



**Manual para la revisión y evaluación de diseños de proyectos de alcantarillado de EPM:
sustitución, reposición y modernización de redes de alcantarillado en el Valle de Aburrá**

Valentina Aguilar Ramírez

Proyecto de práctica para optar el título de Ingeniera Sanitaria

Práctica Empresarial

Asesores

Guillermo León Sepúlveda, Especialista (Esp) en Gerencia de Proyectos

Bryan Valderrama Muñoz, Especialista (Esp) en Ingeniería de Sistemas Hídricos Urbanos

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Sanitaria

Medellín, Antioquia, Colombia

2024

Cita	(Aguilar, 2024)
Referencia	Aguilar, Valentina. (2024). <i>Manual para la revisión y evaluación de diseños de proyectos de alcantarillado de EPM: sustitución, reposición y modernización de redes de alcantarillado en el Valle de Aburrá</i> [Informe de práctica]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

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

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

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, a mis padres, a mi abuela, a mi novio y, en especial, a la memoria de mi abuelo.

Este trabajo de grado es el resultado de un esfuerzo colectivo, un reflejo del amor, la dedicación y el apoyo invaluable que cada uno de ustedes me brindó a lo largo de estos años de sacrificio y perseverancia. A cada uno les debo una parte de este logro, que no hubiera sido posible sin su constante aliento.

A Dios, gracias por escuchar siempre mis oraciones, por ser mi guía en los momentos de incertidumbre y dificultad, y por darme la fuerza para continuar cuando las circunstancias se volvían desafiantes.

A mis padres, les debo más de lo que las palabras pueden expresar. Su apoyo económico, su confianza en mí y su inquebrantable fe en mis capacidades han sido el cimiento sobre el que construí este logro.

A mi abuela, quien ha sido mi refugio emocional, mi consejera y la persona que siempre me escuchó en los días más difíciles. Gracias por tu amor incondicional, por ser mi pilar y por compartir cada alegría y cada logro conmigo, por cada sacrificio realizado, por estar siempre presente y por mostrarme, con tu ejemplo, el valor del esfuerzo y la dedicación.

A mi novio, tu apoyo emocional ha sido crucial en los momentos de crisis y en aquellos en que las dudas se apoderaban de mí. Gracias por celebrar conmigo cada pequeño paso adelante y por ser siempre mi refugio y motivación.

Y a mi abuelo, a quien hoy dedico este logro con todo mi amor y gratitud, tu memoria sigue siendo una fuente de inspiración y fortaleza en mi vida.

A todos ustedes, gracias por alentarme cada día a seguir adelante, por darme las fuerzas necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi vida. Este triunfo es el resultado de todo lo que me han brindado, y lo comparto con cada uno de ustedes con todo mi corazón.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Aguas Nacionales EPM S.A. E.S.P. por brindarme la oportunidad de realizar mis prácticas en su organización, por abrirme las puertas y permitirme formar parte de su equipo. Estoy inmensamente agradecida por todas las enseñanzas recibidas y por haber tenido el privilegio de aprender de profesionales ejemplares, siempre dispuestos a resolver mis dudas y guiarme en cada una de mis funciones. Un agradecimiento especial al equipo de diseño, por su apoyo incondicional, su orientación constante y por ser los mejores compañeros en este camino.

A mi asesor, el Prof. Guillermo León Sepúlveda, le extiendo mi gratitud por su guía, apoyo y dedicación. Su experiencia, paciencia y motivación fueron pilares fundamentales para alcanzar este logro.

A la Universidad de Antioquia, mi más sincero agradecimiento por ser una escuela de vida. A mis compañeros y amigos, gracias por convertirse en mi soporte emocional, por estar a mi lado en los momentos más difíciles de este proceso, y por compartir experiencias que han dejado una huella imborrable en mi memoria.

Tabla de contenido

Resumen	9
Abstract	10
1. Introducción	11
2. Objetivos	12
2.1 Objetivo general	12
2.2 Objetivos específicos.....	12
3. Marco teórico	13
3.1. Sistemas de Alcantarillado	13
3.2. Sistema de alcantarillado residual	13
3.2.1. Importancia de los sistemas de alcantarillados residuales:	13
3.3. Sistemas de alcantarillado pluvial	14
3.3.1. Importancia de los sistemas de alcantarillados pluviales:	14
3.4. Sistema de alcantarillado combinado	14
3.5. Requisitos Técnicos.....	14
3.5.1. Requisitos del diseño de alcantarillado que se debe de cumplir en Colombia según el RAS, 2017	15
3.5.2. Requisitos del diseño de alcantarillado que debe de cumplir el contratista de EPM .	17
3.6. Tecnología sin zanja.....	18
3.7. Normativa.....	19
3.7.1. Resolución 0330 de 08 de junio de 2017. Capítulo 4 Sistemas de alcantarillado..	19
3.7.2. Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P.	20
3.8. Interventoría	22

3.9. Manual de diseño	22
4. Metodología	23
5. Análisis de resultados	25
5.1. Problemáticas o necesidades de la comunidad.....	25
5.2. Requerimiento	25
5.3. Programación de visita técnica.....	26
5.4. Diagnóstico.....	26
5.4.1. Entregables por el contratista	26
5.4.2. Revisión por interventoría	27
5.4.3. Lista de chequeo.....	28
5.4.4. Observaciones por la interventoría.....	28
5.5. Alternativas	29
5.5.1. Entregables por el contratista	29
5.5.2. Revisión por interventoría.....	31
5.5.3. Lista de chequeo.....	33
5.5.4. Validación u observaciones.....	33
5.6. Diseño.....	33
5.6.1. Entregables por el contratista	33
5.6.2. Revisión por interventoría.....	43
5.6.3. Lista de chequeo.....	49
5.6.4. Comunicados y observaciones	49
6. Conclusiones y Recomendaciones	51
Referencias	52

Lista de tablas

Tabla 1.....	16
Tabla 2.....	18
Tabla 3.....	20
Tabla 4.....	21

Lista de figuras

Figura 1 Manual de diseño creado en Genially.....	25
--	----

Siglas, acrónimos y abreviaturas

ANEPM	Aguas Nacionales EPM
EPM	Empresas Públicas de Medellín
UdeA	Universidad de Antioquia
TSZ	Tecnología sin zanja
EPASWMM	Environmental Protection Agency Storm Water
RAS	Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico
SSPD	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
SUI	Sistema Único de Información
APU	Análisis de Precios Unitarios

Resumen

En el presente trabajo se diseñó un manual interactivo para la revisión y evaluación de los diseños de proyectos de alcantarillado en el Valle de Aburrá, por parte de la interventoría de Aguas Nacionales EPM. Este manual se enmarca en los programas de sustitución, reposición y modernización de redes de Empresas Públicas de Medellín E.S.P. (EPM), y busca optimizar el proceso de revisión, asegurando el cumplimiento de normativas vigentes, como las "Normas de diseño de sistemas de alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P. 2013" y la Resolución 0330 de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia. A través de una plataforma interactiva, llamada Genially, se facilita el acceso a documentos normativos y técnicos, mejorando la eficiencia en la validación de los proyectos por parte de los interventores y otros actores involucrados. La metodología empleada incluye la elaboración de un normograma, la estructuración de los parámetros a cumplir y las indicaciones sobre cómo proceder en las revisiones, con el fin de garantizar que el manual sea una herramienta integral y efectiva para la evaluación de los diseños.

Palabras clave: Manual Interactivo, Alcantarillado, Revisión de Diseños, Sustitución de Redes, Empresas Públicas de Medellín, Interventoría, Aguas Nacionales EPM.

Abstract

In this work, an interactive manual was designed for the review and evaluation of the designs of sewerage projects in the Aburrá Valley, by the EPM National Water Agency. This manual is framed within the programs of replacement, replacement and modernization of networks of Empresas Públicas de Medellín E.S.P. (EPM), and seeks to optimize the review process, ensuring compliance with current regulations, such as the “Design standards for sewerage systems of Empresas Públicas de Medellín E.S.P. 2013” and Resolution 0330 of 2017 of the Ministry of Housing, City and Territory of Colombia. Through an interactive platform, called Genially, access to regulatory and technical documents is facilitated, improving efficiency in the validation of projects by the interveners and other stakeholders involved. The methodology used includes the development of a normogram, the structuring of the parameters to be met and indications on how to proceed in the revisions, in order to ensure that the manual is an integral and effective tool for the evaluation of designs.

Keywords: Interactive Manual, Sewerage, Design Review, Network Substitution, Empresas Públicas de Medellín, Auditors, Aguas Nacionales EPM.

1. Introducción

Aguas Nacionales EPM S.A. E.S.P., fue constituida en noviembre del año 2002 con la razón social “EPM Bogotá Aguas S.A. E.S.P.”, domiciliada en la ciudad de Bogotá. Su objeto social es la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo; y el tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos, así como las actividades complementarias y servicios de ingeniería propios de estos servicios públicos. Es una empresa de servicios públicos domiciliarios, organizada como una sociedad comercial del tipo anónimas y de naturaleza mixta de acuerdo con su capital social (Aguas Nacionales EPM- Nuestra Gestión, 2023). Además, ANEPM presta el servicio de interventoría actualmente para proyectos de Empresas Públicas de Medellín.

Debido a que el Juzgado 39 Administrativo de Bogotá falló el 4 de marzo del 2019 a favor de las víctimas del asbesto. En la sentencia se obligaba a implementar sustitución de este material. El 11 de julio del 2019 se expidió la ley No. 1968 por la cual se prohíbe el uso de asbesto en el territorio nacional y se establecen garantías de protección a la salud de los colombianos, EPM enfrenta una creciente demanda de proyectos de sustitución, reposición y modernización de redes de acueducto y alcantarillado, impulsada también por el desgaste de los materiales, fallas en el rendimiento de las redes existentes y las necesidades identificadas por la comunidad.

Para asegurar que estos proyectos cumplan con las normativas vigentes y mantengan altos estándares de calidad, es fundamental contar con herramientas que optimicen el proceso de revisión y evaluación de los diseños presentados. Ante este panorama, surge la necesidad de desarrollar un Manual para la Revisión y Evaluación de Diseños de Proyectos de Alcantarillado.

Este manual busca proporcionar una guía técnica y normativa clara, que permita a los interventores y diseñadores de Aguas Nacionales EPM, realizar una revisión exhaustiva y eficiente de los proyectos, garantizando que se ajusten a las "Normas de diseño de sistemas de alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P. 2013" y a la Resolución 0330 del 8 de junio de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

El uso de un enfoque interactivo, facilitado por plataformas como Genially, permite centralizar el acceso a la normativa y a la documentación técnica requerida, ofreciendo un proceso

de consulta ágil y organizado, mejorando así la calidad de los proyectos y asegurando su cumplimiento normativo.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Diseñar un manual para la revisión de los diseños de sistemas de alcantarillado de los proyectos elaborados por el contratista de EPM, respecto a la normatividad vigente y los alcances de los proyectos

2.2 Objetivos específicos

- Realizar un normograma para la revisión de los diseños.
- Crear un documento donde se recopile toda la información del procedimiento de revisión de un proyecto de alcantarillado, para la reposición, modernización o sustitución de materiales, asegurando el cumplimiento de la normativa vigente.
- Establecer una directriz clara e interactiva que permita y facilite a la interventoría la revisión y aprobación de proyectos de alcantarillado

3. Marco teórico

3.1. Sistemas de Alcantarillado

El sistema de alcantarillado es el conjunto de estructuras y tuberías utilizadas para la captación y transporte de aguas residuales o servidas (alcantarillado sanitario), aguas lluvias (alcantarillado pluvial) o una combinación de ambas. Su función es conducir las desde el lugar donde se generan o captan, hasta el sitio donde serán tratadas o vertidas en un cauce o terreno adecuado. De no existir estas redes de recolección, se pondría en grave peligro la salud de la comunidad debido al riesgo de la gran variedad de enfermedades que esto puede producir.

3.2. Sistema de alcantarillado residual

Las aguas residuales domésticas, son aquellas provenientes de inodoros, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos. Estas aguas están compuestas por sólidos suspendidos (generalmente materia orgánica biodegradable), sólidos sedimentables (principalmente materia inorgánica), nutrientes (nitrógeno y fosforo) y organismos patógenos.

Además, las aguas residuales industriales se originan de los desechos de procesos industriales o manufactureros y, debido a su naturaleza, pueden contener los componentes citados anteriormente respecto a las aguas domésticas, adicionalmente elementos tóxicos tales como plomo, mercurios, níquel, cobre y otros, que requieren ser removidos en vez de ser vertidos al sistema de alcantarillado

Por lo que el sistema de alcantarillado residual está diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales domésticas e industriales. (Cualla, 1995)

3.2.1. Importancia de los sistemas de alcantarillados residuales:

La adecuada gestión de las aguas residuales es fundamental, ya que su mal drenaje puede causar contaminación y generar riesgos significativos para la salud pública. Las aguas residuales contienen una variedad de componentes, como materiales disueltos, elementos biológicos, sólidos finos y grandes, así como agua proveniente de instalaciones sanitarias, procesos de lavado, actividades industriales y otros usos del agua. Un sistema de

alcantarillado eficiente garantiza que estos desechos sean recolectados y tratados correctamente, evitando su impacto negativo en el medio ambiente y la sociedad.

3.3. Sistemas de alcantarillado pluvial

Las aguas lluvias provienen de la precipitación pluvial y, debido a su efecto de lavado sobre tejados, calles y suelos, pueden contener una gran cantidad de sólidos suspendidos; en zonas de alta contaminación atmosférica, pueden contener algunos materiales pesados y otros elementos químicos. El alcantarillado pluvial es el sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por las lluvias. (Cualla, 1995)

3.3.1. Importancia de los sistemas de alcantarillados pluviales:

La correcta gestión de las aguas pluviales es crucial, ya que, si no se drenan de manera adecuada, pueden generar una serie de problemas, como inundaciones, daños a infraestructuras y riesgos para la salud. Además, las aguas pluviales pueden arrastrar contaminantes presentes en el entorno, lo que aumenta el riesgo de contaminación en áreas urbanas. Un sistema eficiente de alcantarillado pluvial es esencial para prevenir estos inconvenientes y proteger tanto a la comunidad como al medio ambiente.

3.4. Sistema de alcantarillado combinado

Es un sistema que conduce simultáneamente las aguas residuales (domésticas e industriales) y las aguas lluvias. Las aguas industriales son de especial cuidado en este tipo de sistemas, suelen ser corrosivos y con altos niveles de pH, por eso se debe diseñar y construir conductos especiales y plantas de tratamiento (Cualla, 1995)

3.5. Requisitos Técnicos

A continuación, se detallan los requisitos mínimos que deben cumplirse para el diseño de redes de alcantarillado en Colombia, de acuerdo con la Resolución 0330 del 8 de junio de 2017. Además, se incluyen los requerimientos específicos que aplican para los proyectos de EPM, los cuales buscan garantizar el cumplimiento de altos estándares de calidad y eficiencia en la infraestructura de saneamiento.

3.5.1. Requisitos del diseño de alcantarillado que se debe de cumplir en Colombia según el RAS, 2017

Los requisitos, parámetros y procedimientos técnicos mínimos que obligatoriamente deben reunir los diferentes procesos involucrados en la planeación, el diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los sistemas de acueducto, alcantarillado y/o aseo que se desarrollen en la República de Colombia, con el fin de que garanticen su estabilidad, durabilidad, funcionalidad, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia, son:

- Para todos los componentes de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, se adopta como período de diseño 25 años.
- Se deben recopilar y registrar las características geográficas (sistema de coordenadas y datum específicos) de todos los componentes de los sistemas de alcantarillado. Adicionalmente, los atributos mínimos que deben tener los componentes son los definidos en la Resolución del Sistema Único de Información (SUI) de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD).
- Debe contarse con un catastro de la red actualizado que incluya un inventario de las tuberías existentes, su localización y el mayor número de anotaciones posible para cada accesorio considerado estratégico en la operación.
- La dotación neta debe determinarse haciendo uso de información histórica de los consumos de agua potable de los suscriptores, disponible por parte de la persona prestadora del servicio de acueducto o, en su defecto, recopilada en el Sistema Único de Información (SUI) de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), siempre y cuando los datos sean consistentes. En todos los casos, se deberá utilizar un valor de dotación que no supere los máximos establecidos en la Tabla 1.

Tabla 1.

Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MAXIMA (L/HAB*DÍA)
> 2000 m.s.n.m.	120
1000-2000 m.s.n.m.	130
< 1000 m.s.n.m.	140

Fuente. (RAS, 2017)

- La dotación bruta para el diseño de cada uno de los componentes que conforman un sistema de acueducto se debe calcular conforme a la siguiente ecuación:

Ecuación 1.

Dotación bruta

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

Donde,

Dbruta: Dotación bruta

dneta: Dotación neta

%p: Porcentaje de pérdidas técnicas máximas para diseño. (No deberá ser superior a 25%)

- Se debe soportar la selección del material utilizado en el proyecto de acueducto y alcantarillado mediante una comparación multicriterio entre diversos materiales de las tuberías. Deben tenerse en cuenta, como mínimo, los siguientes aspectos: capacidad estructural, durabilidad, capacidad hidráulica, hermeticidad, compatibilidad con las características del agua que se va a transportar, características del suelo, costos y condiciones del mercado de la zona, facilidad de manejo, colocación e instalación y facilidad de mantenimiento, reparación y/o rehabilitación.

3.5.2. Requisitos del diseño de alcantarillado que debe de cumplir el contratista de EPM

Estas actividades deben ser tenidas en cuenta por el contratista como por la interventoría en la verificación de los diseños:

- El Contratista debe tener en cuenta todas las redes y servicios existentes en la zona a intervenir para garantizar el trazado del diseño.
- Para el diseño detallado se deben considerar no solo las redes existentes en el modelo de redes de EPM, sino las redes y elementos existentes en el terreno, debido a que no todas las redes y elementos del modelo cuentan con la referenciación adecuada.
- El Contratista debe hacer la evaluación de tecnologías para la instalación de redes con zanja y sin zanja, de tal manera que se minimice el impacto social y económico con los procesos constructivos.
- El Contratista deberá presentar un informe con la valoración costo-riesgo-desempeño de los métodos constructivos seleccionados en cada caso, garantizando el no tener contacto con el asbesto cemento.
- Las redes se deberán diseñar en lo posible por zonas donde se evite la compra de servidumbres.
- Para realizar la modelación de alcantarillado, el contratista podrá hacer uso de software libres tales como EPASWMM, o cualquier otro que sea compatible con los aplicativos de EPM.

3.6. Tecnología sin zanja

A continuación, se presentan cada tecnología sin zanja.

Tabla 2.

Tecnologías sin zanja para redes de alcantarillado

TECNOLOGÍA SIN ZANJA				
Redes Nuevas				
Tecnología	Características	Ventajas	Desventajas	Recomendaciones
Micro Pipe Jacking (MPJ)	Involucra el empuje de tubos prefabricados a través del suelo mediante fuerza hidráulica, generalmente desde un pozo de entrada a un pozo de salida.	<ul style="list-style-type: none"> •Alta precisión en alineación y pendiente. •Ideal para terrenos duros y profundos. •Permite instalación de tuberías de gran diámetro. 	<ul style="list-style-type: none"> •Costoso en comparación con otras técnicas. •Requiere espacio para los pozos de entrada y salida. 	<ul style="list-style-type: none"> •Recomendable en proyectos de gran diámetro y para suelos duros o condiciones subterráneas complicadas. •No es recomendable en áreas con espacio limitado para los pozos.
Perforación Horizontal Dirigida (PHD)	Involucra la perforación de un túnel horizontal para instalar tuberías sin abrir zanjas superficiales. Utiliza una broca guiada y es común en suelos blandos.	<ul style="list-style-type: none"> •Rápida y eficiente en distancias cortas y medianas. •Reduce los costos de restauración superficial. •Menor impacto en el tráfico. 	<ul style="list-style-type: none"> •Dificultad en terrenos muy duros o rocosos. •Menos precisa en grandes profundidades. 	<ul style="list-style-type: none"> •Ideal para suelos blandos y distancias de corto a mediano alcance. •No es recomendable en terrenos rocosos o profundidades elevadas.
Tunnel Liner	Técnica que involucra la creación de un túnel a través del suelo y luego el revestimiento del túnel con paneles metálicos o de concreto.	<ul style="list-style-type: none"> •Permite instalaciones de gran diámetro y longitud. •Alta resistencia estructural. 	<ul style="list-style-type: none"> •Costosa y requiere mano de obra especializada. •Lenta en comparación con otras técnicas. 	<ul style="list-style-type: none"> •Recomendable en proyectos de larga distancia o en suelos inestables. •No es recomendable en áreas donde el costo y el tiempo son una limitación.
Redes Existentes				
Tecnología	Características	Ventajas	Desventajas	Recomendaciones
Slip Lining	Implica la instalación de una tubería de menor diámetro dentro de una tubería existente, creando una "camisa" de protección.	<ul style="list-style-type: none"> •Bajo costo y rápida ejecución. •Adecuado para tuberías con daños estructurales mínimos. 	<ul style="list-style-type: none"> •Reduce el diámetro de la tubería. •No es adecuado para tuberías muy dañadas. 	<ul style="list-style-type: none"> •Recomendable para mejorar la durabilidad en tuberías con daño mínimo. •No recomendable cuando es esencial mantener el diámetro original.
Cured-in-Place Pipe (CIPP)	Involucra la inserción de un revestimiento flexible impregnado con resina, que luego se cura para formar una tubería rígida dentro de la tubería existente.	<ul style="list-style-type: none"> •Mantiene el diámetro casi intacto. •Adecuado para tuberías con curvas y ramas. 	<ul style="list-style-type: none"> •Requiere condiciones controladas para el curado. •Puede ser costosa en comparación con otras tecnologías. 	<ul style="list-style-type: none"> •Ideal para redes de formas complejas o tuberías con diámetro variable. •No es recomendable en condiciones climáticas extremas que afecten el curado.
Espiral Enrollada	Consiste en la inserción de una tubería espiral que se ensambla dentro	<ul style="list-style-type: none"> •Puede instalarse en tramos largos y con poco impacto en el flujo. 	<ul style="list-style-type: none"> •Puede reducir el diámetro interno. •No es adecuada para 	<ul style="list-style-type: none"> •Recomendable para tuberías grandes y largas con problemas menores. •No recomendable en tuberías severamente dañadas o deformadas.

	de la tubería existente, adaptándose a su forma.	•Ideal para tuberías de gran diámetro.	tuberías muy deformadas.	
Pipe Bursting	Implica la rotura de la tubería existente y su sustitución inmediata con una nueva tubería del mismo o mayor diámetro.	•Aumenta el diámetro de la tubería. •Adecuada para tuberías gravemente deterioradas.	•Puede afectar las conexiones existentes. •No es adecuado para terrenos inestables.	•Recomendable para reemplazar tuberías viejas y deterioradas. •No es recomendable en áreas donde el desplazamiento del suelo pueda dañar otras infraestructuras cercanas.

Nota. Fuente. Elaboración propia

3.7. Normativa

Los diseños elaborados para EPM deben garantizar el cumplimiento de la normativa establecida por la entidad para sistemas de alcantarillado, así como lo dispuesto en la Resolución 0330 de 2017. En la Tabla 4 se presenta una recopilación de algunos parámetros clave que, como interventor, es necesario revisar para asegurar que los proyectos se ajusten a las regulaciones vigentes.

3.7.1. 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.

3.7.2. 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:

- 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 3.

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 (%) (Redes CON conexiones domiciliarias)	RELACIÓN MÁXIMA ENTRE LA PROFUNDIDAD Y EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (%) (Redes SIN conexiones domiciliarias)
Menor que 500	70	85
Entre 500-1000	80	
Mayor que 1000	85	

Nota: Fuente. (EPM, 2009)

A continuación, se presenta una comparación de las normativas de alcantarillado de EPM y Resolución 0330 del 2017:

Tabla 4.

Comparación de principios de diseño de redes de alcantarillado.

CRITERIOS TÉCNICOS	COPIACIÓN DE NORMAS DE DISEÑO Y PARAMETROS A CUMPLIR	
	Resolución 0330 del 2017	Normativa de Alcantarillado EPM.
Localización de redes de alcantarillado	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.	Las distancias mínimas entre las redes de aguas residuales y agua potable deben de ser de 1,5 m; para el caso de aguas lluvias y agua potable debe de ser de 1,0 m y para las redes de aguas residuales, lluvias y combinadas con otras redes, esta distancia mínima debe de ser de 1,5 m. En caso de que no se pueda cumplir con las anteriores distancias, se deben mantener las siguientes distancias entre las diferentes redes de servicio: 1.0 m horizontal y 0.3 m vertical.
Diámetro interno mínimo permitido	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.	El diámetro interno real mínimo permitido en las redes de alcantarillado de aguas residuales es de 180 o 170 mm, en las redes de alcantarillado de aguas lluvias es de 215 mm, y para los sistemas de alcantarillado de aguas combinadas el diámetro nominal mínimo es de 250 mm.
Velocidad máxima y mínima	La velocidad máxima en los alcantarillados por gravedad no debe sobrepasar los 5,0 m/s.	La velocidad máxima será de 5 m/s para tuberías de concreto, GRP y acero, y de 10 m/s para tuberías plásticas de polietileno y PVC. La velocidad mínima en los alcantarillados es de 0,45 m/s.
Relación máxima de profundidad y diámetro de la tubería (y/d)	El valor máximo permisible de la profundidad del flujo para el caudal de diseño en un colector es de 85% del diámetro interno real de este.	El valor máximo permisible para la profundidad contemplada en el diseño debe ser del 85% del diámetro real interno de cada una de las tuberías. En el caso de que las tuberías tengan conexiones domiciliarias, se establece que para tuberías con diámetros internos menores de 500 mm el valor de y/d debe ser menor de 0,70, para diámetros internos entre 500 y 1.000 mm el valor debe

		ser menor de 0,80, y para diámetros mayores de 1.000 mm el valor debe ser menor de 0,85
Esfuerzo cortante o fuerza tractiva	La velocidad mínima real permitida en el colector de alcantarillado sanitario es aquella que genere un esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínima de 1,0 N/ m2.	La velocidad mínima real permitida en el colector de alcantarillado sanitario es aquella que genere un esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínima de 1,5 N/ m2.
Anclajes por pendiente en tuberías de alcantarillado		Si la pendiente de la tubería es superior al 5%, para tuberías de superficie exterior lisa, o al 25% para tuberías de superficie exterior rugosa, se debe incluir anclajes necesarios para garantizar la estabilidad de la tubería.

Nota. Fuente. Adaptado de (EPM, 2009) y (Ministerio de Vivienda, 2017)

3.8. Interventoría

La interventoría de obras civiles y diseño es un servicio profesional responsable de hacer el seguimiento técnico, administrativo y financiero de un contrato, garantizando que el contratista ejecute el objeto de la obra bajo el cumplimiento de las normativas técnicas vigentes.

Por ello, Aguas Nacionales EPM debe asegurar que el servicio de interventoría culmine exitosamente en los proyectos de acueducto y alcantarillado mediante el seguimiento y control de los aspectos fundamentales del contrato de EPM. Con el objetivo de supervisar, controlar y coordinar la revisión de estos proyectos, se buscó establecer un documento que unifique los parámetros necesarios.

3.9. Manual de diseño

Los manuales son una guía de instrucciones de todos los procedimientos de las actividades que las personas realizan en un área específica de una empresa. Como objetivos y beneficios es de fijar políticas, definir funciones, determinar y delimitar responsabilidades, permitir ahorro de tiempo, evitar desperdicios, reducir los costos, facilitar la selección de personal, construir una base, servir base de adiestramiento, comprender el plan de la empresa. Los manuales tienen normas y procedimientos que se utilizan dentro de la organización para realizar por secuencia lógica cada

una de las actividades, unificar y controlar las rutinas de trabajo y evitar duplicaciones. Las normas y procedimientos ayudan a tener actividades que integran los procesos, se complementan con diagramas de flujo, formularios, reportes que se usan en cada uno de los procedimientos que se realizan en la institución. Todo manual debe contener información detallando cada una de las actividades que realiza cada responsable que trabaja en un departamento; es decir, paso a paso lo que debe realizar y quien es el responsable de cada tarea. Todo proceso exige llevar el seguimiento de las acciones a través de serie de formatos, documentos, mensajes, comunicados entre otros. Existen muchos tipos de manuales, sin embargo, el que se utilizó en el presente trabajo es el manual de normas y procedimientos.

Dentro de los tipos de manuales, el utilizado en este trabajo es el Manual de Normas y Procedimientos. Este manual describe las tareas rutinarias y los procedimientos específicos que se utilizan dentro de la organización. Su objetivo es unificar y controlar las rutinas de trabajo, evitando la alteración arbitraria de actividades y la duplicidad de funciones, al tiempo que facilita la auditoría administrativa y el control interno. Este tipo de manual ofrece un marco normativo para la ejecución de las actividades y se complementa con diagramas de flujo y formularios utilizados en cada procedimiento.

Para facilitar el acceso y la interacción, se empleó la plataforma Genially para elaborar un manual dinámico que optimiza el proceso de aprendizaje y consulta. Esta herramienta permite vincular normativas y documentos externos en un solo clic, mejorando la eficiencia en la revisión de información relevante para los interventores y demás usuarios. De este modo, se centraliza el acceso a las normativas, simplificando la consulta y haciendo del manual un recurso interactivo y accesible.

4. Metodología

La metodología de este trabajo se basó en un enfoque mixto que combinó técnicas cuantitativas y cualitativas para desarrollar un manual integral que optimizara la revisión de diseños de proyectos de alcantarillado para Empresas Públicas de Medellín (EPM). Este enfoque se estructuró en varias

fases, que aseguraron una cobertura completa de los aspectos normativos y técnicos necesarios para la correcta evaluación de los diseños.

Inicialmente, se llevó a cabo una recolección exhaustiva de información a través de una revisión documental de la normativa vigente, incluyendo las "Normas de diseño de sistemas de alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P. 2013" y la Resolución 0330 del 8 de junio de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Esta fase incluyó también la consulta a los profesionales de la empresa, quienes proporcionaron valiosa retroalimentación basada en su experiencia práctica, la cual se integró en el desarrollo del manual.

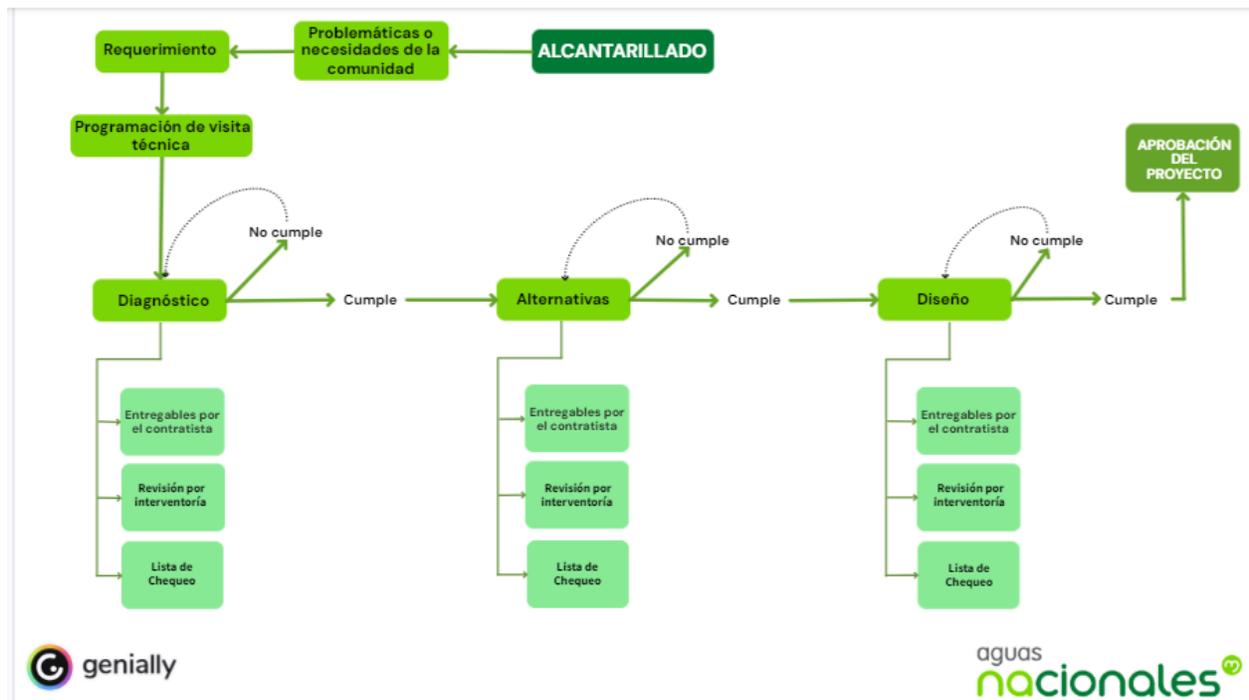
Posteriormente, se procedió con la fase de diseño del manual, donde se definieron los aspectos clave que debían cumplir los contratistas en sus diseños, garantizando que estos aspectos estuvieran alineados tanto con los requisitos normativos como con las mejores prácticas constructivas. Se elaboró un normograma que organizó de manera visual y accesible la normativa aplicable, y se hizo uso de listas de verificación (check-lists) ya creadas por la empresa para evaluar sistemáticamente el cumplimiento de estos requisitos en los diseños presentados.

A través de estas fases, se garantizó que el manual diseñado fuera una herramienta sólida y efectiva, que permitiera a la interventoría realizar una revisión exhaustiva y eficiente de los diseños de sus proyectos de alcantarillado, asegurando el cumplimiento normativo y la integración de tecnologías innovadoras cuando fuera pertinente.

5. Análisis de resultados

Figura 1

Manual de diseño creado en Genially



Nota. Fuente <https://view.genially.com/66d77890e4e92f3f491801a0/interactive-content-manual-de-diseno> (Manual de diseño, 2024)

El esquema principal del manual de revisión de diseños de alcantarillado se presenta en Figura 1. Este esquema consta de seis etapas principales, que se describen a continuación:

5.1. Problemáticas o necesidades de la comunidad

El diseño de un proyecto de alcantarillado surge a partir de las problemáticas o necesidades presentadas por una comunidad o entidades públicas, la cual pueden presentarse por medio de una petición o queja.

5.2. Requerimiento

El requerimiento es un documento suministrado por EPM que describe el objeto del proyecto a diseñar y define su alcance. Para revisar este entregable, la interventoría debe verificar que toda la información sea consistente y veraz.

Revisar aspectos tales como:

- Localización de un proyecto
- Antecedentes
- Análisis de condiciones operativas
- Anexos suministrados

5.3. Programación de visita técnica

La visita de campo se lleva a cabo con el objetivo de realizar un reconocimiento detallado del sitio y de identificar novedades o situaciones que puedan afectar la operación del sistema de alcantarillado. Tras esta inspección, el contratista debe elaborar un informe técnico de la visita, en el cual se describan de manera exhaustiva los hallazgos observados, incluyendo el análisis de los factores relevantes que influyan en el funcionamiento del sistema.

5.4. Diagnóstico

5.4.1. Entregables por el contratista

➤ Informe de diagnóstico

El informe debe contener la descripción del problema, los hallazgos en la red existente, la revisión de la capacidad hidráulica, el diagnóstico del modelo hidráulico, así como las conclusiones y recomendaciones.

➤ Hoja de cálculo

Las memorias de cálculo deben contener una descripción general del cálculo, todas las hipótesis, premisas, fórmulas, suposiciones, hojas de resultados de software utilizados y anotaciones necesarias para permitir una fácil revisión de ingeniería. Se deben entregar memorias en Word, Excel y PDF.

➤ **Áreas tributarias**

El contratista deberá delimitar detalladamente las áreas tributarias correspondientes a la red objeto del proyecto, con el fin de estimar de manera precisa los caudales de ingreso y asegurar una evaluación exhaustiva durante la etapa de diagnóstico.

➤ **Modelo hidráulico**

El contratista podrá hacer uso de software libres tales como EPASWMM, o cualquier otro que posea la herramienta adecuada para realizar la modelación y que sea compatible con los aplicativos de EPM.

5.4.2. Revisión por interventoría

➤ **Informe de diagnóstico**

En el informe se debe revisar los siguientes parámetros:

- **Descripción del problema:** Es necesario verificar que la información coincida con el requerimiento proporcionado por EPM
- **Hallazgos en la red existente:** Se debe verificar que el análisis realizado en oficina coincida con lo entregado en topografía y en el geoportal. El contratista debe informar si encontró algún elemento que no esté en el geoportal.
- **Revisión de la capacidad hidráulica:** Se debe verificar que el contratista haya realizado un análisis de la red existente y haya dado alertas sobre lo encontrado.
- **Diagnóstico del modelo hidráulico:** Se debe verificar que el contratista presente las gráficas del perfil y explique los resultados de la modelación hidráulica.
- **Conclusiones y recomendaciones:** Se debe verificar que haya coherencia en los resultados, en la conclusión y que coincida con lo solicitado en el requerimiento.

➤ **Hoja de cálculo**

Las memorias de cálculo deben coincidir con la información presentada en topografía. Se debe verificar la cota batea y la cota terreno, así como las coordenadas y longitudes. Además, el contratista debe explicar si la cámara es excéntrica o concéntrica.

➤ **Áreas tributarias**

La interventoría debe verificar que se estén considerando correctamente las áreas tributarias adecuadas y que estas sean coherentes con la topografía. Esto implica asegurar que el contratista esté tomando en cuenta la totalidad de la superficie de drenaje, el grado de impermeabilidad de los terrenos, y la delimitación precisa de las áreas mediante curvas de nivel. Es importante aclarar que, en los casos que el proyecto implique intervención de diferentes tipos de red, la interventoría deberá verificar que el contratista realizó la discriminación por tipo de red para el cálculo de cada caudal (residual, lluvias o combinado).

➤ **Modelo hidráulico**

En el modelo, se debe verificar que la información se encuentre según el levantamiento, la información secundaria y que los parámetros iniciales de modelación se encuentren bien seleccionados, finalmente verificar los parámetros hidráulicos como: relación de llenado, perfiles, velocidades y esfuerzos cortantes. Estos resultados deben ser relacionados y analizados en el informe de diagnóstico.

5.4.3. Lista de chequeo

En el manual interactivo, se puede acceder a la lista de chequeo de la empresa ANEPM, a través de un enlace.

5.4.4. Observaciones por la interventoría

Si el diagnóstico presentado por el contratista presenta alguna inconsistencia, la interventoría deberá enviar observaciones detalladas para su corrección. En caso de no detectar observaciones, la interventoría otorgará su aval, permitiendo que el contratista avance a la fase de desarrollo de alternativas.

5.5. Alternativas

5.5.1. Entregables por el contratista

➤ Informe de alternativas

En el informe de alternativas, el contratista deberá presentar:

- **Análisis preliminar:** Se debe detallar el estado actual de los tramos de la red a diseñar, incluyendo longitud, diámetro, material y los resultados de la inspección CCTV. Además, es necesario responder las siguientes preguntas para cada tramo.
 - ✓ ¿Es viable aplicar la tecnología de construcción sin zanja?
 - ✓ ¿Existe alguna restricción por parte de una autoridad para intervenir el pavimento?
 - ✓ ¿La cantidad de acometidas implica una reposición significativa del pavimento?
 - ✓ ¿Podría haber una afectación ambiental o patrimonial?
 - ✓ ¿Se podrían generar riesgos para la seguridad de las personas o la comunidad?
 - ✓ ¿Es una vía principal o arteria con alto flujo vehicular, donde el cierre o trabajo nocturno sea complicado?
 - ✓ ¿Podría haber riesgos de afectación a la estabilidad del terreno o estructuras?
- **Análisis de alternativas:** Se debe describir y analizar cada alternativa propuesta, considerando el uso de tecnologías sin zanja, material de tubería, trazados y soluciones viables a la problemática del proyecto; todo esto bajo la aplicación de la matriz costo-riesgo para cada tramo. Es fundamental que el contratista presente la alternativa seleccionada y sustente adecuadamente su elección mediante rendimientos y costos acordes a cada proyecto
- **Resultados y conclusiones:** Se deberá hacer una síntesis de los resultados y costos de cada alternativa incluyendo: los costos de construcción, operación, mantenimiento y riesgos asociados a la vida útil del proyecto; lo anterior, permite elaborar las conclusiones del análisis realizado, destacando las decisiones de intervención para cada tramo.

- **Estudios:** Es necesario presentar todos los estudios realizados, tales como estudios hidrológicos, hidráulicos, de suelos, entre otros relevantes para el proyecto.
- **Nichos de investigación:** El contratista debe incluir los registros fotográficos de los nichos ejecutados, junto con los hallazgos encontrados y las conclusiones derivadas de estos estudios.

➤ **Análisis de Tecnologías sin zanja**

Es de suma importancia la evaluación de las nuevas tecnologías para la instalación de redes sin zanja dado el alto beneficio socioambiental que genera para el proyecto, y dada la localización de las obras en zonas geográficas de mediana y alta complejidad. El contratista deberá presentar un informe con la valoración costo/ beneficio de los métodos constructivos seleccionados en cada caso, teniendo en cuenta la información suministrada en la Tabla 2.

➤ **Hoja de cálculo**

Las memorias de cálculo para esta etapa deben incluir los IPID correspondientes a los tramos a diseñar, los diámetros seleccionados para cada alternativa, las alertas o premisas de cada alternativa, los resultados obtenidos de los parámetros hidráulicos (relación de llenado, velocidades, esfuerzos cortantes, entre otros).

➤ **Áreas tributarias**

El contratista debe delimitar las áreas tributarias afluentes a la red objeto del requerimiento, considerando tanto las áreas actuales como las futuras o de expansión, para garantizar que el diseño de la red sea adecuado para las necesidades a corto y largo plazo. Es importante aclarar que, en esta etapa el contratista debe verificar las áreas asociadas a cada alternativa.

➤ **Modelo hidráulico**

El contratista debe presentar la modelación en EPASWMM, incluyendo todos los parámetros configurados para cada alternativa, junto con los perfiles hidráulicos y los resultados obtenidos.

➤ **Topografía**

Se debe contar con registro topográfico de los levantamientos, la ficha de registro de cámaras de inspección y, además, esquemas que se requieran para verificar la información suministrada para cada alternativa.

5.5.2. Revisión por interventoría

➤ **Informe de alternativas**

En el informe de alternativas, la interventoría debe verificar:

- La información presentada coincida con la topografía suministrada.
- Cada una de las preguntas del análisis preliminar tenga respuestas coherentes con los datos y condiciones presentados.
- Hallazgos en los nichos de investigación, en caso de haber sido ejecutados.
- Información detallada de todos los estudios realizados.
- Lo análisis realizados por el contratista respecto a las soluciones al objeto del requerimiento.
- Debe contener análisis de trazados alternativos, materiales para las tuberías y propuestas para las estructuras como: aliviaderos, descargas, disipadores, cámaras, válvulas antirretorno, sumideros y todos los elementos asociados a la red de alcantarillado.
- Un análisis exhaustivo de tecnologías sin zanja que cubra todas las opciones evaluadas.
- Conclusiones correctamente fundamentadas, basándose en los resultados y análisis presentados, de manera que el contratista justifique la solución planteada y remita su concepto validando la opción que resuelva de manera efectiva la problemática planteada en el requerimiento.

➤ **Análisis de Tecnologías sin zanja**

Se debe verificar que el contratista presente un análisis completo sobre la reposición o instalación de las redes, considerando la información suministrada en la Tabla 2.

➤ **Hoja de cálculo**

En las memorias de cálculo se debe verificar que se incluyan los IPID correspondientes a los tramos a diseñar, así como los diámetros seleccionados para cada alternativa. Además, es necesario revisar que los parámetros, como velocidades, esfuerzo cortante, relación entre profundidad de flujo y diámetro de tubería, profundidad y pendiente, cumplan con los rangos permitidos en la normativa vigente.

➤ **Áreas tributarias**

La interventoría debe verificar que se consideren correctamente las áreas tributarias y que estas sean coherentes con la topografía. Esto implica asegurar que el contratista tome en cuenta la totalidad de la superficie de drenaje, el grado de impermeabilidad de los terrenos, y una delimitación precisa de las áreas mediante curvas de nivel. Además, debe garantizar que se contemplen las futuras áreas de expansión, asegurando que cada alterativa se dimensione según lo posibles incrementos de los caudales a largo plazo.

➤ **Modelo hidráulico**

En el modelo hidráulico, se debe verificar que la modelación en EPASWMM presentada sea coherente y coincida con la información del informe; así mismo, es importante verificar los resultados y realizar validación de resultados respecto a la hoja de cálculo del alcantarillado.

➤ **Topografía**

En la topografía se deben verificar los siguientes parámetros:

- Longitud.
- Pendiente.
- Coordenadas y elevaciones (cotas bateas, clave y tapa).
Diámetro de las cámaras de inspección (MH).

5.5.3. Lista de chequeo

En el manual interactivo, se puede acceder a la lista de chequeo de la empresa ANEPM, a través de un enlace.

5.5.4. Validación u observaciones

La interventoría debe remitir observaciones claras, detalladas y justificadas a las alternativas propuestas en caso de identificar errores, información incompleta o incongruencias en los entregables. Esto con el objetivo de asegurar que el contratista realice las correcciones pertinentes y cumpla con los requisitos establecidos en el proyecto. En caso de que no se detecten observaciones, la interventoría debe validar la alternativa presentada y autorizar al contratista para continuar con el diseño.

5.6. Diseño

5.6.1. Entregables por el contratista

➤ Cantidades y Presupuesto

El contratista debe presentar un Análisis de Precios Unitarios (APU) que desglose detalladamente el costo de cada actividad requerida en el proyecto. Este APU deberá incluir una especificación clara de los costos individuales para cada tramo, de manera que se facilite la identificación del gasto por cada sección específica del proyecto. Adicionalmente, se requiere que el contratista presente el costo total del proyecto de alcantarillado, considerando la suma de todos los tramos y actividades, para asegurar una visión integral de la inversión necesaria.

➤ Informe de diseño

En el informe de diseño, el contratista debe presentar un análisis exhaustivo de la alternativa seleccionada para el proyecto de alcantarillado. Este análisis debe incluir conclusiones basadas en todos los parámetros técnicos, hidráulicos y estructurales evaluados, así como en las consideraciones ambientales, sociales y de relacionamiento con otras entidades que puedan impactar el proyecto. Además, es fundamental que el contratista aporte las especificaciones detalladas de diseño que respalden la efectividad, sostenibilidad y

viabilidad de la alternativa elegida, garantizando que esta cumpla con los estándares de calidad y las normativas vigentes, dando solución a la problemática presentada.

➤ **Análisis de Tecnologías sin zanja**

Con base en los resultados del análisis de alternativas, el contratista debe de realizar los diseños detallados para la selección del uso o no uso de tecnologías sin zanja. Esta justificación debe incluir un análisis exhaustivo de los factores técnicos, económicos y ambientales que justifiquen la elección de estas tecnologías, evaluando aspectos como la minimización de la afectación al entorno, los costos asociados, la viabilidad técnica en el contexto del proyecto y el impacto en el tiempo de ejecución. La justificación debe demostrar que la decisión tomada contribuye a la eficiencia y sostenibilidad del proyecto, alineándose con los objetivos de reducción de impactos y optimización de recursos.

➤ **Hoja de cálculo**

Las memorias de cálculo para esta etapa deben incluir los IPID específicos de cada tramo a diseñar. Así mismo, deben detallar claramente los parámetros técnicos seleccionados para la alternativa propuesta, como caudales de diseño, pendientes, diámetros de tuberías, materiales, entre otros. Finalmente, es fundamental que las memorias presenten los resultados obtenidos de cada parámetro evaluado, proporcionando el respaldo técnico necesario para justificar la elección de la alternativa y asegurar su viabilidad y eficacia dentro de los objetivos y normativas del proyecto.

➤ **Áreas tributarias**

➤ El contratista debe delimitar las áreas tributarias afluentes a la red objeto del requerimiento, considerando tanto las áreas actuales como las futuras o de expansión, para garantizar que el diseño de la red sea adecuado para las necesidades a corto y largo plazo. Es importante aclarar que, en esta etapa el contratista debe verificar las áreas asociadas a la alternativa elegida.

➤ **Modelo hidráulico**

El contratista debe presentar la modelación del sistema de alcantarillado en EPASWMM, incluyendo todos los parámetros configurados, como características de entrada y salida, caudales, pendientes, rugosidades, longitudes, cotas, entre otros datos relevantes utilizados en el modelo.

A diferencia de la etapa de alternativas, en el diseño el contratista debe presentar los soportes y entregables que garanticen que la topografía se encuentra debidamente amarrada a los sistemas de información geográfico (IGAC y Área metropolitana); de tal manera que se garantice que el diseño, los planos y los modelos se incorporen el amarre topográfico y las cotas exactas del terreno, garantizando una representación fiel de las condiciones reales del sitio. Además, deben incluirse los perfiles hidráulicos generados para los distintos tramos del sistema, de modo que se visualicen las variaciones de nivel de agua, velocidades y presiones a lo largo del trazado. Finalmente, el contratista debe presentar los resultados obtenidos en la simulación, asegurando que estos respalden la efectividad y capacidad de la solución propuesta para manejar los caudales de diseño y cumplir con las especificaciones del proyecto.

➤ **Planos de diseño**

El plano de diseño de alcantarillado debe tener:

- Coordenadas de localización de cámaras de inspección.
- Cuadro de convenciones.
- Plano planta-perfil (longitud, cotas, profundidades, pendiente, caudal de diseño, diámetro de tubería, material, tipo de cimentación)
- Cuadro de mojones de amarre.
- Despiece de plano.
- Tipos de estructura proyectada.
- Ancho de zanja.
- Localización del proyecto.

- Notas del diseño.
- Esquemas de detalles

➤ **Topografía**

La topografía debe de contar con:

- Archivo rinex.
- Soportes de investigación (Ficha de registro de cámaras de inspección).
- Proyección de coordenadas.
- Esquemas.
- Registro fotográfico.
- Ficheros posprocesamiento.
- Libretas de campo.
- Certificados.
- Poligonales aprobadas.
- Coordenadas geográficas.
- Planilla cargue masivo.

➤ **Estudios**

En caso de que se necesite para el diseño alguno de los siguientes estudios, el contratista debe de presentar:

- ***Estudios de Suelos o Geotécnicos:***

Dentro de los estudios preliminares y diseño de los proyectos, el contratista deberá definir los puntos o sectores en los alineamientos que éste considere representan una amenaza potencial para la estabilidad de las excavaciones y/o pozos de trabajo, las viviendas, vías y estructuras aledañas a dicho proyecto o los sitios donde se requiera conocer información de la calidad del suelo para efectos del diseño, siempre cumpliendo con lo dispuesto en el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS. Una vez identificados estos sitios, deberá informar la

necesidad del estudio geotécnico y de su alcance a la Dirección del Proyecto, con el objeto de ser evaluados y se autorice o no la realización de dichos estudios.

- ***Estudios hidrológicos***

- ✓ Investigación y recopilación de estudios existentes de la cuenca del río o quebrada (POMCA, actos administrativos que hayan otorgado permiso de ocupación de cauce expedidos por autoridades ambientales competentes, Plan de Ordenamiento Territorial o Plan Básico de Ordenamiento Territorial según el caso, entre otras fuentes de información).
- ✓ Reconocimiento de campo a través de visita técnica donde se verifique y posteriormente se documente como mínimo: Datos básicos sobre el lugar, tipo de relieve y naturaleza de la ladera, existencia de cauces y condiciones del drenaje, tipo de vegetación, condiciones de saturación del terreno, indicios de agua subterránea, nivel de intervención del cauce y la ladera, existencia y estado de obras hidráulicas, indicación de condiciones de riesgo para vidas y bienes, tipo de ocupación existente y proyectada, identificación de afloramientos, alteraciones de drenajes, rellenos de vaguadas, obras de control hidráulico y escorrentías en el lote.
- ✓ Estimación de parámetros morfométricos de la cuenca.
- ✓ Cálculo de tiempos de concentración.
- ✓ Selección de información hidrológica (estaciones pluviométricas, pluviográficas, limnimétricas y limnigráficas) existente en la vecindad del área de influencia.
- ✓ Análisis estadístico de precipitación efectiva y la distribución de la lluvia en el tiempo, para los períodos de retorno de 2.33, 10, 25, 50 y 100 años, considerando el área de la cuenca.
- ✓ Verificación usos del suelo en la cuenca con cartografía disponible y porcentaje de impermeabilidad.
- ✓ Evaluación de parámetros para la condición de Humedad Antecedente AMC II y AMC III.

- ✓ Implementación de modelos hidrológicos o metodologías existentes en la literatura para la estimación de los caudales de crecientes para los períodos de retorno de 2.33, 5, 10, 25, 50 y 100 años.
- ***Estudios hidráulicos***
 - ✓ Levantamiento topográfico altiplanimétrico del tramo de interés, para incluir en el modelo hidráulico. Dicho tramo debe contemplar una longitud aguas arriba del punto de control de mínimo 100m y aguas abajo de mencionado sitio una distancia de 200m. Dicho criterio puede variar dependiendo de las condiciones topográficas y morfológicas de la zona y en todo caso, el contratista debe incluir la justificación y criterios para establecer las longitudes del tramo que se incluye en el modelo hidráulico. Para los tramos rectos se deben tomar secciones cada 10 m o 20 m y para las curvas o meandros entre 2m y 5m. Cualquier variación en el espaciamiento de las secciones transversales recomendadas, se debe justificar con las razones técnicas pertinentes.
 - ✓ Implementación de modelos o herramientas informáticas comúnmente utilizadas para la evaluación hidráulica de los cauces. Se debe incluir la evaluación de las condiciones actuales y proyectadas del río, quebrada, caño o corriente natural de interés. Se deberá indicar la metodología de modelación y cuando se utilice un software, indicar cuáles son las restricciones de uso y establecer si el caso analizado se encuentra dentro de éstas.
 - ✓ Justificación de la selección de los parámetros utilizados para la modelación hidráulica tales como los coeficientes de rugosidad, las condiciones de borde, las hipótesis para la modelación, estructuras u otros cuerpos de agua que controlan el flujo, consideraciones de régimen permanente, no permanente, uniforme o variado.
 - ✓ Elaboración de memorias de cálculo que incluya los parámetros hidráulicos obtenidos en la modelación, como profundidad de la lámina de flujo, números de Froude, ancho de la sección, área mojada, velocidad media en el canal y velocidad en las márgenes, entre otros. Así mismo se deberá presentar gráficamente el perfil de flujo a lo largo del tramo de estudio y los niveles del agua y energía en algunas

secciones transversales para los caudales analizados, incluidas la sección donde se encuentra la obra para la cual se solicita el permiso.

- ✓ Evaluación de la influencia del aporte de cada uno de los botaderos a la hidráulica del afluente, cuando se trate de redes de alcantarillado, en caso de que aplique; identificación de las coordenadas de los puntos de descarga y cota sobre el nivel del mar.

- ***Aprovechamiento forestal***

En el marco del estudio ambiental, se debe considerar el aprovechamiento forestal dentro del área de influencia del proyecto, analizando la cobertura y el uso de los recursos naturales. Se debe evaluar la existencia de áreas de bosques nativos o plantaciones, y las prácticas de manejo forestal que puedan estar en curso o proyectadas en la región. Además, es fundamental identificar la normativa vigente en el Área Metropolitana de Valle de Aburrá (AMVA), que regula el aprovechamiento forestal y las zonas de protección ambiental. Para este análisis, se debe realizar:

- ✓ Inventario forestal para determinar el tipo, distribución y densidad de la vegetación existente.
- ✓ Análisis de uso actual del suelo, incluyendo áreas de bosques y zonas protegidas, para garantizar que el proyecto no interfiera negativamente con los recursos forestales ni con las políticas de conservación del AMVA.
- ✓ Evaluación de impacto del proyecto en términos de deforestación o alteración de los ecosistemas locales, y proponer medidas de mitigación, como reforestación o compensación ambiental, conforme a la normatividad de la región.

- ***Conectividad ecológica***

La conectividad ecológica se debe de realizar en caso de que se requiera intervenir más de 10 individuos árboles y se refiere a la capacidad de los ecosistemas para mantenerse interconectados y permitir el movimiento de especies, genes, agua y materiales a través del paisaje. En este contexto, es crucial evaluar cómo el proyecto podría impactar los corredores ecológicos existentes y los flujos de biodiversidad en la región.

Para esto, se debe realizar un análisis detallado de:

- ✓ **Corredores ecológicos:** Identificar los corredores naturales y artificiales que permiten la migración y dispersión de especies dentro de la cuenca y el área de influencia del proyecto. Esto incluye ríos, quebradas, bosques y áreas de vegetación secundaria que forman redes ecológicas.
 - ✓ **Impacto sobre la conectividad:** Determinar si la infraestructura propuesta (como obras hidráulicas o redes de alcantarillado) podría fragmentar estos corredores o crear barreras que impidan el paso de fauna o afecten los procesos ecológicos.
 - ✓ **Propuestas de conservación y restauración:** Sugerir medidas que promuevan la conectividad ecológica, como la implementación de pasos de fauna, restauración de hábitats fragmentados y la protección de áreas clave para la biodiversidad.
- ***Estudios Estructurales***
 - ✓ ***Viaductos para el paso de redes acueducto y/o alcantarillado***

Diseño de viaductos para el paso de redes de acueducto y alcantarillado, debe de contener todos sus elementos estructurales y no estructurales. Incluye todas las actividades descritas en las condiciones particulares de la oferta, los requisitos de alcance definidos por la NSR 10 y por la Asociación de Ingenieros Estructurales de Antioquia.

Incluye el diseño del sistema de fundaciones de la superestructura y el diseño del sistema de fijación del ducto a la estructura portante.
 - ✓ ***Caja para válvulas***

Incluye todas las actividades descritas en las condiciones particulares de la oferta, los requisitos de alcance definidos por la NSR 10 y por la Asociación de Ingenieros Estructurales de Antioquia.

Incluye el diseño de la losa de cubierta la cual puede ser fija, en tapas removibles o una combinación de ambas, incluye el diseño del acceso y del sistema de drenaje de aguas lluvias, se debe tener en cuenta en el diseño los empujes hidráulicos de los accesorios y las dimensiones mínimas requeridas para la instalación de los accesorios y las especificadas en las normas de EPM.

✓ **Entibados**

El contratista debe diseñar y presupuestar entibado para todas las excavaciones con una profundidad mayor a 1,5 metros según la Resolución 2400 de 1979, la cual establece el estatuto de seguridad industrial en Colombia.

De acuerdo con la NSR-10, en los casos que se requiera el uso de entibados, los empujes se deben estimar a partir de una envolvente de distribución de presiones determinada por modelaciones analíticas o numéricas y de la experiencia local debidamente sustentada. En arcillas, la distribución de presiones se debe definir en función del tipo de arcilla, de su grado de fisuramiento y de su reducción de resistencia con el tiempo. Cuando el nivel freático exista a poca profundidad, los empujes considerados sobre los entibados deben ser por lo menos iguales a los producidos por el agua. El diseño de los entibados debe tener en cuenta también el efecto de las sobrecargas debidas al tráfico en la vía pública, al equipo de construcción, a las estructuras adyacentes y a cualquier otra carga que deban soportar las paredes de la excavación durante el período de construcción. Los elementos de los entibados deben diseñarse estructuralmente para resistir las acciones de empujes y las reacciones de codales, puntales, láminas y demás elementos que lo compongan. De ser necesario, las estructuras adyacentes a las excavaciones deben reforzarse o cimentarse. El soporte requerido dependerá del tipo de suelo y de la magnitud y localización de las cargas con respecto a la excavación

✓ **Pilas**

El diseño de pilas para la infraestructura relacionada con redes de acueducto y/o alcantarillado debe cumplir con los requisitos establecidos por la NSR-10 y las normativas de la Asociación de Ingenieros Estructurales de Antioquia. Las pilas deben ser dimensionadas y estructuralmente optimizadas según las cargas a las que estarán sometidas, tales como el peso de la estructura que soportan y las posibles cargas externas que se generen en el entorno. Además, se deberá considerar la resistencia y estabilidad del suelo donde se ubicará la pila, realizando los estudios geotécnicos necesarios para garantizar su desempeño a largo plazo. En casos

específicos, se deben analizar las características sísmicas de la zona para incorporar adecuadamente los coeficientes sísmicos requeridos para el diseño. El sistema de pilotes y la profundidad de inserción también deberán evaluarse según las condiciones del terreno y el tipo de estructura que se va a soportar.

✓ ***Anclajes***

El diseño de anclajes es fundamental para garantizar la estabilidad de las estructuras que requieren fijación adicional, como viaductos o sistemas de soporte para redes subterráneas. Los anclajes deben ser seleccionados y dimensionados considerando las cargas verticales y horizontales esperadas, así como las características del suelo y el tipo de estructura a fijar. De acuerdo con las normativas locales y la NSR-10, se debe determinar el tipo de anclaje más adecuado (por ejemplo, anclajes mecánicos, postensados o por fricción), en función de las características del terreno, la profundidad de inserción y la magnitud de las fuerzas involucradas. El cálculo de los anclajes debe considerar la resistencia de los materiales, las posibles acciones sísmicas y el comportamiento a largo plazo, así como las condiciones de humedad, corrosión o agresividad del medio ambiente que puedan afectar el rendimiento del sistema de anclaje.

✓ ***Estructuras de disipación de energía***

Las estructuras disipadoras de energía, como los canales escalonados, son fundamentales para controlar y mitigar los efectos de las cargas dinámicas que afectan las infraestructuras hidráulicas, especialmente en áreas propensas a inundaciones o sismos. En el caso de los canales escalonados, el diseño debe considerar la disposición escalonada del cauce para reducir la velocidad del agua, lo que ayuda a prevenir la erosión y protege las estructuras cercanas. Estas estructuras están diseñadas para disipar la energía cinética del flujo, utilizando un sistema de escalones que dividen la energía en pequeños saltos. Los canales escalonados también contribuyen a la reducción de la turbulencia, mejorando la estabilidad hidráulica en áreas de alta escorrentía o en zonas de drenaje críticas.

El análisis de estas estructuras debe tener en cuenta las características del flujo (velocidad y caudal), el tipo de suelo y las condiciones de erosión, así como la interacción con las obras hidráulicas circundantes. El diseño debe incluir la determinación de la altura y el número de escalones, así como la evaluación de los materiales de construcción, que deben ser resistentes a la abrasión del agua y las posibles cargas sísmicas. Además, se deben considerar los impactos medioambientales del proyecto, asegurando que la estructura no interfiera con la biodiversidad local ni con la calidad del agua.

5.6.2. Revisión por interventoría

➤ Cantidades y Presupuesto

Para la revisión de las cantidades y presupuestos del proyecto, la interventoría debe verificar la coherencia y precisión de los cálculos presentados. Esto implica asegurarse de que las cantidades de obra sean acordes con los planos y especificaciones del diseño, y que los precios unitarios correspondan a los valores de mercado y a las actividades detalladas en el presupuesto. La interventoría debe confirmar que no existan discrepancias entre las cantidades estimadas y las reales, y que los recursos asignados sean suficientes y estén justificados, garantizando así la viabilidad económica y técnica del proyecto en todas sus etapas.

➤ Informe de diseño

La interventoría debe revisar que la alternativa seleccionada por el contratista sea la más adecuada para las condiciones del terreno, el contexto del proyecto y los objetivos establecidos. Además, debe asegurarse de que el análisis justifique correctamente la elección de la alternativa frente a otras opciones viables. Se debe confirmar que todas las especificaciones y parámetros utilizados en el diseño cumplan con las normativas nacionales e internacionales vigentes para proyectos de alcantarillado, garantizando que el proyecto se ejecute bajo los estándares más altos de calidad y seguridad. Finalmente, se debe verificar que la solución planteada y diseñada resuelva de manera efectiva la problemática planteada en el requerimiento.

➤ **Análisis de Tecnologías sin zanja**

Para la revisión de la tecnología sin zanja, el especialista en TSZ es el encargado de analizar en detalle la propuesta presentada, verificando que se haya aplicado correctamente la tecnología de acuerdo con las especificaciones y las condiciones del proyecto. El especialista debe identificar cualquier posible incoherencia o inconsistencia en la aplicación de la tecnología, asegurándose de que la solución propuesta sea viable y adecuada para el tipo de terreno, las condiciones ambientales y los requisitos técnicos del proyecto. Además, el especialista deberá confirmar que los beneficios y las limitaciones de la TSZ estén debidamente justificados y sean coherentes con los objetivos del proyecto.

➤ **Hoja de cálculo**

En la hoja de cálculo, se debe verificar que se haya aplicado correctamente la alternativa seleccionada, asegurándose de que los parámetros utilizados estén en línea con las especificaciones del diseño y las normativas vigentes. Es fundamental comprobar que todos los valores de los parámetros cumplan con los requisitos técnicos establecidos por las normativas de EPM y el RAS, garantizando la coherencia y la viabilidad del diseño.

➤ **Áreas tributarias**

La interventoría debe verificar que se consideren correctamente las áreas tributarias y que estas sean coherentes con la topografía. Esto implica asegurar que el contratista tome en cuenta la totalidad de la superficie de drenaje, el grado de impermeabilidad de los terrenos, y una delimitación precisa de las áreas mediante curvas de nivel. Además, debe garantizar que se contemplen las futuras áreas de expansión, asegurando que el diseño tenga la capacidad de atender posibles incrementos en los caudales a largo plazo.

➤ **Modelo hidráulico**

En el modelo hidráulico, se debe verificar que la modelación en EPASWMM presentada sea coherente y coincida con la información del informe de diseño. La interventoría debe asegurarse de que los parámetros utilizados en la modelación, como los caudales,

diámetros, pendientes, y otros aspectos hidráulicos, estén alineados con los datos y las conclusiones presentadas en el informe. Además, se debe verificar que los resultados obtenidos de la modelación sean consistentes con los objetivos del proyecto y las normativas vigentes. También comprobar que los perfiles hidráulicos, sean adecuados para garantizar el funcionamiento correcto y eficiente del sistema de alcantarillado en todas las condiciones de diseño.

➤ **Planos de diseño**

La interventoría debe asegurar que los planos del diseño contengan toda la información requerida y cumplan con los estándares establecidos. Para ello, se deberá revisar que los planos incluyan lo siguiente:

✓ **Coordenadas de Localización de Cámaras inspección**

Verificar que las coordenadas de ubicación de las cámaras de inspección estén correctamente reflejadas en los planos.

✓ **Cuadro de Convenciones**

Asegurar que el plano incluya un cuadro de convenciones claro y adecuado para la correcta interpretación de los símbolos y leyendas utilizados en el diseño.

✓ **Plano Planta Perfil**

El plano perfil debe incluir la longitud del tramo, la pendiente del terreno, el caudal de diseño estimado, el diámetro de la tubería, el material de la tubería y el tipo de cimentación propuesta. Este plano debe estar superpuesto sobre el plano topográfico del área del proyecto, asegurando la correcta referencia de las instalaciones respecto al terreno.

✓ **Mojones de Amarre**

Verificar que los mojones de amarre estén correctamente señalados en los planos, indicando claramente los puntos de referencia para las obras.

✓ **Despiece de Plano**

Confirmar que se incluya el despiece del plano, detallando las diferentes partes o tramos del proyecto, como las secciones transversales, conexiones, etc.

✓ **Tipos de Estructura Proyectada**

El plano debe especificar claramente los tipos de estructuras proyectadas (por ejemplo, cámaras de inspección, descargas, estructuras de disipación, aliviaderos, sumideros, etc.), con las dimensiones y características relevantes.

✓ **Ancho de Zanja**

Asegurar que se indique el ancho de la zanja para la instalación de las tuberías, conforme a los requerimientos de diseño y normas vigentes.

✓ **Localización del Proyecto**

Verificar que la ubicación geográfica del proyecto se encuentre acorde a la información de referenciación.

✓ **Notas del Diseño**

Confirmar que el plano incluya todas las notas del diseño pertinentes, especificando cualquier detalle adicional o aclaración sobre el diseño, la ejecución o las condiciones especiales del proyecto.

➤ **Topografía**

En la topografía se deben verificar lo siguiente:

➤ **Archivo RINEX:**

- Comprobar que el archivo está en el formato correcto (generalmente .21O, .21D, .21G, etc.).
- Verificar que contiene datos completos de las observaciones GNSS, tiempos y coordenadas.

➤ **Soportes de investigación (Ficha de registro de cámaras de inspección):**

- Revisar que la información esté debidamente diligenciada, incluyendo el estado, las dimensiones, la ubicación y las características relevantes de las cámaras.

➤ **Proyección de coordenadas:**

- Confirmar que el sistema de proyección utilizado corresponde al especificado en los términos del proyecto (por ejemplo, Magna-SIRGAS, WGS84).
- Verificar la correspondencia entre las coordenadas obtenidas y la proyección indicada.

➤ **Esquemas:**

- Asegurarse de que los esquemas son claros, legibles y reflejan correctamente la distribución de las cámaras, las redes y otros elementos relevantes.

➤ **Registro fotográfico:**

- Validar que las fotografías están ordenadas y etiquetadas correctamente con la ubicación y fecha.
- Confirmar que muestran todos los elementos solicitados.

➤ **Ficheros de posprocesamiento:**

- Revisar que los datos procesados coinciden con las especificaciones del levantamiento y la proyección definida.
- Comprobar la calidad del ajuste de las poligonales.

➤ **Libretas de campo:**

- Verificar que las anotaciones son legibles, completas y están debidamente fechadas y firmadas.
- Revisar que incluyen detalles de cada actividad realizada durante el levantamiento.

➤ **Certificados:**

- Asegurarse de que los certificados (como los de calibración de equipos, control de calidad, etc.) están vigentes y cumplen con las normas aplicables.

➤ **Poligonales aprobadas:**

- Validar que las poligonales están cerradas correctamente y aprobadas por la entidad correspondiente.
- Confirmar la coherencia de las poligonales con los datos proyectados.

➤ **Coordenadas geográficas:**

- Revisar que las coordenadas están en el formato correcto (por ejemplo, grados decimales o grados, minutos y segundos).
- Comprobar que corresponden a las especificaciones y ubicación del proyecto.

➤ **Planilla de cargue masivo:**

- Verificar que la información en la planilla está completa, es consistente y corresponde a los datos registrados en campo y en los archivos asociados.

➤ **Estudios**

• ***Estudios de Suelos o Geotécnicos:***

Los estudios de suelos y geotécnicos deben ser remitidos al especialista estructural de la interventoría de Aguas Nacionales EPM, quien es el encargado de realizar la revisión técnica de estos diseños. El especialista estructural evaluará la información geotécnica para verificar su congruencia con las condiciones de terreno, las cargas esperadas y la viabilidad de las soluciones estructurales propuestas, con el fin de garantizar que el diseño cumpla con las normativas y estándares técnicos aplicables.

- ***Estudios ambientales:***

Los estudios ambientales deben ser remitidos al profesional ambiental de la interventoría de Aguas Nacionales EPM, quien se encarga de la revisión y evaluación de los aspectos ambientales del proyecto. Este profesional tiene la responsabilidad de verificar que el diseño cumpla con la normativa ambiental vigente y con los requisitos establecidos por las autoridades competentes.

- ***Estudios estructurales:***

Los estudios estructurales son revisados por el especialista estructural de la interventoría de Aguas Nacionales EPM. Este profesional se encarga de validar que el diseño estructural cumpla con los requisitos establecidos por las normativas locales e internacionales (como la **NSR 10**) y de asegurar que todas las soluciones estructurales sean apropiadas, seguras y eficientes.

5.6.3. Lista de chequeo

En el manual interactivo, se puede acceder a la lista de chequeo de la empresa ANEPM, a través de un enlace.

5.6.4. Comunicados y observaciones

La interventoría enviará las observaciones correspondientes al diseño recibido, siguiendo el siguiente procedimiento:

- ✓ **Observaciones Menores**

Si las observaciones son de carácter menor, se enviarán por medio de correo electrónico al contratista. Estas observaciones no requieren una modificación completa del diseño, sino pequeñas correcciones o aclaraciones.

- ✓ **Observaciones Importantes**

Si las observaciones son significativas y requieren una nueva versión del diseño, se enviarán mediante un comunicado formal. Este comunicado detallará los aspectos que necesitan ser corregidos o modificados en el diseño y especificará la necesidad de presentar una nueva versión.

✓ **Aprobación del Diseño**

En caso de que no se presenten más observaciones, la interventoría enviará un comunicado formal de aprobación del diseño, validando que el diseño cumple con todos los requisitos técnicos y normativos establecidos.

6. Conclusiones y Recomendaciones

El manual integral facilita tanto la evaluación como la implementación de mejoras en los diseños propuestos. Este manual, basado en la normativa vigente cumple con la función de asegurar que los proyectos de alcantarillado sean eficientes, sostenibles y alineados con los requerimientos técnicos exigidos por las autoridades competentes.

El manual desarrollado mejora significativamente la eficiencia en el proceso de revisión de proyectos de alcantarillado. Gracias a la implementación de herramientas como las listas de chequeo, los diagramas de flujo y los normogramas, los revisores pueden identificar con rapidez los elementos clave del diseño y verificar su cumplimiento con la normativa técnica de manera más ágil y precisa.

A través del análisis detallado de la normativa vigente, especialmente la Resolución 0330 de 2017 y las normas internas de EPM, se pudo integrar un conjunto de lineamientos claros y estructurados que enriquecen los procedimientos de revisión. Esto garantiza que los proyectos no solo se ajusten a los estándares nacionales, sino que también optimicen el uso de los recursos y minimicen los impactos ambientales y sociales derivados de su implementación.

Este manual debe de ser un documento que se actualice de forma periódica para adaptarse a los avances tecnológicos, cambios normativos y necesidades de los proyectos de alcantarillado. Aunque se han cubierto los aspectos más relevantes en la versión presentada, se debe prever su adaptación y revisión continua para abordar los desafíos emergentes en la infraestructura urbana y las técnicas de gestión del agua.

La implementación de este manual contribuye al fortalecimiento del rol de la interventoría en Aguas Nacionales EPM. Esta será una herramienta estructurada y estandarizada, que permite una revisión exhaustiva y eficaz de los proyectos de alcantarillado, garantizando que cumplan con los lineamientos técnicos y normativos vigentes.

Referencias

Aguas Nacionales EPM- nuestra gestión. (2023). Portal EPM. <https://www.grupo-epm.com/site/aguasnacionales/nuestra-gestion/>

Cualla, R. (1995). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 1).

E. P. M (2009). Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín. Com.co. Recuperado el 4 de octubre de 2024, de https://www.epm.com.co/content/dam/epm/institucional/documentos/todos/Norma_Diseño_Alcantarillado_2013.pdf#:~:text=Normas%20de%20Dise%C3%B1o%20de%20Sistemas%20de%20Alcantarillado%20de%20las

Genially, la herramienta online para crear contenido interactivo. (s/f). Genially.com. Recuperado el 4 de octubre de 2024, de <https://genially.com/es/>

MANUAL DE DISEÑO. (2024, 8 octubre). Genially. <https://view.genially.com/66d77890e4e92f3f491801a0/interactive-content-manual-de-diseño>

María Isabel Asanza Molina, Marisol Massiel Miranda Torres, Rafael Mario Ortiz Zambrano y Jorge Alfredo Espín Martínez (2016): “Manual de procedimiento en la empresa”, Revista Caribeña de Ciencias Sociales (noviembre 2016). En línea: <http://www.eumed.net/rev/caribe/2016/11/manual.html>

Ministerio de Vivienda, C. y. T. (2017). Resolución 0330 del 2017. Gov.co. <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/resolucion-0330-2017.pdf>