	10.0	0.013	111.0
88: T1-19	T1-19	8.00	<input type="checkbox"/>	2,754.26	14.00	<input type="checkbox"/>	2,753.97	<input type="checkbox"/>		80.0	0.350	Circle	16.0	0.013	43.0
90: T1-18	T1-18	14.00	<input checked="" type="checkbox"/>	2,753.85	15.00	<input type="checkbox"/>	2,753.01	<input type="checkbox"/>		80.0	1.050	Circle	16.0	0.013	133.0
86: T1-17	T1-17	15.00	<input type="checkbox"/>	2,752.39	16.00	<input type="checkbox"/>	2,747.19	<input type="checkbox"/>		80.0	6.500	Circle	16.0	0.013	153.0
58: T-16	T-16	16.00	<input checked="" type="checkbox"/>	2,746.48	17.00	<input type="checkbox"/>	2,743.53	<input type="checkbox"/>		79.8	3.697	Circle	16.0	0.013	172.0
39: T-15	T-15	17.00	<input checked="" type="checkbox"/>	2,742.79	18.00	<input type="checkbox"/>	2,739.58	<input type="checkbox"/>		58.1	6.401	Circle	16.0	0.013	178.0
55: T-14	T-14	18.00	<input checked="" type="checkbox"/>	2,738.83	19.00	<input type="checkbox"/>	2,738.19	<input type="checkbox"/>		75.5	0.848	Circle	16.0	0.013	181.0
42: T-13	T-13	19.00	<input checked="" type="checkbox"/>	2,737.43	20.00	<input type="checkbox"/>	2,732.85	<input type="checkbox"/>		53.8	8.510	Circle	16.0	0.013	183.0
45: T-12	T-12	20.00	<input checked="" type="checkbox"/>	2,732.01	21.00	<input type="checkbox"/>	2,729.84	<input type="checkbox"/>		54.1	4.009	Circle	16.0	0.013	198.0
56: T-11	T-11	21.00	<input checked="" type="checkbox"/>	2,728.95	22.00	<input type="checkbox"/>	2,720.19	<input type="checkbox"/>		79.3	11.053	Circle	16.0	0.013	209.0
60: T-10	T-10	22.00	<input checked="" type="checkbox"/>	2,727.94	23.00	<input type="checkbox"/>	2,717.18	<input type="checkbox"/>		86.0	3.200	Circle	16.0	0.013	232.0
52: T-9	T-9	23.00	<input type="checkbox"/>	2,716.11	24.00	<input type="checkbox"/>	2,713.23	<input type="checkbox"/>		60.0	4.800	Circle	16.0	0.013	237.0
50: T-8	T-8	24.00	<input type="checkbox"/>	2,712.12	25.00	<input type="checkbox"/>	2,702.82	<input type="checkbox"/>		60.0	15.500	Circle	16.0	0.013	243.0
47: T-7	T-7	25.00	<input type="checkbox"/>	2,701.67	26.00	<input type="checkbox"/>	2,693.14	<input type="checkbox"/>		54.4	15.700	Circle	16.0	0.013	248.0
54: T-6	T-6	26.00	<input type="checkbox"/>	2,691.95	27.00	<input type="checkbox"/>	2,683.35	<input type="checkbox"/>		65.6	13.100	Circle	16.0	0.013	256.0
28: T-5	T-5	27.00	<input type="checkbox"/>	2,682.15	28.00	<input type="checkbox"/>	2,677.65	<input type="checkbox"/>		36.0	12.500	Circle	16.0	0.013	257.0
31: T-4	T-4	28.00	<input type="checkbox"/>	2,676.42	29.00	<input type="checkbox"/>	2,669.85	<input type="checkbox"/>		42.1	15.601	Circle	16.0	0.013	260.0
33: T-3	T-3	29.00	<input type="checkbox"/>	2,668.59	30.00	<input type="checkbox"/>	2,667.10	<input type="checkbox"/>		42.4	3.514	Circle	16.0	0.013	265.0
38: T-2	T-2	30.00	<input type="checkbox"/>	2,667.00	31.00	<input type="checkbox"/>	2,666.85	<input type="checkbox"/>		48.6	0.302	Circle	20.0	0.013	270.0
35: T-1	T-1	31.00	<input type="checkbox"/>	2,666.85	0-2	<input type="checkbox"/>	2,666.85	<input type="checkbox"/>		43.7	0.362	Circle	20.0	0.013	275.0

Fuente: Autor

7.7.2 Datos arrojados luego de la modelación

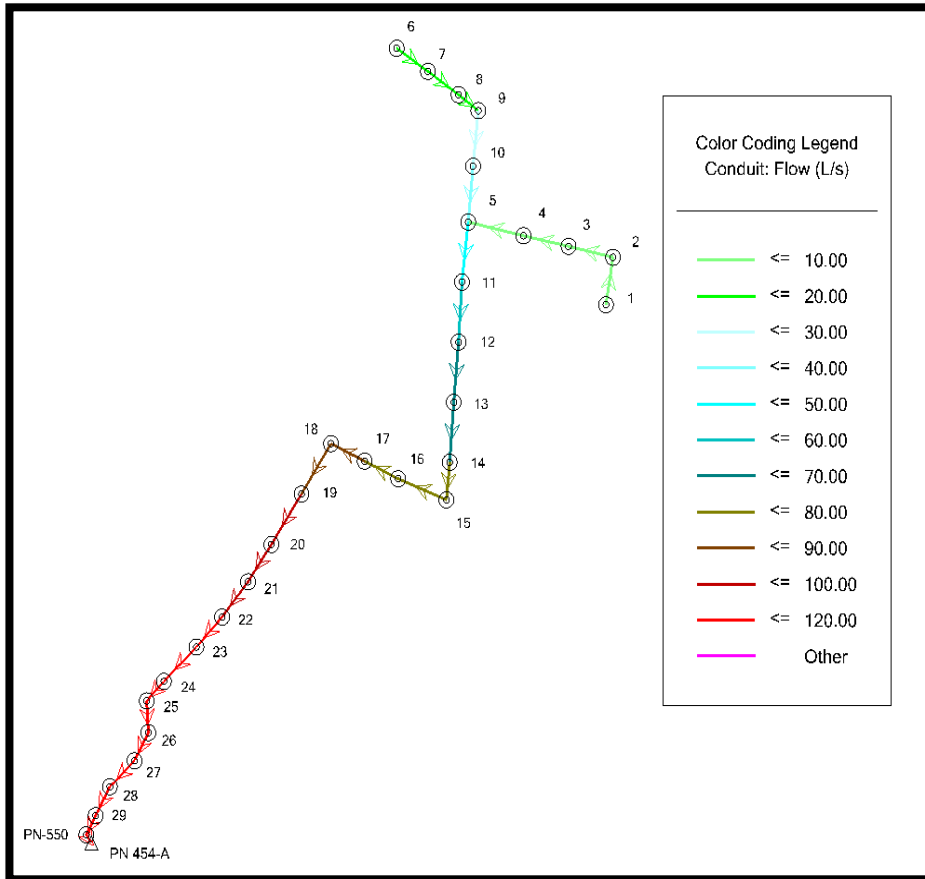
Ilustración 16 Velocidades en la tubería



Fuente: Autor

En la anterior ilustración es posible apreciar las diferentes velocidades en cada una de los tramos de tubería de tal manera que se cumpla lo estipulado en las normas, ya que la tubería seleccionada es de material tipo PVC dichas velocidades pueden alcanzar niveles mayores, para este caso particular las mayores velocidades encontradas son de máximo 5,5 m/s.

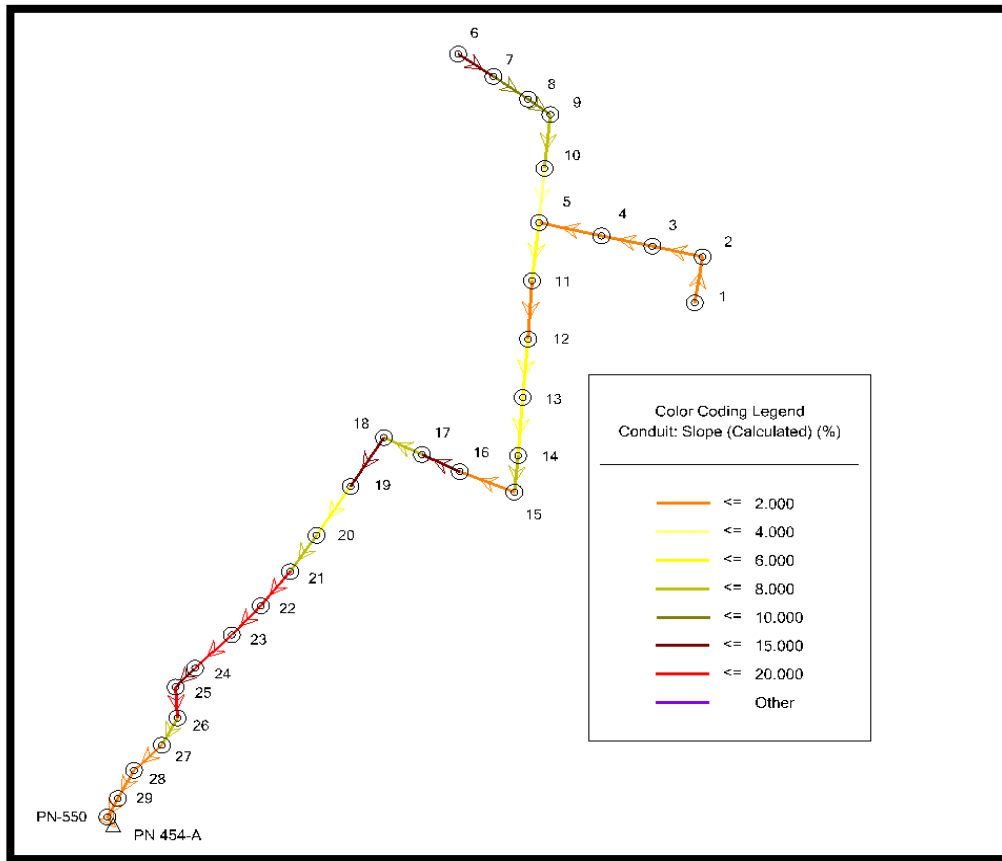
Ilustración 17 Distribución de caudales a lo largo del trazado



Fuente: Autor

En esta ilustración se hace posible apreciar cómo se genera el aumento en el caudal a lo largo de la tubería desde el punto de origen hasta la llegada al punto de conexión con la tubería existente.

Ilustración 18 Cambio de pendientes a lo largo del trazado



Fuente: Autor

En esta ilustración se evidencia el cambio de pendientes a lo largo del trazado en donde podemos ver con claridad cómo debido a la topografía del terreno las pendientes manejadas llegan a ser bastante pronunciadas en algunos tramos de la zona de estudio.

Anexo 10 Modelo generado en el programa Sewercad.

De acuerdo a los resultados obtenidos se generan planos en planta y perfil del diseño de la red completa de acuerdo a la alternativa escogida.

Anexo 11 Planos en planta diseño final

Anexo 12 Planos en perfil diseño final

8. CONCLUSIONES

- Se identificó el estado actual de la vereda en donde se pudieron encontrar las siguientes características: La vereda altamar cuenta con un área de 40,01 hectáreas, tiene una población actual de 1742 habitantes, se encuentra a una altitud media de 2746 msnm, una proyección de incremento de los predios para uso instruccional y comercial/ industrial del 10% datos obtenidos del plan Básico De Ordenamiento Territorial del municipio de la Calera Cundinamarca. Al igual se obtuvo el plano denominado Plan parcial de consolidación del sistema de alcantarillado emitido por la empresa de servicios Públicos ESPUCAL ESP SA, el cual nos permitió conocer el estado actual de la redes existentes. Dentro del proceso de identificación de las características de la zona de estudio se realizó una topografía propia para determinar los accidentes geográficos.
- Se estima la demanda del sistema de alcantarillado sanitario de la zona de estudio la cual está fundamentada en los datos anteriormente descritos, la estimación tiene como base el nivel de complejidad del sistema que en este caso de acuerdo a las características es nivel medio, esto nos direcciona a que la proyección del periodo de diseño sea 25 años con dotación neta de 115 L/hab*día, en cumplimiento a las resolución 2320 de 2009 “Por la cual se modifica parcialmente la resolución 1096 de 2000 que adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico – RAS”. Una vez se estimaron los valores de ingreso se realizó la proyección de la población futura de la vereda con un promedio de 5815 habitantes. Posteriormente se hizo el ingreso de los datos obtenidos de la población futura, dotación neta, área de estudio (he), proyección de incremento predial y demás coeficientes dentro de la hoja de cálculo, estimando una tubería entre 8” y 16” para el sistema de alcantarillado con las pendientes, longitudes y líneas de energía adecuadas para el buen funcionamiento del mismo.
- Se modelo la alternativa del diseño del sistema de alcantarillado sanitario mediante perforación horizontal por ramming teniendo en cuenta que los marcados accidentes geográficos encontrados en la zona de estudio no afectan con respecto a la totalidad del tramo diseñado en relación a las excavaciones, al igual que por los pros y contras que se evidenciaron en el presente diseño, cabe recalcar que la introducción de esta tecnología mejora las condiciones de eficiencia del sistema. Dentro del modelo realizado en Sewercad podemos apreciar que el funcionamiento del sistema de alcantarillado varia en algunas características dentro diseño propuesto en nuestra hoja de cálculo, claro ejemplo lo podemos evidenciar en las velocidades dadas en el modelo y las calculadas, pero que se encuentran

dentro de los parámetros admisibles para su correcto funcionamiento. Otras características que pudimos evidenciar dentro del modelo son la energía, pendientes y diámetros a utilizar el cual corrió sin ningún obstáculo y sin ninguna diferencia con respecto a las calculas esto evidencia que el diseño se encuentra bien realizado y puede trabajar a las condiciones diseñadas de manera óptima.

9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar la construcción de la red de alcantarillado de aguas residuales mediante perforación horizontal con Ramming desde el pozo 1 al 5 utilizando acero al carbón calibre 30 el cual tiene un capacidad a la presión de 82 KG/cm². Teniendo en cuenta las consideraciones anteriormente dadas de los beneficios de bajos costos de operación, mantenimiento y la continuidad de la prestación del servicio sin depender de factores externos, a esto le suma que a un mediano plazo se puede recuperar la inversión realizada.
- Una vez empiece el proceso constructivo se recomienda realizar la verificación y aplicación de cada una de las normas de construcción establecida dentro del capítulo G y H de la RAS 2000 y las normas técnicas colombianas de cada una de las estructuras que conforman el sistema de alcantarillado aguas negras que se dejan establecida en el presente diseño.
- Se recomienda realizar la consultoría del plan maestro de acueducto y alcantarillado de la Calera, Cundinamarca ya que el municipio no cuenta con mismo y para el municipio es de gran importancia, para que el sistema en general del todo el municipio sea consecuente y eficaz para las necesidades de saneamiento básico futuras y así poder llevar todos los vertimientos a un emisario final.
- Tener en consideración que una vez se esté realizando la consultoría del PMMA se deberán conectar al diseño realizando anteriormente al pozo existente PN 454-A.

10. BIBLIOGRAFÍA

- ALCALDÍA MUNICIPIO DE COTA. (s.f.). *contrato de obra pública No 650 que tiene por objeto Construcción de la red matriz de alcantarillado de aguas negras en el sector la glorieta – variante del municipio de Cota, dentro del plan maestro de alcantarillado, municipi.*
- ALCALDÍA MUNICIPIO DE COTA. (s.f.). *contrato de obra pública No 543 que tiene por objeto Construcción redes de alcantarillado y de la infraestructura vial de la avenida el libertador entre cra 5 a 3 del municipio de cota y vías conexas. 2013.*
- LOPEZ CUALLA. Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá 1995. P 19. . (s.f.).
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. *Resolución 2320 de 2009 Por la cual se modifica parcialmente la resolución 1096 de 2000 que adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico –RAS-, Bogotá: 2009. (s.f.).*
- MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, *RESOLUCION 1096 DE 2000 por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Bogotá: 2000. P 45: (RAS 2000). (s.f.).*
- NIKON-TRIMBLE CO, *manual de instrucciones estación total (en línea) http://www.bmprensa.net/sitio/images/descargas/Manual_20Nikon_DTM_33_2.pdf, (citado el 06 de agosto de 2015). (s.f.).*
- ORTIZ ÁLVAREZ, Andrés Fernando. Estudio descriptivo de la situación física y funcional del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario del Municipio de San Cayetano en el departamento de Cundinamarca Colombia. Trabajo de Grado Ingeniero Civil. Bogotá D. (s.f.).
- PADILLA SANTAMARIA, Mayra Alejandra, *diseño de la red de alcantarillado sanitario y pluvial del corregimiento de la mesa – cesar. Trabajo de grado ingeniera civil. Bogotá D.C. Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería civil. 2009. 117p. (s.f.).*
- RODRIGUEZ ESPINOSA, Norma Lucia, *desarrollo de una metodología para determinar cuando rehabilitar redes de alcantarillado, tesis de postgrado (Magister en ingeniería civil) Bogotá DC, Universidad de los Andes facultad de ingeniería Civil y Ambiental, 2006. (s.f.).*

