



**Alternativas de Diseño Preliminar para la Red de Agua Potable en la Vereda los Gómez en
el Sector Barrio Nuevo, en el Municipio de Itagüí**

Angie Paola Díaz Correa

Informe de práctica presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniera Civil

Tutor

Yenni Mariana Ramírez Mazo, Ingeniera Civil - Ingeniera Sanitaria

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil
Medellín, Antioquia, Colombia
2021

Cita	(Díaz Correa, 2021)
Referencia	Díaz Correa. A. (2021). <i>Alternativas de Diseño Preliminar para la Red de Agua Potable en la Vereda los Gómez en el Sector Barrio Nuevo, en el Municipio de Itagüí</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Biblioteca Carlos Gaviria Díaz

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Diana Catalina Rodríguez L.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Contenido

1. Resumen	4
2. Introducción	6
3. Objetivos	9
4. Marco Teórico	9
5. Metodología	17
6. Resultados y análisis	22
7. Conclusiones	35
8. Referencias Bibliográficas	36

Lista de Tablas

Tabla 1. Distancias mínimas de la red de acueducto a otras redes de servicios públicos.	15
Tabla 2. Diámetros tubería PEAD PE100 estandarizados para uso en EPM.	16
Tabla 3. Parámetros de diseño.....	30

1. Resumen

En la vereda Los Gómez del municipio de Itagüí, el sector conocido como Barrio Nuevo, no cuenta con un servicio óptimo en lo relacionado a saneamiento básico, específicamente en el acueducto. En la actualidad, dicha comunidad se abastece de agua a través de un acueducto veredal, que capta el recurso desde la quebrada La Pedregala; en época de caudales bajos se presta el servicio en forma discontinua y de acuerdo con lo manifestado por la comunidad, el agua que entrega el acueducto en ocasiones no es apta para consumo.

Como solución a la problemática presentada, se plantea realizar un diseño de redes de acueducto acorde con las normas vigentes, que permita llevar a este sector un servicio de calidad y oportunidad en el suministro de agua potable.

Para iniciar el diseño de la red de acueducto para el sector barrio Nuevo, se requirió realizar una serie de actividades preliminares, entre las que se destacan el diagnóstico de la situación, determinación de la población afectada, cuantificación de la demanda, conocimiento de la infraestructura existente y definición de alcance de la intervención. Luego de realizar el estudio demográfico para la caracterización de la población, el diagnóstico del sistema de acueducto veredal y de analizar la ampliación de la zona de cobertura para el servicio de acueducto proyectada por Empresas Públicas de Medellín -EPM-, se encontró la posibilidad de que el sector Barrio Nuevo sea conectado a las redes operadas por EPM, desde el circuito Manzanillo.

El presente proyecto aborda la evaluación de alternativas de diseño de la red de distribución de agua potable a partir de actividades preliminares, diagnósticos, análisis, estudios, investigación, entre otros. Para presentar un planteamiento del diseño de la red de distribución de agua potable para el sector Barrio Nuevo cumpliendo con los parámetros de diseño estipulados por EPM en su norma de diseño,

La posibilidad de solucionar la problemática presentada está condicionada al cumplimiento de ciertos requerimientos técnicos y normativos por parte de EPM, y que DISECONSTRUIR S.A.S

debe cumplir con el fin de que la entidad prestadora de servicios públicos acepte los diseños para su posterior ejecución.

Palabras Clave:

Acueducto, red de distribución, Normas EPM, Barrio Nuevo Itagüí.

2. Introducción

El municipio de Itagüí se encuentra localizado en el sur del Valle de Aburrá, en el departamento de Antioquia. Está conformado por la cabecera municipal, constituida por 64 barrios organizados en 6 comunas, y el corregimiento de Manzanillo, el cual está conformado por 8 veredas. Su extensión total es de 17 km² (Municipio de Itagüí, 2019).

La vereda Los Gómez, específicamente el sector conocido como Barrio Nuevo, tiene un área de prestación del servicio de acueducto veredal de 29.810 m², con 84 suscriptores (Consortio La Maria & Federico García Arbeláez, 2020). Este sector no cuenta con un servicio óptimo en el tema de saneamiento básico, dispone de un servicio de abasto de agua que no cumple con lo establecido en el marco normativo vigente, en cuanto a cantidad, continuidad y calidad del recurso que se entrega a la comunidad.

Como solución a esta problemática, se ha planteado realizar un diseño de redes que permita llevar a este sector un servicio de calidad y oportunidad en el suministro de agua potable. Para esto se planea realizar el diagnóstico; evaluación y selección de alternativas; y desarrollo de los diseños definitivos; lo cual se divide en las fases de diseño conceptual, preliminar y detallado. Este proceso ha sido asumido por DISECONSTRUIR S.A.S quien presenta una trayectoria de 12 años en procesos de diseño, construcción e interventoría. Una de las funciones con mayor experiencia desarrolladas por la empresa, se deriva de los estudios y diseños de acueducto y alcantarillado desarrolladas para EPM.

Para el mes de septiembre de 2020, el Municipio de Itagüí, realizó un proceso de licitación pública para el desarrollo de una consultoría que se encargara del “Desarrollo de los componentes institucional y rural, administrativo, comercial, financiero, social y ambiental, operativo y técnico de los sistemas de acueducto, con el fin de garantizar la continuidad y legalización del servicio en los sectores de La María, Los Zuleta, Los Yepes y Barrio Nuevo en el Municipio de Itagüí (Consortio La Maria & Federico García Arbeláez, 2020). Debido a su experiencia y dado que la

empresa DISECONSTRUIR S.A.S cumplía con todos los requisitos exigidos en los pliegos del proyecto, el contrato le fue adjudicado, en calidad de consultor.

De acuerdo con la necesidad presentada, luego de realizar el diagnóstico del sistema de acueducto veredal existente, y analizar la posibilidad de ampliación de la zona de cobertura para el servicio de acueducto por parte de EPM; se tiene como conclusión que es factible que el sector Barrio Nuevo se conecte a las redes operadas por EPM, desde el circuito Manzanillo (Figura 1), solucionando así los problemas que presenta la comunidad en cuanto a abasto de agua potable.

DISECONSTRUIR S.A.S es la empresa encargada de presentar el diseño de acueducto, el cual debe cumplir con todos los requisitos técnicos y normativos exigidos por parte de EPM, proporcionando una solución óptima a la necesidad que se presenta en el sector, con el fin de que la entidad prestadora de servicios públicos acepte el diseño para su posterior ejecución.



Figura 1. Proyecto de Acueducto.

Fuente: Municipio de Itagüí. (EPM, 2020)

En primer lugar, como un requerimiento técnico importante, para lograr la ampliación de la zona de cobertura de acueducto de EPM, y la futura prestación del servicio para el sector Barrio Nuevo, es necesario que la tubería de conducción de 150mm de diámetro, que transporta agua potable desde el tanque de almacenamiento del circuito Manzanillo hacia el tanque de almacenamiento del

circuito Ajizal (Figura 1), pase a ser red de distribución. Como parte que favorecería el proceso, actualmente, EPM está adelantando la construcción de una red de impulsión, para abastecer el tanque del circuito Ajizal desde el circuito Itagüí (Figura 1), lo que permitiría la conexión del sector Barrio Nuevo de las redes de EPM.

En segundo lugar, se requiere el diseño y construcción de una nueva red de acueducto, debido a que la actual no cumple con el diámetro mínimo establecido en la Resolución 0330 de 2017 (RAS 2017) para sistemas de acueducto urbanos. Sumado a lo anterior, para que EPM preste el servicio de acueducto en el sector, es necesario que se tenga solucionado el vertimiento de aguas servidas. Barrio Nuevo cuenta con una red de alcantarillado para la recolección y transporte de aguas residuales construida por la comunidad; sin embargo, dicha red debe ser sometida a verificación hidráulica para conocer su funcionamiento, y determinar si cumple con los parámetros establecidos por EPM para que sea recibida y operada por ellos. En caso que la red de alcantarillado existente no cumpla con lo establecido por la empresa prestadora de servicio, se deberán realizar las modificaciones que se requieran.

Entendiendo todo este contexto como una necesidad que requiere una solución de gran alcance, orientada hacia los diseños definitivos (fase de diseño detallado), se pretende desde este proyecto de práctica empresarial, aportar en el planteamiento y selección de alternativas previas a tales diseños, de forma que sirvan como base para la toma de decisiones en la evaluación de diseños preliminares.

3. Objetivos

Objetivo General

Proponer alternativas de diseño preliminar para una solución de acueducto para la vereda Los Gómez en el sector Barrio Nuevo del Municipio de Itagüí, Antioquia.

Objetivos específicos

- Reconocer la necesidad de saneamiento básico que tiene el sector Barrio Nuevo desde el análisis de diseño conceptual.
- Identificar la normativa vigente asociada al diseño de acueducto y soluciones de saneamiento aplicables al caso.
- Analizar los conceptos técnicos necesarios para la evaluación de alternativas preliminares.
- Presentar alternativas e información útil en la toma de decisiones para la futura etapa de diseño detallado.
- Identificar los procesos constructivos y requerimientos conceptuales para llevar el proyecto de diseño a cabo.
- Recopilar recomendaciones técnicas para la evaluación de viabilidad de las alternativas presentadas.

4. Marco Teórico

El proyecto se concentra en el sector Barrio Nuevo en la Vereda los Gómez, zona rural del municipio de Itagüí, el cual está situado al sur de la ciudad de Medellín, en el Valle de Aburrá, una de las nueve regiones en las que se divide cultural y geográficamente el Departamento de Antioquia. Colinda con Medellín, Envigado, Sabaneta y La Estrella (Alcaldía de Itagüí, s. f.).

El sistema de acueducto rural cubre la zona sur más alta de la vereda Los Gómez, ubicada en gran porcentaje dentro de la zona de protección, parque de borde. Considerando que otro porcentaje de la zona se encuentra dentro del área de explotación minera de arcillas (Consorcio La Maria & Federico García Arbeláez, 2020).

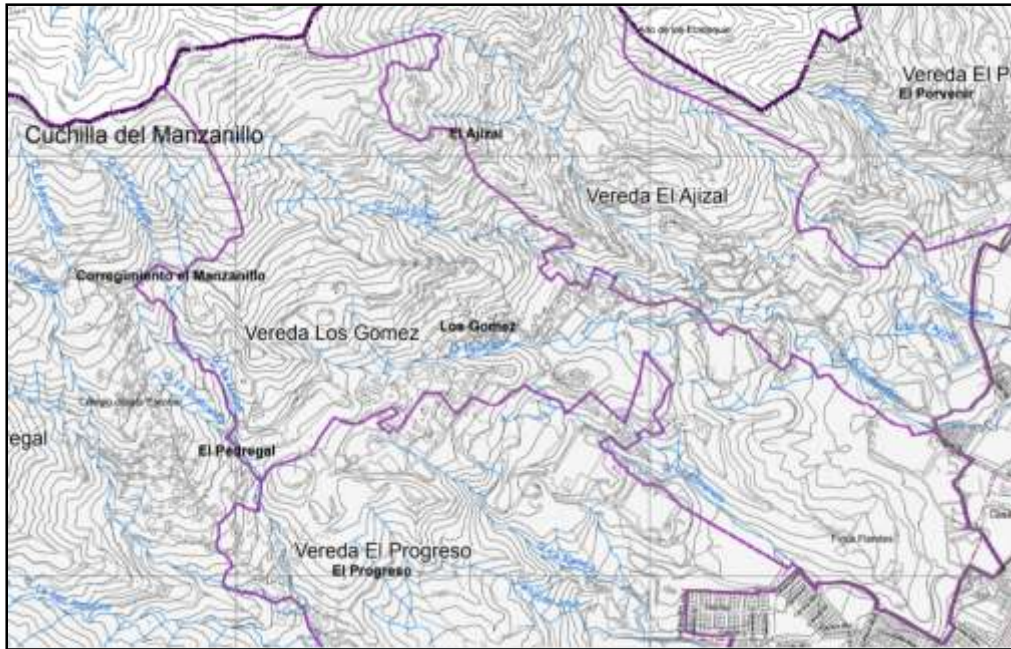


Figura 2. Vereda Los Gómez, Municipio de Itagüí.

Fuente: Dirección Administrativa de Planeación, 2007.

Con la ejecución del proyecto en el sector Barrio Nuevo, se pretende el cubrimiento total por parte del acueducto de EPM, el cual al día de hoy presta hasta la cota 1740 msnm; Barrio nuevo se localiza entre las cotas 1740 msnm y 1800 msnm, por lo que actualmente está por fuera de la zona de cobertura. De acuerdo con análisis realizados con relación a las presiones del circuito Manzanillo, una vez la tubería que conecta los tanques Manzanillo y Ajizal pase a ser red de distribución, es posible ampliar la zona de cobertura hasta la cota 1826 msnm, lo cual permite la prestación del servicio de acueducto para el sector Barrio Nuevo desde las redes de EPM.

En propósito de desarrollar el presente proyecto de diseño de redes de acueducto para el sector Barrio Nuevo, se deben tener en cuenta los criterios básicos, los requisitos mínimos, los valores específicos y límites, las metodologías y las tecnologías, los cuales deben hacer referencia a las “Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de EPM” realizada por Empresas Públicas de Medellín E.S.P. y la Universidad de los Andes, a través del Centro de Investigaciones en Acueductos y Alcantarillados – CIACUA – del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental (EPM & Universidad de los Andes, 2013). Toda acción relacionada con el diseño de sistemas de acueducto para EPM, debe seguir un procedimiento general, que se divide en fase de planeación

de los proyectos, fase de diseño preliminar y fase de diseño definitivo (EPM & Universidad de los Andes, 2013).

El diseño de la alternativa seleccionada de cualquier componente de un sistema de acueducto debe cumplir con los requisitos que la norma establece para las tuberías, como caudal de diseño, pérdidas de agua, calidad de agua, deflexión, materiales, presiones, diámetros, velocidades, pendientes, profundidad de instalación, entre otras.

Sistemas de Acueducto

Para el Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2011, en el título A, se entiende por Sistema de Acueducto, el conjunto de instalaciones que conducen el agua desde su captación en la fuente de abastecimiento hasta la acometida domiciliaria en el punto de empate con la instalación interna del predio a servir y comprende los siguientes componentes: las fuentes de abastecimiento, las captaciones de agua, las aducciones y conducciones, las redes de distribución, las estaciones de bombeo y los tanques de compensación.

Definiciones según Norma de Diseño de Sistemas de Acueducto de EPM

- **Acometida:** Derivación de la red local de acueducto que llega hasta el registro de corte en el inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.
- **Aducción:** Componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión.
- **Captación:** Conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento.
- **Conducción:** Componente a través del cual se transporta agua potable, ya sea a flujo libre o a presión.
- **Desarenador:** Cámara destinada a la remoción de las arenas y sólidos que están en suspensión en el agua, mediante un proceso de sedimentación.
- **Estación de bombeo:** Componente destinado a aumentar la presión del agua con el objeto de transportarla a estructuras más elevadas.
- **Fuente de abastecimiento de agua:** Depósito o curso de agua superficial o subterráneo, natural o artificial, utilizado en un sistema de suministro de agua.

- **Red de distribución o Red Pública:** Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo.
- **Tanque de almacenamiento:** Depósito destinado a mantener agua para su uso posterior.
- **Tanque de compensación:** Depósito de agua en un sistema de acueducto, cuya función es compensar las variaciones en el consumo a lo largo del día mediante almacenamiento en horas de bajo consumo y descarga en horas de consumo elevado.

Fases de diseño

La fase de planeación del proyecto comprende la definición del tamaño del sistema, conocimiento del marco institucional, acciones legales, aspectos ambientales, ubicación dentro de los POT previstos, evaluación socioeconómica y definición del alcance del proyecto.

La fase de diseño preliminar está compuesta por estudios previos; generación de alternativas y optimización, diseños y requerimientos técnicos.

- Los estudios previos deben dar cuenta de las condiciones físicas, económicas y sociales de la localidad o municipio, deben definirse los criterios técnicos y económicos que permitan comparar todas las alternativas posibles para la conducción a partir de los datos de campo, de los datos geológicos y de los datos de consumo de la población que será abastecida por el proyecto objeto del diseño. En estos estudios se debe incluir, entre otras, las siguientes actividades: diagnóstico de la infraestructura existente, estudio de demanda, distribución espacial de la demanda, aspectos generales de la zona de la red de distribución, estudios topográficos, condiciones geológicas, calidad del agua, estudio de suelos, interferencia con otras redes y aspectos ambientales (EPM & Universidad de los Andes, 2013).
- En la generación de alternativas y optimización teniendo en cuenta los resultados de los estudios previos y la información relevante dada por EPM, el diseñador debe generar diferentes alternativas de diseño para los proyectos de sistemas de acueducto, de tal forma que puedan ser evaluadas dentro de un proceso de optimización financiera que permita escoger aquella de menor costo, la cual debe ser objeto del diseño definitivo (EPM & Universidad de los Andes, 2013).
- Los diseños y requerimientos técnicos comprenden las redes de distribución, que es el conjunto de tuberías destinadas al suministro en ruta de agua potable a las viviendas y demás establecimientos municipales, públicos y privados. Estas redes parten de los tanques de almacenamiento y/o compensación e incluyen además los tubos, nudos, válvulas de control, válvulas reguladoras de presión, ventosas, hidrantes y otros accesorios necesarios para la

correcta operación del sistema y del cual se derivan las acometidas domiciliarias (EPM & Universidad de los Andes, 2013).

Finalmente, en la fase de diseño definitivo se hace elección de una alternativa, ésta se optimiza y se detalla al máximo, para posteriormente proceder a la construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento.

Población, dotación y demanda

Para llevar a cabo el diseño de una nueva red de acueducto según lo establecido en la Norma de Diseño de sistemas de Acueducto de EPM, el diseñador debe calcular los caudales demandados. Para esto debe conocer ya sea los clientes o la población tanto actuales como futuros, proyectados al período de diseño. Dentro de este cálculo es necesario tener consideración de los siguientes aspectos:

- Estimación de población: Para llevar a cabo el cálculo del número de clientes por abastecer, en el período de diseño del sistema de acueducto, se debe tener en cuenta el comportamiento histórico de los suscriptores de la zona en estudio o entorno según Sistema Aguas EPM o de otros sistemas privados o comunales cercanos, el Plan de Desarrollo Municipal, proyectos de oferta y demanda actividad edificadora - Camacol (Viviendas, Comercio), crecimiento suscriptores de energía, EPM (u otro Ente prestador), entre otras.
- Usos del agua: Pueden ser residencial, comercial, industrial, oficial y/o especial.
- Dotación neta: se define como la cantidad mínima de agua para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de conducciones, en el sistema de distribución de agua potable, en los bombes y en los tanques de almacenamiento y/o compensación.
- Pérdidas: se establece que el nivel de pérdidas en las conducciones después de la planta de tratamiento y antes del comienzo de la red de distribución debe ser un porcentaje del caudal medio diario, el cual debe ser inferior al 2%. Y las pérdidas técnicas por fugas en la red de distribución debe ser como máximo el 15%.
- Dotación bruta: La dotación bruta para el diseño de los elementos que conforman el sistema de acueducto de las Empresas Públicas de Medellín debe calcularse de acuerdo con la siguiente ecuación:

•

$$d_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \%p}$$

Ecuación 1

Donde:

d_{bruta} =Dotación bruta

d_{neta} =Dotación neta

$\%p$ =Porcentaje de perdidas

- Demanda de agua: se considera el caudal de consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año, haciendo uso de la curva de variación horaria dada por EPM.

Consideraciones de diseño

Para el diseño de las líneas de conducción debe efectuarse el estudio hidráulico del flujo a través de la tubería de conducción con el fin de determinar las presiones en cada punto de la tubería.

El cálculo hidráulico de la red de distribución de agua potable debe hacerse tanto para las condiciones iniciales o actuales de consumo, como para las condiciones de consumo correspondientes al período de diseño de la red.

Otras consideraciones de diseño son el dimensionamiento estructural de las tuberías, su localización y nivelación, además del análisis de interferencias e instalación, distancias mínimas.

- Dimensionamiento estructural: depende del tipo de material seleccionado y debe realizarse según lo establecido en el Capítulo G.3 “Aspectos estructurales” del Título G del RAS 2000.
- Localización y nivelación: Todas las tuberías de la red de distribución deben colocarse preferiblemente por las vías, siempre que se cumplan con las disposiciones sobre la separación entre las tuberías de la red de distribución de agua potable y las tuberías o ductos de otras redes de servicios públicos (EPM & Universidad de los Andes, 2013).
- Interferencias: se deben localizar los alcantarillados principales y las conexiones domiciliarias que se interceptan con el eje de la tubería de red proyectada, al igual que las redes de otros servicios públicos, así como tomar las medidas necesarias para evitar la descarga de agua en la zanja que se va a construir (EPM & Universidad de los Andes, 2013).
- Instalación: El diseño debe analizar todas las condiciones de instalación de las tuberías de la red de distribución, especificando su protección cuando sea necesario y el tipo de instalación (EPM & Universidad de los Andes, 2013).
- Distancias mínimas a otras redes de servicios públicos:

Tabla 1. Distancias mínimas de la red de acueducto a otras redes de servicios públicos.

Fuente: Norma de Diseño de Sistemas de Acueducto de EPM

Distancia a	Horizontal	Vertical
Red de alcantarillado sanitario	1.5	0.5
Red de alcantarillado de aguas lluvias	1.0	0.5
Redes de alcantarillado combinado	1.5	0.5
Redes de teléfono y de energía eléctrica	1.5	0.5
Redes domiciliarias de gas	1.2	0.5

Material

En la determinación del material de la tubería a usar, para el diseño se proyecta tubería de Polietileno de Alta densidad -PEAD-, se debe tener en cuenta que, para las redes de distribución de acueducto de EPM, se establece el uso de tuberías con presión de trabajo de 16 bar. Para la construcción y mantenimiento de la red de conducciones, las aducciones o para proyectos especiales, se pueden usar diámetros mayores y presiones diferentes con previa aprobación de EPM.

Tabla 2. Diámetros tubería PEAD PE100 estandarizados para uso en EPM.

Fuente: Especificación Técnica ET-AS-ME01-01. (EPM 2018)

DN (Diámetro Exterior)	Diámetro Interior
(mm)	(mm)
90	73.6
125	102.2
180	147.2
250	204.6
315	254.8
355	290.6
400	327.4
450	368.2
500	409.2
560	458.4
630	515.6
710	581.0

5. Metodología

5.1 Definición y localización de cada uno de los componentes del proyecto a diseñar:

Actualmente en la vereda Los Gómez específicamente en el Sector conocido como Barrio Nuevo, en el municipio de Itagüí, sus habitantes no cuentan con un sistema de acueducto adecuado que funcione eficientemente para abastecer sus necesidades básicas de agua potable y la demanda de esta.

El propósito es desarrollar el proyecto de diseño de redes de acueducto para el sector Barrio Nuevo, dando solución a la problemática actual y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.



Figura 3. Zona de Estudio.

Fuente: Tomada y adaptada de Google Earth.

Los componentes que se tuvieron en cuenta para el diseño de la red de distribución fueron la localización del proyecto, la única vía de acceso al sector, la amplitud y las diferencias de altura de los callejones, las redes existentes, la determinación de posibilidades de acceso de materiales, entre otros.

5.2 Reconocimiento de campo e investigación predial inicial:

Se hicieron varios recorridos por la zona de estudio para identificar puntos de interés, magnitud del proyecto, reconocimiento de la problemática y parámetros visuales que aporten en la realización del diseño.

Dentro de la información relevante a conocer en cuanto a los aspectos generales de la zona se encuentran:

- La distribución espacial de la población y de la demanda en cada uno de los nudos de la red de distribución.
- Las calles y carreras existentes y las aprobadas en el Plan de Desarrollo Vial del municipio.
- Las áreas de expansión futuras, previstas en el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio, teniendo en cuenta las densidades de saturación, cuando éstas existan, así como futuros proyectos de infraestructura de gran magnitud.
- Las áreas en donde se encuentre prohibido el desarrollo urbano, en el Plan de Ordenamiento Territorial.
- Los terrenos de propiedad del Estado, el Departamento o el Municipio, así como los predios o servidumbres que deben adquirirse para los trazados de las redes de distribución.
- Los cursos de agua con sus obras de canalización, tanto las existentes como las proyectadas. En particular se debe tener un perfecto conocimiento del sistema de drenaje urbano de la zona del municipio objeto del diseño.

5.3 Propuesta de alternativas preliminares del trazado para el diseño de red de acueducto:

Se definieron los criterios técnicos que permitieran comparar todas las alternativas posibles para la red de distribución a partir de los datos de campo y de los datos de consumo de la población que será abastecida por el proyecto objeto del diseño. Dichos criterios son:

- Definición de los caudales actuales y futuros para el correcto dimensionamiento de la red de distribución.
- Verificación de que la red a diseñar se encuentre dentro del perímetro de servicio definido por las Empresas Públicas de Medellín.
- Fijación de las capacidades de los tanques de compensación localizados inmediatamente aguas arriba de las redes de distribución.
- Trazado de los conductos principales y secundarios de la red, incluyendo la forma de aislamiento de los diferentes circuitos de la red con el fin de llevar a cabo operaciones de reparación y/o mantenimiento.
- Dimensionamiento de cada una de las tuberías de la red, estableciendo su diámetro interno real y su rugosidad absoluta. En caso de que el diseño involucre la ampliación de una red de distribución debe establecerse claramente cuáles de los tubos existentes deben ser redimensionados y cambiados.
- Optimización del diseño de la red de distribución, incluyendo el análisis de costo mínimo y la optimización económica de los diámetros que conforman la red de distribución respetando las restricciones hidráulicas de caudal demandado en cada uno de los nudos y de presión mínima en la red de distribución.
- Estimación de los costos de construcción, de operación a lo largo de la vida útil del proyecto y de mantenimiento del sistema de distribución.
- Definición de las etapas de ejecución del diseño de la red de distribución de agua potable durante su etapa de construcción.

5.4 Recopilación de análisis de resultados de levantamientos topográficos, de estudio de suelos y geotecnia.

Para el diseño de la red de distribución, se debió recopilar información topográfica:

- Planos de catastro de todas las obras de infraestructura existente de la zona del municipio objeto del diseño.
- Los planos de catastro o inventario de las redes existentes de distribución de agua potable que tengan relación con la red objeto del diseño. En particular para tenerse en cuenta la localización de las redes de conducciones y/o los tanques de almacenamiento y/o compensación desde los cuales se alimentará la red de distribución.
- El levantamiento topográfico planimétrico de la zona del municipio objeto del diseño, o de sus áreas de expansión, en el sistema de información geográfica del SIGMA de las Empresas Públicas de Medellín.

De acuerdo con la Norma de Construcción NC_MN_OC08_12 de EPM, el levantamiento topográfico se realizó a partir de puntos geodésicos establecidos y aprobados por la Oficina del Grupo de Geodesia del Departamento Administrativo de Planeación Municipal de Medellín, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

En este paso fue necesario conocer todas las condiciones geológicas y las características del subsuelo en las zonas de trazado de la red de distribución. Mediante el uso de planos geológicos, se identificaron las zonas de falla, de deslizamiento, de inundación y en general todas las zonas con algún problema causado por aspectos geológicos. Este insumo es fundamental para evitar alternativas de trazado que crucen zonas claramente identificadas como zonas de deslizamiento para las redes de distribución.

Además, se determinaron parámetros como nivel freático, permeabilidad, límite líquido, límite plástico, entre otros; para garantizar la estabilidad de las redes.

5.5 Generar información técnica insumo para la selección de alternativas del trazado de redes desde el análisis de elementos de diseño geométrico de redes, de áreas aferentes, hidrología e hidráulica.

Partiendo de la información recolectada en la salida de campo, de los resultados obtenidos de levantamientos topográficos y estudio de suelos, y de tomar la decisión de la alternativa mas favorable para el diseño de la red de agua potable.

Se realizo la propuesta de diseño cumpliendo los parámetros de diámetro y materiales de las tuberías. Así mismo, con el programa EPANET se realiza la simulación del comportamiento en la red de tuberías a presión, permitiendo seguir la evolución del flujo del agua en los conductos, y comportamiento dinámico de la red bajo determinados parámetros de operación.

Se determino el punto de empalme de la red en diseño a la red existente, y se realiza el trazado de la red distribución y sus derivaciones, garantizando el cubrimiento total del sector.

5.6 Determinación de procesos constructivos a implementar para las alternativas propuestas.

Para la determinación del proceso constructivo se tuvo como propósito garantizar que todas las conexiones realizadas a las redes públicas de acueducto sean construidas de acuerdo con los requerimientos definidos por EPM, y con base en las normas y especificaciones técnicas de construcción vigentes. Se verificó que los procedimientos sugeridos a EPM, para su operación y mantenimiento, estuvieran acordes al reglamento técnico.

El proceso de construcción de los sistemas de acueducto debe cumplir los requisitos mínimos establecidos en el manual “Normas y Especificaciones Generales de Construcción” de EPM y en los pliegos de licitación de cada proyecto en particular.

5.7 Recopilación de conceptos geotécnicos de estabilidad de redes.

El diseño de redes debe contar con un concepto geotécnico para la estabilidad de las redes proyectadas, en este, estaban consignadas las características geológicas con el fin de identificar las fallas activas, zonas de desgarre o de movimientos en masa que puedan afectar las obras proyectadas. Además, cuantifica la capacidad portante para emitir recomendaciones de diseño y construcción para la cimentación de las estructuras proyectadas.

En el concepto geotécnico recopilado se determinaron materiales para llenos y cimentación, recomendaciones para excavaciones y manejo de residuos, tipo de entibados a utilizar, entre otros.

5.8 Documentación del proyecto.

Fue posible generar el reporte compilatorio del desarrollo de las actividades mencionadas en esta metodología. Contempla:

Informe

Plano Topográfico

Plano de Diseño de red

Concepto geotécnico.

6. Resultados y análisis

Se describen los resultados obtenidos y el análisis de su validez.

6.1 Definición y localización del proyecto a diseñar:



Se requiere cubrimiento total por parte del acueducto de EPM en el sector Barrio Nuevo, vereda Los Gómez, con la ampliación de la zona de cobertura del circuito Manzanillo, extendiendo nueva infraestructura de redes para abastecer la demanda el sector. (Ver Figura 3).

6.2 Reconocimiento de campo e investigación predial:

En el recorrido de campo se recopiló el siguiente registro fotográfico:

Fotos 1. Registro fotográfico de Sector.

	<p>Ingreso al sector Barrio Nuevo: se evidencia una vía de 4 metros de ancho aproximadamente, lo que facilita el ingreso de materiales en la fase de construcción.</p>
	<p>Estructura hidráulica existente (puente) sobre la quebrada Peladeros: Zona por la cual debe cruzar la red de distribución justo después del ingreso al sector.</p>

	<p>Escaleras de acceso al sector Cotas relevantes para el diseño de la red de distribución, con deltas de alturas entre 1750m.s.n.m y 1768m.s.n.m.</p>
	<p>Callejones alargados y estrechos del sector Barrio Nuevo: Las alternativas de trazado de la red se condicionan al espacio reducido y la existencia y distanciamiento con otras redes existentes.</p>

Actualmente se cuenta con un sistema de acueducto rural construido en 2009 en el sector Barrio Nuevo. El sistema presenta fallas geológicas considerables en la zona cerca al tanque de almacenamiento; la tubería es en PVC con diámetro de 50 mm (2”), a través de toda la extensión de su red de distribución; la fuente de agua es la quebrada La Pedregala que nace desde la cota 1970msnm en el límite occidental con Medellín - Cuchilla del Manzanillo. Cuenta, además, con un desarenador, planta de tratamiento y sistema de almacenamiento en estado regular. (Consortio La Maria & Federico García Arbeláez, 2020).

La red presenta una válvula reguladora de presión que cuenta con una consigna de 35 metros columna de agua (mca), no evidencian válvulas de corte necesarias para la sectorización del sistema, así como carece de válvulas de purga y de hidrantes para limpieza de las redes.

El sistema es administrado por la Asociación de Acueducto Veredal Barrio Nuevo, con un sistema tarifario que no se ajusta con la metodología establecida por el Gobierno Nacional para la fijación de tarifas, se cobra a cada usuario un valor fijo de \$15.000 mensuales. El sistema de acueducto no cuenta con micromedición por lo que no llevan registro de consumos. Cuentan

con un fontanero-operador de la misma comunidad, que recibe un pago de \$350.000 mensuales sin seguridad social.

El acueducto veredal Barrio Nuevo cuenta con 84 usuarios de acuerdo con censo realizado por la firma consultora. Para definir la población en las áreas de futuro desarrollo dentro de la zona de estudio, se consultó la densidad poblacional en el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Itagüí, donde para el sector Barrio Nuevo, ubicado en zona rural se define una densidad de 7.91Viv/ha, la cual está validado por Corantioquia.

El trazado de la red de distribución se hizo paralelo a las vías públicas y no implicó el uso de predios privados, por lo que no fue necesario establecer servidumbre.

6.3 Propuesta de alternativas preliminares del trazado para el diseño de acueducto:

Con los datos obtenidos en la investigación preliminar y lo observado en la visita de campo, se tiene que para la optimización del diseño y siguiendo las recomendaciones de la Norma de EPM, el trazado de redes se debe proyectar por vías públicas, evitando servidumbres por construcción de redes locales de acueducto instaladas en lotes externos al proyecto.

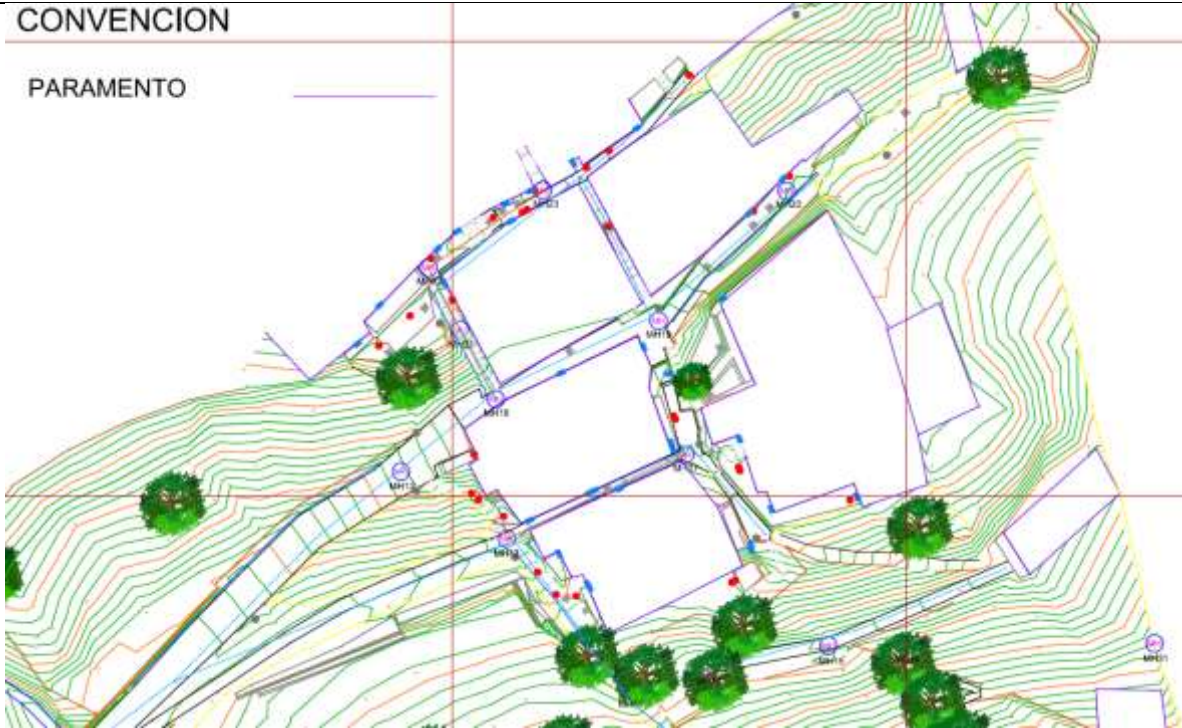
Debido al poco espacio en la zona (callejones) las alternativas de diseño pasan a ser una sola, dado que las redes se extenderán por los pasos peatonales, los cuales pueden llegar a tener menos de un metro de ancho en algunos puntos.

6.4 Recopilación de análisis de resultados de levantamientos topográficos, de estudio de suelos y geotecnia:

El diseño hidráulico de la red de acueducto, parte de levantamiento topográfico del sector, el cual debe estar amarrado a la red geodésica nacional, en el sistema de coordenadas MAGNA SIRGAS, el cual es el sistema de referencia en el que EPM tiene amarrado su catastro de redes.

CONVENCIÓN

PARAMENTO



Se evidencia el levantamiento de las obras de infraestructura existentes con la delimitación del paramento de las viviendas.

INVESTIGACION RED ALCANTARILLADO
SECTOR: BARRIO NUEVO - ITAGUI
TOPCOI
Noviembre de 2020

MH	UBICACIÓN			ALTURA ENTRADA	DIAMETRO ENTRADA	ALTURA EJE	ALTURA SALIDA	DIAMETRO SALIDA	TIPO	CONSTRUCCION	VIENE	SALE	
	NORTE	ESTE	COTA TAPA										
MH-10	1176579.10	829948.60	1760.25	1.43	8 Pul	1.5	1.52	8 Pul	Residual	Novafort	Ladrillera	MH-9	
MH-9	1176548.433	829958.2233	1755.028	1.2	8 Pul	1.47	1.5	8 Pul	Residual	Novafort	MH-10	MH-7	
MH-8	1176543.445	829966.387	1753.093	ARRANQUE		2.98	3.05	8 Pul	Residual	Novafort	Caja registro	MH-7	
MH-7	1176533.257	829975.1445	1751.115	1.4	8 Pul	1.49	1.52	8 Pul	Residual	Novafort	MH-9	MH-6	
				1.46	8 Pul						MH-8		
MH-6	1176523.161	829985.954	1748.579	1.4	8 Pul	1.47	1.65	8 Pul	Residual	Novafort	MH-7	MH-5	
MH-5	1176508.745	830008.0796	1743.714	1.4	8 Pul	1.47	1.57	8 Pul	Residual	Novafort	MH-6	MH-4	
MH-4	1176484.862	830040.5581	1734.753	1.37	8 Pul	1.45	1.48	8 Pul	Residual	Novafort	MH-5	MH-3	
MH-3	1176473.134	830054.5949	1730.643	1.47	8 Pul	1.5	1.55	8 Pul	Residual	Novafort	MH-4	MH-2	
MH-2	1176462.879	830064.1066	1727.365	1.33	8 Pul	1.37	1.45	8 Pul	Combinado	Novafort	MH-3	MH-2A	
MH-2A	1176477.552	830101.525	1725.033	NO SE PUEDE ABRIR, EL ANILLO ESTA MALO									
MH-2B	1176488.835	830125.976	1722.293	1.41	10 Pul	1.49	1.57	10 Pul	Combinado	Novafort	MH-2A		
				1.29	10 Pul						Sumidero		
MH-23	1176626.938	830007.9963	1766.376	SELLADO CON CONCRETO									
MH-22	1176620.108	829997.9035	1763.842	1.25	8 Pul	1.34	1.55	8 Pul	Residual	Novafort	MH-23	MH-21	
MH-21	1176614.628	830000.6999	1761.578	0.54	8 Pul	1.25	1.35	8 Pul	Residual	Novafort	MH-22	MH-18	
MH-20	1176626.866	830029.4599	1759.006	1.02	4 Pul	1.05	1.12	8 Pul	Residual	Novafort	Vivienda	MH-19	
MH-19	1176615.446	830018.1708	1757.685	0.93	8 Pul	1	1.09	8 Pul	Residual	Novafort	MN-20	MH-18	
				1.19	8 Pul	1.24	1.3	8 Pul	Residual	Novafort	MH-19	MH-12	
MH-18	1176608.55	830003.8391	1757.557	1.05	8 Pul						MH-21		
MH-12	1176602.192	829995.5062	1755.895	1.1	8 Pul	1.15	1.35	8 Pul	Residual	Novafort	MH-18	MH-13	
				0.85	6 Pul	1.35	1.38	8 Pul	Residual	Novafort	Vivienda	MH-13	
MH-17	1176603.646	830020.5099	1753.917	0.69	6 Pul						Vivienda		
MH-13	1176596.267	830004.8214	1752.404	1.3	8 Pul	1.48	1.5	8 Pul	Residual	Novafort	MH-12	MH-11	
				1.04	8 Pul						MH-17		
MH-11	1176583.253	830015.5095	1746.603	1.19	8 Pul	1.39	1.55	8 Pul	Residual	Novafort	MH-13	MH-14	
MH-14	1176584.979	830022.6121	1745.195	1.21	8 Pul	1.3	1.35	8 Pul	Residual	Novafort	MH-11	MH-15	
MH-15	1176586.863	830033.1371	1745.559	2.15	8 Pul	2.09	2.09	8 Pul	Residual	Novafort	MH-14	MH-16	
MH-16	1176587.185	830039.9305	1744.844	1.9	8 Pul	1.97	2.1	8 Pul	Residual	Novafort	MH-15	MH-31	
MH-31	1176587.062	830061.8401	1741.0179	1.13	8 Pul	1.15	1.17	8 Pul	Residual	Novafort	MH-16	MH-32	
MH-32	1176571.754	830067.6283	1732.6994	1.2	8 Pul	1.25	1.32	8 Pul	Residual	Novafort	MH-31	MH-33	
MH-33	1176566.703	830068.393	1730.8137	1.15	8 Pul	1.19	1.25	8 Pul	Residual	Novafort	MH-32	MH-34	
MH-34	1176560.447	830074.6649	1729.0117	1.15	8 Pul	1.2	1.31	8 Pul	Residual	Novafort	MH-33	MH-35	
MH-35	1176552.78	830093.7507	1724.8031	1.26	8 Pul	1.3	1.35	8 Pul	Residual	Novafort	MH-34	Viaducto	
MH-36	1176547.897	830128.093	1719.8162	0.9	8 Pul	0.92	0.99	8 Pul	Residual	Novafort	MH-35	MH-38	
MH-38	1176543.329	830148.8702	1718.7668	0.95	ESTA TAPADO CON UNA TAPA INTERNA DE MADERA								
				1.53	10 Pul					Novafort	Via		
MH-39	1176524.873	830172.5693	1718.4985	1.34	8 Pul	1.54	1.59	10 Pul	Combinado	Novafort	MH-38	MH-40	
				1.2	10 Pul					Novafort	Sumidero		
MH-40	1176537.093	830188.012	1717.615	1.55	10 Pul	1.57	1.59	10 Pul	Combinado	Novafort	MH-39	MH-41	
MH-41	1176539.239	830196.667	1716.978	1.45	10 Pul	1.5	1.55	10 Pul	Combinado	Novafort	MH-40		

Reporte de investigación de redes existentes

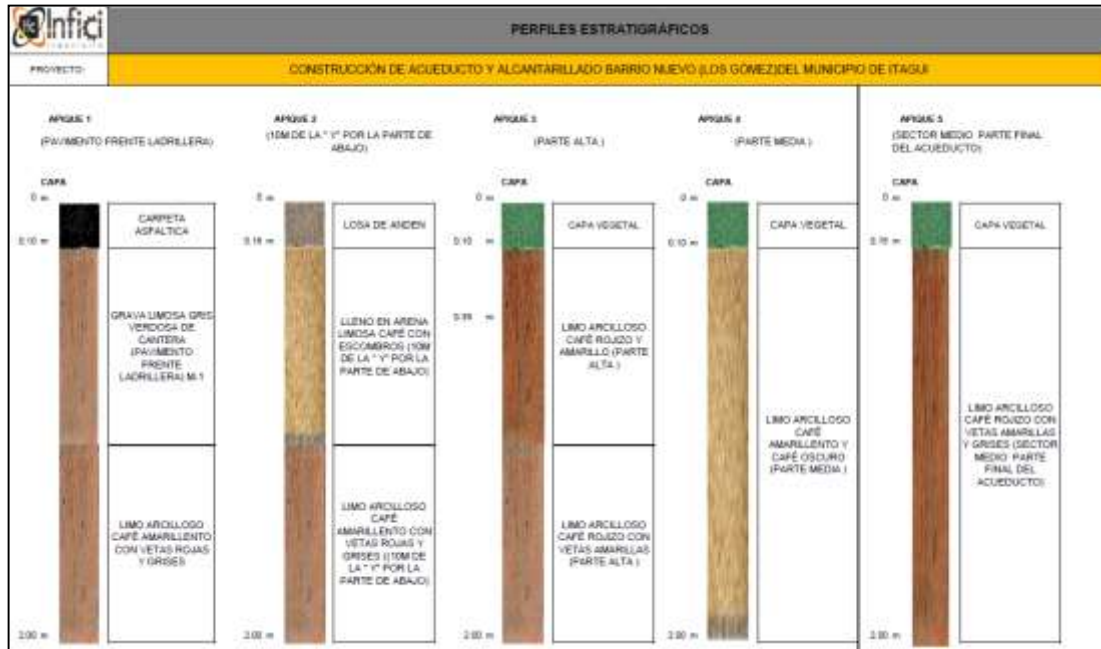


Figura 6. Perfiles estratigráficos de sondeos Barrio Nuevo.

Fuente: Tomado de estudio de suelos realizado por Infici Ingeniería.

Como suelo de subrasante en los cinco sondeos realizados en este tramo, se detectaron limos arcillosos café amarillento con vetas rojas, amarillas y grises, hasta la profundidad explorada de 2.0 metros. Este material se ubica en el sistema de clasificación unificado en el grupo MH, que se caracterizan por ser suelos impermeables y muy plásticos (IP mayor o igual a 15%). La humedad natural del estrato es alta, presentando una humedad natural promedio del 35%. Ésta humedad se encuentra por debajo del límite líquido determinado para estos suelos, situación que se debe analizar como favorable para la ejecución de excavaciones que se encuentren por encima del nivel freático. Este estrato presenta un estado de densificación medio y la consistencia del estrato es blanda.

Durante la exploración de campo realizada en el mes de enero de 2021, NO se halló el nivel freático a la profundidad explorada.

6.5 Generar información técnica insumo para la selección de alternativas del trazado de redes desde el análisis de elementos de diseño geométrico de redes, de áreas aferentes, hidrología e hidráulica:

Dentro del análisis realizado al sistema de acueducto Barrio Nuevo, y las dificultades que presenta la fuente de donde se capta el agua, se recomienda que el sistema de acueducto veredal Barrio Nuevo se conecte a las redes de acueducto operadas por EPM. Después de revisar la cota del tanque de almacenamiento del circuito Manzanillo operado por EPM, el sistema de acueducto veredal podría ser abastecido desde éste, para esto se debe realizar las modificaciones y adecuaciones para cumplir con todos los parámetros y protocolos establecidos por la empresa prestadora del servicio.

Se propone extender red en tubería PEAD PE 100 PN 16 de diámetro nominal 180mm (147.20mm interno) para la zona donde se encuentran las ladrilleras, este es el diámetro mínimo establecido por EPM para zonas comerciales e industriales. Para la zona donde se emplazan las viviendas del sector Barrio Nuevo, se propone instalar tubería PEAD PE 100 PN 16 de diámetro nominal 90mm (73.60mm interno). Los diámetros proyectados para el diseño de redes están homologados por EPM.

El material seleccionado para el diseño de la red de acueducto es el PEAD (Polietileno de Alta Densidad). Este material ha sido seleccionado debido a que su composición impide la contaminación del agua conducida, resiste a la corrosión y a la rotura, su peso es liviano, flexible, resistente a productos químicos; su diseño de unión reduce los riesgos de hacer acople defectuoso y desplazamiento del sello ocasionadas por ondas de presión, su sello se da por termofusión y electrofusión, sin necesidad de uniones ni solventes. Además, el material comercialmente se encuentra en el mercado con facilidad y con un factor económico bajo comparado con otros tipos de material.

Para la modelación de la red de acueducto para el sector Barrio Nuevo, desde el punto de empalme sobre la futura red de distribución, desde el circuito Manzanillo; se utilizó el programa

EPANET, con los parámetros suministrados en la etapa de diseño conceptual por parte del ingeniero revisor de EPM, los cuales se presentan a continuación.

Tabla 3. Parámetros de diseño

Fuente: Datos suministrados por EPM del Circuito Manzanillo.

Dotación neta	m ³ /usuario-mes	11.40
Dotación bruta	m ³ /usuario-mes	15.20
Pérdidas técnicas + submedición	%	25%
Factor de mínimo consumo		0.397
Factor de máximo consumo		1.977

Para las presiones se recomienda adoptar como máximo y mínimo los valores de 60mca y 20mca respectivamente, presiones que se garantizan en la red mediante estaciones reguladoras de presión. Aunque la norma permite en una misma zona de presión para el 10% del área hasta 65mca como máxima y 15mca como mínima y para el 5% del área 70mca y 12mca como presión máxima y mínima respectivamente.

El empalme de la extensión de acueducto proyectado para el sector Barrio Nuevo a las redes de EPM, se realizará cuando la conducción que conecta los tanques de Manzanillo y Ajizal pase a ser red de distribución. Esta red no cuenta con modelo hidráulico para conocer la presión en el punto de empalme, es por esto, que se trabaja con presiones estáticas, basados en la cota del tanque de almacenamiento del circuito Manzanillo.

Se propone conectarse a las redes existentes del circuito Manzanillo, sobre el cruce de la vía El Pedregal con vía La Alcarranza. El trazado de la red propuesta continúa por la vía la Alcarranza con aproximadamente 120 m de longitud. A la entrada de las viviendas del sector se ubica una Tee desde la cual se deriva una red de 90mm de diámetro, inmediatamente después de la Tee, se ubica una válvula reguladora de presión, cuya finalidad es garantizar que a los usuarios que las presiones en la red estén dentro del rango que establece la norma. Continuando con el trazado de la red que va hacia las viviendas, se presenta cruce con la quebrada Peladeros, en

este cruce hay una estructura hidráulica existente (puente), el paso de la red se hace subfluvial y se protege con una estructura en concreto. Luego de cruzar la quebrada se extienden redes por los callejones, teniendo en cuenta todas las consideraciones de manejo de pendiente, cruces con otras redes existentes, árboles, postes; localización de hidrantes, válvulas y demás accesorios, para el correcto funcionamiento de la red, para su posterior revisión y aprobación por parte de EPM.

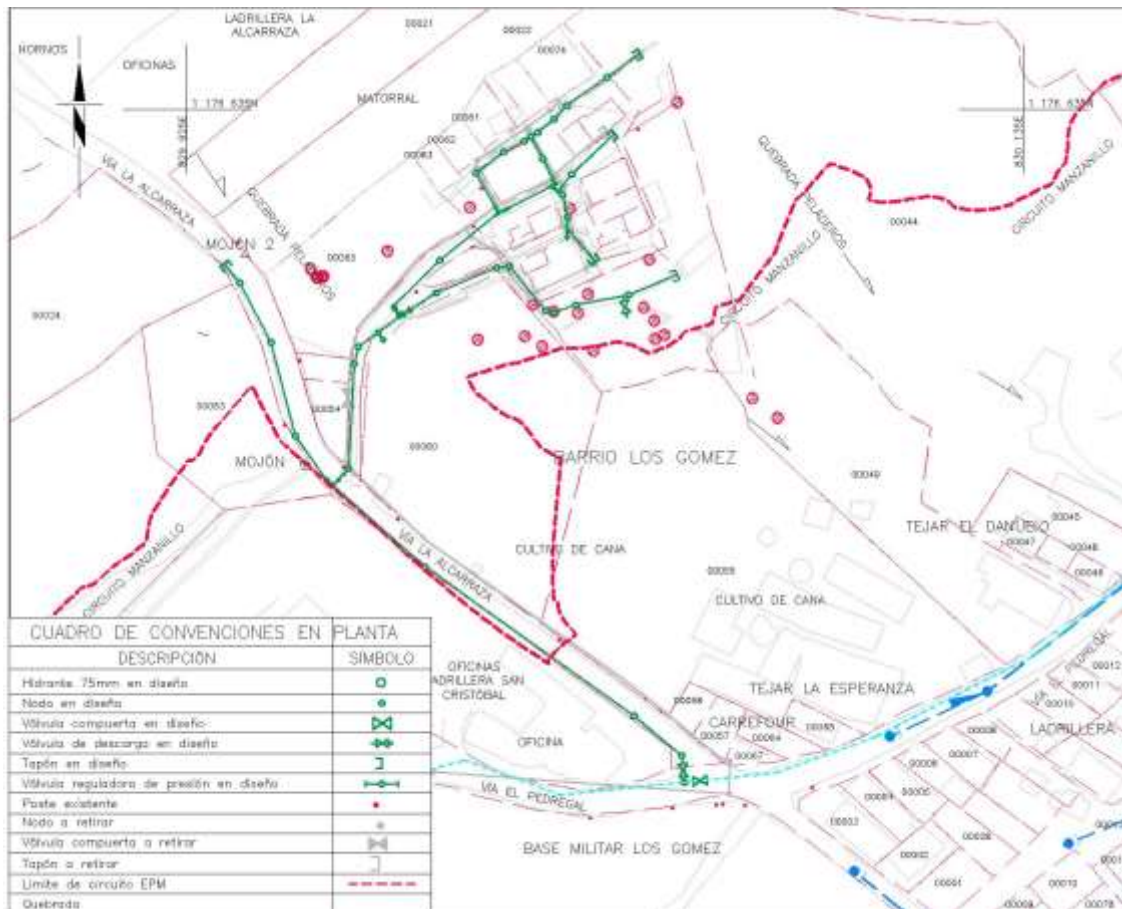


Figura 5. Trazado de red de acueducto en diseño.

Fuente: Elaboración propia.

6.6 Determinación de procesos constructivos a implementar para las alternativas propuestas:

Las tuberías para conducciones y redes de distribución de agua potable cumplirán, además de lo especificado en las Normas y Especificaciones Generales de Construcción de EPM, con todo lo indicado en el manual de Normas de Diseño de Redes de Acueducto.

La tubería utilizada para la red de distribución del Acueducto en diseño es Polietileno de alta densidad (PEAD) con la autorización escrita por parte de las EPM. Para su aprobación cumplirán con las siguientes especificaciones según las Normas y Especificaciones Generales de Construcción de EPM en su capítulo 7, Especificación 701.6:

- Tuberías: Serán fabricadas en polietileno de alta densidad con alto o medio esfuerzo y seguirán la norma NTC 3664 o su equivalente ASTM D 3035 para conducción de fluidos a presión con base en el diámetro exterior controlado. La presión de trabajo varía de 1,08 MPa (158 psi) a 1,84 MPa (267 psi) para las diferentes relaciones diámetro-espesor (RDE), las cuales varían entre 7 y 9. Estas tuberías se fabricarán bajo serie IPS, a no ser de que se especifique particularmente la serie métrica, cumpliendo con la norma ISO 4427. Sin embargo, las EE.PP.M., podrán evaluar otras alternativas que presenten los fabricantes, siempre y cuando cumplan con especificaciones o estándares internacionales. Los tubos serán azules o con franjas de este color lo suficientemente claras para identificarlos como redes de agua potable.

Las tuberías de diámetros mayores de 75 mm se entregarán en tramos de mínimo 10 m de longitud o en rollos si es posible.

Las tuberías con diámetros hasta 75 mm se entregarán en rollos no menores de 100 m de longitud, donde el diámetro de enrollado no debe ser menor de 24 veces el diámetro nominal exterior de la tubería ó 0,6 m como mínimo.

La tubería se empacará de tal forma que se garantice su conservación durante el transporte y almacenamiento, según las recomendaciones del fabricante.

- Accesorios: Los accesorios de polietileno de alta densidad, dependiendo del tipo de unión, cumplirán con las siguientes especificaciones:
Norma NTC 3409 o ASTM D 3261 para accesorios de polietileno para uniones por fusión a tope.

Norma NTC 3410 o ASTM D 2683 para accesorios de polietileno con uniones tipo campana y tubería con diámetro exterior controlado.

- Uniones: Estas tuberías y los accesorios se pueden unir por diferentes métodos como: electrofusión cumpliendo con la práctica ASTM F 1290, termofusión cumpliendo con la práctica ASTM D 2657 y siguiendo con los procedimientos según AW 184.

Así mismo, en la instalación de las tuberías se debe contemplar los requerimientos para su colocación, cimentación, transporte, responsabilidad de suministro, pruebas de presión, equipo, entre otros, en la Especificación 704 del capítulo 7 de las Normas y Especificaciones Generales de Construcción de EPM.

Nota: Los procesos de construcción e interventoría se deben ajustar a los requisitos mínimos establecidos por EPM o en su defecto por lo definido en el Título A del RAS vigente. Así mismo, se debe tener en cuenta lo establecido en el Capítulo G.6 “Vulnerabilidad y Reducción de Riesgos” del Título G y el Literal A.1.5 “Sobre Otros Reglamentos Técnicos” del Título A del RAS, en su versión vigente.

6.7 Recopilación de conceptos geotécnicos de estabilidad de redes:

Dentro de las consideraciones y recomendaciones emitidas en el concepto geotécnico para la red de acueducto proyectada para el sector Barrio Nuevo se encuentran:

- En el suelo de cimentación de las redes vaciar un solado en concreto pobre, para garantizar una superficie lisa y homogénea para el apoyo de la estructura.
- Si se encuentran suelos con alto contenido orgánico al nivel de desplante de la cimentación, este debe ser removido y se reemplazará por suelos arenosos tipo SM o ML de humedad apropiada que permitan su compactación.
- Las excavaciones para instalación de tuberías no deben quedar expuestas por periodos superiores a 24 horas.
- Para excavaciones con profundidades mayores a un metro, se debe instalar entibado, debido a la naturaleza deleznable de los suelos presentes en la zona.

6.8 Documentación del proyecto:

Entre la documentación del proyecto se encuentra el presente informe, el cual contiene la compilación de actividades e información base necesaria para el alcance del proyecto. Siendo parte importante del proceso de diseño definitivo, con el que se dará solución a la problemática planteada.

Igualmente se tiene la representación gráfica de la información, de los estudios y los diseños, siendo estos planos una pieza vital para el correcto desempeño del diseño, la construcción y la operación del proyecto. Entre estos tenemos el plano topográfico y el diseño de la red.

7. Conclusiones

Luego de haber llevado a cabo este proyecto fue posible concluir:

- Dentro del análisis realizado al sistema de acueducto veredal existente, y las dificultades que presenta la fuente de donde se capta el agua, se contempla la posibilidad que este sistema de acueducto veredal se conecte a las redes de acueducto operadas por Empresas Públicas de Medellín (EPM). Después de revisar la cota del tanque de almacenamiento del circuito Manzanillo operado por EPM, el sistema de acueducto veredal podría ser abastecido desde éste, previamente se realiza las modificaciones y adecuaciones para cumplir con todos los parámetros y protocolos establecidos por EPM y marco normativo vigente.
- Con el análisis de los conceptos técnicos y los datos obtenidos se determinó que, debido al espacio reducido en los callejones, el trazado de red de acueducto solo presenta una alternativa de diseño, así no se generan servidumbres y se garantiza las distancias mínimas con otras redes como lo establece la norma.
- Los habitantes de la vereda los Gómez en el Sector Barrio Nuevo carecen de un sistema de suministro de agua potable eficiente que pueda abastecer su necesidad básica de agua potable. La red actual no logra cumplir con las presiones de servicio mínimas establecidas, además de no tener continuidad en el servicio y un sistema de potabilización adecuado.
- La normativa usada para el diseño de acueducto para el Sector Barrio Nuevo fue la normativa vigente de EPM, teniendo en cuenta sus especificaciones y recomendaciones en todos los aspectos que contempla el diseño, para su posterior operación.
- De las Normas y Especificaciones Generales de Construcción se obtienen los conceptos y especificaciones sobre materiales e instalación de tuberías para el servicio de acueducto (redes, acometidas y conducciones) y procesos constructivos a tener en cuenta en la fase de construcción.
- Infici Ingeniería suministró las recomendaciones geotécnicas basados en los resultados de las investigaciones de campo y laboratorio, para garantizar la estabilidad de la red en diseño.

8. Referencias Bibliográficas

- Consorcio La Maria, F., & Federico García Arbeláez, I. (2020). *HOJAS DE VIDA SISTEMAS DE ACUEDUCTOS VEREDALES DEL MUNICIPIO DE ITAGÜÍ*. Itagüí.
- EPM. (20 de Mayo de 2020). *Con una inversión superior a los \$40.000 millones, EPM avanza en la ampliación del sistema de acueducto del municipio de Itagüí*. Obtenido de <https://www.epm.com.co/site/epm-invierte-40000-millones-en-proyecto-de-acueducto-en-el-municipio-de-itagui>
- EPM, & Universidad de los Andes. (2013). *Normas Tecnicas*. Obtenido de https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/normatividad_y_legislacion/agua/Norma_Disenio_Acueducto_2013.pdf
- Municipio de Itagüí. (2019). *Municipio de Itagüí*. Obtenido de Nuestro Municipio: <https://www.itagui.gov.co/filemanager/files/anuario2018.pdf>
- Dirección Administrativa de Planeación. (Septiembre de 2007). *Mapa Division Politico Administrativa*. Obtenido de <https://www.itagui.gov.co/uploads/municipio/mapas/da7df-mapa-01-division-politico-administrativa.pdf>
- EPM, Centros de Excelencia Técnica, & Unidad CET Normalización y Laboratorios. (2018, agosto). Tubería de polietileno de alta densidad PEAD acueducto. Especificación Técnica ET-AS-ME01-01. https://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/Aguas/ET_AS_ME01_01_Tuberia_de_polielileno_PEAD_acueducto.pdf?ver=2018-08-10-145030-887
- MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico. (2000). DOCUMENTACIÓN TÉCNICO NORMATIVA DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO: Título A y G. Minvivienda. https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/010710_ras_titulo_a_.pdf
- EPM. (2016). Capítulo 7. En *NORMAS Y ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN* (Tomo 1, Especificación 700–712).