



Revisión y seguimiento al diagnóstico, alternativas y diseño de redes de acueducto en asbesto cemento en el circuito Altavista sur y urgencia de alcantarillado en el barrio San Bernardo de la ciudad de Medellín.

Claribel Rosero Mora

Informe de práctica para optar al título de Ingeniera Civil

Asesoras

Mariana Estrada Zuluaga, Ingeniera Civil, Magíster (MSc) en Ingeniería Sostenible y Especialista (Esp) en Interventoría

Nubia Lucía Montoya Rochel, Ingeniera Sanitaria, Especialista (Esp) en estructuras hidráulicas

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental
Ingeniería Civil
Medellín, Antioquia, Colombia
2022

Cita	(Rosero Mora, 2022)
Referencia	Rosero Mora, C. (2022). <i>Revisión y seguimiento al diagnóstico alternativas, diseño de redes de acueducto en asbesto cemento en el circuito Altavista Sur y urgencia de alcantarillado en el barrio San Bernardo de la ciudad de Medellín</i> [Trabajo de grado]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia UdeA (A-Z).
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

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

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano: Jesús Francisco Vargas Bonilla

Jefe departamento: Diana Catalina Rodríguez.

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.

Dedicatoria

A Dios por ser el norte de mi vida y haberme dado las herramientas para llegar hasta este punto, a mis padres por ser mi fortaleza y el apoyo incondicional en este arduo proceso de formación profesional y personal, y al pilar y razón de mi vida, mi hijo, porque a pesar de su corta edad, es quién me alienta a seguir persiguiendo mis metas, objetivos y sueños con más empeño. A ellos les dedico este logro que sé es de gran satisfacción y orgullo; con esfuerzo, dedicación, disciplina, voluntad y con su ayuda, conseguiré todo lo que me he propuesto desde niña.

Agradecimientos

Le agradezco enormemente a Dios, mis padres, mi hijo por ser la luz de mí vida, a mis compañeros de pregrado por ser un gran apoyo, a las asesoras de este proyecto Mariana Estrada Zuluaga y Nubia Montoya Rochel quienes me orientaron en el desarrollo de este proceso y a todos los que estuvieron involucrados de alguna manera en este camino, familiares, amigos y conocidos, muchas gracias.

Tabla de contenido

Resumen	10
Abstract	11
1. Introducción	1
2. Objetivos	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
3. Marco teórico	4
3.1. Planeación de proyectos de acueducto y alcantarillado	5
3.2. Resolución 0330 de 08 de junio de 2017. Capítulo 2 Sistemas de acueducto	6
3.2.1. Sección 3. Artículo 57. Modelación de redes de distribución de agua	6
3.2.2. Sección 3. Artículo 58. Sectorización hidráulica.	6
3.2.3. Sección 3. Artículo 58. Localización de redes de acueducto	7
3.2.4. Sección 3. Artículo 61. Presiones de servicio mínimas en la red de distribución. 7	
3.3. Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de EPM	7
3.3.1. Velocidades en las tuberías de conducción.	7
3.3.2. Pendientes de las tuberías	7
3.3.3. Profundidad de instalación de las tuberías a cota clave.	7
3.3.4. Modelo hidráulico de la red y estructuras.	7
3.4. Resolución 0330 de 08 de junio de 2017. Capítulo 4 Sistemas de alcantarillado	8
3.5. Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P.	8
4. Metodología	10
5. Análisis	12

5.1. Componente de Acueducto	12
5.1.1. Área de Estudio.	12
5.1.2. Investigación de redes positivas para asbesto cemento en el circuito Altavista Sur. 12	
5.1.3. Nichos de investigación	13
5.1.4. Resultados de los nichos de investigación que pasan a la fase de alternativas y diseño. 14	
5.1.5. Comparación de longitud propuesta a investigación de Asbesto Cemento por EPM y lo encontrado en campo.	15
5.1.6. Análisis de alternativas de alineamiento, evaluación hidráulica y método constructivo del circuito Altavista Sur.	16
5.1.7. Alineamiento y trazado preliminar	17
5.1.8. Información de Caudales y clientes suministrada por EPM.	17
5.1.9. Evaluación hidráulica en tramos a reponer del circuito Altavista Sur.	17
5.1.10. Diseño de la reposición de redes en asbesto cemento en el circuito Altavista Sur. 19	
5.1.10.1. Empalme calle 30 con carrera 76.	21
5.1.10.2. Empalme con el circuito Nutibara.	21
5.1.10.3. Sector 6	22
5.1.11. Manejo del asbesto.	23
5.2. Componente de Alcantarillado	23
5.2.1. Generalidades del requerimiento GPZS-0900 del componente de alcantarillado.	23
5.2.1.1. Localización.	23
5.2.2. Investigación e inspección en campo del requerimiento GPZS-0900.	24
5.2.3. Diseño del proyecto.	25
5.2.3.1. Áreas Tributarias.	25
5.2.3.2. Consideraciones y parámetros de diseño.	26

6.	Resultados.....	29
6.1.	Apoyar el área de diseño en el análisis de la información e investigación.	29
6.1.1.	Acueducto y Alcantarillado.	29
6.2.	Hacer seguimiento a las actividades del contratista para la ejecución de las etapas evaluadas en la etapa del contrato (Diagnóstico, Alternativas y Diseño).	29
6.2.1.	Acueducto.	29
6.2.1.1.	Diagnóstico.	29
6.2.1.1.1.	Revisión a la versión 2 del diagnóstico realizada por la interventoría internamente.	29
6.2.1.2.	Alternativas	30
6.2.1.3.	Diseño	31
6.2.1.3.1.	Revisiones a la Entrega 3 realizadas por la interventoría y enviadas al contratista.	31
6.2.1.3.1.1.	Versión 1	31
6.2.1.3.1.2.	Versión 2	32
6.2.1.3.1.3.	Versión 3	33
6.2.1.3.2.	Aprobación de Diseño Circuito Altavista Sur Entrega 3.	33
6.2.2.	Urgencia de alcantarillado.	34
6.3.	Respaldar la comparación de metodologías de cálculo y/o valores identificados de chequeos, despieces, presupuestos, especificaciones técnicas, planos y modelaciones hidráulicas de diseños, verificando la aplicación por parte del contratista de las normas del sector de diseño.	35
7.	Conclusiones.....	36
8.	Referencias.....	37
9.	Anexos	38

Lista de tablas

Tabla 1. Valores de la relación máxima entre la profundidad y el diámetro de la Tubería.	9
Tabla 2. Resumen de Nichos de investigación.....	16
Tabla 3. Dotaciones, Caudales y Consumos para el circuito Altavista Sur	17
Tabla 4. Comparación de porcentual de presiones en el circuito Altavista Sur (Consortio de redes, 2021).	18
Tabla 5. Resumen de las redes diseñadas para el circuito Altavista Sur – Entrega No. 3.	20
Tabla 6. Resumen de revisión de capacidad hidráulica Anexo diseño.	28

Lista de figuras

Figura 1. Metodología para la reposición de redes de acueducto	10
Figura 2. Metodología para la reposición de redes de alcantarillado.....	11
Figura 3. Delimitación del circuito Altavista Sur.	12
Figura 4. Circuito Altavista Sur según información suministrada por EPM.	13
Figura 5. Localización de nichos para el diagnóstico de redes en asbesto cemento.	14
Figura 6. Comparación de presiones entre el circuito actual y el propuesto por intervenir.....	19
Figura 7. Redes diseñadas circuito Altavista Sur Entrega No.3.	20
Figura 8. Empalme propuesto por el contratista en la versión 1.	21
Figura 9. Empalme propuesto por la interventoría para la versión 1.	22
Figura 10. Empalme del sector 6 señalado por la interventoría.	22
Figura 11. Localización del tramo objeto del proyecto.....	24
Figura 12. Interior de los elementos 6139041 y 6139034.....	25
Figura 13. Áreas Tributarias de aguas Residuales en el GPZS-0900.	26
Figura 14. Trazado de diseño sector 3 V1.....	31
Figura 15. Trazado de diseño sector 4.	32
Figura 16. Trazado de diseño sector 3 V2.....	32
Figura 17. Áreas tributarias.....	34

Siglas, acrónimos y abreviaturas

EPM	Empresas públicas de Medellín
UdeA	Universidad de Antioquia
Acto	Acueducto
Aldo	Alcantarillado
GPZS	Gestión de proyecto zona sur
MDA	Modelo digital de Aguas
RCH	Revisión de capacidad hidráulica
PMT	Permiso de movilidad y tránsito
IPID	Insurance Product Information Document
MH	Manhole

Resumen

A nivel mundial se registran muchas muertes anualmente producto del cáncer de pulmón, debido a la inhalación de partículas de asbesto cemento, este número ha ido incrementando con el pasar del tiempo y arrebatando la vida de muchas personas, por lo cual, en Colombia en el año 2019, más exactamente el 11 de julio de ese año se expide la Ley No. 1968 donde se debe cambiar todo tipo de tubería que se encuentre en el material mencionado. Por ello, el presente trabajo se enmarca en apoyar la propuesta del proyecto de reposición de redes de acueducto positivas para asbesto cemento y de alcantarillado que se encuentren en mal estado donde EPM presta su servicio. Pues es de gran interés no solo contribuir en el mejoramiento de la calidad de vida de las personas del Valle de Aburrá, San Nicolás y Rionegro sino en el mejoramiento social y económico de las personas de la zona y del país entero, así, esta contribución y apoyo al proyecto en mención se verá reflejada a través de la empresa Aguas Nacionales quien es la encargada de la interventoría de este proyecto, es decir, desde esta empresa se ejecuta la revisión de los diferentes entregables de diagnóstico, alternativas, diseño y supervisión de la etapa de construcción.

Palabras clave: asbesto cemento, interventoría, tubería, reposición, diseño, revisión.

Abstract

Worldwide, many deaths are recorded annually as a result of lung cancer, due to the inhalation of asbestos cement particles, this number has been increasing over time and taking the lives of many people, for which, in Colombia in the year 2019, more exactly on July 11 of that year, Law No. 1968 is issued where all types of pipes that are in the mentioned material must be changed. For this reason, the present work is framed in supporting the proposal of the project for the replacement of positive aqueduct networks for asbestos cement and sewage systems that are in poor condition where EPM provides its service. Well, it is of great interest not only to contribute to the improvement of the quality of life of the people of Valle de Aburrá, San Nicolás and Rionegro, but also to the social and economic improvement of the people of the area and of the entire country, thus, this contribution and support for the project in question will be reflected through the Aguas Nacionales company, which is in charge of supervising this project, that is, from this company the review of the different diagnostic deliverables, alternatives, design and supervision of the construction stage.

Keywords: asbestos cement, auditing, pipeline, replacement, design and revisión.

1. Introducción

El Asbesto se conforma por un grupo de minerales no metálicos compuestos de silicatos de doble cadena fibrosa, es decir, se da naturalmente en forma de conjunto de fibras que poseen gran resistencia a la tensión y la degradación química y conductividad térmica baja (National Cancer Institute EE. UU, 2017). El Asbesto ha sido utilizado como material aislante en fábricas, escuelas, casas e incluso tuberías debido a que se encuentra con facilidad en el suelo y rocas, lo que ha permitido encontrar a bajo costo algún elemento con este tipo de componente en el campo industrial causando deformidades cicatriciales y en el peor de los casos cáncer en los pulmones de quienes han inhalado el polvo de asbesto o en la población que ha tenido un contacto directo con las estructuras hechas en este material. Pese a la comprobación experimental y reconocimiento de los agentes cancerígenos que contiene este material por la Organización Mundial de la Salud, aún se lo sigue usando en muchos países, Colombia está incluida dentro de ese grupo.

De acuerdo con la American Cancer Society es probable que muchas personas estén expuestas a bajos niveles de asbesto en su trabajo, si los productos que contienen asbesto se sacuden, fibras pequeñas de asbesto se desprenden en el aire al igual que las fibras que se desprenden en la corrosión de las tuberías. Cuando se inhalan o se ingieren las fibras de asbesto, es posible que se alojen en los pulmones y estómago permaneciendo ahí por mucho tiempo. Con el tiempo, las fibras pueden acumularse y causar afectaciones en el abdomen además de cicatrices e inflamación, lo cual puede dificultar la respiración y llevar a serios problemas de salud. (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2016).

En consecuencia de lo expuesto, el gobierno de Colombia y más específico el senado de la república expide la ley 1968 de 2019, en la cual se establece preservar la vida, la salud y el ambiente de los trabajadores y todos los habitantes, del territorio nacional (Departamento Administrativo de la Presidencia de la República, 2019), asimismo, en esta ley se prohíbe a partir del 1 de enero de 2021 explotar, producir o comercializar cualquier variedad de asbesto, haciendo la claridad de que se debe sustituir cualquier elemento ya elaborado e instalado en este material. (Departamento Administrativo de la Presidencia de la República, 2019).

Por su parte Grupo EPM es una empresa de servicios públicos domiciliarios encargada de prestar el servicio de acueducto y alcantarillado al Valle de Aburra, dentro de su proceso de planeación y cumplimiento normativo tiene como consideración realizar intervenciones sobre la infraestructura existente, para la reposición, optimización y modernización de esta, de tal forma que se garantice el servicio a mediano y largo plazo. Así, ha planteado el proyecto de reposición de Asbesto Cemento en las redes que se ubican en toda el Área Metropolitana del Valle de Aburra, Valle de San Nicolás y Rionegro. Con el fin de dar cumplimiento al proyecto trazado, se requiere ejecutar los diseños y la construcción de redes primarias y secundarias, además de redes de transporte y recolección de alcantarillado por lo que fue necesario dividir a la zona de interés en cuatro grupos,

estos son: las zonas y/o territorios (zona noroccidental, zona nororiental, zona suroccidental y zona suroriental), asignando cada obra de construcción y diseño a su respectivo contratista, dicho de otra manera para la ejecución de este proyecto serán 4 contratistas; UT Redes AC SMA, UT, Consorcio redes 2020, SANEAR y C&C GAAL, es decir, un contratista por grupo, por su parte la interventoría técnica, administrativa, ambiental y social será ejecutada por Aguas Nacionales EPM S.A. E.S.P.

El alcance del proyecto tiene como base lo especificado en la Resolución 0330 del 08 de junio del 2017 en el anexo Técnico del Sector de Agua Potable y saneamiento Básico, para cumplir con las actividades asociadas al objeto del contrato, el diagnóstico, diseño, construcción y reposición de redes de acueducto y alcantarillado, acometidas y obras accesorias, donde EPM presta sus servicios,

En el presente trabajo se expone la labor a desempeñar en el proyecto, la cual es apoyando el área de diseño de la interventoría. Así, constantemente se estará supervisando actividades de campo dentro de los objetos y plazos establecidos en el contrato de interventoría, realizando al mismo tiempo revisiones a los diferentes entregables del contratista como: evaluaciones, chequeos, despieces, presupuestos, informes, anexos, especificaciones técnicas, planos y modelaciones hidráulicas de diseños. En este sentido, se pretende dar un apoyo exhaustivo y concreto a todo lo que requiera el proyecto en cuestión, pero más específicamente en la revisión de los diseños ejecutados por el contratista para la reposición de acueducto del Circuito Altavista Sur ubicado en la zona suroccidental del Valle de Aburrá, este circuito abastece a los barrios: El Rincón, La Loma de los Bernal, La Gloria, Altavista, Las Playas, San Bernardo, La Palma y Belén con una longitud total de red a reponer de 2.279,45 m en todo este circuito.

Por su parte, también se realiza un apoyo en la revisión de los diseños del GPZS-0900 (gestión de proyecto zona sur) de alcantarillado ubicado en el suroccidente de la ciudad de Medellín, exactamente en la carrera 75 entre las calles 20 y 21, en el barrio San Bernardo, diseños ejecutados por el contratista incluyendo: la evaluación de capacidad hidráulica, cambios de alineamiento y reposición de tubería.

2. Objetivos

Objetivo general

Revisar en detalle el diagnóstico y las alternativas de las redes de Acueducto en asbesto cemento del Circuito Altavista Sur y las redes de alcantarillado concernientes al requerimiento GPZS-0900 localizada en el barrio San Bernardo en la ciudad de Medellín.

Objetivos específicos

- Apoyar el área de diseño en el análisis de la información e investigación realizada previamente por EPM para la identificación de las redes compuestas de asbesto cemento y los antecedentes de requerimientos de alcantarillado.
- Hacer seguimiento a las actividades del contratista para la ejecución de las etapas evaluadas en el contrato; diagnóstico, alternativas, diseño y construcción.
- Recomendar y realizar observaciones según criterio de los ingenieros del área de diseño de interventoría a los entregables presentados por el contratista.
- Respaldar la comparación de metodologías de cálculo y/o valores identificados de chequeos, despieces, presupuestos, especificaciones técnicas, planos y modelaciones hidráulicas de diseños, verificando la aplicación por parte del contratista de las normas del sector de diseño.

3. Marco teórico

El proyecto de la reposición y cambio de tubería en asbesto cemento es una propuesta a elaborar diseños de redes ya existentes, es decir, se parte desde las redes que ya están instaladas y presentan este tipo de material o se encuentran en un material diferente pero con algún deterioro en la tubería, con base en ello, se aborda el nuevo diseño, por lo que la evaluación y verificación desde la parte de la interventoría se aborda el planteamiento del diseño hidráulico, el cual emplea los principios básicos de la matemática y las condiciones físicas de la zona de interés para con ello tener una acertada interpretación de las problemáticas planteadas a lo largo del proyecto y dar las diferentes soluciones a dichas necesidades.

Para el componente de acueducto los diseños inician con una etapa de preliminares, esta contiene una fase de investigación tanto en las plataformas digitales como en campo, evalúan todo lo que conforman el territorio o zona del circuito de interés, en esta fase se anexan la CCTV (televisación) y actas de visitas, seguidamente se encuentra la etapa de diagnóstico, la cual es una inspección en campo en la cual se comprueba el estado actual de la red, las posibles dificultades constructivas y los estudios precisos para el planteamiento del diseño por medio de los nichos de investigación, los diferentes estudios, ambientales, geotécnicos, estructurales, de servidumbres y topográficos. Lugo está la etapa de alternativas, en esta el equipo del contratista propone a través de varias alternativas tanto constructivas como del alineamiento, la mejor de acuerdo con las condiciones del entorno, comparando la matriz cuantitativa o de costo y la de riesgos o cualitativa, para de esta manera continuar con la etapa más densa e importante del componente y es la etapa de diseño. Esta última contiene todo el trazado del diseño de las nuevas redes de acueducto, de acuerdo con lo evaluado en las etapas anteriores.

El componente de alcantarillado, al igual que el de acueducto, inicia con un requerimiento a EPM, ya que desde la comunidad se identifica y se indica una necesidad, y es ahí donde el contratista debe realizar la RCH (revisión de capacidad hidráulica), luego de ello el contratista procede a realizar el diseño para dar solución al requerimiento expuesto.

Algunas actividades de diseño en los componentes de acueducto y alcantarillado que se presentan en el pliego de condiciones numeral 7.1.1 del Anexo Técnico del contratista son dirigidas tanto para el diseñador contratista como para la interventoría en su ejercicio de verificación:

- Los archivos y carpetas que entrega el contratista deben estar nombrados de acuerdo al aplicativo VAULT.
- El diseño entregado por el contratista debe indicar en los planos los empalmes a redes existentes, sin afectar en lo posible la prestación del servicio.
- Se deben contemplar todas las redes presenten en el terreno estén referenciados o no en el modelo de redes de EPM, servicios como; gas, telecomunicaciones y electricidad.

- El contratista debe realizar topografía para la realización del diseño detallado de redes con diámetro mayor o igual a 300mm.
- El contratista debe hacer la evaluación de tecnologías para la instalación de redes con zanja y sin zanja, presentando un informe con la valoración costo-riesgo-desempeño empleando la Guía Metodológica para la Toma de Decisiones, esta será abalada por la interventoría para proceder con el correcto trazado de diseño.
- EPM suministrara los modelos hidráulicos actuales de los circuitos de cada grupo de contratación en software WaterGEMS.
- Las redes en acueducto a cambiar se deben diseñar con material de polietileno en los respectivos diámetros comerciales.
- Para las redes mayores de 300mm de diámetro interno, se deben considerar paralelas de mínimo 75mm, donde se instalarán las acometidas de acueducto.
- Se debe seleccionar válvulas de aislamiento para no aislar sectores muy grandes y evitar racionalizar.
- Para hacer la modelación de alcantarillado se puede emplear el software EPASWMM.
- El contratista deberá evaluar en la problemática de alcantarillado cálculos estructurales y geotécnicos como; muros de contención, viaductos, entre otros.
- Se debe entregar en el componente de alcantarillado plantillas de referenciación correctamente diligenciadas.

La revisión técnica de los diseños se hace contrastando y complementando con las normas mencionadas anteriormente, la aplicación de estas depende de la situación que se presente y los criterios cálculo del diseñador, es por ello que para poder dar cumplimiento a los diseños se debe seguir lo estipulado a continuación.

3.1. Planeación de proyectos de acueducto y alcantarillado

De acuerdo con lo propuesto por el Reglamento técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS, es decir, la resolución No. 0330 de 08 de junio de 2017, más concretamente en lo definido en su artículo 7 de esta resolución, se debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Diagnóstico detallado de la situación.
2. Determinación de la población afectada.
3. Características socioculturales de la población y participación comunitaria.
4. Cuantificación de la demanda y/o necesidades.
5. Conocimiento de la infraestructura existente.
6. Definición del alcance de las intervenciones.
7. Estudios básicos de las alternativas.
8. Formulación y priorización de proyectos.
9. Formulación y análisis de alternativas de proyectos.

10. Elaboración de plan de obras.
11. Determinación de costos del proyecto
12. Formulación del cronograma de implementación del proyecto.

Las etapas anteriormente descritas son consideradas y proyectadas en los tres estudios (diagnóstico, alternativas y diseño) que desarrolla el contratista a lo largo del proyecto de reposición de redes de asbesto cemento y en la atención a los requerimientos de alcantarillado. Por lo que la interventoría procede de acuerdo con lo enunciado en el artículo 35 del manual técnico RAS, el cual en su numeral 4, enuncia que “Durante la ejecución del proyecto, la interventoría deberá revisar las necesidades del contrato y plantear soluciones de manera previsiva y proactiva, informando a la entidad contratante las medidas administrativas y financieras necesarias para la terminación del proyecto”. La interventoría además de regirse por lo anteriormente expuesto tiene en cuenta las Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de EPM y Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P., donde se encuentra un contraste entre ellas, pero la aplicación de estas depende de la situación presentada en el momento y los criterios mismos que maneje el diseñador. A continuación, se detallan de forma general otros puntos relevantes para tener en cuenta en los componentes de acueducto y alcantarillado:

3.2. Resolución 0330 de 08 de junio de 2017. Capítulo 2 Sistemas de acueducto

Como los tramos de acueducto a reponer han sido diseñados previamente en el desarrollo del diseño del componente de acueducto se plantean cambios de alineamiento y cambios de material, por lo que las condiciones hidráulicas se alteran, los aspectos técnicos que se evalúan son los siguientes:

3.2.1. Sección 3. Artículo 57. Modelación de redes de distribución de agua.

En función de predecir el comportamiento frente a diferentes condiciones operativas, de mantenimiento o expansión, se debe generar un modelo hidráulico, con algunas de las siguientes consideraciones:

El modelo matemático debe montarse en cualquier programa que utilice el método del gradiente hidráulico.

La modelación debe realizarse en periodo extendido y con frecuencia horario, incorporando en los nodos consumos.

Se debe calibrar el modelo con valores de presión, caudal y niveles de tanque.

3.2.2. Sección 3. Artículo 58. Sectorización hidráulica.

Todas las redes deben ser sectorizadas con el fin de racionalizar el servicio, para el diseño de esta se debe basar en los resultados de la modelación hidráulica.

3.2.3. Sección 3. Artículo 58. Localización de redes de acueducto.

Para los trazados de red se debe considerar los siguientes aspectos:

Tuberías menores o iguales a 12" (300 mm) deben estar separadas de los paramentos a una distancia horizontal mínima de 0,50 m.

Tuberías mayores de 12 "(300 mm) deberán ir por calzadas y tener un corredor libre de mantenimiento de mínimo 1 m lado a lado.

Las tuberías de acueducto no deben estar ubicadas en la misma zanja de las tuberías de alcantarillado.

La distancia mínima entre tuberías de acueducto y alcantarillado, en dirección horizontal 1 m y 0.30 m en la dirección vertical.

Las profundidades mínimas a cota clave de la tubería de acueducto es de 1 m en la zona urbana y rural.

3.2.4. Sección 3. Artículo 61. Presiones de servicio mínimas en la red de distribución.

La presión dinámica mínima en la red de distribución debe ser de 10 mca en sistemas con población de diseño hasta 12500 habitantes si la población supera estos habitantes se debe considerar presión mínima de 15 mca.

3.3. Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de EPM.

De forma técnica para el diseño de las redes distribución la norma de EPM indica algunas de las siguientes consideraciones y criterios:

3.3.1. Velocidades en las tuberías de conducción.

Se recomienda una velocidad mínima de 0,5 m/s este valor depende de las características del agua y los fenómenos hidráulicos que ocurran en la tubería.

3.3.2. Pendientes de las tuberías.

Las pendientes mínimas recomendadas:

1. Cuando el aire acumulado tiende a circular en el sentido del flujo del agua, pendiente mínima de 0,04%.
2. Cuando el aire fluye en el sentido contrario del flujo del agua, pendiente mínima debe estar entre 0,1% y 0,15%.

3.3.3. Profundidad de instalación de las tuberías a cota clave.

La profundidad de instalación de las tuberías se recomienda:

En la línea de conducción la profundidad mínima es de 1 m.

La profundidad máxima de las tuberías que conforman la red de distribución no debe exceder los 1,5 metros de profundidad medidos desde la cota clave.

3.3.4. Modelo hidráulico de la red y estructuras.

Para entender la hidráulica para cualquier condición de operación o cualquier condición de emergencia:

El modelo matemático debe montarse en cualquier programa que utilice el método del gradiente en sus cálculos y permita el uso de las ecuaciones de Darcy- Weisbach y Colebrook- White.

El cálculo de hidráulico debe poder comunicarse con el sistema de información geográfico establecido en el Modelo Digital de Aguas (MDA) de EPM.

Los datos que alimentan el modelo hidráulico son; diámetros, coeficientes rugosidad, caudales y factores de consumo y calidad de agua.

3.4. Resolución 0330 de 08 de junio de 2017. Capítulo 4 Sistemas de alcantarillado

Los parámetros hidráulicos considerados para el diseño de la red de agua residual y aguas combinadas están consignados en la resolución 0330 de 2017, los cuales son:

Las distancias mínimas libres entre las redes de aguas residuales y/o lluvia, y las tuberías de otras redes de servicios públicos deben ser 1,0 m en dirección horizontal y 0,30 m en dirección vertical. El diámetro interno real mínimo permitido en redes de alcantarillado sanitario es 170 mm. Para poblaciones menores de 2500 habitantes el diámetro interno real permitido es 140 mm y en alcantarillado combinado el diámetro mínimo debe ser 260 mm.

La velocidad máxima en los alcantarillados por gravedad no debe sobrepasar los 5,0 m/s.

La velocidad mínima real permitida en el colector de alcantarillado sanitario es aquella que genere un esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínimo de 1,0 N/m².

3.5. Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P.

Los parámetros hidráulicos considerados para el diseño de la red de agua residual y aguas combinadas en las normas de diseño de EPM, los cuales son (EPM Empresas Públicas de Medellín):

La profundidad mínima a la cota clave de las tuberías es de 1,2 m, para conexiones domiciliarias de una pendiente mínima del 2%.

El diámetro interno real mínimo permitido en redes de alcantarillado sanitario es 180 o 170 mm.

La velocidad mínima en los alcantarillados es 0,45 m/s.

La velocidad mínima real permitida en el colector de alcantarillado sanitario es aquella que genere un esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínimo de 1,5 N/m².

La relación máxima de la profundidad del flujo y el diámetro de la tubería del alcantarillado se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1. Valores de la relación máxima entre la profundidad y el diámetro de la Tubería.

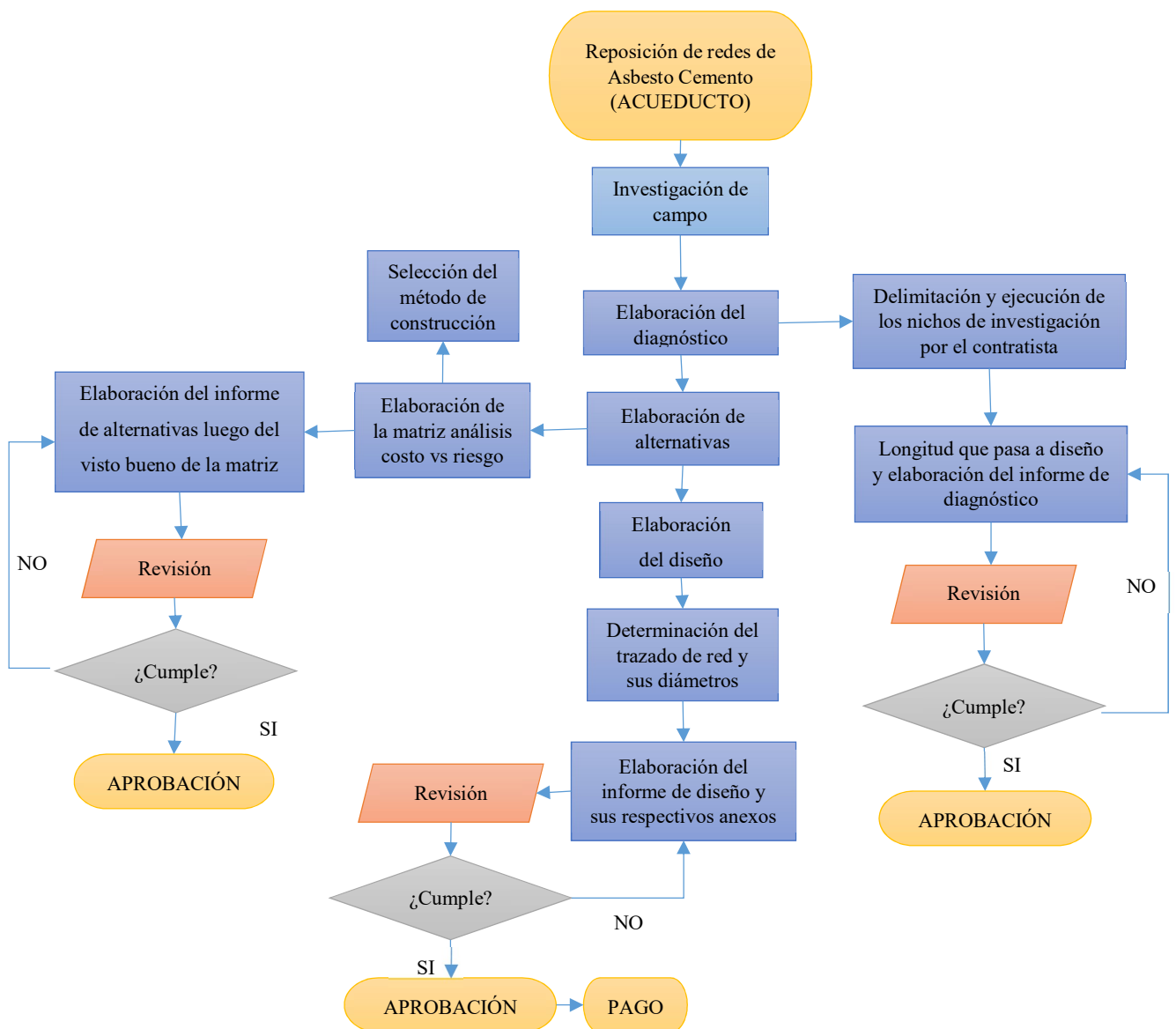
Diámetro interno real (mm)	Relación máxima entre la profundidad y el diámetro de la tubería (%)
Menor que 500	7000,00%
Entre 500 – 1000	8000,00%
Mayor que 1000	8500,00%

Fuente. (Ministerio de Vivienda, 2017)

4. Metodología

Para efectuar el seguimiento a todas las actividades de revisión de las alternativas, diagnóstico y diseño, se debe tener en cuenta las actividades que desarrolló el contratista para la elaboración de las diferentes entregas, además este debió haber dado una trazabilidad a todas las dificultades y solicitudes que se fueron presentando durante la ejecución de cada una de las etapas mencionadas, a continuación, se muestra un diagrama de flujo para actividades del contratista en el diseño del componente de alcantarillado:

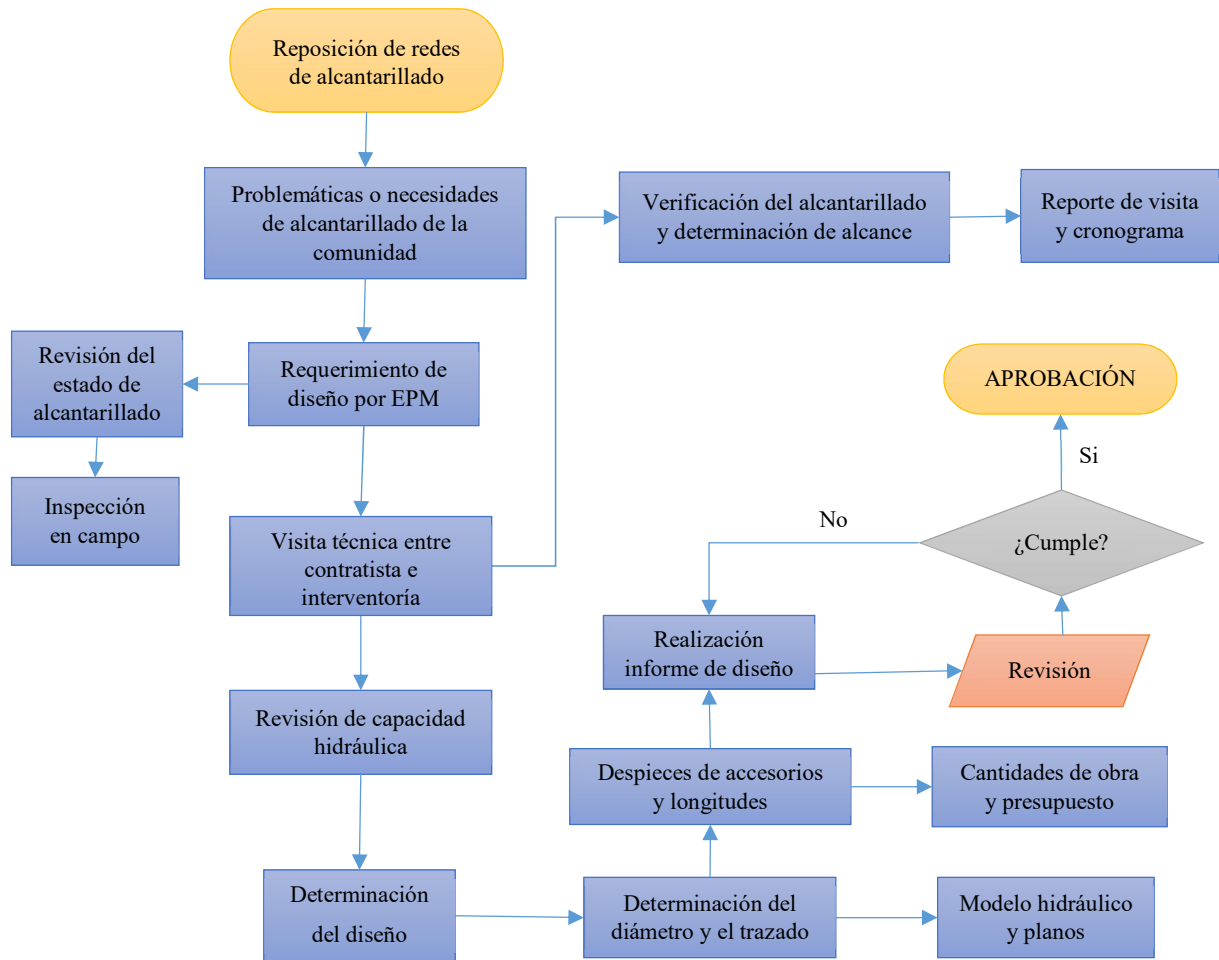
Figura 1. Metodología para la reposición de redes de acueducto



Fuente: (Elaboración propia.)

Por otra parte, el procedimiento de alcantarillado que atiende las solicitudes de los proyectos menores alcantarillado denominadas urgencias, tiene otras particularidades ya que surgen de quejas presentadas por la comunidad y que dada su complejidad necesitan ser evaluadas desde un enfoque de diseño técnico para sortear las dificultades, como se muestra en la siguiente metodología:

Figura 2. Metodología para la reposición de redes de alcantarillado.



Fuente: (Elaboración propia.)

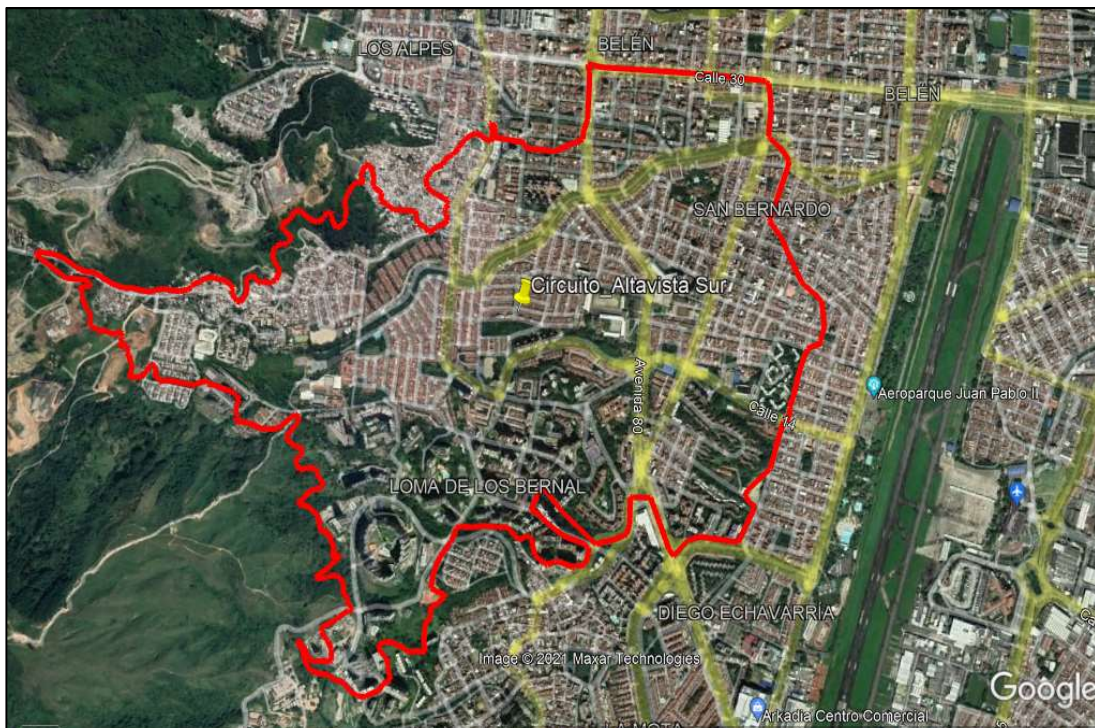
5. Análisis

5.1. Componente de Acueducto

5.1.1. Área de Estudio.

El área de estudio del circuito Altavista Sur es de aproximadamente 277,44 ha, se encuentra localizado en la zona suroccidental del Valle de Aburrá, exactamente en el municipio de Medellín (Comuna 16) y abastece los barrios: El Rincón, La loma de los Bernal, La Gloria, Belén Aliadas, Altavista, Las Playas, San Bernardo, La Palma y Belén (ver figura 3).

Figura 3. Delimitación del circuito Altavista Sur.



Fuente: (Consortio de redes 2020, 2022a).

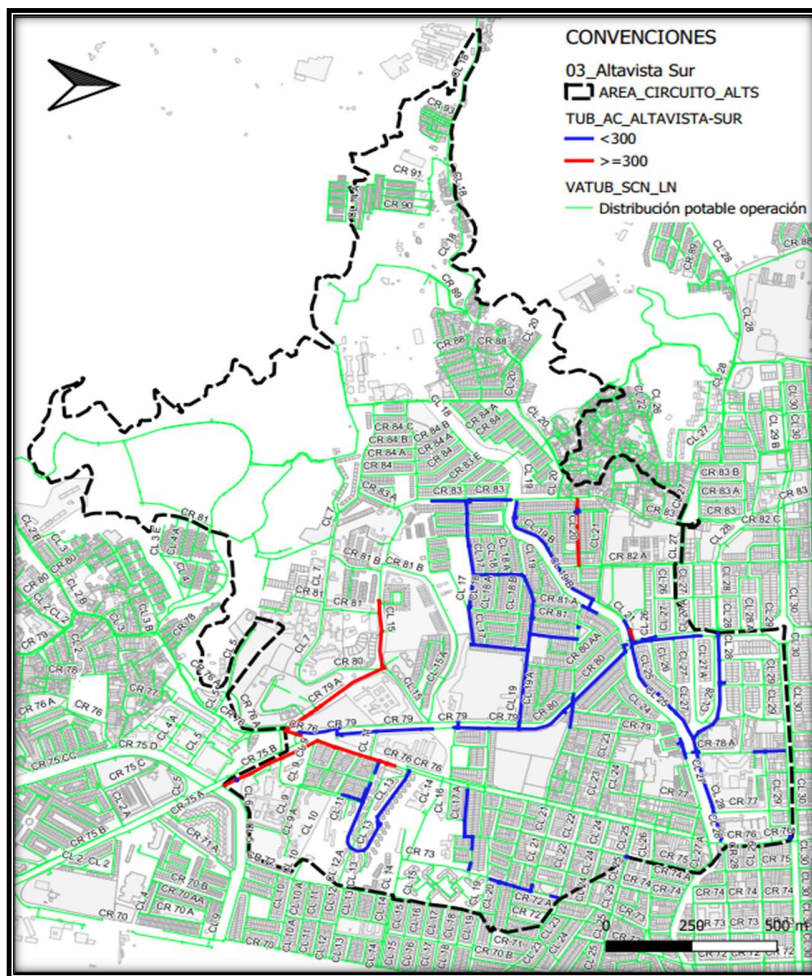
Este circuito se encuentra alimentado por un tanque nombrado Altavista con cota de rebose 1655 msnm. A su vez este contiene 9 subcircuitos con diez (10) estaciones reguladoras de presión en estado de operación y ocho (8) en estado retirado, con tuberías en materiales como: Asbesto Cemento, CCP, Hierro Dúctil, Hierro Fundido, Hierro Galvanizado, PEAD y PVC con diámetros que oscilan entre los 13mm hasta los 600mm, además cuenta con 3705 clientes al año 2021, según proyecciones de EPM (Consortio Redes,2020, 2021).

5.1.2. Investigación de redes positivas para asbesto cemento en el circuito Altavista Sur.

Inicialmente es EPM quien suministra al contratista la información base para que la entidad encargada en este caso Consortio Redes 2020 pueda empezar a determinar todos los estudios pertinentes para la investigación de las redes de asbesto cemento propuestas a modificar y retirar

si es el caso, la información que se relaciona corresponde a un listado y shapefile con las redes de distribución en el circuito según la información registrada y disponible en la base de datos correspondiente a esta zona. El contratista verifica el estado de los tramos en operación registrados como asbesto cemento y procede a realizar la depuración de estos, filtrando y descartando los tramos que ya han sido intervenidos por otros contratos celebrados por EPM, obteniendo el listado inicial con la debida identificación (IPID) (Insurance Product Information Document) , para con ello proceder a programar las respectivas visitas de campo con el personal requerido tanto por parte del contratista como de la interventoría y realizar los recorridos por la zona de interés y las marcaciones de los nichos. En la siguiente figura, se puede ver las redes de asbesto cemento del circuito Altavista Sur suministrada por EPM.

Figura 4. Circuito Altavista Sur según información suministrada por EPM.



Fuente: diagnóstico (Consortio Redes,2020, 2021)

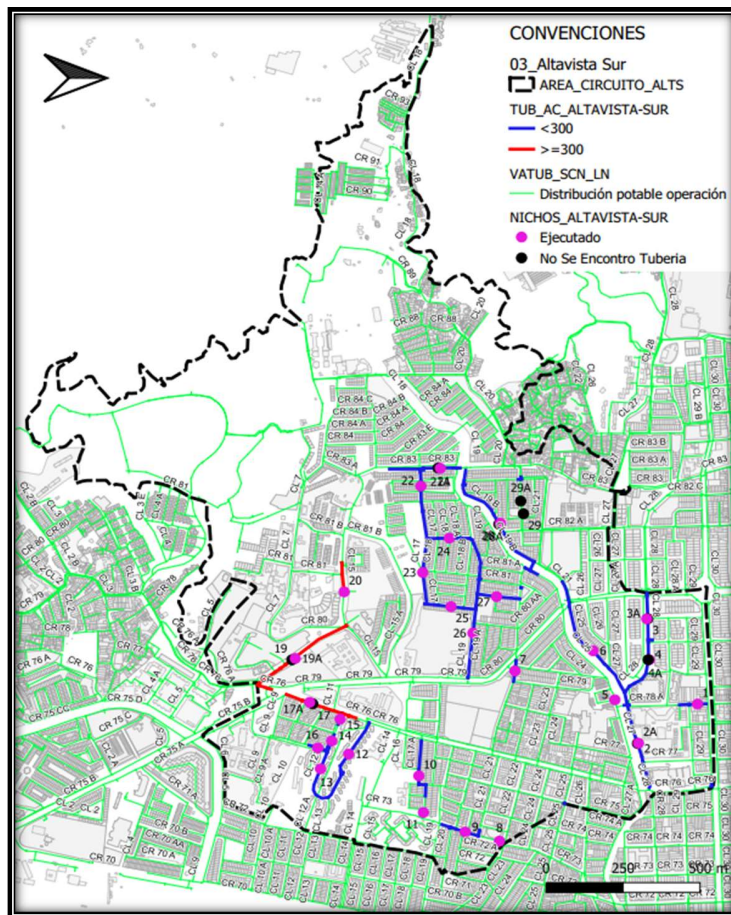
5.1.3. Nichos de investigación

La realización de nichos de investigación tiene como objetivo la verificación y localización puntual de la tubería, con lo cual se permite identificar y confirmar si se trata de una tubería de asbesto, su diámetro, profundidad en el sitio del nicho y si la tubería se encuentra en servicio (Consortio de redes 2020, 2022a), cabe señalar que si se requieren nichos adicionales para verificar cruces con

otras redes existentes, se deben solicitar por parte del contratista a la interventoría en la etapa posterior a esta.

Para el circuito Altavista Sur se ejecutaron en total 36 nichos de verificación, estos se llevaron a cabo entre el 09 y el 21 de abril del 2021, de los 36 nichos totales, en la entrega 3 se realizaron 9 de ellos, en estos se tomó la siguiente información: codificación de nicho, dirección de referencia, barrio, circuito, IPID, material de la tubería, diámetro, profundidad, estado del servicio, dimensiones de apique (largo, ancho, profundidad, tipo de superficie y espesor de pavimento) y registro fotográfico como evidencia de lo encontrado, en la ilustración 5 se muestra la localización de los nichos ejecutados (Consortio de redes 2020, 2022a).

Figura 5. Localización de nichos para el diagnóstico de redes en asbesto cemento.







Fuente: diagnóstico (Consortio Redes,2020, 2021)

5.1.4. Resultados de los nichos de investigación que pasan a la fase de alternativas y diseño.

Con base a la información obtenida en la etapa anterior, el contratista realiza un consolidado y elabora un informe denominado “Reporte de nichos de investigación”, este a la hora de realizar la entrega del paquete de diagnóstico se lo adjunta en los anexos, en dicho informe se establecen los tramos que pasan directamente a la etapa de alternativas y diseño, con su respectiva longitud. Para este circuito en cuestión se han recibido 2 entregas por parte del contratista, la primera la realizaron

el 05 de mayo de 2021 y la segunda el 30 de junio del mismo año, de esta última se realizó las observaciones respectivas por parte del practicante y se envió a la diseñadora de interventoría, a la fecha actual se encuentran en revisión de esas observaciones para enviar mediante correo electrónico las observaciones oficiales por parte de la interventoría al contratista, para que este las atienda en los tiempos establecidos por el anexo técnico de interventoría.

Por otra parte, De los nichos ejecutados y de los resultados obtenidos de estos se adjuntó la localización de los mismos y lo encontrado en ellos, como por ejemplo si hubo interferencias con individuos arbóreos, el estado de pavimento donde se encuentra la tubería, el flujo vehicular de las vías, los parámetros geométricos de las vías a intervenir, si hubo inconsistencias entre lo reportado por EPM en la MDA y lo encontrado en campo, en lo que tiene que ver al diámetro y material de la tubería, la información descrita está directamente ligada con el registro fotográfico reportado en ese mismo informe, por lo que la revisión a ello se la hace comparando lo mencionado en ambas partes y verificando que si coincida. A continuación, se puede ver algunas de los registros fotográficos de la versión 2 enviada por el contratista.

 <p>NICHO 13 9 abr. 2021 1:50:41 p. m. 73-38 Calle 12 Medellin Antioquia</p>	 <p>NICHO 1 14 abr. 2021 12:21:26 p. m. 2975 Carrera 78A Medellin Antioquia</p>
<p>Nicho 13: Tubería en asbesto cemento con IPID 9075596.</p>	<p>Nicho 1: Tubería en PVC</p>
 <p>NICHO 27 12 abr. 2021 3:06:39 p. m. 1985 Carrera 80c Medellin Antioquia</p>	 <p>NICHO 3 14 abr. 2021 12:02:33 p. m. 7971 Calle 28 Medellin Antioquia</p>
<p>Nicho 27: Tubería en asbesto cemento</p>	<p>Nicho 3: Apique con profundidad a 1.2 m a la clave</p>

5.1.5. Comparación de longitud propuesta a investigación de Asbesto Cemento por EPM y lo encontrado en campo.

Es importante hacer este comparativo ya que muchas veces estas longitudes difieren, por lo que inicialmente se tiene que en la base de EPM se tienen positivos 258 tramos en asbesto cemento para este circuito, equivalentes a 7504, 99 metros de tubería en el material mencionado, por lo que reportados mediante nichos en campo por el contratista se tienen 197 tramos de asbesto con una

longitud equivalente a 5.368,04 metros de tubería, pero no todos estos tramos serán intervenidos en el alcance de este contrato, ya que se siguen las siguientes condiciones:

- Se identificó un material diferente a asbesto cemento en la ejecución de nichos, esto se presentó en el nicho número 5. (Consortio de redes 2020, 2021 b).
- Se identificó en el modelo digital de aguas MDA y GNET (Base de datos EPM) que los tramos ya habían estado retirados (fuera de servicio). (Consortio de redes 2020, 2021 b).
- Se decide retirar los 52 tramos de tubería de acueducto en asbesto cemento equivalente a 1715,35m ubicados en la Avenida 80, ya que estos serán intervenidos por el proyecto Metro de la 80 de la Alcaldía de Medellín. (Consortio de redes 2020, 2021 b).
- Ya se realizó la reposición de estos tramos por otros materiales diferentes al asbesto cemento, de acuerdo con lo observado en algunos nichos ejecutados (Consortio de redes 2020, 2021 b).

Adicional a ello, se tienen cinco (5) tramos de 197 tramos para investigación en los que no se realizó nicho, debido a que tenían longitudes menores de 30 m por lo que se pasaron directamente a las etapas de alternativas y diseño (Consortio Redes,2020, 2021), esta directriz fue dada por EPM tras encontrar en varios circuitos del proyecto tramos menores a 30 metros los cuales por su corta longitud no ameritaban de un nicho de investigación debido a todo lo que esta actividad implica, como es rotura del pavimento, cierre parcial de la vía y costo económico para el cliente.

El resumen de lo expuesto en este ítem se puede ver recopilado en la siguiente tabla:

Tabla 2. Resumen de Nichos de investigación

Consolidado de nichos	Cantidad
Nichos primera marcación	28
Nichos segunda marcación	8
Nichos ejecutados	36
Nichos donde se encontró tubería de asbesto cemento	26
Nichos donde se encontró tubería de otros materiales	1
Nichos No efectivos (no se encontró ninguna tubería)	9

Fuente: (Consortio Redes,2020, 2021)

5.1.6. Análisis de alternativas de alineamiento, evaluación hidráulica y método constructivo del circuito Altavista Sur.

El contratista realizó el análisis de alternativas siguiendo las diferentes directrices de EPM y la interventoría, además tuvo en cuenta lo estipulado en normatividad vigente, ítems predicables de los términos contractuales y la oferta comercial disponible, y prosiguió con la elaboración del informe de las diferentes alternativas teniendo en cuenta las recomendaciones ya mencionadas y las condiciones físicas del circuito.

5.1.7. Alineamiento y trazado preliminar

Teniendo en cuenta la información de los shapefiles y la cartográfica suministrada por EPM, se definió el alineamiento y la tubería a instalar considerando los siguientes aspectos:

- Cruce de redes con otros servicios (luz, gas, alcantarillado y telefonía antigua), con el fin de evitar posibles interferencias entre ellas.
- Cruces con individuos arbóreos.
- Cruces de quebradas por viaductos.
- Evitar el trazado de redes por predios privados.

Para este circuito el contratista siguió la directriz de proyectar las redes paralelas a las tuberías de asbesto cemento y en el caso de no ser posible, justificar debidamente el alineamiento, del mismo modo que el cruce con otras redes con las que no haya sido posible seguir la directriz y se tuvo la necesidad de realizar el cruce, además en algunos tramos se tuvo la necesidad de realizar empalmes provisionales en los que será necesario retirar segmentos de asbesto cemento o entrar en contacto con este (Consortio Redes,2020, 2021).

5.1.8. Información de Caudales y clientes suministrada por EPM.

Basados en información de la gestión de activos de EPM que contiene proyecciones hasta el año 2050 de ANC, dotación neta, cantidad de clientes, consumo total y suministro para cada circuito, en el alcance del presente proyecto no se presenta un análisis de población ni de caudales en particular. En la siguiente tabla se puede apreciar mejor esta información con la proyección de los 4 escenarios.

Tabla 3. Dotaciones, Caudales y Consumos para el circuito Altavista Sur

Concepto	2021	2030	2040	2050
ANC	25%	24%	24%	24%
Dotación Neta (m ³ /mes usuario)	11,6	9,8	8,6	7,8
Número de Clientes	28.707	33.968	39.860	45.281
Consumo total (L/s)	128	128,2	131,8	137
Suministro (L/s)	170	170	173	179,75

Fuente: (Gestión de activos EPM.)

5.1.9. Evaluación hidráulica en tramos a reponer del circuito Altavista Sur.

La evaluación hidráulica de las redes de distribución del circuito en cuestión, el contratista la realizó por medio del software WaterGems. Este programa dispone de un módulo de análisis hidráulico que permite simular el comportamiento dinámico de la red existente y diseñada, en donde el contratista analiza el modelo hidráulico proporcionado por EPM cambiando el material de asbesto cemento a polietileno para los 197 tramos que pasaron del diagnóstico al diseño, es decir, para llevar a cabo el modelo se modificó el coeficiente de rugosidad $K_s = 0,0015$ mm y el diámetro interno. Además, cabe resalta que la evaluación de la capacidad hidráulica de las redes de distribución en el modelo hidráulico se realiza con la ecuación de Darcy Weisbach siguiendo las recomendaciones de la Norma de Diseño de redes de acueducto de EPM, 2013. (Consortio Redes,2020, 2021).

Consecutivamente, el contratista prosiguió a realizar la comparación de las capacidades hidráulicas con los dos materiales, en escenarios de proyección del año actual (2021) es decir, el año en el que se elaboró el diseño de esta etapa del circuito y año 2050, año de máxima proyección, obteniendo lo presentado en la siguiente tabla:

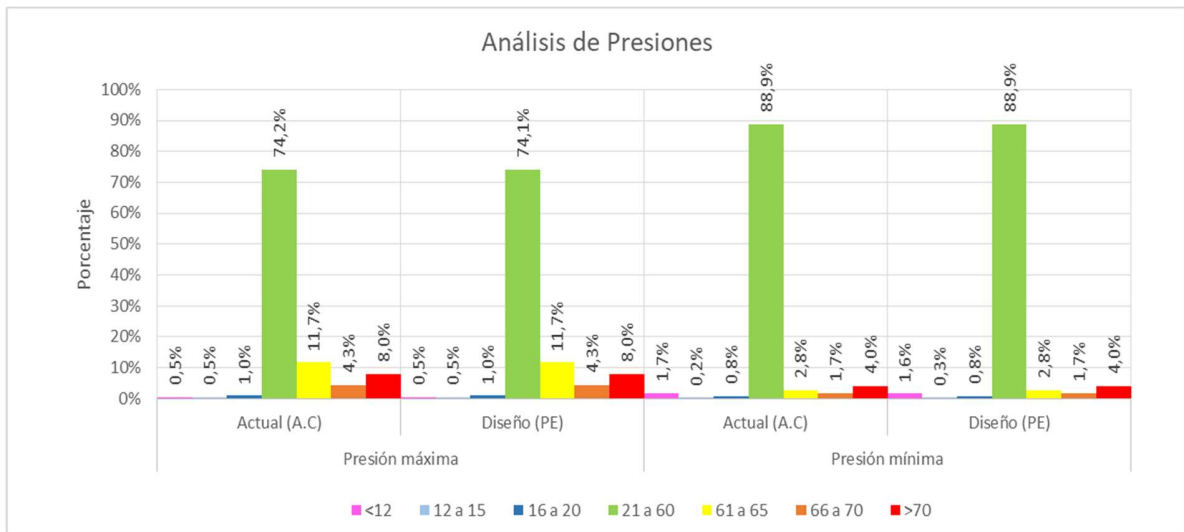
Tabla 4. Comparación de porcentual de presiones en el circuito Altavista Sur (Consortio de redes, 2021).

Escenario 2050	Presión máxima				Presión mínima			
	Actual (A.C)		Diseño (PE)		Actual (A.C)		Diseño (PE)	
Rango (mca)	# nodos	%	# nodos	%	# nodos	%	# nodos	%
<12	9	0,50%	9	0,50%	33	1,70%	32	1,60%
12 a 15	9	0,50%	9	0,50%	4	0,20%	5	0,30%
16 a 20	19	1,00%	19	1,00%	15	0,80%	15	0,80%
21 a 60	1445	74,20%	1444	74,10%	1731	88,90%	1731	88,90%
61 a 65	227	11,70%	228	11,70%	55	2,80%	55	2,80%
66 a 70	83	4,30%	83	4,30%	33	1,70%	33	1,70%
>70	156	8,00%	156	8,00%	77	4,00%	77	4,00%
Total (# nodos)	1 948		1 948		1 948		1 948	
Nodo P máxima (mca)	112,82		112,82		100,3		100,3	
Nodo P mínima (mca)	5,96		5,96		4,82		4,82	
P promedio en los nodos (mca)	53,04		53,05		42,69		42,78	

Fuente: (Consortio Redes,2020, 2021)

De esta manera se llega a realizar la comparación entre las presiones entre el circuito actual y el propuesto por intervenir, es importante hacer no solo la comparación sino la verificación de las presiones, ya que este es un parámetro esencial a tener en cuenta en la modelación hidráulica debido a que tanto la norma de EPM con el RAS, establece que ningún modelo puede tener presiones negativas debido a que estas “representen un riesgo de colapso de la tubería por aplastamiento o zonas con posibilidades altas de cavitación” (Empresas públicas de Medellín, 2013).

Figura 6. Comparación de presiones entre el circuito actual y el propuesto por intervenir.



Fuente: diagnóstico (Consortio Redes,2020, 2021)

De acuerdo con la figura anterior, se puede observar en los gráficos que las presiones no varían en ambos escenarios por lo que mantienen aproximadamente el mismo porcentaje en las presiones máximas y mínimas, adicionalmente validando las presiones obtenidas, la mayoría de estas se encuentran dentro del rango permisible, es decir no sobrepasan los 60 mca, en ambos escenarios, lo que quiere decir que se cumple con lo requerido por la norma.

Del modelo también se extraen valores como la velocidad, cuyos valores no superan los 2,5 m/s máximos permitidos y las pérdidas unitarias las cuales se mantienen por debajo de los 10 m/km (Consortio Redes,2020, 2021).

5.1.10. Diseño de la reposición de redes en asbesto cemento en el circuito Altavista Sur.

El diseño de la reposición de redes de asbesto cemento propuesto por el contratista tiene como propuesta la instalación del mismo diámetro interno existente. Es decir, busca garantizar que los tramos diseñados tengan al menos los mismos diámetros internos de los existentes, a no ser que EPM o la interventoría dé una directriz diferente y en cuanto a las profundidades de las redes el diseño obedece el rango recomendado por la norma de diseño de EPM, la cual establece profundidades mínimas de 0,60 m a cota clave para las zonas de tránsito exclusivamente peatonal y de 1,0 m para zonas con posibilidad de flujo vehicular con una profundidad máxima de 1.5 m (EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P, 2017).

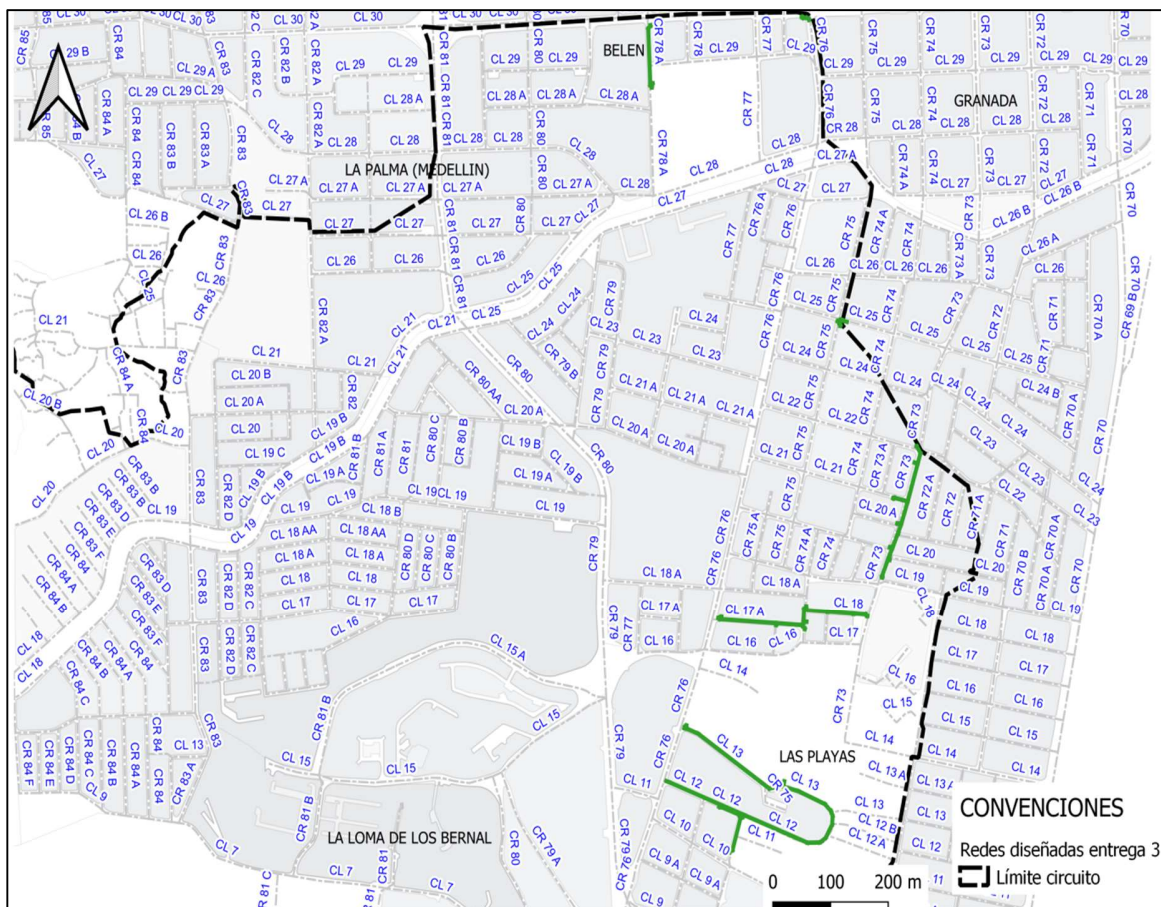
Para la entrega 3 del diseño se incluyen 137 tramos de asbesto cemento con diámetros de 90 mm, 125 mm, 180 mm y 250 mm, con una longitud total de 1484,59, en diámetros menores a 300 mm por lo que según el pliego de condiciones mencionadas en el numeral 3 no fue necesario realizar levantamiento topográfico para los tramos de diseño de esta entrega. Dicha información se puede ver más a detalle tramo por tramo en la siguiente tabla y la localización de estos se puede detallar en la siguiente figura.

Tabla 5. Resumen de las redes diseñadas para el circuito Altavista Sur – Entrega No. 3.

Diámetro de la tubería PEAD PN 16(mm)	No. de tramos	Longitud redes (m)	Material
90	29	72,68	PEAD PE 100 PN 16
125	28	134,52	PEAD PE 100 PN 16
180	40	756,82	PEAD PE 100 PN 16
250	40	520,57	PEAD PE 100 PN 16
Total	137	1484,59	

Fuente: (Consortio Redes,2020, 2021)

Figura 7. Redes diseñadas circuito Altavista Sur Entrega No.3.



Fuente: (Consortio Redes,2020, 2021)

De los tramos de asbesto proyectados se encuentra que se deben reponer algunas válvulas de corte o de aislamiento existentes, sobre las cuales se propone la reposición con el fin de contar con la misma capacidad de operación actual, estas válvulas proyectadas se busca implementarlas en hierro dúctil, compuerta elástica de vástago no ascendente y con extremos bridados. (Consortio Redes,2020, 2021).

Con respecto a los hidrantes es necesario reponer los hidrantes que se vean afectados por la reposición de las redes de asbesto cemento y los que se encuentren mal ubicados y en mal estado, por lo que, en este orden de ideas, el contratista en el diseño propone intervenir 5 hidrantes.

Por otro lado, para los empalmes en general de las redes de acueducto en el circuito Altavista Sur con las demás redes de acueducto, el diseño plantea utilizar unión universal brida por acople, porta brida PEAD PN16 y brida loca HD ANSI 150 para la transición de las tuberías de polietileno proyectadas con las demás redes existentes en operación. Para la entrega 3 de este circuito se describen algunos empalmes importantes que se tuvieron en cuenta en la realización del diseño.

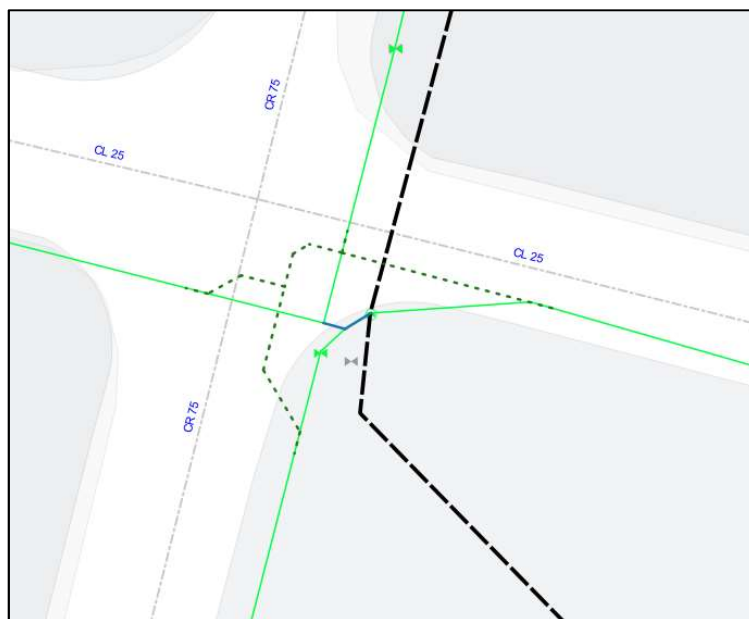
5.1.10.1. Empalme calle 30 con carrera 76.

En el cruce de la calle 30 con la carrera 76 se presenta una reposición de asbesto cemento de longitud 11,36 m, para lo cual se requiere la instalación de aproximadamente 15 m de tubería en PEAD PN 16 DN 250 (Consortio Redes,2020, 2021). Para este cruce en particular, en las observaciones de la versión 1 realizadas por la interventoría y tras la visita en campo mencionada ya em varios apartados de este informe se le solicitó al contratista hacer énfasis y dejar por nota en el informe de diseño que el cierre parcial de esta esquina, tanto para la carrea 76 como para la calle 30 no se afectaría el flujo vehicular ni el flujo peatonal, además que si esto se va a ver afectado, especificar la hora de la intervención para no generar dificultad en los aspectos señalados.

5.1.10.2. Empalme con el circuito Nutibara.

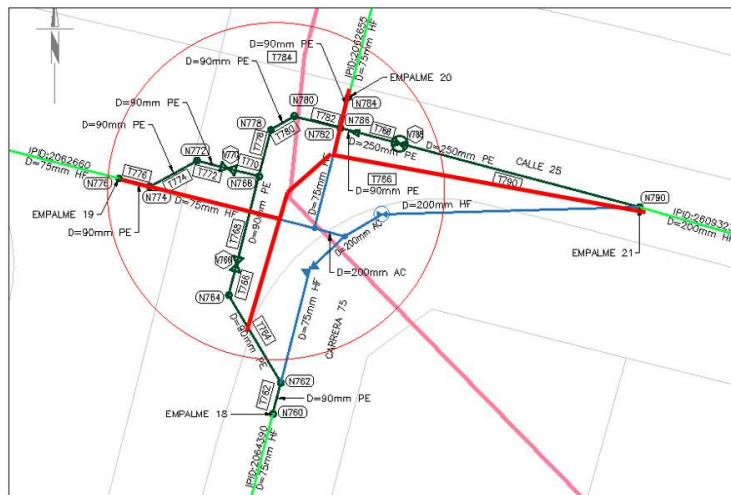
Como parte de la reposición de asbesto cemento se realiza un empalme con el circuito Nutibara en la calle 25 con la carrera 75, Barrio San Bernardo. En este empalme se instalarán aproximadamente 7.7 m de tubería en PEAD de 250 mm (Consortio Redes,2020, 2021).

Figura 8. Empalme propuesto por el contratista en la versión 1.



En la siguiente figura, se detalla en línea roja el alineamiento sugerido por la interventoría para este empalme, el cual según visita en campo se observó que el trazado propuesto está delineado muy cerca al eje de la vía y debido a que este es una intersección, implicaría el cierre parcial de las cuatro vías, por lo que se complicaría el trámite del permiso de PMT, de la misma manera que la ejecución de la obra, en este sentido, se requiere que el diseño se elabore más cerca al paramento de la vía o andén y se reduzcan algunos accesorios para con ello mejorar la movilidad al momento de la construcción y reducir el costo del diseño.

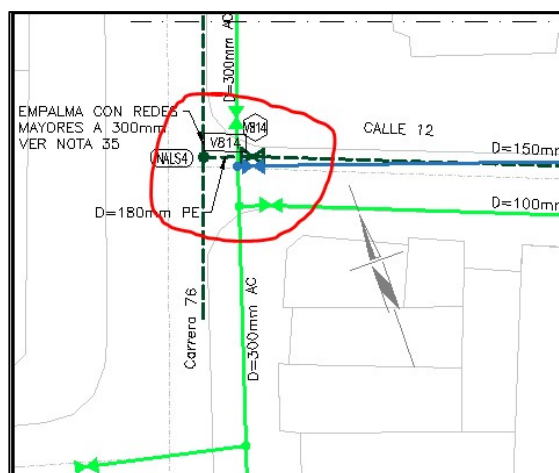
Figura 9. Empalme propuesto por la interventoría para la versión 1.



5.1.10.3. Sector 6

Según la visita de campo realizada el día 26 de abril de 2022 se requiere por parte de la interventoría que para este sector se debe evaluar por parte del contratista si se debe dejar un empalme provisional a las redes de asbesto cemento correspondiente a la entrega 4 o se puede dejar la red hasta la válvula, además de dejar por nota aclaratoria que este tramo será empalmado a la red cuando se intervenga el sector para que todo quede debidamente documentado y especificado.

Figura 10. Empalme del sector 6 señalado por la interventoría.



5.1.11. Manejo del asbesto

Como se ha mencionado inicialmente, debido a la toxicidad que contiene el asbesto cemento y a la gran cantidad de tuberías que hay en este material en la zona del proyecto, EPM estableció que “para evitar el contacto con el mismo se debe dejar las tuberías de asbesto cemento clausuradas y enterradas”. (EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P, 2019) y en donde no se pueda cumplir con lo enunciado, se debe justificar debidamente y validarlo con la Dirección de diseño de EPM y el área de diseño de la interventoría.

5.2. Componente de Alcantarillado

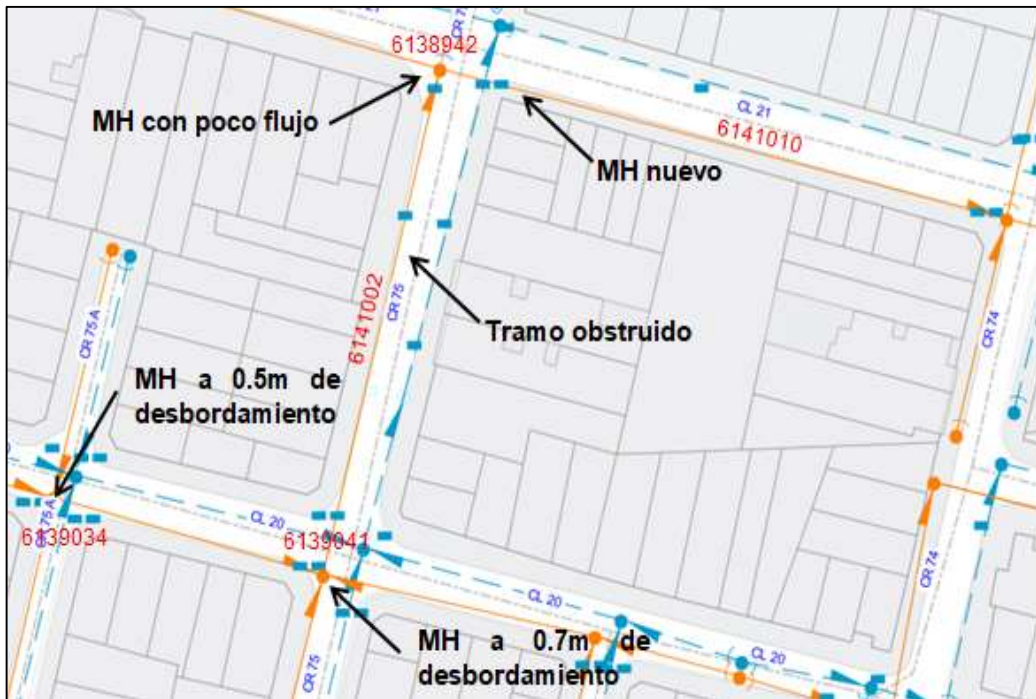
5.2.1. Generalidades del requerimiento GPZS-0900 del componente de alcantarillado.

La solicitud realizada por la comunidad del Barrio San Bernardo se centra en realizar el diseño de la reposición de la tubería con IPID 6141002 debido al grado de deterioro en el que se encuentra. La comunidad reporta que en este tramo se han hecho varios apiques que confirman el mal estado de la tubería y que algunas viviendas ya se han visto perjudicadas por esta situación. Por lo que, El contratista para el análisis de este GPZ encontró que, según el Modelo de Aguas el tramo a intervenir (6141002) tiene un diámetro de 250 mm, mientras que el tramo aguas abajo de este (6141010) tiene un diámetro de 200 mm, es decir, hay un estrangulamiento en la tubería lo que causaría una contracción en la red. Así, dentro del GPZ se requiere incluir en la revisión de capacidad hidráulica los tramos aguas abajo 6141010 y 6179559 con el objetivo de identificar el efecto de la reducción de diámetro en el funcionamiento de la red y, en caso de ser necesario, reponer los tramos en cuestión.

5.2.1.1. Localización.

El área de estudio del GPZS-0900 se localiza en el suroccidente de la ciudad de Medellín, en la carrera 75 entre las calles 20 y 21, en el barrio San Bernardo. Los tramos de alcantarillado que serán evaluados corresponden a una red residual que se dirige hacia el norte por la carrera 75 y toma la calle 21 en dirección oeste – este. (Consorcio Redes,2020, 2021).

Figura 11. Localización del tramo objeto del proyecto.



Fuente: (Figura generada por EPM y extraída del formato de generación del GPZ.)

5.2.2. Investigación e inspección en campo del requerimiento GPZS-0900.

El contratista el día 12 de agosto de 2021 realizó la primera visita de campo a esta urgencia (GPZS – 0900) para su reconocimiento. Según el reporte de la visita, el contratista no identificó novedades ni situaciones relacionadas con la operación del sistema de alcantarillado. Con base en la información del MDA identificó una posible reducción de diámetro aguas abajo del tramo a intervenir, por lo que plantea evaluar el funcionamiento hidráulico de estos tramos y, dado el caso, eliminar la reducción. (Consortio Redes,2020, 2021)

Posteriormente, el día 27 de agosto de 2027 el contratista realizó una segunda visita de campo al GPZ para la investigación de la red existente. Al inspeccionar las cámaras encontró lo siguiente:

- La cámara 6139041 (cámara inicial del tramo identificado con IPID 6141002) se encuentra empozada y el nivel del agua está a 70 cm de desbordar la cámara. (Consortio Redes,2020, 2021)
- La cámara aguas arriba sobre la calle 20 (6139034) y que no hace parte del GPZ también se encuentra empozada y el nivel del agua está a 50 cm de desbordarla. (Consortio Redes,2020, 2021)
- La cámara 6138942 (cámara final del tramo identificado con IPID 6141002) presenta flujo y operación normal. (Consortio Redes,2020, 2021)
- Tras investigar las cajas de inspección de domiciliarias se concluye que el tramo 6141002 presenta una obstrucción, aproximadamente a 12 metros de la cámara inicial.

- Se verificó en la cámara final del tramo 614102 que el diámetro es en PVC de 182 mm (DN200), contrario a lo reportado en el MDA donde se indica que la tubería es de 250 mm de concreto. De esta forma se confirma que no se presenta una reducción de diámetro en la red.
- Durante la visita de campo se encontró personal de mantenimiento haciendo limpieza de la red. Cuando se les informó sobre el estado del tramo 6141002 manifestaron que ese tramo ha sido atendido en diversas ocasiones y que, al parecer, se trata de un problema más de intervención que de mantenimiento.
- Aproximadamente 12 metros aguas abajo de la cámara 6138942 se encontró una cámara que intercepta el tramo 6141010 y que no está reportada en el MDA. Esta cámara se nombró 6138942. (Consortio Redes,2020, 2021).

Figura 12. Interior de los elementos 6139041 y 6139034



IPID 6139041

IPID 6139034

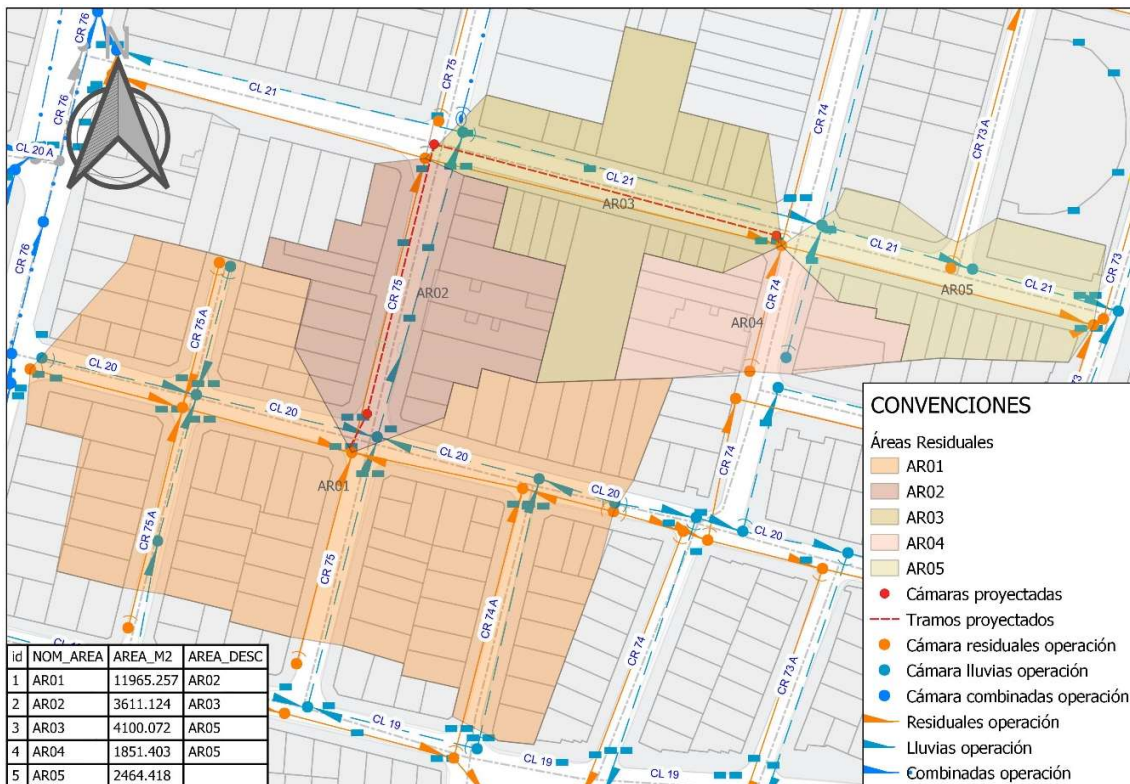
Fuente: Archivo fotográfico, (Consortio Redes,2020, 2021)

5.2.3. Diseño del proyecto.

5.2.3.1. Áreas Tributarias.

El contratista en el diseño inicialmente definió las áreas tributarias a partir del trazado de las redes de alcantarillado proyectadas y existentes, y de la información planimétrica entregada por la interventoría.

Figura 13. Áreas Tributarias de aguas Residuales en el GPZS-0900.



Fuente: Figura generada en QGIS, cartografía suministrada por EPM para el desarrollo del contrato.

5.2.3.2. Consideraciones y parámetros de diseño.

Los cálculos hidráulicos de las redes de alcantarillado se hicieron teniendo en cuenta las Normas de diseño de sistemas de alcantarillado de EPM, y los parámetros y criterios de diseño establecidos en el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico-RAS (Ministerio de Vivienda Ciudad y territorio, 2017).

A continuación, se resumen los parámetros básicos utilizados:

- **Período de diseño:** De acuerdo con el numeral 5.2.1 de las Normas de diseño de sistema de Alcantarillado de EPM se establece un horizonte de diseño de 30 años para los municipios localizados en el Valle de Aburrá, iniciando en el 2021 hasta el año 2050.
- **Circuitos de acueducto:** las redes de alcantarillado diseñadas en el GPZS-0900 acumulan áreas tributarias de aguas residuales residenciales localizadas en el circuito de acueducto Altavista Sur.
- **Demanda de acueducto proyectada:** Para la determinación de las dotaciones de acueducto se empleó la información sobre los usuarios del sistema de acueducto suministrada por EPM en el archivo “Gestión de Activos.xlsm”, que contiene la proyección hasta 2050 del número de clientes, índice de agua no contabilizada (%), la dotación neta (m³/mes), el consumo total (l/s) (producto de la dotación neta por el número de clientes) y el suministro

(l/s) (corresponde al consumo total por un factor de mayoración). Toda esta información suministrada corresponde al promedio en todo el circuito, sin discriminar por estrato residencial ni tipo de usuario. Con los valores de suministro y la respectiva área del circuito de acueducto se estimó la dotación neta promedio de todo el circuito en l/s/ha. (Consortio Redes, 2020, 2021).

Posterior a lo anterior, el contratista definió los caudales a emplear en el diseño, de acuerdo con los criterios la Norma de diseño de sistemas de alcantarillado EPM, parámetros y lo estipulado en la resolución 0330 de junio de 2017, para ello, empleo para la evaluación hidráulica los siguientes criterios de la norma EPM y verificó el cumplimiento de esta:

- Características del flujo en cada tramo, considerando que sea flujo uniforme empleando el coeficiente de Manning y la variabilidad de la profundidad.
- Velocidades máximas y mínimas.
- Esfuerzo cortante mínimo.
- Pérdida en las cámaras de inspección.
- Calcular y dibujar el flujo gradualmente variado presentado a lo largo de cada tramo para condición de flujo permanente (caudal constante en cada tramo igual a caudal de diseño)
- Variable y/d profundidad máxima del flujo en la tubería en la norma EPM:

$y/d < 0,70$ para diámetros internos menores de 500mm.

$y/d < 0,80$ para diámetros internos entre de 500 mm y 1000 mm.

$y/d < 0,85$ para diámetros internos mayores de 1000mm.

- Control de orificio: Cuando la red presenta flujo supercrítico, se presenta cuando la energía del flujo entrante a la cámara no es la suficiente para evacuar el caudal hacia el tramo siguiente, y en consecuencia el fluido debe ganar energía potencial (incrementar el nivel de flujo en la estructura de inspección) hasta la condición de equilibrio en que el caudal 35 entrante a la cámara es igual al caudal que sale de la misma, ocasionando botada de tapa y sumergencia de los tramos localizados aguas arriba. ((S&E y MA), 2021).

En la siguiente tabla se muestra el resumen de la evaluación hidráulica programada por el contratista pero se detalla dichos resultados en el anexo 3, donde se muestra toda la evaluación hidráulica programada por el contratista, cabe señalar, que el contratista comparó los resultados de la tabla en mención y los comparó con la tabla extraída del Software de epa swmm, para de esta manera obtener cálculos equivalentes, con el fin de tener una mayor confiabilidad y corroboración con los datos implementados. Adicional a ello, con los datos obtenidos tanto por la tabla de Excel como por la de Epa Swmm, se calculan los perfiles de flujo gradualmente variado con las dos herramientas, pero solo a través de lo presentado por Epa Swmm se define si se presenta control de orificio algo que no permite hacer a simple vista la tabla de Excel.

Tabla 6. Resumen de revisión de capacidad hidráulica Anexo diseño.

CÁLCULO HIDRÁULICO DE REDES DE ALCANTARILLADO EN LA CUENCA DE LA QUEBRADA ALTAVISTA																		
Tramo		Datos iniciales						Características del flujo para el caudal de diseño de alcantarillados de lluvias o combinados (QT) o de residuales (QDR)						Características del flujo para el caudal máximo horario al inicio de operación (QMHi+Qinf+Qce)				
De	A	Longtraje (m)	Longtratum (m)	Pend. %	Diám. (m)	Caudal a tubo lleno (Q) (l/s)	Vel a tublle (V) (m/s)	q/Q	v/V	y/d	Rh/d	Vel. Flujo unif. o presión (v) (m/s)	Esfuer Cort para F. Uni (kg/m ²)	Esfuerzo Cortante para el 10% del Qtlle no (kg/m ²)	q/Q	y/d	Rh/d	Esfuer Cort para F. Uni (kg/m ²)
613904 1,00	613894 2,00	79, 10	77, 95	0,48	182	23,1	0,8 9	0,1 52	0,6 04	0,2 99	0,1 71	0,54	0,15	0,13	0,13 18	0,2 76	0,1 60	0,14
613894 2,00	MH3	11, 91	10, 81	0,08	200	9,5	0,3 0	0,3 71	0,7 83	0,4 79	0,2 43	0,24	0,04	0,02	0,32 17	0,4 42	0,2 30	0,04
MH3	613902 3,00	85, 37	84, 27	0,52	200	23,6	0,7 5	0,1 85	0,6 35	0,3 33	0,1 86	0,48	0,19	0,15	0,16 28	0,3 09	0,1 75	0,18
613902 3,00	613711 4,00	84, 28	83, 13	0,87	200	30,6	0,9 7	0,1 72	0,6 24	0,3 20	0,1 80	0,61	0,31	0,25	0,16 17	0,2 99	0,1 71	0,30

Fuente: (Consortio Redes,2020, 2021).

De los resultados, se concluye que los tramos que se requieren reponer con los datos obtenidos trabajarían adecuadamente con el diseño propuesto, ya que cumplirían con la normatividad vigente, lo que tendría un buen funcionamiento en eventualidades adversas como en un evento de precipitación alta, donde no presentaría efectos de rebose o desbordamiento en las cámaras o MHs.

Por otra parte, con el trazado propuesto, el cual consiste en se plantear un nuevo trazado sobre la vía, ya que la red existente cruza bajo andenes, postes, antejardines y árboles, de modo que se pueda intervenir a zanja abierta sin afectar ninguno de los elementos presentes en la zona, debido a los permisos ambientales que esto conlleva. Así, los tramos 6141002, 6138942 – MH3 y 6141010 quedarían fuera de servicio, al igual que la cámara no referenciada MH3. Por su parte, la cámara 6138942 pasa a funcionar únicamente como un arranque, adicional a ello, cabe resaltar que el diseño hidráulico realizado, contiene los cuatro tramos de alcantarillado residual de 8” en PVC entre las cámaras 6139041 (MH1) y 6139023 (MH4), para una longitud total de 179,72 metros en tubería de concreto de 200 mm, además este diseño requiere de la construcción de tres cámaras de inspección adicionales de 1,20 m de diámetro.

6. Resultados

6.1. Apoyar el área de diseño en el análisis de la información e investigación.

6.1.1. Acueducto y Alcantarillado.

El apoyo y análisis de la información que se ha brindado a lo largo de seis meses en el área de diseño ha sido tanto en el componente de acueducto como en el componente de alcantarillado, este apoyo se ha realizado principalmente en la entrega 3 del Circuito Altavista Sur y el GPZS-0900, cabe señalar, que también se realizó un pequeño aporte en el análisis de la información enviada por el contratista en lo que tiene que ver con una de las urgencias de acueducto de Rionegro denominada PA_R-002, la revisión interna se realizó a la versión 1 del diseño, esta fue enviada al profesional 6 de diseño y posteriormente, este fue el que analizó y elaboró las observaciones respectivas y envió al contratista.

6.2. Hacer seguimiento a las actividades del contratista para la ejecución de las etapas evaluadas en la etapa del contrato (Diagnóstico, Alternativas y Diseño).

6.2.1. Acueducto



6.2.1.1. Diagnóstico

6.2.1.1.1. Revisión a la versión 2 del diagnóstico realizada por la interventoría internamente.

Se llevó a cabo la revisión y el envío de observaciones por parte del practicante al profesional 6 de diseño de la interventoría correspondiente al diagnóstico en versión 2 el día 31 de marzo del 2022. Inicialmente el profesional 6 de diseño es quien realiza la revisión de la versión 1 del diagnóstico con el fin de que el practicante tenga las bases suficientes con las cuales pueda realizar la revisión de la versión 2 de este informe y a partir de su conocimiento y criterio pueda realizar las respectivas observaciones, estas consistieron principalmente en:

Nichos

 <p>NICH0 1 14 abr. 2021 12:21:26 p. m. 2975 Carrera 78A Medellin Antioquia</p>	 <p>NICH0 2 14 abr. 2021 2:22:40 p. m. #28-40 Carrera 80A Medellin Antioquia</p>
Nicho 1: Se observa el material de la tubería mas no el diámetro.	Nicho 2: no es posible determinar el tipo de tubería ni el diámetro de esta.

	
<p>Nicho 17: No es posible determinar el material ni el diámetro de la tubería.</p>	<p>Nicho 28 A: no es posible determinar el material ni el diámetro de la tubería.</p>

Informe

Capítulo 5: En el capítulo 5 se menciona la posibilidad de ejecutar 52 tramos de tubería de acueducto con el proyecto Metro de la 80 el cual interfiere en estos tramos en cuestión. Por lo cual, se sugiere ahondar en la información suministrada ya que no se cuenta con total certeza de la intervención provisional en estos tramos identificados para reposición en Asbesto Cemento por lo que se debe hacer la claridad en el informe de que no se cuenta con la suficiente información de ello y si es necesario elevar la consulta a la interventoría para soporte de cómo se ejecutarán estos tramos.

Planos

Plano nichos Altavista-sur: Se sugiere en este plano organizar los nichos marcados ya que algunos están superpuestos lo que no permite identificar correctamente su posición.

A la fecha, (junio 2022), la interventoría desde la parte de los profesionales de diseño avanza en la revisión de las observaciones ya mencionadas y en el entregable de diagnóstico versión 2 para con ello sintetizar en un solo documento las observaciones y enviarlas al contratista con el fin de que este las atienda lo más pronto posible para darle flujo al grupo en cuestión.

6.2.1.2. Alternativas

Respecto a este componente el contratista hizo entrega de la versión 1 del informe de alternativas el día 09 de septiembre del 2021, como se mencionó en el componente de diagnóstico, es el profesional 6 de diseño el encargado realizar las observaciones de dicha versión y enviarlas al contratista, para que éste envíe posteriormente la versión 2 del diseño a la interventoría, internamente el practicante realizaría las observaciones, se las enviaría al profesional 6 de diseño y éste haría una retroalimentación con sus observaciones y las del practicante. A la fecha actual (junio de 2022), el profesional 6 de diseño no ha realizado la revisión de la versión 1 del informe de este componente por lo que el practicante no ha realizado las observaciones correspondientes.

6.2.1.3. Diseño

6.2.1.3.1. Revisiones a la Entrega 3 realizadas por la interventoría y enviadas al contratista.

Tras la visita en campo realizada por el área de diseño de la interventoría (ingeniera diseñadora y practicante) y el contratista (ingeniero diseñador, residente de obra), se determinaron varios puntos a tener en cuenta en la revisión del entregable de diseño versión 1 enviado por el contratista el 29 de noviembre del 2021, de este entregable la interventoría envió observaciones al contratista mediante correo electrónico el 29 de abril del 2022, el contratista avanzó en los ajustes de las observaciones y envió a la interventoría la versión 2 del diseño el día 17 de mayo del 2022, la interventoría avanzó en la revisión de este entregable de diseño y envió nuevamente las observaciones al contratista el día 01 de junio del presente año, de igual manera el contratista avanzó en los ajustes de las observaciones y el día 10 de junio del año en curso envió la tercera versión del diseño a la interventoría.

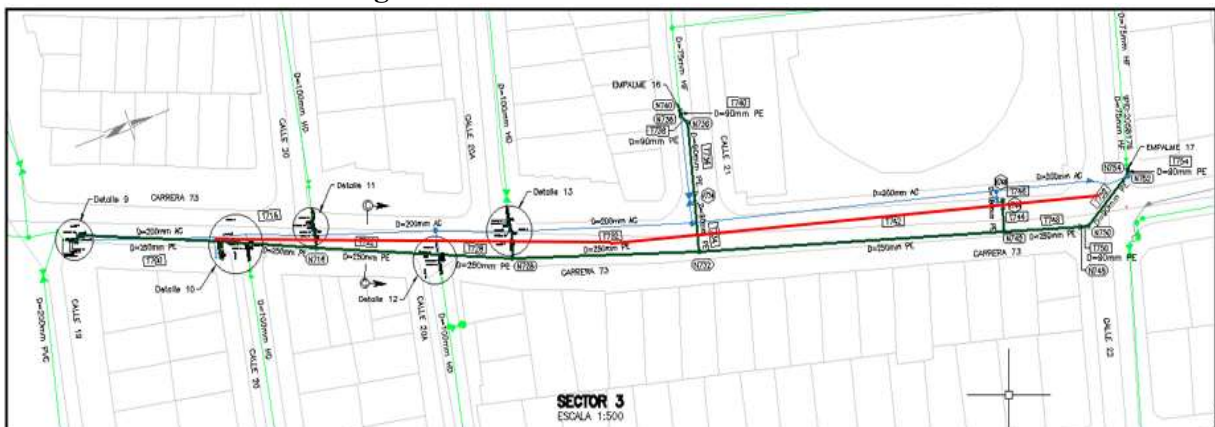
A continuación, se destacan algunas observaciones puntuales y relevantes en cada una de las versiones entregadas por el contratista y revisadas por la interventoría.

6.2.1.3.1.1. Versión 1

En esta entrega se pidió evaluar el trazado del diseño, el cual debe ser en la medida de lo posible paralelo a la red de asbesto cemento existente (ver figuras 15 y 16) dejando la distancia prudente constructiva respecto a esta misma red, además de los cruces con la red de asbesto, los cuales no deben representar en campo suspensión del servicio de agua en el sector, estas sugerencias se dieron especialmente para los sectores 3 y 4, también se solicitó al contratista justificar y socializar con la interventoría si los hidrantes de los diferentes sectores cumplen con lo estipulado en la norma o si requieren o no reubicación.

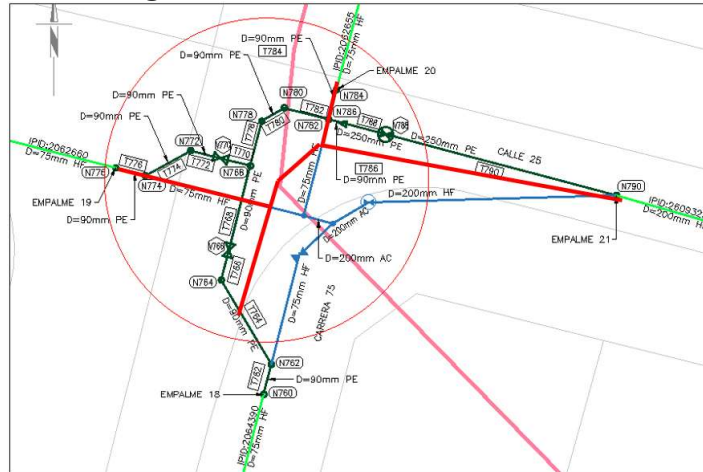
Sector 3

Figura 14. Trazado de diseño sector 3 V1.



Sector 4

Figura 15. Trazado de diseño sector 4.

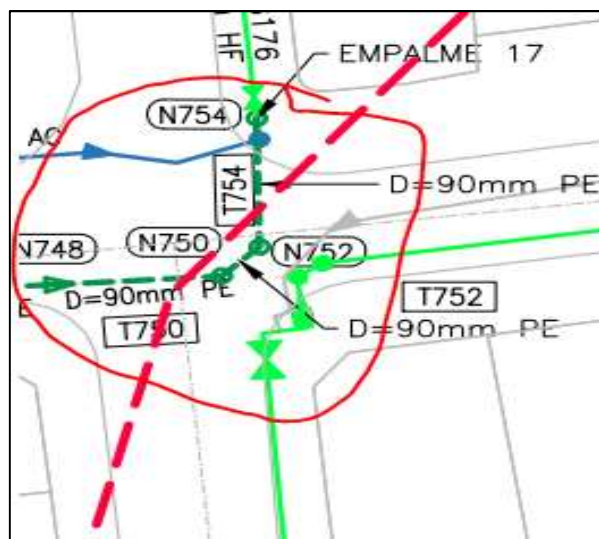


6.2.1.3.1.2. Versión 2

En esta versión se solicita que el tramo T752 y el nodo N750 que están cruzando el límite de circuito se verifiquen y se rectifique el trazado, dado que en teoría estos tramos quedarían en el otro circuito, de modo que con el ajuste del diseño, estos tramos se conserven en el circuito en el que se encuentran asignados, y que en su alineamiento se tenga en cuenta la no generación de cierres totales sobre las vías además de verificar la necesidad de hacer el cruce de la tubería del hidrante o si este puede ser reubicado de manera que no se genere el cruce.

Sector 3

Figura 16. Trazado de diseño sector 3 V2



Hidrantes

La interventoría en las observaciones generales había hecho la sugerencia con respecto al tema de los hidrantes en la versión 1 (ver anexo 2) de justificar debidamente el alineamiento y/o la reposición de estos elementos, en esta versión el contratista envió un documento (RRAAC-EJ-103-ACU-ALS-HID-MCA-023) con la justificación a lo que la interventoría consideró no está atendida, ya que, el contratista diseñador es quien debe verificar y establecer de acuerdo con la norma si los hidrantes cumplen o no o si requieren reubicación o no y ya con estos aspectos claros, socializar con la interventoría las posibles modificaciones de los hidrantes pero todo debidamente justificado.

6.2.1.3.1.3. Versión 3

El día 15 de junio del 2022 la interventoría recibió por correo electrónico el entregable de diseño en versión 3, este entregable pretende ser aprobado en los días siguientes para dar cumplimiento con lo estipulado en el anexo técnico de la interventoría y con ello la meta física y financiera de grupo 3, sin embargo, se hace una última revisión por parte de la interventoría para corroborar que se hayan subsanado todas las observaciones realizadas al contratista y así este diseño pueda pasar a la fase de ejecución.

6.2.1.3.2. Aprobación de Diseño Circuito Altavista Sur Entrega 3.

El día 16 de junio del 2022, la interventoría emite oficio de aprobación No. 20220830000705 correspondiente a la entrega 3 de diseño en versión 3, con lo cual, pasarían a etapa de construcción o ejecución 1465,51 metros de tubería de acueducto en diámetros menores a 300 mm, con ello se daría cumplimiento a los pliegos estipulados en el anexo técnico de la interventoría el cual hace énfasis en que no se debe recurrir a terceras versiones de diseño, sin embargo, en ocasiones se apela a revisar la tercera versión dado que se envían al contratista observaciones pequeñas o de forma vía telefónica o por correo electrónico, lo que indica que no es de manera formal ya que cuando se hace una observación de fondo, se hace por medio de un comunicado oficial donde se adjuntan y se detallan una a una las observaciones encontradas. Con todo ello, a lo que se quiere llegar, es que la interventoría se asegura de que todas las sugerencias y comentarios realizados a los componentes del entregable de diseño presentados por el contratista, este los haya atendido y subsanado en su totalidad, para de esta manera dar cumplimiento a cabalidad a los requerimientos del contrato y/o proyecto de reposición de Asbesto Cemento.

Cabe mencionar que con lo expuesto en este numeral, se da cumplimiento al objetivo del proyecto y se consigue en la práctica un logro más alto de los objetivos trazados, ya que, el lograr la aprobación de una de las entregas de los circuitos permite no solo un avance en la metafísica del grupo 3 en el componente de acueducto, sino un avance en la meta financiera del mismo, satisfaciendo la necesidad y lo exigido por el cliente (EPM), además de dar solución al problema por el cual surgió el proyecto, proporcionando una mejor calidad de vida en la comunidad a través de un servicio de calidad.

6.2.2. Urgencia de alcantarillado.

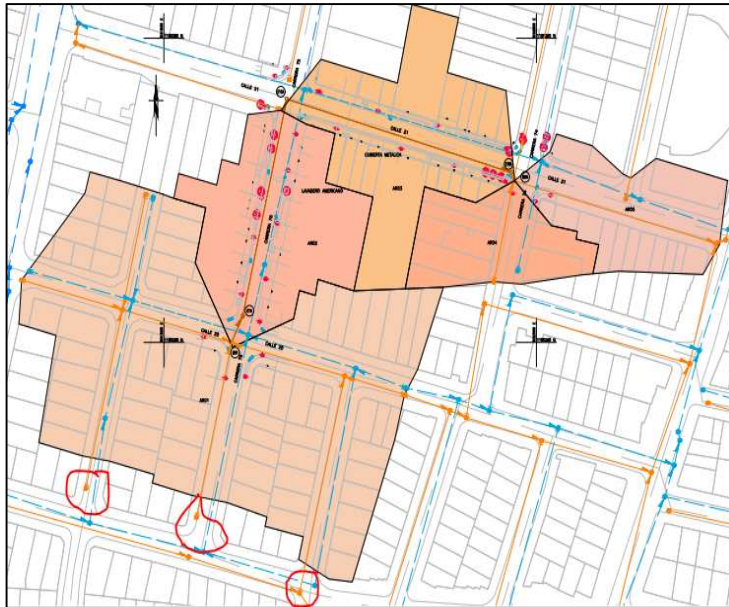
Versión 1

Para el componente de alcantarillado en lo que tiene que ver exactamente con el GPZS-0900 se realizó las observaciones internas para que el profesional 6 de diseño las evaluara y junto con las suyas se enviaran al contratista por correo oficial, las principales observaciones de esta versión fueron:

Diseño

Las áreas tributarias presentadas en el entregable de diseño (ver figura 18) no consideran los arranques inferiores señalados en dicha figura, por lo que se sugiere tenerlos en cuenta, para que el diseño considere la demanda a futuro que pueda haber en la zona, además de cambiar a ampliar la imagen en el ítem de áreas tributarias la cual corta el área 1 y no permite su visualización total.

Figura 17. Áreas tributarias.



Fuente: (Consortio Redes,2020, 2021).

Informe

En la nomenclatura de las cámaras de inspección se solicita nombrarlas también con su respectivo IPID, para no generar confusiones ya que en unas partes del informe se las menciona con MH y en los planos con el IPID y se combina estas dos nomenclaturas.

Carpetas

-Se sugiere actualizar la numeración de las carpetas y organizarlas de acuerdo con la codificación VAULT.

-RRAAC-EJ-0103-ALC-ALT-HID-MCA-001: La carpeta contiene archivos de solo valores e imágenes, por lo que se debe suministrar los documentos y archivos completamente formulados para poder ser evaluados por la interventoría.

Dado que en la versión 2 de este proyecto enviada por el contratista el día 30 de marzo del 2022, la interventoría emite oficio de aprobación No. 202208030000416 el día 08 de abril del 2022 por lo que se puede decir que, el resultado obtenido en este componente del proyecto, fue más grande a lo inicialmente propuesto ya que se obtuvo más de lo esperado, dado que sólo solo se proyectaba la aprobación mas no se contaba con que se iba a dar dentro de los tiempos de análisis y seguimiento de este proyecto, por lo que, la aprobación del GPZS-0900 ha permitido conseguir un objetivo más amplio. Así, es de gran satisfacción haber llegado hasta este punto porque es un indicador de que la pequeña parte del proyecto en lo que tiene que ver exactamente para el grupo tres en particular para el componente de alcantarillado, tiene un avance tanto en su meta física como financiera ya que de la fase de diseño pasaría a fase de construcción y luego de su ejecución, se cumpliría con el requerimiento inicial y la solicitud de la comunidad, solucionando la necesidad inicialmente planteada por la misma y cumpliendo con el cliente, EPM.

6.3. Respalda la comparación de metodologías de cálculo y/o valores identificados de chequeos, despieces, presupuestos, especificaciones técnicas, planos y modelaciones hidráulicas de diseños, verificando la aplicación por parte del contratista de las normas del sector de diseño.

Este objetivo se le da cumplimiento en las revisiones de los diferentes entregables de diseño propuestos tanto para acueducto como para alcantarillado, donde el contratista envía su modelo hidráulico en los diferentes modelos como EPA SWMM, EPANET o WATER. En particular el contratista de grupo 3 elaboró y corrió sus diseños por uno de los modelos ya mencionados y por una hoja de cálculo programada por él mismo para el componente de alcantarillado. Cabe señalar que en las respectivas revisiones de las diferentes versiones ya mencionadas se evaluaron los presupuestos y algunas especificaciones técnicas que contienen los diseños como tal, con el fin de verificar si estas cantidades son acordes al producto tratado y no exceden o difieren de lo diseñado.

7. Conclusiones

- La revisión de la información enviada por el contratista para cada diseño tanto para el componente de acueducto como para el componente de alcantarillado es trascendental ya que de estas definiciones dependen las diferentes actividades que desarrolla la interventoría para el cumplimiento de los contratos y el objetivo del proyecto. Así, la interventoría se enfoca principalmente en el campo de diagnóstico en el componente de acueducto se centra en todo lo relacionado con los nichos de investigación, es decir todo lo que tiene que ver con su registro fotográfico, la determinación de los nichos, el cumplimiento de la norma para la marcación de estos, el manejo del asbesto cemento, la confirmación.
- De la etapa de alternativas se puede extraer que este entregable beneficia el contraste de las situaciones presentadas en la zona donde están inmiscuidas las zonas de acueducto como de alcantarillado, tales como el componente ambiental, económico y/o social de cada proyecto, lo cual permite hacerse un panorama en el que se va a desarrollar el diseño. Específicamente ya para el circuito Altavista Sur se hace relevante evaluar el alineamiento de las redes de acuerdo con las situaciones que se presentan en dicho circuito, por lo que luego de evaluar todos los aspectos ya mencionados, se llegó a la conclusión de ejecutarlo por medio de zanja convencional o abierta.
- Del entregable de diagnóstico se puede decir, que al igual que la etapa de alternativas, es de suma importancia esta etapa, ya que al ser una etapa de investigación permite tener la certeza de la confirmación del material de interés en este proyecto como lo es el Asbesto Cemento, el cual se confirma a través de los nichos de investigación, pero con estas pequeñas roturas no solo se puede corroborar este material propuesto a retirar sino también el estado de la tuberías que están en funcionamiento, ya que si estas no están 100 % en buen estado y presentan una falla no perceptible a simple vista, se podrán tener en cuenta para ser intervenidas en el proyecto en el momento de la ejecución y de esta manera solucionar la problemática que no es evidente en el momento.
- De la etapa de diseño se puede resaltar que es la etapa más importante, ya que en esta etapa se consolida lo recopilado en el diagnóstico y las alternativas, por lo que es la que más tiempo conlleva en su revisión pero no por ello se debe dejar atrás las otras etapas, además, cuando ya está aprobada esta etapa es donde verdaderamente se puede empezar a ejecutar el proyecto y la reposición de la red de acueducto y alcantarillado, por lo que es de suma importancia todos los detalles y requerimientos que se tengan en cuenta en esta etapa para que puedan ser solucionados y con ello poder dar cumplimiento del objetivo del proyecto y las problemáticas de la comunidad.
- El trazado del circuito Altavista Sur entrega 3 tuvo ciertas particularidades que hicieron de su trazado algo más sencillo de evaluarlo, una de estas es que no requirió de topografía en su diseño debido a que los diámetros empleados en este son menores a 300 mm. Para el caso de alcantarillado, el diseño del GPZS-0900 el contratista presentó memorias de cálculo y productos elaborados por sí mismo pero que éstos fueron corroborados por el software en el que se corrió el modelo hidráulico de igual manera que la hoja de cálculo de EPM, por lo que la interventoría en cada consulta, entrega y visita custodió el cumplimiento de la normatividad y las condiciones de las Empresas Públicas de Medellín (EPM).

8. Referencias

- Consortio Redes,2020. (2021). *DIAGNÓSTICO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y REPOSICIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO, ACOMETIDAS Y OBRAS ACCESORIAS, DONDE EPM PRESTA SUS SERVICIOS. ZONA SUR OCCIDENTAL.* Medellin.
- Empresas públicas de Medellín. (2013). *Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de las Empresas públicas de Medellín E. P. M.* Medellín: Printed in Colombia.
- EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P. (2017). *Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de las Empresas Públicas de Medellín E.P.M.* Medellín: Printed in Colombia.
- EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P. (2019). *ANEXO TÉCNICO DIAGNÓSTICO,CONSTRUCCIÓN Y REPOSICIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DONDE EPM PRESTA SUS SERVICIOS.* Medellín.
- Ministerio de Vivienda. (2017). *Resolución 0330.* Bogotá.
- Ministerio de Vivienda Ciudad y territorio. (2017). *RAS, Resolución 0330 de junio de 2017.* . Bogotá.

9. Anexos

Anexo 1

Visita circuito Altavista Sur sectores Entrega 3: Visita entre contratista e interventoría al circuito Altavista Sur



Anexo 2

Hidrantes

Los hidrantes que requieran cambio por que se encuentren en mal estado, que no se ajusten a la norma de EPM, que su ubicación no se la idónea se deben proyectar de nuevo con base en lo estipulado en la norma. Dado el caso de que esta no se pueda cumplir en cuanto a ubicación debe quedar debidamente justificado y definir con la interventoría.