



Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la vereda potreritos ubicada en el
Municipio de Bello Antioquia.

Autor.

Alex Torreglosa reyes.

Sebastián Mira Parra.

Mayra Vanessa Tabares Zapata.

2156193: Proyecto de grado.

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Sede Bello (Antioquia)

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Mayo de 2023

Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la vereda Potreritos ubicada en el Municipio de Bello Antioquia.

Autor

Alex Torreglosa reyes.

Sebastián Mira Parra.

Maira Vanessa Tabares Zapata.

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesora

Genny Marcela Ortiz Ballesteros

Magister en administración de organizaciones.

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Sede Bello (Antioquia)

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

mayo de 2023

Dedicatoria

A nuestros familiares.

Por apoyarnos en cada una de las etapas del proceso de formación.

Al equipo de trabajo.

Al grupo de trabajo del proyecto, ya que cada uno desde su área básica del conocimiento, apoyo para el desarrollo especialmente a Alex Torreglosa, Mayra Vanessa Tabares y Sebastian Mira Parra.

Agradecimientos

Agradecemos a Dios por darnos esta oportunidad de crecimiento profesional, a nuestras familias por apoyarnos durante todo este proceso, y a nuestra asesora Genny Marcela Ortiz Ballesteros, quien nos ha guiado de manera técnica y metodológica para finalizar este proceso y poder optar al título de especialista en gerencia de proyectos.

Contenido

Lista de tablas	8
Lista de figuras	9
Lista de anexos.....	10
Resumen	11
Abstract.....	12
Introducción.....	13
CAPÍTULO I	14
1 Planteamiento del Problema	14
1.1 Descripción del Problema.....	14
1.2 Formulación del Problema.....	17
2 Objetivos.....	17
2.1 Objetivo General.....	17
2.1.1 Objetivos específicos	17
3 Justificación.....	18
CAPÍTULO II	20
4 Marco Referencial.....	20
4.1 Marco Conceptual.....	20
4.2 Marco Contextual	22
4.3 Marco Legal.....	28
4.4 Marco Teórico	29
CAPÍTULO III	34
5 Diseño Metodológico.....	34
5.1 Línea de investigación institucional (Programa académico).....	34
5.2 Eje temático (Programa académico).....	34
5.3 Enfoque de investigación y paradigma investigativo (cualitativo, cuantitativo).....	34
5.4 Diseño (experimental, no experimental)	34
5.5 Alcance (exploratorio, descriptivo, correlacional, explicativo).....	34
5.6 Población.....	35
5.7 Fuentes, Técnicas e instrumentos de recolección de información y datos	35

5.8	Plan de acción del proyecto	36
	CAPÍTULO IV	37
6	Resultados y Discusiones	37
6.1	Análisis del área de influencia del sistema de alcantarillado sanitario requerido, en la vereda potreritos ubicada en el municipio de Bello Antioquia.	37
6.2	Criterios de diseño, del sistema de alcantarillado sanitario de la vereda potreritos ubicada en el municipio de Bello Antioquia.	39
6.2.1	Determinación del nivel de complejidad del sistema	40
6.2.2	Asignación del nivel de complejidad.....	40
6.2.3	Proyección de la población	41
6.2.4	El Método Aritmético.....	42
6.2.5	Población actual de estudio.....	42
6.2.6	Topografía de la zona de estudio.....	43
6.3	Demanda del sistema de alcantarillado sanitario, requerido para la construcción del sistema, en la vereda potrerito ubicada en el municipio de bello Antioquia.	44
6.3.1	Caudal de agua residual doméstico (qd):.....	45
6.3.2	Caudal medio diario de aguas residuales (QMD).....	46
6.3.3	Caudal de Infiltración (QINF).....	47
6.3.4	Factor de mayoración (F)	48
6.3.5	Caudal máximo horario (QMH).....	49
6.3.6	Caudal de diseño.....	49
6.3.7	Velocidad mínima	50
6.3.8	Velocidad máxima.....	51
6.3.9	Pendiente mínima.....	51
6.3.10	Pendiente máxima	52
6.4	Diseño	52
6.4.1	Contenido de las tablas.....	52
6.5	Modelación	53
6.5.1	Datos arrojados luego de la modelación	53
	CAPÍTULO V.....	56
7	Conclusiones.	56
7.1	Recomendaciones.....	57

8 Referencias..... 58

Anexos..... 61

Lista de tablas

- Tabla 1 Legislación colombiana para sistemas de alcantarillados.
- Tabla 2 Información mínima para el diseño de redes de alcantarillado
- Tabla 3 Plan de acción del proyecto.
- Tabla 4. Asignación del nivel de complejidad
- Tabla 5. Asignación del nivel de complejidad
- Tabla 6. Métodos de cálculo permitidos según el Nivel de Complejidad del Sistema
- Tabla 7. Proyección poblacional Vereda Potreritos
- Ilustración 6. Levantamiento topográfico. Tabla 7. Proyección poblacional Vereda Potreritos
- Tabla 8. Nivel de complejidad del sistema
- Tabla 9. Caudal domestico vereda potreritos Bello Antioquia.
- Tabla 9. Caudal domestico vereda potreritos Bello Antioquia.
- Tabla 10. Caudal medio diario de aguas residuales vereda potreritos.
- Tabla 10. Caudal medio diario de aguas residuales vereda potreritos.
- Tabla 11. Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección de aguas residuales
- Tabla 12. Caudal de infiltración vereda potreritos
- Tabla 12. Caudal de infiltración vereda potreritos
- Tabla 13. Caudales de mayoración y caudales máximo horario por tramos vereda potreritos.
- Tabla 13. Caudales de mayoración y caudales máximo horario por tramos vereda potreritos.
- Tabla 14. Caudal de diseño de la vereda potreritos ubicada en bello Antioquia.
- Tabla 14. Caudal de diseño de la vereda potreritos ubicada en bello Antioquia.
- Tabla 15. Velocidad por tramos de aguas residuales, diseño vereda Potreritos.
- Ilustración 9. Tramos y cámara de inspección. Tabla 15. Velocidad por tramos de aguas residuales, diseño vereda Potreritos.

Lista de figuras

Ilustración 1. Valores del N de Manning para diferentes materiales. (RAS 2000).	31
Ilustración 2. Características Geométricas de la sección circular (RAS 2000, Título D, p.120)	33
Ilustración 3 . Red Hídrica Municipio de Bello	38
Ilustración 4 . Veredas Municipio de Bello Ant.	39
Ilustración 5. Levantamiento topográfico.....	43
Ilustración 6. Levantamiento topográfico.....	43
Ilustración 7. Levantamiento topográfico.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 8. Población proyectada vereda potreritos 2048.....	45
Ilustración 9. Tramos y cámara de inspección.	53
Ilustración 10. Identificadores de los tramos y cámaras que componen la red de alcantarillado.	54
Ilustración 11. Cotas cámaras de inspección.	55

Lista de anexos

Anexo 1. Base de datos población DANE.	42
Anexo 2. Memoria de diseño, estimación de la población.	45
Anexo 3. Memoria de diseño del sistema.	46
Anexo 4. Diseño del sistema de alcantarillado.	53

Resumen

El siguiente proyecto, se orienta a una propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la vereda potreros ubicada en el municipio de Bello en el departamento de Antioquia, realizado con el objetivo de mejorar las condiciones de vida a los habitantes de la vereda, la disminución de la contaminación ambiental y enfermedades generada por no contar con estos servicios públicos de primera necesidad. En la fase de investigación, se inició con la determinación de los criterios requeridos para el desarrollo del diseño, para luego determinar la demanda del sistema, tomando los aspectos técnicos establecidos en la normatividad legal vigente.

Con base en lo anterior, se elabora una propuesta para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, el cual está compuesto por 6 tramos, 6 cámaras de inspección, una dotación bruta de 120 L/hab/Día y todas las tuberías serán determinadas en PVC NOVAFORT. El sistema tendrá la capacidad de utilizar la gravedad para transportar las aguas residuales a través de la red hasta los puntos de disposición.

Palabras clave: Tuberías, Alcantarillado, Redes, Descarga, Dotación bruta.

Abstract

The following project is oriented towards a design proposal for the sanitary sewerage system for the Potreritos village located in the municipality of Bello in the department of Antioquia, carried out with the objective of improving the living conditions of the inhabitants of the village, the reduction of environmental pollution and diseases generated by not having these essential public services. In the investigation phase, it began with the determination of the criteria required for the development of the design, to later determine the demand of the system, taking the technical aspects established in the current legal regulations.

Based on the above, a proposal is made for the design of the sanitary sewerage system, which is made up of 6 sections, 6 inspection cameras, a gross supply of 120 L/inhab/Day and all the pipes will be determined in PVC. NOVAFORT. The system will have the capacity to use gravity to transport wastewater through the network to disposal points.

Keywords: Pipes, Sewerage, Networks, Discharge, Gross endowment.

Introducción

El objeto de este proyecto, es el diseño de una red de alcantarillado sanitario para un sector de la Vereda potreritos del municipio de bello que carece de este y para el desarrollo de este proyecto, toda la información recopilada se basa en particularidades topográficas, hidrológicas, demográficas y sociales de la población de la zona, de esta manera para desarrollar e implementar un análisis real se basó en las necesidades de la sociedad.

El diseño tiene en cuenta el empleo de la tubería y algunas de sus obras auxiliares con el fin de entrar en operación, debido a los requisitos de los actos reglamentarios vigentes y otros necesarios que contemplen las condiciones geográficas del área de estudio, con el fin de lucir conclusiones para lograr resultados y continuar los esfuerzos para implementar el proyecto.

CAPÍTULO I

1 Planteamiento del Problema

1.1 Descripción del Problema.

La ingeniería civil es uno de los pilares del desarrollo global de cualquier sociedad, ya sea un estado, municipio, ciudad o cualquier territorio, con la ayuda de la cual se puede satisfacer las necesidades básicas de sus ciudadanos. Por lo tanto, el diseño y construcción de alcantarillado es la solución más eficiente para las necesidades sanitarias de toda comunidad. (SATOQUE, 2015)

Los alcantarillados sanitarios recogen todos los desechos producidos por la comunidad para ser descargados al sistema de tratamiento de aguas servidas, es un proceso que actualmente se realiza para disponer de los desechos municipales, comerciales, industriales, institucionales, los cuales contienen gran cantidad de contaminantes y sólidos en suspensión. Debido a que estos desechos no son llevados a las plantas de tratamiento de aguas residuales, causan una amplia gama de problemas ambientales debido a las condiciones estructurales en todos los terrenos receptores, así como malos olores cuando se saturan las fosas sépticas receptoras en cada propiedad. (Sartoks, 2015). El corregimiento de Potreritos está ubicado en el noroeste del municipio de Bello (Antioquia) y su territorio supera los 8 kilómetros cuadrados, lo que comprende al 5,37% del distrito municipal. Su población total es 476. Según el censo de población y vivienda de 2018, 143 familias, 135 casas y 88 unidades de producción agrícola son obvios. (DANE, 2018). Aunque es una comunidad pequeña, está experimentando un crecimiento debido a la llegada de comunidades desplazadas que no consideraron la recolección apropiada de las aguas residuales. Esto crea erosión, deslizamientos de tierra y problemas de salud. La falta de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales se debe al desconocimiento de los habitantes sobre la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario, la geografía de la zona, la distancia a canales o plantas de tratamiento y falta de recursos financieros. Los sistemas de

alcantarillado manual construidos por los residentes están muy extendidos en el pueblo, lo que resulta en una falta de control y tratamiento idóneo, lo que genera tuberías expuestas y posibles deslizamientos de tierra en áreas de influencia.

Puede haber varias razones por las que una comunidad no tiene una buena infraestructura de recolección de aguas residuales, pero las más comunes son las siguientes:

- Escasez de recursos financieros: Es posible que las comunidades de las aldeas no tengan los recursos financieros para construir un sistema de alcantarillado. Los sistemas de alcantarillado son caros ya que menudo están fuera del alcance de las comunidades más pobres.
- Falta de conocimiento técnico: Otra razón puede ser la falta de conocimiento técnico en el diseño, construcción y mantenimiento de sistemas de alcantarillado sanitario. La falta de educación y conocimiento en esta área puede significar que los aldeanos no tengan el conocimiento de cómo establecer un sistema de tratamiento de aguas residuales adecuado y eficiente.
- Falta de interés: También puede ser que los pobladores no tengan interés en construir un sistema de alcantarillado esto puede deberse a una falta de conciencia sobre los riesgos para la salud asociados con la falta de sistemas de alcantarillado, o simplemente a una negligencia con el medio ambiente.

La ausencia de un sistema de alcantarillado sanitario en una comunidad, puede perjudicar la salud pública y el medio ambiente generando algunas problemáticas como las siguientes:

- Contaminación del agua: Sin sistemas de alcantarillado sanitario adecuados, los desechos humanos y otros residuos pueden arrojarse directamente al agua, contaminando los cuerpos de agua y poniendo en peligro la salud humana.

- Problemas de salud: La falta de un sistema de alcantarillado sanitario adecuado aumenta el riesgo de enfermedades infecciosas, especialmente las que se transmiten a través del agua y los alimentos.
- Contaminación del suelo: la eliminación inadecuada de desechos humanos y otros residuos también puede contaminar el suelo, lo que a su vez daña la agricultura y la vida silvestre locales.
- Olores y plagas: la falta de un sistema de alcantarillado adecuado también puede causar olores desagradables y atraer plagas como moscas y roedores, que pueden propagar enfermedades.

Teniendo en cuenta lo anterior, podemos inferir, que es importante la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario como medida necesaria para asegurar la calidad de vida y el bienestar de la comunidad, para no tener efectos nocivos tanto en la salud pública como en el medio ambiente.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál sería el diseño adecuado para la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario en la vereda Potreritos ubicada en el Municipio de Bello Antioquia?

2 Objetivos

2.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de alcantarillado sanitario de aguas residuales, que cumpla con las normativas ambientales y sanitarias aplicables a la vereda potreritos del municipio de Bello Antioquia.

2.1.1 Objetivos específicos

- Realizar un análisis exhaustivo del área de influencia del sistema de alcantarillado sanitario requerido, en la vereda potreritos ubicada en el municipio de Bello Antioquia.
- Determinar los criterios de diseño, del sistema de alcantarillado sanitario de la vereda potreritos ubicada en el municipio de Bello Antioquia.
- Estimar la demanda del sistema de alcantarillado sanitario, requerido para la construcción del sistema, en la vereda potrerito ubicada en el municipio de bello Antioquia.

3 Justificación

El acceso a los servicios públicos de primera necesidad, es uno de los derechos fundamentales de la sociedad a nivel global, es por ello, es importante que estos servicios se brinden en todas las zonas residenciales como el elemento básico de la vida comunitaria. Es un caso especial lo que pasa en la vereda Potreritos del municipio de Bello, porque ahora sus moradores depositan sus aguas residuales sobre las zonas verdes aledañas a sus viviendas. Teniendo este escenario, se hace necesario el diseño para la construcción saneamiento sanitario de la zona, debido a las necesidades de las personas que allí habitan.

Con este trabajo, se pretende realizar el diseño las para la construcción de un sistema de alcantarillado para la vereda y poder darle solución a los efectos que genera los vertimientos inadecuados de las aguas residuales y que así se logre evacuar las aguas provenientes de las viviendas, con el fin de darle un destino final para el tratamiento en una planta de alcantarillado, que luego será descargada a una fuente de agua conocida como el río Medellín, luego de que se hayan determinado las condiciones técnicas y ambientales apropiadas requeridas por la legislación y normativa colombiana.

El sistema de alcantarillado sanitario de aguas residuales se diseña con el propósito de recoger, transportar, tratar y disponer adecuadamente de las aguas residuales generadas por una comunidad o zona rural. Estos sistemas se componen de una red de tuberías y estructuras, que permiten el transporte de las aguas residuales desde los hogares hasta una planta de tratamiento o un punto de disposición final, donde se tratan para eliminar los contaminantes y se descargan en el medio ambiente de manera segura.

Es importante resaltar la importancia de los sistemas de alcantarillado sanitario, ya que estos son necesarios y se enumeran algunas de estas razones:

- **Salud pública:** Las aguas residuales contienen una gran cantidad de microorganismos, virus y bacterias que pueden causar enfermedades e infecciones en las personas. Si las aguas residuales no se gestionan adecuadamente, pueden contaminar los recursos hídricos y el medio ambiente, lo que aumenta el riesgo de enfermedades y problemas de salud pública.

- **Protección del medio ambiente:** El tratamiento de las aguas residuales permite la eliminación de contaminantes y nutrientes, reduciendo el impacto ambiental en ríos, lagos y mares, así como protegiendo la biodiversidad de estos ecosistemas acuáticos. Además, el tratamiento de las aguas residuales también puede reducir la emisión de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos.

- **Mejora de la calidad de vida:** El diseño y construcción de un sistema de alcantarillado sanitario puede mejorar la calidad de vida de la comunidad, ya que reduce la exposición a olores desagradables y a plagas, mejora la higiene y la limpieza del entorno, y previene inundaciones y otros problemas asociados con la falta de tratamiento y gestión adecuada de las aguas residuales.

CAPÍTULO II

4 Marco Referencial

4.1 Marco Conceptual

Aguas residuales: Aguas que son originadas en las áreas residenciales, institucionales e industriales.

Aguas residuales domésticas: Surgen como resultado de la actividad humana en áreas residenciales, edificios e instituciones de uso hogareño. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017)

Aguas residuales industriales: Residuos líquidos de fábricas y actividades industriales. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017)

Aguas de infiltración: Vienen del subsuelo, que no se quieren en el alcantarillado, y también desembocan en él. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017)

Alcantarillado: Conjunto de tuberías y estructuras que recogen, transportan y tratan aguas residuales y pluviales.

Alcantarillado combinado: Sistemas de captación y transporte de aguas pluviales y residuales.

Alcantarillado de aguas lluvia: Un sistema para recoger y drenar el agua de lluvia.

Alcantarillado de aguas residuales: Sistemas diseñados para recoger y entregar agua a los hogares o productos industriales.

Factor de retorno: Correlación entre la cantidad de agua residual y la cantidad de ingreso para el consumo humano.

Factor rugoso: se considera al porcentaje de fricción que tenga el material con el cual se fabrica el tubo internamente.

Conexión errada: es una cantidad de agua sea de lluvias o residuales que esta encausada erróneamente en una red.

Consumo: Cantidad de agua potable que se consume por vivienda.

Cota batea: Es la parte más baja de la tubería.

Cota clave: es la parte más alta de la tubería.

Diámetro: Medida interna del tubo.

Escorrentía: cantidad de agua proveniente de la lluvia que escurre por las vías.

Frecuencia: media que se ocasiona por la repetición de las lluvias durante un tiempo.

Pozo o cámara de inspección: construcción de caja cilíndrica que me facilita el acceso para la limpieza de las redes.

Precipitación: cuantías provenientes de las lluvias, esto calculado sobre un periodo de tiempo determinado.

Sumidero: Caja en concreto que es construida con el fin de recoger las aguas lluvias y canalizarlas a una red.

Tiempo de concentración: se mide desde el punto más lejano donde se ocasionan las lluvias hasta el lugar donde llegan.

Tramo: es una red de tubería que está diseñada entre dos estructuras (las cuales pueden ser cajas, pozos o cámaras de inspección).

Tubo o tubería: es un material circular que se utiliza para canalizar aguas o redes.

4.2 Marco Contextual

En este apartado se enunciarán diferentes estudios relacionados con el diseño de un sistema de alcantarillado, desde varios puntos de vistas de diferentes autores.

Gobiernos nacionales y organismos como el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo han actualizado su interés en el sector del saneamiento y agua potable debido al incremento y frecuencia de eventos naturales que provocan sequías y deforestación masiva en todos los continentes, el aumento de la contaminación de las aguas viene acompañado del desarrollo paulatino de acciones encaminadas a limpiar y no contaminar aguas importantes y la afirmación del experto de una grave escasez de agua en un futuro próximo. (LÓPEZ, 2017)

En relación con lo anterior según (CEPAL, 1998) como se citó en (LÓPEZ, 2017) , “la participación del sector privado en la prestación de estos servicios puede traer consigo importantes mejoras de eficiencia, pero no garantizará por sí sola una mejora duradera del bienestar social, porque estos servicios no se prestan en un mercado competitivo” .

Estudios en estas áreas muestran que en diferentes lugares del mundo existen vacíos en la gestión de proyectos saneamiento y agua potable en zonas rurales; Por otro lado, el gobierno no se preocupa por la población rural lo cual se manifiesta en la falta de redes de alcantarillado y agua potable, y esto se puede reducir si cada ciudad deja de privar a la población rural de recursos y equipamientos. A raíz de lo anteriormente expuesto se logra según (Findeter, 2021) qué; En Colombia, la provisión de saneamiento y agua potable en las zonas rurales estuvo a cargo del Estado hasta principios de 1980, cuando pasó a ser manejado por los municipios a través del control político.

Además, que como lo manifiesta (Acción contra el hambre (s.f), s.f.) “El agua es un derecho humano porque forma parte de la vida cotidiana y del entorno de las personas. El derecho al agua y al saneamiento es fundamental para la salud, por lo que debemos tener acceso a agua potable en cantidad

y calidad, de acuerdo con las necesidades mínimas de los seres humanos.” Que en consecuencia el con lo anterior y con los Objetivos del Desarrollo Sostenible menciona (Orozco, 2019) “el deterioro progresivo del país ocupando el lugar 71 en provisión de agua potable, el 61 en sistemas de saneamiento y el 68 en el suministro de ambos servicios de utilidad pública respecto a los 180 países que hacen parte de estas metas en 2018”.

Adicionalmente (Delgado, 2018) como citó, (Orozco T. , 2019) manifiesta “en algunas zonas rurales la cobertura de ambos servicios no llega al 75% y existen altos riesgos en la dimensión calidad del agua en las zonas donde hay predominancia de cultivos ilícitos y mineras.”

Acorde con lo anterior, con un mínimo aforo de los organismos municipales se expresa en el insuficiente aprovisionamiento de agua potable e higiene básica para las localidades rurales, y que “es previsible la continuación en el deterioro de los recursos hídricos dados el crecimiento poblacional y la actividad de una economía de mercado emergente como Colombia sustentada en un porcentaje significativo de industrias extractivas y agropecuarias” (Orozco T. , 2019)

Ahora bien, la (Republica de Colombia, 2016) en el decreto 1898 del 2016 expone el objeto para el desarrollo del acueducto y saneamiento básico como; establecer programas diversos para brindar beneficios de saneamiento básico, aseo y agua potable, y un abastecimiento de agua para consumo doméstico, humano y de saneamiento básico en áreas rurales del territorio nacional, en afinidad con los mandatos de orden territorial.

Según (Asir-Saba, 2019), la expectativa para los recursos hídricos en Colombia para el área rural es sombrío, con al menos 3 millones de campesinos habitando el campo (11.653.673 personas) sin acceso a servicios básicos de agua. y aún más desolador más de la mitad sin alcantarillado y agua potable, lo que corresponde al 28% de la población rural de Colombia.

(Santa, 2018), realizo la investigación del análisis de la calidad del agua y como se puede enlazar con la nutrición, teniendo la salud como eje para la seguridad alimentaria de la Comuna 13 del

Municipio de Medellín. En su investigación evalúa la calidad del agua potable y su relación con la nutrición y la salud como estrategia de seguridad alimentaria para la zona de Palomá de Bello Oriente, Comuna Tres (3) Manrique de Medellín, utilizando una mezcla de estudios experimentales con un enfoque cuantitativo-cualitativo aplicando fuentes primarias (talleres y grupos focales) y fuentes secundarias (revisión de documentos y encuestas estadísticas) sobre el comportamiento del estado del agua en tres etapas diferentes para establecer que tanto la calidad del agua como la ocurrencia de enfermedades, van relacionadas con la contaminación del agua. La mayoría de los estudios muestran que el agua está en buena calidad, ya que de acuerdo con estándares establecidos bajo la normatividad las condiciones ambientales que se relacionan con la salubridad son los principales motivos de la muestra de signos de patógenos y bacterias mesófilas en el agua que son las principales causas de la Mala salud actual. y el estado nutricional de esta población.

La excelencia del agua es el foco del bienestar social, ambiental y económico, que garantizará la seguridad alimentaria de las comunidades que disfrutan del agua, mejorando así las condiciones de vida y satisfaciendo las necesidades básicas de la población en el marco del desarrollo sostenible. (Ruiz & Lumba, 2018) Nos confirma a través de la experiencia, el montaje de un sistema de saneamiento y las plantas donde se tratan las aguas residuales domiciliarias dejaron huella positivamente en el área de estudio, mejorando notablemente el ecosistema y la calidad de vida de su población, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la muestra hidráulica 2018, las aguas residuales del centro poblado residencial SAMNE el cual se efectuó en el 2018.

Tomando el índice de riesgo de calidad del agua de Colombia para el 2019, que atestigua las desigualdades en el acceso a agua de alta calidad en todo el territorio. Para ello, se enfoca en los sectores de mayor riesgo y llama a las autoridades a fortalecer las políticas ambientales. (Data Republica, 2020). Sin embargo, expresan (Delgado, Trujillo, 2017) que:

Para el territorio colombiano, las viviendas que se encuentran en la zona rural que no poseen un sistema de alcantarillado idóneo de provisionamiento o recuperación de aguas, recurren a opciones que acarrear en esfuerzos económicos, estas alternativas son: conexiones ilegales a la red pública o directamente a los ríos, lagos, pozos profundos o camiones cisterna.

La organización Mundial de la Salud según la (Asir-Saba, 2019), nos informa que

El agua potable por parte del ser humano en condiciones no óptimas provoca 26 enfermedades, por eso afecta tremendamente al organismo, impulsando los daños en el organismo y generando quebranto de la salud. La enfermedad más común es la diarreica aguda, con 70.348 casos en Colombia a junio de 2018.

(Tavera, 2018), realizó un diagnóstico funcional del sistema de alcantarillado, donde la cobertura del sistema de alcantarillado de Soatá es buena ya que supera el 95%, que es el porcentaje más bajo determinado en el RAS 2000. La cobertura del sistema se determinó en un 99% en base a lo observado en Soatá, donde solo 5 casas no estaban conectadas a la red, debido a estar por debajo del nivel del agua en la parte de la captación que recoge agua de la zona, que fue el punto de referencia para el proceso de construcción del trabajo actual, ya que nos proporciona una guía para los porcentajes de coincidencia de cobertura en áreas no urbanas.

(Ruiz A. C., 2018). Concluye que en aquellos proyectos donde la pendiente del terreno es bastante elevada y el diseño llega a sus límites (máxima profundidad y velocidad), la cámara de aterrizaje resultante tiene una altura máxima posible de 5 metros, en estos casos, existe la tendencia de explorar la posibilidad de fabricar cámaras estándar para reducir aún más los costos. Con base en la información recopilada sobre el drenaje y tratamiento de agua de Kuchaita, se modeló y aprobó oficialmente el sistema, teniendo en cuenta los siguientes tres aspectos; combinadas, aguas residuales y pluviales.

El análisis de los resultados obtenidos, muestra que, si el sistema utiliza los parámetros mínimos de diseño, su operación se verá perjudicada por no poder cumplir con las características de potencia mínima requerida.

(Tavera, 2018), Realizo el diagnóstico funcional al sistema de alcantarillado en donde indica, El sistema de alcantarillado de Soatá al cubrir la gran totalidad de población, se podría determinar que es buena su cobertura ya que supera el 95%, que es el porcentaje mínimo estipulado en el RAS 2000. Con base en las condiciones observadas en Soatá, se determinó que el sistema cubre el 99%, de las cuales solo 5 hogares no estaban vinculadas a la red, antes del colector que capta el agua de la zona, que es el punto de referencia para el proceso constructivo de la obra actual, ya que nos da una pauta del porcentaje de cumplimiento dentro de la cobertura de zonas no urbanizadas.

(Ruiz A. C., 2018) Concluyó que, al analizar los resultados obtenidos, es claro que, si el sistema utilizara los parámetros mínimos de diseño, su desempeño se vería afectado porque no cumpliría con los parámetros mínimos de desempeño requeridos, considerando lo anterior, solo el 26% de las secciones de unión analizadas cumplieron con los requisitos de velocidad, esfuerzo cortante y talud, el análisis de los resultados obtenidos mostró que utilizar el sistema con los parámetros mínimos de diseño daría como resultado una operación defectuosa ya que no cumpliría con las características capacitivas mínimas requeridas. Esto tiene en cuenta que solo el 26% de todas las secciones de tubería analizadas cumplen con los requisitos de velocidad, esfuerzo cortante y pendiente.

(Ayala, 2022), dentro del proceso de investigación, definió que hay varios factores que pueden cambiar el proceso o la fase de investigación debido a problemas externos al proyecto. En estos casos, redes paralelas que cambien la dirección del flujo, eliminación o adición de desbordamientos que determinen las redes restantes o redes combinadas en el área del proyecto, construcción de nuevos canales y acondicionamientos temporales a realizar en estos casos. Se realiza una conexión. Construcción de áreas residenciales y comerciales que crean puntos de conexión y clientes a redes

inexistentes. Esto es consistente con la adición de la conectividad del sector y los cambios en la densidad de población ya estudiados. A la hora de recopilar datos, existen ciertos factores que son más frágiles y susceptibles a pequeños cambios y tienen un mayor impacto en el modelado y el producto final.

(Vélez, 2018) realizó el prediseño del sistema de alcantarillado de la Parcelación San Carlos en el municipio de Villavicencio. A través de este trabajo expone lo siguiente; el esquema muestra algunos aspectos técnicos como el diseño hidráulico, la topografía, el presupuesto y los planos. Todo está bajo las reglas y parámetros que lo rigen. Se inició un censo nacional para el desarrollo del sistema de alcantarillado, seguido de levantar información topográfica. Usando esta información de campo, comenzamos a calcular las descargas de diseño, luego el diseño hidráulico y verificamos las concordancias hidráulicas; todo con parámetros RAS.

Debido al gran volumen de información, existen ciertas limitaciones con respecto a los diversos estudios presentados. Sin embargo, estos se han resuelto agregando algunas restricciones, tales como: Rango de años y ayuda de palabras clave relacionadas con el tema de investigación. Por lo tanto, hay un orden adecuado en lo que se ha estudiado en diferentes áreas temáticas como el saneamiento básico, ya que la población rural carece de agua potable, saneamiento, además presenta una gran preocupación por esto, lo que demuestra que hay que establecer normas y controles que lleven a lograr el objetivo de posibilidades de cómo el agua potable y el saneamiento básico pueden llegar a ser sostenibles para las poblaciones rurales en el futuro.

4.3 Marco Legal

La Norma utilizada en Colombia es la RAS 2000(Reglamento técnico de acueducto y saneamiento) con el fin de obtener los parámetros que se deben tener en cuenta para el diseño hidráulico de acueducto. En el desarrollo de actual proyecto tomamos el apéndice “D” de la norma, para así mostrar las definiciones principales partes del sistema de alcantarillado sanitario.

A lo largo del proceso, se requieren lineamientos técnicos y legales tan completos que podemos concluir que unos son más importantes que otros y que se deben considerar los análisis, alternativas y modelos que se propongan, como los anteriormente expuestos.

Tabla 1

Legislación colombiana para sistemas de alcantarillados.

LEGISLACIÓN DE COLOMBIA PARA SISTEMAS DE ALCANTARILLADO
Ley 09 De 1979. “Por la cual se expide el Código Sanitario” (Congreso de Colombia, 1979)
Resolución 0330 2017, “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009”. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017)
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”. (Congreso de colombia., 1993)
Ley 142 De 1994, Congreso De Colombia “Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones” (Congreso de colombia, 1994)
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”. (Congreso de colombia, 1995)
Decreto 1429 De 1995,” 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” (republica, 1995)
Ley 689 De 2001 Congreso De Colombia “Por la cual se modifica parcialmente la Ley 142 de 1994” (Congreso de la republica, 2001)
Resolución 151 “Regulación integral de los servicios públicos de Acueducto, ALCANTARILLADO SANITARIO y Aseo” (LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO, 2001)
Decreto 229 De 2002 "Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 302 del 25 de febrero de 2000" (Republica, Decreto 229, 2002)
Resolución 1433 De 2004 “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” (Ambiente, 2004)

Decreto 3050 “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” (Republica, Decreto 3050, 2013)
Norma Técnica 30 “Cemento Pórtland. Clasificación y Nomenclatura” (Incontec, 1996)
Norma Técnica Colombiana 44 “Tubos y juntas de asbesto, cemento para conducción de fluidos a presión” (Incontec, 1999)
Norma Técnica 369 “Plásticos, compuestos rígidos de poli (cloruro de vinilo) (PVC) y compuestos de poli (cloruro de vinilo) clorado (CPVC). (Incontec, 2006)
Norma Técnica 401 “Tubos de hormigón reforzado para alcantarillados” (Incontec, 2021)
Norma Técnica 1022 “Tubos de concreto sin refuerzo para alcantarillado” (Incontec, 2008)
Norma Técnica 1087 “Tubos de policloruro de vinilo (PVC) rígido para uso sanitario” (Incontec, 2008)
Norma Técnica 5055 “Tubos y accesorios de poli (cloruro de vinilo) (pvc) perfilados para uso en ALCANTARILLADO SANITARIO por gravedad, controlados por el diámetro interno” (Incotec, 2018)

Fuente: Legislación colombiana.

Esta información legal se elaboró como resultado del seguimiento de datos documentales y teóricos para aceptar y proponer las tipologías técnicas necesarias para el esquema del sistema de alcantarillado sanitario de la localidad de Potreritos, ubicado en Bello Antioquia.

4.4 Marco Teórico

Las normas de diseño de la red de alcantarillado de EPM, definen los pasos necesarios, los criterios de diseño y la información básica necesaria para llevar a cabo el proceso de diseño del sistema de alcantarillado. Para el municipio de Medellín y los demás municipios del Valle de Aburrá, que están bajo la responsabilidad de Empresas Públicas de Medellín, la mayoría de estas actividades ya han sido realizadas. Por lo tanto, solo se da la información y los criterios mínimos necesarios para desarrollar un proyecto donde se desarrolla el concepto global.

La información mínima requerida para que el diseñador pueda realizar una modulación y optimización del diseño de la red hidráulica, se podría identificar en la siguiente tabla, según los criterios definidos.

Tabla 2
Información mínima para el diseño de redes de alcantarillado

Criterios de Diseño	Criterios de Diseño	Criterios de Diseño
Definición y localización de cada uno de los componentes del proyecto a diseñar.	Diseño hidráulico.	Permisos, licencias y autorizaciones. Determinación del presupuesto y cronograma de obras.
Reconocimientos de campo, investigación predial inicial.	Diseño geotécnico.	
Levantamientos topográficos.	Diseño estructural.	
Investigación de suelos y geotecnia.	Obras complementarias.	Determinación del presupuesto y cronograma de obras.
Selección de alternativas.	Definición de especificaciones técnicas de construcción.	
Diseño geométrico y análisis de interferencias.	Fichas de adquisición predial y declaratoria de utilidad pública.	

Autor. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017)

La población de diseño, se proyecta a partir de la población actual de la vereda potreritos del municipio de Bello Antioquia, teniendo en cuenta consideraciones de flujo migratorio y tasa porcentual de proyección de población por parte del DANE.

El caudal de diseño se calcula utilizando la siguiente ecuación, según lo establecido en la resolución 0330 del 2017. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017)

$$Q_D = \frac{C_R * C * D}{86400}$$

Donde:

C: Consumo de Población proyectada al periodo de diseño al periodo de diseño, 1558 habitantes.

D: Densidad de población 421.08 Hab/has

CR: Coeficiente de retorno, en este caso es 0.85

Se calcula el caudal de infiltración, el caudal de aguas residuales por conexiones erradas (Qce) y el Caudal Medio Diario de Aguas Residuales con la siguiente ecuación:

$$QMD = QD + QI + QC + QIN.$$

Donde:

QMD: Caudal Medio diario.

QD: Caudal de Aguas domésticas QI: Caudal industrial.

QC: Caudal de Aguas Comerciales. QIN: Caudal de aguas Industriales.

El factor de mayoración se calcula con la siguiente ecuación:

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

El Caudal Máximo Horario (QMH) se calcula así:

$$QMH = F * QMD$$

El caudal a tubo lleno en L/s se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_0 = \frac{D^{8/3} S^{1/2}}{n}$$

El coeficiente de Manning

$$n = 0.0047 * D^{1/6}$$

Valores del coeficiente de rugosidad de Maning para varios materiales	
Material	N
CONDUCTOS CERRADOS	
Asbesto cemento	0.011 0.015
Concreto prefabricado interior liso	0.011 0.015
Concreto prefabricado interior rugoso	0.015 0.017
Concreto fundido en sitio, formas lisas	0.012 0.015
Concreto fundido en sitio, formas rugosas	0.015 0.017
Gres vitrificado	0.011 0.015
Hierro dúctil revestido interiormente con cemento	0.011 0.015
PVC, polietileno y fibra de vidrio con interior liso	0.010 0.015
Metal corrugado	0.022 0.026
Colectores de ladrillo	0.013 0.017
CONDUCTOS ABIERTOS	
Canal revestido en ladrillo	0.012 0.018
Canal revestido en concreto	0.011 0.020
Canal excavado	0.018 0.050
Canal revestido rip-rap	0.020 0.035

Ilustración 1. Valores del N de Manning para diferentes materiales. (RAS 2000).

Ángulo interno

$$\theta = 2\cos^{-1}(1 - 2y)$$

D

Área mojada (m²)

$$A = \frac{d^2}{8}(\theta - \sin\theta)$$

Perímetro mojado (m)

$$P = (\theta * d)/2$$

Profundidad Hidráulica (m)

$$D = \frac{d}{8} \left(\frac{\theta - \sin\theta}{\sin(\theta/2)} \right)$$

Energía Específica

$$E = \frac{y + \frac{v^2}{2g}}$$

Radio Hidráulico

$$R = \frac{d}{4} \left(\frac{1 - \sin(\theta)}{\theta} \right)$$

Ancho Superior

$$T = \frac{D \sin(\theta)}{2}$$

En la Figura se muestran cada una de las variables geométricas mencionadas anteriormente.

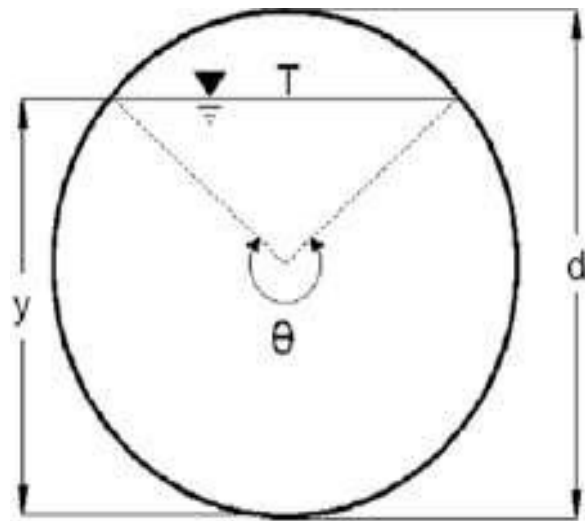


Ilustración 2. Características Geométricas de la sección circular (RAS 2000), Título D, p.120)

CAPÍTULO III

5 Diseño Metodológico

5.1 Línea de investigación institucional (Programa académico)

A continuación, se definirá la línea de investigación, que es aquel eje temático interdisciplinario el cual puede incluir un conjunto de objetivos y se refleja el proyecto.

- Innovaciones sociales y productivas

5.2 Eje temático (Programa académico)

EL eje temático es la especialización de gerencia de proyectos

5.3 Enfoque de investigación y paradigma investigativo (cualitativo, cuantitativo)

La investigación presenta diferentes variables cualitativas, además de enfocarnos en una muestra amplia de individuos utilizando la información cuantitativa de métodos que se basan en información cuantificable, datos de las personas, casas y así como de datos estadísticos; no obstante, es importante destacar que el enfoque que trabajo es mixto.

5.4 Diseño (experimental, no experimental)

El diseño empleado es el no experimental, a causa de que se basa en conceptos, variables, sucesos, comunidades o contextos no alterando el objeto de la investigación.

5.5 Alcance (exploratorio, descriptivo, correlacional, explicativo)

Al momento de desarrollar un proyecto de alcantarillado sanitario, es necesario analizar diferentes aspectos internos del sistema, debido a que estos se unen con los elementos más destacados territoriales como la parte ambiental y social de la población; además se debe tener en cuenta revisar las condiciones de localidad donde se llevara a cabo el proyecto, con el fin de poder evaluar el avance del proyecto y los pasos a seguir en este, teniendo claro lo anterior se desarrolla la investigación bajo un estudio descriptivo.

5.6 Población.

El área de estudio Potreritos, la cual se encuentra en Bello (Antioquia) al noroccidente, además cuenta con un territorio de 8 Km² correspondiente a un porcentaje de 5.37% del territorio municipal. Sus habitantes son aproximadamente 430 personas, siendo el 100 % rural, según el Censo de población y vivienda del año 2018. (DANE, 2018) En la actualidad, la vereda potreritos está compuesta por 135 viviendas, 143 hogares y 430 personas según en donde se evidencia que no cuentan con el sistema para drenar las aguas residuales que se generan día a día, colocadas en terrenos naturales sin tratar, ocasionando problemas de salud, derrumbes.

5.7 Fuentes, Técnicas e instrumentos de recolección de información y datos

Las fuentes utilizadas en el desarrollo del proyecto, fueron primarias y secundarias, en las cuales se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos:

Técnica: Se recolecto los datos e información necesaria, adicionalmente se tomó información en documentos de archivo y fuentes gubernamentales que sirvieron como guías para obtener información relevante que nos permitió describir información de la vereda potreritos, el sector y su población, por lo cual la técnica que se desarrollo es la observación.

Instrumento: Se utilizaron documentos, guías y encuestas, que permitieron recolectar los datos en campo, tales como los aspectos, topográficos, climatológicos, poblacionales que permitieron recolectar la información necesaria para establecer el diseño hidráulico para la construcción del sistema de alcantarillado a la vereda potreritos.

5.8 Plan de acción del proyecto

Tabla 3
Plan de acción del proyecto basado en la resolución 0330 del 2017.
(Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017)

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	FUENTES DE INVESTIGACIÓN	RESULTADOS
Realizar un análisis exhaustivo del área de influencia del sistema de alcantarillado sanitario requerido, en la vereda potreritos ubicada en el municipio de Bello Antioquia.	<ul style="list-style-type: none"> • Explicación geológica y suelos. • Detalle topográfico del área de influencia. • Describir el recurso hídrico de la zona. 	Se empleó la técnica de revisión de documentos de archivo y fuentes gubernamentales que sirvieron como guías para obtener información relevante que nos permitió describir información de la vereda potreritos, el sector aledaño y su población.	Primarias y secundarias	Información requerida del área de influencia para el desarrollo del proyecto.
Determinar los criterios de diseño, del sistema de alcantarillado sanitario de la vereda potreritos ubicada en el municipio de Bello Antioquia.	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de datos generales. • Precisar la dificultad de la red a construir. • Adquisición el incremento de las tasas. • Datos de la tasa de crecimientos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se empleó la técnica de revisión de documentos de archivo y fuentes gubernamentales que sirvieron como guías para obtener información relevante que nos permitió describir información de la vereda potreritos, el sector aledaño y su población. - Visitas a campo. 	Primarias y secundarias.	Determinación de los criterios de diseño del sistema de alcantarillado requerido para la vereda potreritos.
Estimar la demanda del sistema de alcantarillado sanitario, requerido para la construcción del sistema, en la vereda potrerito ubicada en el municipio de bello Antioquia.	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de los habitantes de la zona • Descripción de la dotación en aumento • Detalle máximo de la cantidad de agua que se genera diario • Describir la cantidad de agua en el diseño • Detalle máximo de la cantidad de aguas que se genera por horas 	Se empleó la técnica de revisión de documentos de archivo y fuentes gubernamentales que sirvieron como guías para obtener información relevante que nos permitió describir información de la vereda potreritos, el sector aledaño y su población. - Visitas a campo.	Primarias y secundarias.	Demanda del sistema de alcantarillado requerido para el diseño.

Actividades para el desarrollo de los objetivos del proyecto.

CAPÍTULO IV

6 Resultados y Discusiones

6.1 Análisis del área de influencia del sistema de alcantarillado sanitario requerido, en la vereda potreritos ubicada en el municipio de Bello Antioquia.

La necesidad de la comunidad de potreritos de tener un sistema de alcantarillado sanitario conllevó a tener presente en qué lugar se podría desarrollar el proyecto, definir a cuantas familias beneficiaria y en qué tiempo se demoraba la realización del diseño para que posteriormente, los nuevos proyectos que se asignen en la zona tengan la facilidad de definir presupuestos para su construcción y posibles operadores.

Con base en lo anterior, podemos describir que en Potreritos es necesario un sistema de drenaje para recolectar todas las aguas servidas que genera su población, y así dirigirlas a una planta de tratamiento antes de ser retiradas; con el fin de combatir los problemas ambientales y las enfermedades de salud.

La vereda potreritos, tiene un área de influencia al oriente con la urbanización de la ciudad de bello, al costado norte linda con el cerro Tutelar de Quitasol, en el occidente da con el corregimiento de San Félix, en el sur la ciudad Medellín y tiene una topografía bordeada por montañas que sobre pasan los 2.600 msnm que tiene fracciones llanas fértiles y húmedas, donde se generan cambios del clima y se tienen las precipitaciones en promedio pueden ser de 1.347 mm, y su temperatura se determina por los pisos térmicos que se encuentran desde el páramo, llegando al frío y termina en el medio, donde se encuentra la cabecera, la cual su temperatura promedio puede ser de 26.7 °C durante el año, donde se visualizan intercambios con algunos períodos secos y otros lluviosos, no obstante, se reciben varios vientos desde diferentes puntos, lo cual hace que en diferentes zonas se aumente la humedad y la temperatura. (ORTIZ, 2011)

Por la altitud de la vereda potreritos, se encuentra una vegetación de características húmedas, tiene terrenos inestables, desnivelados, y movimientos de masa sobre todo en épocas de lluvia, no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales propia.

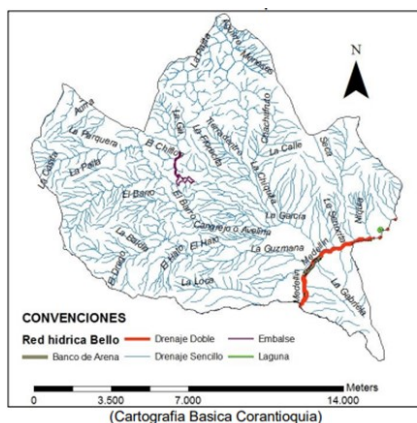
(ORTIZ, 2011) Plantea en su investigación lo siguiente, cruzan por el municipio de bello las siguientes microcuencas:

Río Medellín: este tiene su inicio desde el sur, además se puede indicar que esta es la cuenca accidental geográfica más notable del municipio, no apta para el consumo, por ser depósito de desechos de todo el Valle de Aburrá.

Cuenca El Hato: nace en la Serranía de las Baldías, cubre de oeste a este por la vertiente occidental del municipio, donde presenta un impresionante salto de agua conocido como “Chorrolato” o “Chorro del Hato”. Se mantiene limpio hasta llegar al sector del arenal (lo que lo inactiva por sedimentación), así como los residuos urbanos del centro de la ciudad y los residuos industriales que presentan varias empresas.

Cuenca La García: Su parte superior es aprovechada para la energía hidroeléctrica de Fabricato y Pantex. Gracias a su extenso recorrido por el casco urbano, es la microcuenca de agua más relevante del municipio, a sus lados se han asentado numerosos barrios muy contaminados, además de ser también es víctima de la extracción de arena.

Ilustración 3 .
Red Hídrica Municipio de Bello



(ORTIZ, 2011)

Entendiendo que la vereda potreritos, es aquella zona rural, constituida por terrenos inestables y que se evidencia un procesos de urbanización modesto, en donde se desarrollan o construyen viviendas que cumplen un papel trascendental en el equilibrio del territorio del terreno, en donde se podría desarrollar alternativas sostenibilidad del ecosistema como la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario, por lo cual se plantea la propuesta para el diseño de la construcción del sistema de alcantarillado, la cual tendría un direccionamiento hacia la salida para la descarga de las aguas residuales en el tanque de acueducto Yulimar, ubicado en la carrera 67d # 83B – 113.



Ilustración 4 . Veredas Municipio de Bello Ant.

6.2 Criterios de diseño, del sistema de alcantarillado sanitario de la vereda potreritos ubicada en el municipio de Bello Antioquia.

Una vez finalizado el proceso de recolección de toda la información necesaria, se inició con el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, definiendo la complejidad del sistema, para poder estimar las necesidades y criterios de diseño, como la población y el crecimiento de la económica del sector de la zona de estudio.

6.2.1 Determinación del nivel de complejidad del sistema

Tabla 4.

Asignación del nivel de complejidad

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

Fuente. Ras 2000.

Proyectado al periodo de diseño (2023), incluida la población flotante. Incluye la capacidad económica de población flotante según la metodología del DNP.

6.2.2 Asignación del nivel de complejidad

La asignación de niveles de dificultad de cualquier proyecto, está sujeto a la normatividad obligatoria y debe hacerse de acuerdo con los parámetros según los establecido en la normatividad legal vigente como lo establece la resolución 0330 del 2017, en donde se establecen los siguientes parámetros.

- La población utilizada para clasificar el nivel de complejidad corresponde a lo previsto en las zonas rurales de la vereda al momento del diseño de cada sistema o uno de sus componentes. Las poblaciones migrantes deben ser consideradas.
- La complejidad del sistema adoptado debe ser la mayor entre la clasificación lograda por la población urbana y la capacidad económica.
- El sistema no será en modo alguno tan complejo como permitirían las cifras anteriores.
- Para determinar la capacidad económica del usuario se debe utilizar uno de los siguientes métodos: estratificación de las zonas según el método determinado por el DNP; salario medio en los municipios; ingreso promedio de los residentes en los municipios; o cualquier otro método razonable.
- Además, lo siguiente debe ser adecuado para todos los niveles de complejidad del sistema.

- Los estándares mínimos establecidos en esta normativa son en todos los casos acordes con la complejidad del sistema Low.
- Las empresas de agua potable deben cumplir con el Decreto del Ministerio de Salud y Desarrollo Económico de 1998 no. 475 o normas técnicas alternativas o adicionales para la calidad del agua potable que se aplican a las tuberías de agua de diversa complejidad.

Con base en lo anterior, se determinaron los parámetros a tener en cuenta para el grado de complejidad el cual podrá ser evidenciado en la siguiente tabla.

Tabla 5.
Asignación del nivel de complejidad
Fuente. (Ras, 2000).

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

6.2.3 Proyección de la población

Las proyecciones se establecieron para tiempos de funcionamiento de 25 años a partir del 2023, cuál sería el año de realización de los análisis para establecer las características necesarias para el diseño. El estudio de la proyección de población, se realizó con base en la metodología demográfica estimada por el DANE, utilizando la guía de la sección B.2.1. de la RAS, 2000 y basado en el nivel de complejidad del Sistema de alcantarillado sanitario. (NCS)

Tabla 6.
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. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2000)

6.2.4 El Método Aritmético

Este método, fue el que se empleó para el diseño del sistema de alcantarillado de la vereda, en donde tenemos los siguientes resultados.

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 1. Ecuación para calcular la población proyectada Norma RAS 2000.

Donde, Pf es la población (hab) correspondiente al año para el que se quiere proyectar la población, Puc es la población (hab) correspondiente al último año censado con información, Pci es la población (hab) correspondiente al censo inicial con información, Tuc es el año correspondiente al último año censado con información, Tci es el año correspondiente al censo inicial con información y Tf es el año al cual se quiere proyectar la información.

Tabla 7. Proyección poblacional Vereda Potreritos

Datos de entrada calculados para la proyección poblacional método aritmético Vereda Potreritos						
Pf	Puc	Puc	Pci	Tf	Tuc	Poblacion (2048)
	430	430	90			
		Tuc	Tci			
		2023	2009			

Fuente Propia.

6.2.5 Población actual de estudio

Se utilizó información del último censo realizado por el departamento nacional de estadísticas, lo que permitió obtener datos de los hogares que actualmente viven en todo el pueblo, para obtener las cifras reales de la población mencionada e incluir esta información en las previsiones realizadas.

Anexo 1. Base de datos población DANE.

6.2.6 Topografía de la zona de estudio

Se realizó el levantamiento topográfico de la vereda potreritos, ya que, en la actualidad, el municipio de Bello, no cuenta con un sistema de ALCANTARILLADO SANITARIO que permita la integración general del municipio con el 100 % de las veredas existentes dentro de su cobertura territorial, teniendo en cuenta esta información, el paso siguiente fue realizar el levantamiento propio de la zona en campo:



Ilustración 7.
Levantamiento topográfico.

Fuente Propia.



Ilustración 6.
Levantamiento topográfico.

Fuente Propia.



Ilustración 8. Levantamiento Topográfico.

Fuente Propia.

El proyecto está compuesto por 6 tramos y 6 cámaras de inspección en donde se busca conducir las aguas residuales de la vereda, desde la Carrera 67D con calle 84B, hasta la salida de la descarga del tanque de Yulimar acueducto ubicado en la carrera 67d # 83B – 113.

6.3 Demanda del sistema de alcantarillado sanitario, requerido para la construcción del sistema, en la vereda potrerito ubicada en el municipio de bello Antioquia.

Para determinar la demanda de un sistema de alcantarillado sanitario, se requiere desarrollar los estudios necesarios identificando los factores que inciden de manera directa en la formulación de la dotación neta, entre los cuales tenemos los siguientes; la población, el uso del suelo, las características socioeconómicas de los residentes, características topográficas de la zona de estudio y las condiciones ambientales existentes.

La 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, artículo 1 “Modificar el artículo 69 de la Resolución 1096 de 2000, el cual quedará así:”

Tabla 9. Nivel de complejidad del sistema

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

Fuente. Norma (RAS 2000).

La resolución 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.

Datos de entrada calculados para la proyección poblacional método aritmético Vereda Potreritos						
Pf	Puc	Puc	Pci	Tf	Tuc	Poblacion (2048)
		430	90			
	430	Tuc	Tci	2048	2023	1037
		2023	2009			

Ilustración 9. Población proyectada vereda potreritos 2048.

Fuente propia.

Anexo 2. Memoria de diseño, estimación de la población.

El período de proyección previsto para el proyecto es de 25 años, a partir del 2023, año de la planificación del proyecto. Las proyecciones de población se basan en una metodología estimada por el DANE, utilizando la metodología descrita en RAS 2000 en su numeral B.2.1. En la siguiente figura, para el nivel de complejidad del sistema previsto (NCS). Como el rendimiento neto máximo de 120 l/habitante*día y el corregimiento de Potreritos por encima de los 2000 msnm.

6.3.1 Caudal de agua residual doméstico (qd):

Identificar el caudal de las aguas residuales, es fundamental al momento de realizar un diseño de cualquier sistema de alcantarillado, puesto que este nos garantiza establecer los valores mínimos y máximos requeridos para el funcionamiento del sistema a lo largo del día. Es el aporte del volumen total de las aguas residuales domestica aportadas a la recolección y evacuación de la infraestructura, el cual es calculado por medio de la siguiente ecuación establecida en la resolución 0330 del 2017 "Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009". (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017)

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

Ecuación 3. Cálculo de caudales, (Resolución 0330 2017)

Convenciones:

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 la vereda **potreritos** (Municipio de Bello) de **120L/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.

Tabla 10. Caudal domestico vereda potreritos Bello Antioquia.

POBLACION			DOTACION	CAUDAL DOMESTICO
PROPIA	OTRAS	ACUM.		
[hab]	[hab]	[hab]	[L/hab-día]	[L/s]
13,9	13,9	27,7	120,00	0,03
14,3	28,1	42,4	120,00	0,05
30,9	42,4	73,4	120,00	0,09
8,6	73,4	81,9	120,00	0,10
9,3	81,9	91,2	120,00	0,11
	91,2	91,2	120,00	0,11

Fuente propia.

Anexo 3. Memoria de diseño del sistema.

6.3.2 Caudal medio diario de aguas residuales (QMD)

Es importante determinar el caudal medio diario para el desarrollo del proyecto, puesto que este nos ayuda a identificar los promedios de los consumos diarios la red, para poder definir la capacidad requerida de cada uno de los colectores del sistema.

El caudal medio diario de aguas residuales (QMD) es la suma de los aportes de volumen domésticos, industriales, comerciales e institucionales para un colector, el cual es determinado de la siguiente manera, según lo establecido en la resolución 0330 del 2017 “Por la cual se adopta el Reglamento

Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009”. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017)

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

Ecuación 5. Cálculo de caudales Norma RAS 2000

Tabla 12. Caudal medio diario de aguas residuales vereda potreritos.

CAUDAL DOMESTICO	CAUDAL MEDIO DIARIO
[L/s]	[L/s]
0,03	0,03
0,05	0,05
0,09	0,09
0,10	0,10
0,11	0,11
0,11	0,11

Fuente. Propia.

Nota: Para la vereda potreritos, no se han contemplado conexiones industriales, comerciales e institucionales, por lo tanto, el caudal medio diario será igual al doméstico.

6.3.3 Caudal de Infiltración (QINF)

Es inevitable la infiltración aguas, a la red de alcantarillado sanitario, principalmente aguas subterráneas, a través de grietas en los colectores, conexiones mal hechas, conexiones de colectores de agua con trampillas y otras estructuras donde aún no son completamente impermeables.

Tabla 14.

Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección de aguas residuales

Nivel de complejidad del sistema	Infiltración alta (L / sha)	Infiltración media (L / sha)	Infiltración baja (L / sha)
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

Tabla 15. Caudal de infiltración vereda potreritos

AREA TRIBUTARIA AGUAS RESIDUALES			AREA TRIBUTARIA AGUAS LLUVIAS			CAUDAL INFILTRACION
PROPIA	OTRAS	TOTAL	PROPIA	OTRAS	TOTAL	
[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[L/s]
0,033	0,032	0,065	0,036	0,047	0,082	0,01
0,0497476	0,065	0,099	0,057	0,082	0,140	0,01
0,072	0,099	0,171	0,091	0,140	0,231	0,02
0,020	0,171	0,191	0,022	0,231	0,253	0,02
0,022	0,191	0,212	0,024	0,253	0,277	0,02
	0,212	0,212	0,011	0,277	0,288	0,02

Fuente: Propia

6.3.4 Factor de mayoración (F)

Se necesitan factores adicionales para estimar el caudal máximo por hora, teniendo en cuenta el caudal medio diario, que varía con el consumo de agua en el área de estudio. El resultado del factor, se reduce en cuanto los residentes de la población aumenten, el consumo del agua es diferente y la red de colectores puede contribuir cada vez más a atenuar los flujos. Los cambios del factor de mayoración, deben ser estimados a partir de mediciones según lo establecido en la Resolución 0330 de 2017, “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el saneamiento y agua potable” (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017)

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

$$F = \frac{5}{P^{0,2}} \quad \text{Babbit}$$

$$F = \frac{3,5}{P^{0,1}} \quad \text{Flores}$$

Ecuación 7. Calculo factores de mayor ración Resolución 0330 2017.

6.3.5 Caudal máximo horario (QMH)

El caudal máximo horario es la base para definir el caudal previsto de una red de tránsito y evacuación de aguas residuales. El caudal horario máximo diario se determina a partir del caudal medio diario utilizando un factor de mayoración, el cual está determinado teniendo en cuenta la siguiente ecuación.

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

Ecuación 8. Cálculo de caudales Norma RAS 2000.

Tabla 17. Caudales de mayoración y caudales máximo horario por tramos vereda potreritos.

TRAMO	FACTOR MAYORACION	CAUDAL MAXIMO HORARIO
	[adim]	[L/s]
1	4,00	0,13
2	4,00	0,20
3	4,00	0,35
4	4,00	0,39
5	4,00	0,43
6	4,00	0,43

Fuente propia.

6.3.6 Caudal de diseño

El caudal de diseño de cada uno de los tramos de los colectores, se determina sumando el caudal máximo horario del día (QMH), los aportes por infiltraciones y conexiones erradas. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2000)

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

Ecuación 10. Cálculo caudal de diseño Norma RAS 2000

Tabla 19. Caudal de diseño de la vereda potreritos ubicada en bello Antioquia.

CAUDAL INFILT	CAUDAL MAXIMO HORARIO	CAUDAL AGUA RESIDUAL
[L/s]	[L/s]	[L/s]
0,01	0,13	1,50
0,01	0,20	1,50
0,02	0,35	1,50
0,02	0,39	1,50
0,02	0,43	1,50
0,02	0,43	1,50

Fuente propia.

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 sea inferior a 1,5L/s, se debe adoptar este valor como caudal de diseño. Además de los datos anteriores, los cuales corresponden a los valores finales esperados, también se debe establecer los valores iniciales para cada uno de los tramos, esto con la finalidad el comportamiento hidráulico y la operación durante la fase de mantenimiento inicial como se especifica la norma (Ras, 2000) en su numeral D.3.2.7.

6.3.7 Velocidad mínima

Si el agua residual fluye a baja velocidad durante un período prolongado de tiempo, los sólidos transportados se depositarán en el colector. Por lo tanto, se debe proporcionar periódicamente una velocidad suficiente para eliminar los sólidos sedimentados durante los períodos de flujo bajo. Para lograr esto, se definió una velocidad mínima como criterio de diseño. La velocidad mínima práctica permitida en el colector es de 0,45 m/s. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017)

6.3.8 Velocidad máxima

La tasa máxima permitida para la velocidad en promedio de un desagüe que trabaja por gravedad, depende del material en función de su fragilidad al deterioro. Los valores adoptados deben estar plenamente justificados en función de las propiedades del material, las propiedades abrasivas de las aguas residuales, la turbulencia del flujo y el empotramiento del colector. Se deben tomar las medidas necesarias para conectar el colector. Generalmente, es recomendable que la máxima velocidad no rebase los 5 m/s. Un valor mayor debe estar justificado para que el proveedor del servicio lo acepte. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017)

Tabla 21.
Velocidad por tramos de aguas residuales, diseño vereda Potreritos.

TRAMO	VELOCIDAD REAL	
	A.R.	A.COMB.
	[m/s]	[m/s]
1	1,51	3,16
2	1,30	3,11
3	1,15	3,18
4	0,84	2,37
5	1,20	3,47
6	0,90	2,65

Fuente propia.

6.3.9 Pendiente mínima

La pendiente mínima, nos determina la altura desde el fonde de la tubería para garantizar que el colector, tenga las condiciones de auto limpieza y de control de gases adecuadas de acuerdo con los criterios del literal D.3.2.7. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017)

6.3.10 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. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017)

6.4 Diseño

A continuación, se presentan los cálculos realizados para el diseño del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales de la vereda de Potreritos de Bello Antioquia, en donde se evidencia los parámetros de diseño para la posterior puesta en marcha del proyecto.

6.4.1 Contenido de las tablas.

COLUMNA	CONTENIDO
A	TRAMO
B	ARRANQUE
C,D	TRAMO
E,F,G	AREA TRIBUTARIA AGUAS RESIDUALES
H,I,J	AREA TRIBUTARIA AGUAS LLUVIAS
K	DENSIDAD POBLACIONAL
L,M,N	POBLACION
O	DOTACION
P	CAUDAL DOMESTICO
Y	CAUDAL MEDIO DIARIO
Z	CAUDAL INFILTRACION
AB	FACTOR DE MAYORACION
AC	CAUDAL MAXIMO HORARIO
AD	CAUDAL AGUA RESIDUAL
AE	"CAUDAL AGUA RESIDUAL neto"
AF	COEFIC. IMPERM.

COLUMNA	CONTENIDO
AG	PEND. AREA TRIBUT.
AH	COEFIC ESCOR.
AI	INT. LLUV
AJ	TIEMPO ENTRADA
AK	TIEMPO TRANS. SUPUEST.
AL	TIEMP CONC.
AM	VEL. REAL SUP.
AN	TIEMP. TRANSITO REAL
AO	REL "E"
AK	CAUDAL LLUVIAS
AR	CAUDAL DISEÑO COMBINADO
AS	LONGITUD
AV,AW	PROFUNDIDAD MINIMA CLAVE
BA,BB	COTA TERRENO
BC,BD	COTA BATEA
BE	PEND. TER.
BF	PEND. TUB.
BG	VEL. TUBO LLENO

Fuente propia.

COLUMNA	CONTENIDO
BH	CAUDAL TUBO LLENO
BL,BK	q/Q
BL,BN	V_r/V
BO,BQ	VELOCIDAD REAL
BR,BT	h/D
BU, BW	ALTURA LAMINA DE AGUA h
BX,BZ	ANGULO
CA,CC	Rh/D
CD,CF	RADIO HIDRAULICO
CG,CI	L/D
CJ,CL	PROFUNDIDAD HIDRAULICA L
CM,CO	NUMERO DE FROUDE
CP,CR	TIPO DE FLUJO
CS,CU	FUERZA TRACTIVA (FT)
CV,CW,CX	CHEQUEO HIDRAULICO
DF	PENDIENTE DEL PUNTO MAS ALEJADO
DM	LONGITUD REAL DE TUBERIA (m)
DN	DIAMETRO CAMARA INICIAL (m)
DO	DIAMETRO CAMARA FINAL (m)

Fuente. Propia.

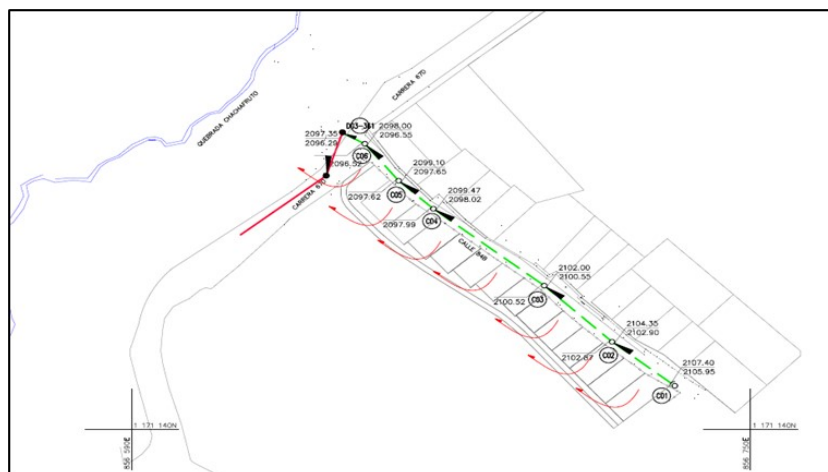
6.5 Modelación

Con la hoja de cálculos finalizada, se usa como datos de entrada para la modelación del diseño con el programa AutoCAD. Este nos dará a conocer las condiciones reales del funcionamiento de la red cuando se encuentre en operación.

Anexo 4. Diseño del sistema de alcantarillado.

6.5.1 Datos arrojados luego de la modelación

Ilustración 11.
Tramos y cámara de inspección.

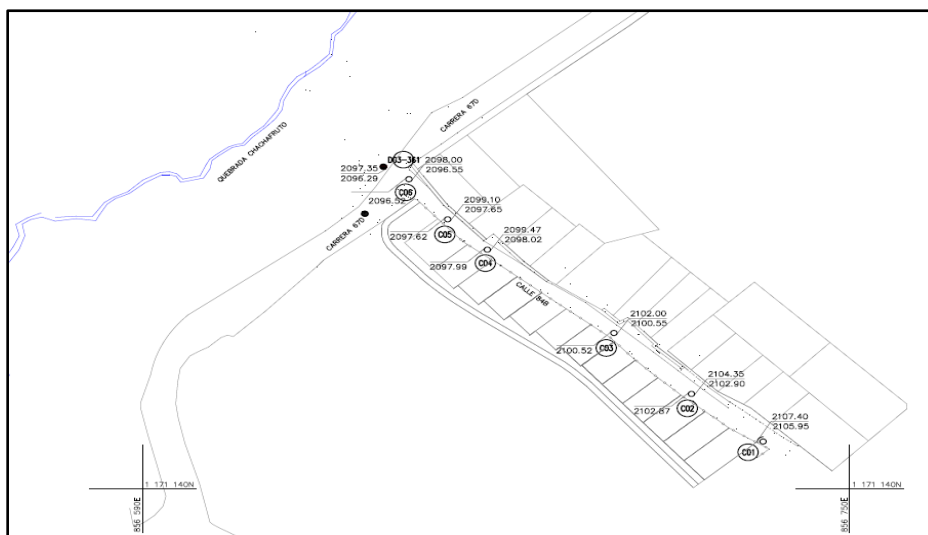


Fuente propia.

El proyecto está compuesto por 6 tramos y 6 cámaras de inspección en donde se busca conducir las aguas residuales de la vereda, desde la Carrera 67D con calle 84B, hasta la salida de la descarga del tanque de Yulimar acueducto ubicado en la carrera 67d # 83B – 113.

Al diseñar una red de alcantarillado, la primera consideración es determinar la dirección del flujo de aguas residuales o agua mezcladas. Con la ayuda de levantamientos topográficos e información sobre la ubicación de las instituciones receptoras, se puede determinar la dirección del flujo en el sector. Topografía del terreno, restricciones en las intersecciones con otras redes de servicios públicos o estructuras existentes.

Ilustración 12.
Identificadores de los tramos y cámaras que componen la red de alcantarillado.



Fuente. Propia.

A partir del levantamiento topográfico del alineamiento de la red pueden definirse las cotas de tapa de las cámaras de inspección. Para el caso de estudio algunas de estas cotas se muestran en la siguiente imagen.

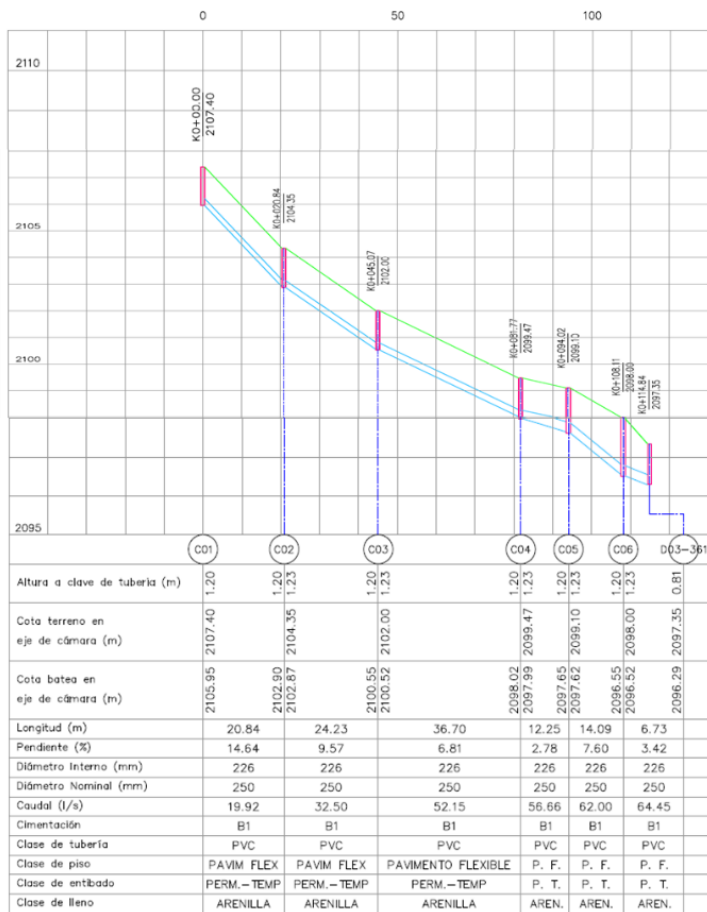


Ilustración 13. Cotas cámaras de inspección.

Fuente. Propia.

CAPÍTULO V

7 Conclusiones.

Se ejecuto un estudio sobre el área de influencia donde se pretende realizar el diseño del sistema de alcantarillado, para esta actividad en la vereda potreritos del municipio de Bello Antioquia, se logran evidenciar diferentes particularidades; Dicha vereda, se encuentra localizada en el nor-occidente del municipio, con una superficie de más de 8 km², lo que corresponde al 5,37% del territorio del municipio, con una población total de 430 residentes, es decir un 100% rural, localidad que se encuentra a 2000 m.s.n.m. y debido a la gran altura se puede observar gran vegetación húmeda, terreno inestable, terreno irregular, movimiento en masa, especialmente en época de lluvias, no cuenta con un sistema propio para el tratamiento y control de los desechos producidos por la comunidad.

Se determinaron las características requeridas para el diseño del sistema de alcantarillado sanitarios de la vereda potreritos, en donde se fundamentó en determinar el nivel de complejidad del sistema, clasificándose como medio según los criterios de la resolución 0330 del 2027, en donde se determinan los criterios de proyección basados en las características del terreno, la población residente en la actualidad y las proyecciones realizadas durante los próximos 25 años.

Se determina la demanda del sistema de alcantarillado sanitario de la vereda potreritos, fundamentada en los datos anteriormente establecidos, con base en el nivel de complejidad del sistema, que de acuerdo a las características fue clasificado como de nivel medio, esto nos direcciona a que la proyección del periodo de diseño sea definido por 25 años con dotación neta de **120 L/hab*día**, en cumplimiento a las resolución 03030 de 2017 “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009.”. Una vez se estimaron los valores de ingreso se realizó la proyección de la población futura de la vereda con un promedio de **1037** habitantes.

7.1 Recomendaciones.

Se recomienda realizar actualización del POT (Plan de ordenamiento territorial) del municipio de Bello Antioquia, en donde se pueda desarrollar un plan maestro de acueducto y alcantarillado sanitario, en donde incluyan los nuevos asentamientos de ciudadanos como la vereda potreritos, estos ayudaría cual ayudaría a tener un sistema consecuente y eficaz para las necesidades de saneamiento básico actuales y futuras, llevando todos los vertimientos generados a la planta de tratamiento de aguas residuales de aguas claras.

8 Referencias

Acción contra el hambre (s.f). (s.f.). *Acción contra el hambre*. Obtenido de Acción contra el hambre:

<https://www.accioncontraelhambre.org/es/derecho-agua>

Ambiente, M. d. (2004). *Resolucion 1443*.

Asir-Saba. (6 de Febrero de 2019). La realidad del acceso al agua en zona rurales de Colombia.

Ayala, R. A. (2022). *construcción de modelo hidráulico de una cuenca sanitaria del valle de aburra*.

Medellin.

Congreso de Colombia. (1979). *LEY 9 1979*. BOGOTA.

Congreso de colombia. (1994). *LEY 142 DE 1994*. Bogota.

Congreso de colombia. (1995). *Decreto 1429* . Bogota.

Congreso de colombia. (1993). *Ley 99 De 1993*. Bogota.

Congreso de la republica. (2001). *Ley 689* . Bogota.

DANE. (2018). *CENSO NACIONAL AGROPECUARIO*. Obtenido de DANE:

<https://www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/avanceCNA/PPT8-Boletin8.pdf>

Data Republica. (16 de Diciembre de 2020). Análisis del Contexto Territorial de la Calidad de Agua en

Colombia. (J. Gallgo , Ed.) Bogota.

Diaz, A. A. (2020). *Saneamiento básico por el déficit de agua potable y alcantarillado en la población rural: una revisión sistemática entre el 2009-2019*. Lima - Peru.

EPM. (2017). *Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado*. Medellin .

Findeter. (Septiembre de 2021). Estudio del sector agua potable y saneamiento basico colombiano.

Estudio del sector agua potable y saneamiento basico colombiano.

Incontec. (1996). *NTC 30*. Bogota.

Incontec. (1999). *NTC 44*. Bogota.

Incontec. (2006). *NTC 369*. Bogota.

Incontec. (2008). *NTC 1022*. Bogota.

Incontec. (2008). *NTC 1087*. Bogota.

Incontec. (2021). *NTC 401*. Bogota.

Incotec. (2018). *NTC 5055*. Bogota.

LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. (2001). *Resolucion 151*.

Bogota.

LÓPEZ. (2017). *Consideraciones sobre el sector de agua potable y*. Bogota. Obtenido de

https://scholar.google.es/scholar?cluster=5050203266536237728&hl=es&as_sdt=0,5

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2000). *Resolucion 1096 - 2000*. Bogota.

Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. (2017). *Resolucion 0330 207*. Bogota, Bogota, Colombia.

Obtenido de <https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0330-2017-0>

Orozco. (12 de Noviembre de 2019). *Agua limpia y saneamiento*.

Orozco, T. (2019). *Agua Limpia Y Saneamiento*.

ORTIZ, T. (2011). *CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS SUBURBANOS EN EL MUNICIPIO DE BELLO*. Bello.

Republica de Colombia. (23 de Noviembre de 2016). Decreto 1898. Bogotá.

republica, P. d. (1995). *Decreto 1429*. Bogota. Obtenido de

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=3368>

Republica, P. d. (2002). *Decreto 229*.

Republica, P. d. (2013). *Decreto 3050*.

Ruiz, A. C. (2018). *Diseño optimizado de tuberías en serie en sistemas de alcantarillado*. BOGOTA.

Ruiz, J., & Lumba, P. (2018). Modelamiento hidráulico de sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales domésticas del centro poblado Samne.

Santa, G. E. (2018). *Evaluación de la calidad del agua y su relación con la nutrición y la salud*. Medellin.

SATOQUE, P. D. (2015). *DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA VEREDA ALTAMAR EN EL MUNICIPIO DE LA CALERA CUNDINAMARCA*. BOGOTA.

SFA España. (4 de Diciembre de 2018). Obtenido de <https://www.sfa.es/blog/que-son-las-estaciones-de-bombeo-n26>

Tavera, O. E. (2018). *DIAGNÓSTICO FUNCIONAL AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO*. BOGOTA.

Vélez, K. Y. (2018). *Pre-diseño de la red de alcantarillado sanitario del condominio recreacional parcelación San Carlos en el municipio de Villavicencio*. Villavicencio. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/13685?show=full>

Anexos