

# **Maestría en Ingeniería Civil**

## **Lineamientos para la elaboración de los estudios de ingeniería de redes de servicios públicos en proyectos de infraestructura en Colombia**

**Ing. Andrés Camilo Nuncira García**

**Bogotá, D.C., 26 de enero de 2021**



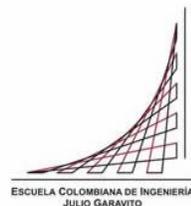
**Lineamientos para la elaboración de los estudios de ingeniería de  
redes de servicios públicos en proyectos de infraestructura en  
Colombia**

**Tesis para optar al título de magíster en Ingeniería Civil, con  
énfasis en Ingeniería Ambiental**

**Ing. Germán González M. Sc.**

**Director**

**Bogotá, D.C., 26 de enero de 2021**



La tesis de maestría titulada “Lineamientos para la elaboración de los estudios de ingeniería de redes de servicios públicos en proyectos de infraestructura en Colombia”, presentada por Andres Camilo Nuncira Garcia, cumple con los requisitos establecidos para optar al título de Magíster en Ingeniería Civil con énfasis en Ingeniería Ambiental.

Director de la tesis  
Ing. Germán González M. Sc.

Jurado  
Ing. Héctor Matamoros M. Sc.

Jurado  
Ing. Germán Santos M. Sc.

Bogotá, D.C., 26 de enero de 2021

## **Agradecimientos**

En primer lugar, quiero expresar mi gratitud a Dios por guiarme y permitirme culminar este proyecto, a mi familia, que a lo largo de este camino me ha apoyado incondicionalmente.

De manera especial a mi tutor de tesis por haberme orientado y brindado las herramientas necesarias en mi desarrollo académico y profesional.

A mis profesores y compañeros quienes compartieron sus conocimientos y experiencias, permitiendo así fortalecer mis bases académicas y profesionales de manera integral.

## Resumen

Actualmente, en Colombia, se ha venido invirtiendo gran cantidad de recursos en infraestructura urbana, y se sabe que los recursos que dispone un país para invertir en infraestructura son limitados, por ende, los proyectos de obra civil que sean seleccionados para ser ejecutados deben ser aquellos desarrollados de manera eficaz y que brinden mayores beneficios a la sociedad y que pueda estar sustentado por estudios confiables y de alta calidad.

En Colombia, si bien existen algunos documentos que proporcionan buenas prácticas de ingeniería para la elaboración de los estudios y diseños de redes, éstos son muy generales y particulares para cada tipo de servicio público, adicionalmente, cada profesional plantea criterios diferentes a la hora de realizarlos. La inexistencia de un documento con lineamientos lleva consigo al uso de múltiples métodos, que proporcionan incertidumbre respecto a la validez de los resultados obtenidos y dificultan la toma de decisiones. Por tal motivo, se hace preciso instaurar un documento con lineamientos, donde se plantee criterios claros y completos de análisis, que generen mejores diagnósticos en cuanto a las redes de servicios públicos y optimice la construcción, estandarización y eficiencia en los productos entregados; logrando que la toma de decisiones se realice a partir de información de calidad y que haya sido obtenida adecuadamente.

Finalmente, el documento desarrollado en esta tesis se convierte en un aporte fundamental para la elaboración, evaluación y análisis de la ingeniería de redes de servicios públicos en proyectos de infraestructura urbana, ya que funciona como una herramienta de utilidad que permite al profesional, por un lado, elaborar el estudio de ingeniería de redes siguiendo una metodología estandarizada y por el otro, a la parte interesada en la realización del proyecto (Gobierno, estructurador, consultor o constructor) poder evaluarlo, siguiendo una serie de criterios para la toma correcta de decisiones.

**Palabras claves:** Redes de servicios públicos, Infraestructura, proyectos, recopilación de información de redes de servicio público.

## Índice general

Capítulo 1. Introducción.....	16
1.1 Objetivo General.....	16
1.2 Objetivos Específicos .....	16
1.3 Descripción del Problema .....	17
1.4 Contenido .....	18
Capítulo 2. Recopilación y Análisis de información Existente .....	19
2.1 Servicios Públicos.....	19
2.2 Antecedentes.....	20
2.3 Calidad de la información en redes de servicios públicos .....	22
2.3.1 Tecnologías de localización de redes .....	25
2.4 Normas, manuales, resoluciones y guías servicios públicos nacionales e internacionales .....	35
2.4.1 Redes de acueducto.....	36
2.4.2 Redes de alcantarillado .....	42
2.4.3 Redes de energía eléctrica .....	48
2.4.4 Redes de gas .....	52
2.4.5 Redes de telecomunicaciones .....	56
2.4.6 Investigación arqueológica .....	59
2.4.7 Otras normas.....	60
Capítulo 3. Marco de Referencia .....	77
3.1 Identificación de problemáticas.....	77
3.1.1 Metodología CPC-S para identificar la problemática.....	77
3.2 Proyectos de infraestructura .....	78
3.2.1 Tipos de proyectos de ingeniería .....	79

3.2.2	Fases proyectos de infraestructura.....	80
3.2.3	Georreferenciación en Colombia .....	81
3.3	Definición de niveles de calidad de información.....	81
3.4	Definición de interesados o involucrados en estudio de redes de servicios público	82
3.5	Definición de interferencia .....	83
3.6	Convenciones de colores por tipo de sistema.....	83
Capítulo 4.	Lineamientos.....	86
4.1	Lineamientos propuestos.....	86
4.2	Descripción del proyecto de infraestructura .....	88
4.3	Identificación de la problemática y Definición de objetivos del estudio de ingeniería de redes de servicios públicos .....	90
4.4	Diagnóstico de información recibida e Identificación de las ESP involucradas	91
4.5	Recopilación de Información.....	93
4.5.1	Recopilación de información secundaria.....	93
4.5.1	Recopilación de información primaria .....	95
4.6	Integración de información secundaria y primaria.....	96
4.7	Presentación de resultados a entidades .....	98
4.8	Estudio y Resultados .....	99
4.9	Resumen general de lineamientos propuestos .....	100
Capítulo 5.	Aplicación de Caso Práctico Real.....	106
ENTREGABLE 1.	Documento resumen compuesto por la caracterización, localización, área de influencia y análisis general de información recibida .....	106
ENTREGABLE 2.	Documento resumen compuesto por la identificación de la problemática a resolver y la definición de los objetivos del estudio de ingeniería de redes de servicios públicos	113

ENTREGABLE 3. Documento resumen con diagnóstico de la información recibida, identificación de empresas de servicios públicos involucradas y resumen de reuniones con las empresas de servicios públicos .....	114
ENTREGABLE 4. Documento con la información secundaria recopilada acompañado de anexos pertinentes.....	118
ENTREGABLE 5. Documento con plan de trabajo a para levantamiento de información en campo	130
ENTREGABLE 6. Documento con la información primaria recopilada acompañado de anexos y bases de datos, junto con los planos de campo.....	131
ENTREGABLE 7. Planos con integración de información primaria y secundaria e identificación de interferencias .....	134
ENTREGABLE 8. Documentos resumen con presentación a empresas de servicios públicos, cronograma de presentación ante entidades, carta de aprobación o solicitud de ajustes de planos.....	136
ENTREGABLE 9. Documento final del estudio con Planos incluyendo la identificación de interferencia .....	136
Capítulo 6. Conclusiones.....	146

## Índice de tablas

Tabla 2-1 Normas, manuales, resoluciones y guías consultadas .....	35
Tabla 2-2 Distancias mínimas entre acueducto y redes Noma EPM .....	38
Tabla 2-3 Profundidades mínimas a cota clave.....	40
Tabla 2-4 Distancias horizontales mínimas recomendadas.....	44
Tabla 2-5 Profundidades a las cotas claves del colector .....	46
Tabla 2-6 Distancias mínimas verticales entre circuitos con diferentes niveles de tensión .....	49
Tabla 2-7 Distancias mínimas verticales de conductores a tierra y edificaciones....	49
Tabla 2-8 Distancias mínimas horizontales de conductores a tierra y edificaciones	50
Tabla 2-9 Distancia mínima entre dos estructuras en red gas.....	53
Tabla 2-10 Distancias mínimas en redes de distribución de gas.....	54
Tabla 2-11 Distancias mínimas redes de gas a otros servicios.....	55
Tabla 2-12 Criterios de selección de equipos para video inspección de alcantarillados. .....	71
Tabla 3-1 División de problemática .....	77
Tabla 3-2 Procedimiento general para la identificación de la problemática .....	78
Tabla 3-3 Principales tipos de proyectos de infraestructura .....	80
Tabla 3-4 Resumen Niveles de calidad de Información para el estudio .....	82
Tabla 4-1 Resumen Descripción del proyecto de infraestructura .....	88
Tabla 4-2 Resumen Identificación problemática y definición de objetivos del estudio .....	90
Tabla 4-3 Resumen Diagnóstico de información recibida e Identificación de las ESP involucradas .....	91
Tabla 4-4 Resumen Recopilación de información secundaria.....	93
Tabla 4-5 Resumen Recopilación de información primaria .....	95
Tabla 4-6 Resumen Integración de información secundaria y primaria .....	97
Tabla 4-7 Resumen Presentación de resultados a entidades .....	98
Tabla 4-8 Resumen Estudio y resultados.....	99
Tabla 4-9 Resumen Lista de chequeo .....	100
Tabla 5-1 Empresa de servicio público de Acueducto y Alcantarillado .....	114
Tabla 5-2 Empresa de servicio público de gas.....	115

Tabla 5-3 Empresa de servicio público de energía .....	115
Tabla 5-4 Empresa de servicio público de energía .....	115
Tabla 5-5 Coordinadas vértices cámaras proyectadas .....	142
Tabla 5-6 Presupuesto general caso práctico .....	144
Tabla 6-1 Lista de chequeo desarrollada para el caso práctico.....	155

## Índice de figuras

Figura 2-1 Desarrollo Poblacional. Fuente: Elaboración propia. Datos:(Naciones Unidas, 2018) .....	21
Figura 2-2 Niveles de calidad de información, Fuente:(Jeong et al., 2004) .....	24
Figura 2-3 Niveles de calidad de información y fases de un proyecto, Fuente:(Jeong et al., 2004).....	25
Figura 2-4 Ejemplo equipo Localizador de tuberías y cables, Fuente: (Radiodetection Ltd., 2019) .....	26
Figura 2-5 Ejemplo equipo Conductividad del terreno, Fuente: (Geonics Limited, 2013) .....	27
Figura 2-6 Ejemplo equipo medición resistividad terreno, Fuente: Tomado en línea28	
Figura 2-7 Ejemplo equipo detectores de metal, Fuente: (Radiodetection Ltd., n.d.-b) .....	29
Figura 2-8 Ejemplo equipo georradars, Fuente: (Radiodetection Ltd., n.d.-a) .....	30
Figura 2-9 Ejemplo equipo gradiómetro, Fuente: (Schonstedt Instrument Company, n.d.) .....	32
Figura 2-10 Ejemplo excavación no destructiva con vacío de aire, Fuente: (Noone, 2004) .....	34
Figura 2-11 Flujograma catastro de redes de acueducto, levantamiento de información en campo, Fuente: Elaboración propia.....	42
Figura 2-12 Flujograma catastro de redes de alcantarillados, levantamiento de información en campo, Fuente: Elaboración propia .....	48
Figura 2-13 Distribución espacial de las redes para andenes mayores a 4 m. Fuente: (Enel - Codensa, 2013).....	50
Figura 2-14 Flujograma catastro de redes de energía eléctrica, levantamiento de información en campo, Fuente: Elaboración propia .....	52
Figura 2-15 Flujograma catastro de redes de gas natural y accesorios, levantamiento de información en campo, Fuente: Elaboración propia .....	56
Figura 2-16 Flujograma catastro de redes de telecomunicaciones y accesorios, levantamiento de información en campo, Fuente: Elaboración propia .....	58
Figura 2-17 Flujograma de actividades. Fuente: Elaboración propia. Datos: (IDU, 2017) .....	65

Figura 2-18 Corte general para infraestructura de servicios para andenes con $L \geq 1.3$ m Fuente: (EAAB, 2004).....	69
Figura 2-19 Corte general para infraestructura de servicios para andenes con $L < 1.3$ m Fuente: (EAAB, 2004).....	70
Figura 2-20 Formato solicitud Licencia de excavación Bogotá. Fuente:(IDU, n.d)..	73
Figura 2-21 Formato Acta de recibo de obra. Fuente:(IDU, n.d.).....	73
Figura 3-1 Sistemas comunes de tubería y plomería Fuente: (U.S. General Services Administration (GSA), 2019) .....	84
Figura 3-2 Sistemas comunes eléctricos y telecomunicaciones Fuente: (U.S. General Services Administration (GSA), 2019).....	84
Figura 3-3 Sistemas poco comunes / Especializados Fuente: (U.S. General Services Administration (GSA), 2019) .....	85
Figura 4-1 Metodología propuesta, Fuente: Elaboración Propia .....	87
Figura 5-1 Zonificación Bogotá EAAB, Fuente: (EAAB, n.d.-b) .....	108
Figura 5-2 Localización proyecto, Fuente: Elaboración propia a partir de Google maps .....	108
Figura 5-3 Área de influencia proyecto, Fuente: Elaboración propia a partir de Google maps.....	109
Figura 5-4 Área de influencia proyecto, Fuente: Elaboración propia, Ortofoto Bogotá 2014. ....	110
Figura 5-5 Plano As-Built Instalación Mecánica VRP, Fuente: Consultor Constructor .....	111
Figura 5-6 Plano As-Built Instalación Mecánica VRP y Macromedidor Planta, Fuente: Consultor Constructor .....	111
Figura 5-7 Plano Estructurales As-Built Cámara VRP, Fuente: Consultor Constructor .....	112
Figura 5-8 Plano Estructurales As-Built Cámara Macromedidor, Fuente: Consultor Constructor .....	112
Figura 5-9 PMT para desarrollo del proyecto, Fuente: Consultor Constructor .....	117
Figura 5-10 Recibo de obra, zonas de uso público caso práctico, Fuente: Consultor Constructor .....	117
Figura 5-11 Información Secundaria Sistema de Acueducto, Fuente: (EAAB, n.d.-a) .....	118

Figura 5-12 Información Secundaria Sistema de Acueducto, Fuente: Elaboración propia, datos (EAAB, n.d.-a) .....	119
Figura 5-13 Información Secundaria Sistema de Alcantarillado Sanitario, Fuente: (EAAB, n.d.-a).....	121
Figura 5-14 Información Secundaria Sistema de Alcantarillado Sanitario, Fuente: Elaboración propia, datos (EAAB, n.d.-a).....	121
Figura 5-15 Información Secundaria Sistema de Alcantarillado Pluvial, Fuente: (EAAB, n.d.-a) .....	123
Figura 5-16 Información Secundaria Sistema de Alcantarillado Pluvial, Fuente: Elaboración propia, datos (EAAB, n.d.-a).....	123
Figura 5-17 Información Secundaria Redes de Energía, Fuente: Elaboración propia, a partir de datos Enel-Codensa .....	125
Figura 5-18 Información Secundaria Redes de Energía, Fuente: Elaboración propia, a partir de datos Enel-Codensa .....	125
Figura 5-19 Información Secundaria Redes de Gas, Fuente: Elaboración propia, a partir de datos Gas Natural .....	127
Figura 5-20 Información Secundaria Redes de Gas, Fuente: Elaboración propia, a partir de datos Gas Natural .....	127
Figura 5-21 Información Secundaria Redes de Telecomunicaciones, Fuente: Elaboración propia, a partir de datos ETB.....	128
Figura 5-22 Información Secundaria Redes de Telecomunicaciones, Fuente: Elaboración propia, a partir de datos ETB.....	129
Figura 5-23 Fotografía cerramiento inició de exploración, Fuente: Consultor Proyecto .....	132
Figura 5-24 Fotografía inició de exploración, Fuente: Consultor Proyecto .....	132
Figura 5-25 Fotografía exploración anden, Fuente: Consultor Proyecto .....	132
Figura 5-26 Plano preliminar de campo, Fuente: Elaboración propia .....	133
Figura 5-27 Plano actualizados, Fuente: Elaboración propia .....	134
Figura 5-28 Modelo Tridimensional Caso práctico, Fuente: Elaboración propia. ...	135
Figura 5-29 Modelo Tridimensional Caso práctico, Vista 1. Fuente: Elaboración propia .....	137
Figura 5-30 Modelo Tridimensional Caso práctico, Vista 2. Fuente: Elaboración propia .....	137

Figura 5-31 Localización proyecto, Fuente: Elaboración propia .....	138
Figura 5-32 Configuración Instalación VRP y Macromedidor Planta, Fuente: Consultor Constructor .....	139
Figura 5-33 Localización de cámaras proyecto. Fuente: Elaboración propia.....	141
Figura 5-34 Esquema localización de cámaras proyecto. Fuente: Elaboración propia .....	142
Figura 5-35 Área de investigación de redes. Fuente: Elaboración propia.....	143

## Índice de anexos

Anexo 1 Bases de datos Normativa .....	152
Anexo 2 Lista de chequeo aplicación caso práctico .....	154

## **Capítulo 1.**

### **Introducción**

#### **1.1 Objetivo General**

Establecer un documento guía donde se propongan lineamientos, para la evaluación, elaboración y el análisis de los estudios de ingeniería de redes de servicios públicos en los proyectos de infraestructura en Colombia.

#### **1.2 Objetivos Específicos**

A continuación, se presentan los objetivos específicos del documento:

- Hacer una revisión del estado del arte de requerimientos nacionales e internacionales actuales que se tienen para la elaboración de estudios de ingeniería de redes de servicios públicos.
- Generar una metodología que unifique y estandarice las especificaciones y procedimientos técnicos definidos en la elaboración y revisión de estudios de ingeniería de redes de servicios públicos.
- Brindar a los interesados una serie de criterios que les permita tomar una decisión sobre los resultados del proyecto de infraestructura centrado en ingeniería de redes de servicios públicos.
- Presentar un caso de estudio, que sirve como guía explicativa de los lineamientos definidos para la elaboración de estudios de ingeniería de redes de servicios públicos.
- Contribuir al desarrollo de investigación en las áreas de ingeniería de redes de servicios públicos.

### **1.3 Descripción del Problema**

En Colombia, si bien existen algunos documentos que proporcionan buenas prácticas de ingeniería para la elaboración de los estudios y diseños de redes, éstos son muy generales y particulares para cada tipo de servicio público, adicionalmente, cada profesional plantea criterios diferentes a la hora de realizarlos.

Las redes de servicios públicos son reguladas y gestionadas por numerosas e independientes entidades públicas, de modo que existen diferentes y múltiples guías o documentos donde se estipulan las exigencias mínimas que se deben cumplir a la hora de realizar un estudio de redes de servicio público. Sin embargo, son criterios o pautas generales e independientes, de tal manera que no existen una interacción a la hora de realizar un estudio de redes de servicios públicos en un sitio de interés.

En Colombia no existe una metodología ni procedimientos técnicos que unifique los diferentes servicios públicos para la planificación, diseño, construcción, operación, mantenimiento y gestión de todos y cada uno de los servicios públicos cuando se hace una obra de infraestructura, así como en la interacción entre la infraestructura de servicios públicos y otra infraestructura civil. La inexistencia de un documento con lineamientos lleva consigo al uso de múltiples métodos, que proporcionan incertidumbre respecto a la validez de los resultados obtenidos y dificultan la toma de decisiones.

Por tal motivo, se hace preciso instaurar un documento con lineamientos claros y completos de análisis, que generen mejores diagnósticos en cuanto a las redes de servicios públicos y evitar retrasos en construcción, estandarización y eficiencia en los productos entregados; logrando que la toma de decisiones se realice a partir de información de calidad y que haya sido obtenida adecuadamente.

Este documento tiene como propósito final ser una guía, que sirva a los ingenieros y demás profesionales involucrados en obras de infraestructura para tener en cuenta en sus diseños los diferentes servicios públicos que interfieren en dichas obras.

## **1.4 Contenido**

El documento está conformado por 5 capítulos. En el Capítulo 2, se presenta la recopilación y análisis de información existente referente a la elaboración de los estudios de ingeniería de redes de servicios públicos en proyectos de infraestructura, sus características y contenido. El Capítulo 3 presenta el marco de referencia donde se describen los procedimientos y teorías que sirven para la elaboración del estudio. En el Capítulo 4 se presenta los lineamientos para la elaboración de estudios de ingeniería de redes de servicios públicos en proyectos de infraestructura en Colombia. En el Capítulo 5, se aplican los lineamientos a un caso práctico. Finalmente, las conclusiones y lecciones aprendidas son resumidas en el Capítulo 6.

## Capítulo 2.

### Recopilación y Análisis de información Existente

En este capítulo, se revisa la literatura existente referente a redes de servicios públicos, manuales, guías, normas, y demás documentos, y se describen las principales características de las redes de servicios públicos y su interacción con los proyectos de infraestructura. Adicionalmente, se realiza una descripción de los principales factores que se deben tener en cuenta para desarrollar dichos proyectos.

#### 2.1 Servicios Públicos

En este punto es importante conocer cuáles son los servicios públicos y sus principales características. Según la Ley 142 de 1994 (2019), los servicios públicos son los servicios que comprenden el cumplimiento de necesidades básicas de las poblaciones, los cuales son servicios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, telecomunicación pública básica conmutada, telecomunicación móvil rural, y distribución de gas combustible. A continuación, se hace una descripción breve de los servicios públicos:

- **Acueducto:** Es la distribución de agua potable según la normativa vigente, incluida su conexión y medición, además de todas las actividades complementarias a la prestación del servicio como lo son la captación de agua, tratamiento, almacenamiento, conducción y transporte.
- **Alcantarillado:** Es la recolección de aguas residuales y lluvias, a través de tuberías y colectores, además, de todas las actividades complementarias de transporte, tratamiento y disposición final.
- **Energía eléctrica:** Es el transporte de energía eléctrica desde las redes regionales de transmisión hasta la población, incluida su conexión y medición. Adicionalmente, todas las actividades complementarias de generación, de transformación, interconexión y transmisión.
- **Telecomunicaciones:** Es la transmisión conmutada de voz a través de la red de telecomunicación conmutada con acceso a la población. Además, de toda actividad complementaria de telecomunicación móvil y al servicio de larga distancia nacional e internacional.

- **Gas:** Es el conjunto de actividades ordenadas a la distribución de gas combustible por un conducto u otro medio, desde un sitio de acopio de grandes volúmenes hasta la ubicación del consumidor final, incluyendo su conexión y medición. Además, de todas las actividades complementarias desde la producción y transporte de gas desde el sitio de generación hasta aquel en donde se conecte a una red secundaria.

## 2.2 Antecedentes

En la actualidad, el constante crecimiento de la población mundial ha generado un incremento en la demanda de agua y de la energía en los países tanto “desarrollado” como “subdesarrollados” (UNESCO, 2016). En el mismo sentido, la concentración de la población en zonas urbanas gracias a la centralización de oportunidades laborales ha generado necesidades básicas. En la actualidad, el 54 % de la población mundial vive en zonas urbanas, y se proyecta que la tendencia de crecimiento continúe. La cantidad de habitantes en las ciudades aumentará 1,5 veces hasta llegar a 6000 millones de personas en 2045, en otras palabras, significa un adicional de 2000 millones de población urbana. La rapidez y la magnitud del proceso de urbanización genera enormes desafíos, entre los que cabe resaltar, satisfacer la creciente demanda de viviendas de bajo costo, sistemas de transporte bien conectados, otro tipo de infraestructuras, servicios públicos básicos y empleos (Banco Mundial, 2020).

En otras palabras, la tendencia del crecimiento de población urbana respecto a la rural aumenta considerablemente, centrando la población en las principales ciudades, en la siguiente figura se logra observar lo explicado:

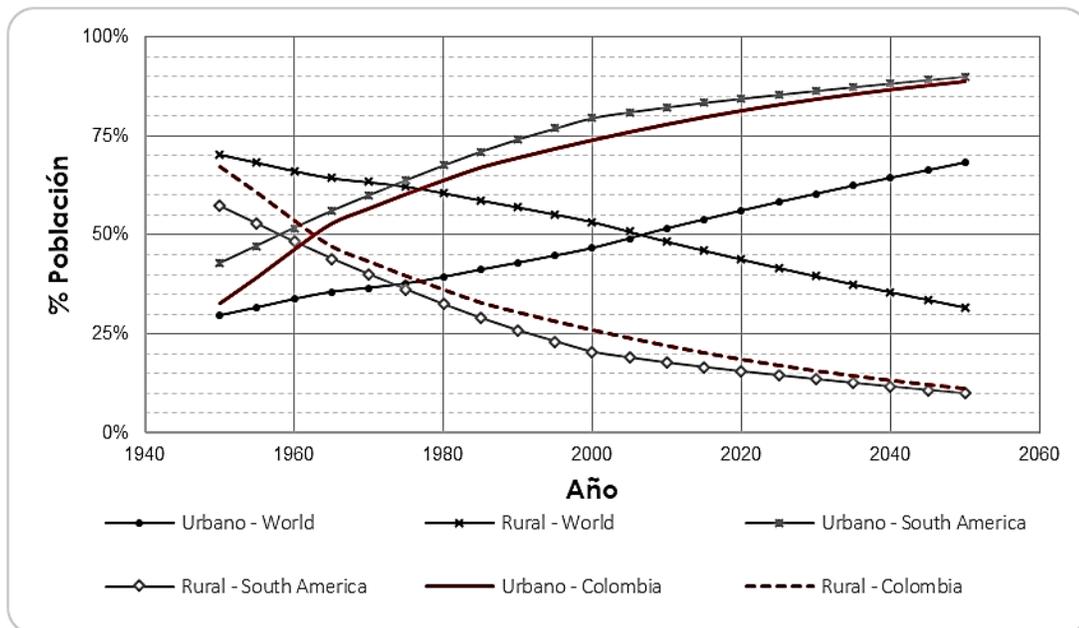


Figura 2-1 Desarrollo Poblacional. Fuente: Elaboración propia. Datos:(Naciones Unidas, 2018)

Por consiguiente, el incremento de las necesidades a cumplir por parte del estado lo obliga a una planeación y ejecución de proyectos de infraestructura urbana que logren suplir esta demanda.

En Colombia el incremento de la población en las principales ciudades de ha aumentado la demanda de transporte, vivienda, servicios públicos, educación y entretenimiento. Esto ha generado la necesidad de ampliar y mejorar la infraestructura civil, y la oportunidad de desarrollar la competitividad de la región.

Durante las etapas de planeación y ejecución de obras civiles, en Colombia, se presentan retrasos por los tramites de licenciamiento ambiental, la entrega de predios y los conflictos existentes con las redes de servicios públicos.

Las complicaciones que se llegan a presentar en los proyectos de infraestructura por el manejo de redes de servicios públicos identificados en el trascurso y final del periodo de diseño y de la construcción, extienden los tiempos de construcción y por ende la entrega del proyecto. Localizar, trasladar y proteger las redes e infraestructura de servicios públicos genera retrasos, suspensiones prolongadas de servicios públicos, daños en las redes,

rediseños, y demandas (U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, n.d.).

Así mismo, dos factores críticos que contribuyen a la ineficiencia en el manejo de redes de servicios públicos en proyectos de infraestructura son la falta de información adecuada sobre las redes que pueden resultar afectadas por el proyecto y la falta de un proceso efectivo para manejar los conflictos entre estas instalaciones y las características y fases del proyecto (Quiroga, 2017).

Actualmente, en Colombia, si bien existen algunos documentos que proporcionan buenas prácticas de ingeniería para la elaboración de los estudios y diseños de redes, éstos son muy generales y particulares para cada tipo de servicio público, adicionalmente, cada profesional plantea criterios diferentes a la hora de realizarlos.

### **2.3 Calidad de la información en redes de servicios públicos**

A la hora de preguntar qué cantidad de información sobre las redes de servicios públicos es necesaria para diseñar y/o construir un proyecto de infraestructura de manera óptima, la respuesta está asociada a al riesgo que el propietario del proyecto esté dispuesto a adoptar (Zembillas, 2008). El éxito de minimizar la incertidumbre y resolver posibles problemas de las redes de servicios públicos durante el diseño está relacionada a la precisión y condición de la información obtenida de las redes involucradas; un proceso de división de la calidad de información que progresivamente mejora a medida que evoluciona las fases y los problemas encontrados en los proyectos es eficaz para maximizar los resultados con los esfuerzos y recursos necesarios, por tal motivo la ASCE 38-02 proporciona un marco de referencia para este proceso (Huber & Anspach, 2004).

La información de redes de servicios públicos se clasifica en cuatro niveles de calidad de información, los cuales representan una combinación de investigación de registros tradicionales, encuestas, técnicas de imágenes geofísicas y de localización, entre más alto es el nivel de calidad de información aumenta la precisión y fiabilidad de los datos recopilados (American Society of Civil Engineers, 2002). Es importante aclarar que “nivel de calidad” y “calidad de información” se refiere a como se obtuvo y describe la información

referente a las redes de servicios públicos y no a la calidad de los profesionales (Huber & Anspach, 2004). Los niveles de información se definen de la siguiente manera:

- **Calidad nivel A (QL A):** Toda la información donde se indica la ubicación precisa vertical y horizontal de las redes de servicio público obtenidos por exposición real (método intrusivo/excavación) y la medición posterior de las redes de servicios públicos en los puntos específicos en el subsuelo. Corresponde a la investigación por medio de excavación de un pozo de medición, para lograr exponer las redes de servicios públicos y realizar una medición in situ, adicionalmente se pueden determinar las características de la red, diámetros, materiales de construcción, condición, años útil, material de revestimiento, clasificación de presión, condiciones del encamado (cimentación); dentro de los métodos más conocidos para realizar la excavación se encuentra la excavación en vacío que más adelante se explica (ver Tecnologías de localización de redes).

- **Calidad nivel B (QL B):** Toda información obtenida mediante la aplicación de métodos geofísicos apropiados en superficie para determinar la existencia y la posición horizontal aproximada de las redes de servicios públicos subterráneos. Corresponde también al marcado con color en el suelo de la ubicación de la red de servicio público y la identificación por medio de las diferentes tecnologías, donde se puede llegar a describir tamaños de tuberías, materiales, profundidad o elevación y hasta año de construcción, más adelante se describen las principales tecnologías con las que se puede llegar a contar ( ver Tecnologías de localización de redes).

- **Calidad nivel C (QL C):** Toda información obtenida por la topografía y el trazado de las redes por encima del suelo e identificado las características visibles de las redes de servicios públicos, además de utilizar el criterio profesional al correlacionar esta información con la información de calidad del nivel D. Corresponde a la investigación y al registro e identificación de la ubicación horizontal y vertical, el tipo de servicio público y otros datos como por ejemplo cajas de válvulas, hidrantes de incendios, emisiones al aire, equipamiento de protección catódica y de corrosión, medidores, pozos de registro, cuencas de drenaje, bóvedas, pedestales de telecomunicación, caídas de redes de servicios eléctrico y de telecomunicaciones, etc.; dentro de esta categoría también clasifica la información relacionada a los servicios públicos aéreos. Todo lo anterior puede estar complementado por actividades de marcado y localización en campo.

- **Calidad nivel D (QL D):** Toda información derivada de registros existentes o recolecciones verbales o encuestas. Corresponde a la investigación de registros de planos As-Built, proyectos existentes, permisos, encuestas, y otros datos que identifiquen la existencia probable de las redes de servicios públicos y su posible ubicación.

En la práctica, el nivel de calidad más alto puede ser necesario solo en aquellos puntos donde los conflictos de las redes de servicios públicos sean más desfavorables en un proyecto. Asimismo, un nivel de calidad más bajo se puede usar en aquellas zonas donde se intuye que puede tener poco conflicto entre las redes de servicios públicos (Zembillas & Beyer, 2004). Por lo tanto, es dependiendo del alcance y los objetivos del estudio de ingeniería de redes de servicios públicos definidos, se encontrarán varios niveles de calidad de información en un mismo proyecto.

En términos generales el costo para obtener la información de redes de servicios públicos, a mayor calidad sea el nivel de calidad requerido, mayor va a ser el costo para obtenerlos; y a su vez a mayor fiabilidad de los datos obtenidos será menor las probabilidades de daños relacionados con las redes de servicios públicos (Jeong et al., 2004). En la Figura 2-2, se presenta la relación conceptual entre los niveles de calidad con el costo y riesgo.

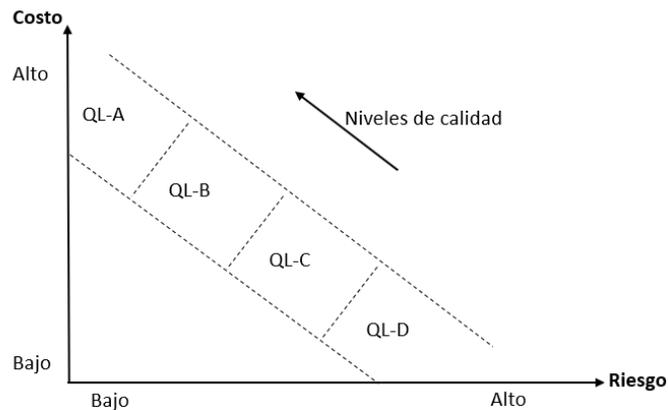


Figura 2-2 Niveles de calidad de información, Fuente:(Jeong et al., 2004)

Las ventajas que puede llegar a tener categorizar los niveles de calidad de información es que se puede determinar el nivel requerido para ciertas fases de diseño y construcción de un proyecto (Jeong et al., 2004). En términos muy generales, la información

QL D se utiliza para planificación, los datos del nivel de calidad QL C se usa para la selección de la ruta, la información de nivel de calidad QL B se utiliza para el diseño preliminar y los datos del nivel de calidad QL A para el diseño final (Noone, 2004). En la Figura 2-3, se presenta la relación conceptual entre las fases de diseño y los niveles de calidad de información.

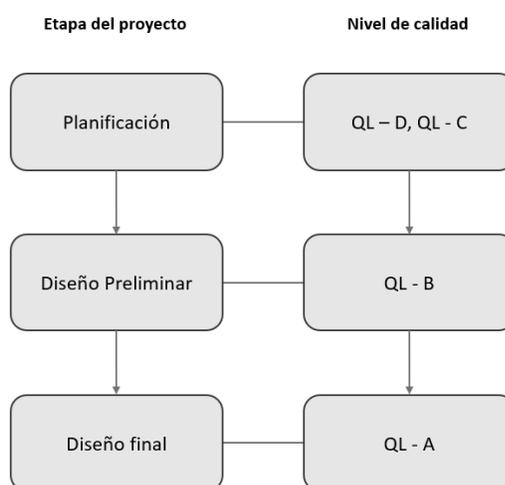


Figura 2-3 Niveles de calidad de información y fases de un proyecto, Fuente:(Jeong et al., 2004)

### 2.3.1 Tecnologías de localización de redes

Para los diferentes niveles de calidad de información se necesita aprovechar las tecnologías para lograr identificar, caracterizar y ubicar con precisión las redes de servicios públicos. En los últimos años las nuevas tecnologías y los nuevos equipos de procesamiento de información permite la recolección, representación y gestión de la información de redes de servicios públicos existentes en campo, estas tecnologías abarcan numerosos métodos de obtención dependiendo de los recursos y condiciones que se requieran (Zembillas, 2008).

A continuación, se describen los métodos y tecnologías para la determinación de información de en campo de las redes de servicios públicos, tomando como referencia la ASCE 38-02.

Actualmente existen varios métodos geofísicos para la detección de redes de servicios públicos bajo el terreno, y varían según la geología, tipo de suelo, tipo de material

de las redes, condición de las redes, profundidad, humedad del suelo, la temperatura del ambiente, condiciones superficiales, entre otros. Estos factores, más los costos asociados y equipo de trabajo son parte de las decisiones que se deben tomar para la obtención de la información más fiable. A continuación, se listan los métodos geofísicos para la detección de redes de servicios públicos bajo el terreno más relevantes.

### **2.3.1.1 Métodos Electromagnéticos**

Estos métodos abarcan varias opciones para detectar imágenes de redes de servicios públicos, con las diferentes frecuencia y técnica permite detectar diferentes elementos de las redes. Son útiles para detectar y rastrear tuberías y cables, entre otros.

- **Localizador de tuberías y cables**

Actualmente existen gran variedad de equipos con diferentes frecuencias, tamaños y formas de antena, variabilidad de potencia, salidas de señal, métodos de conexión directa, filtros de señal internos y externos y procesamiento de señal. Estos factores influyen en que un equipo sea capaz de detectar o rastrear una red de servicios públicos. Esta técnica es relativamente económica y funciona bien para las redes de servicios públicos que están compuestas por materiales metálicos o que acepten un conductor o transmisor metálico insertado en ellos. Usualmente se tiene éxito con frecuencias entre 50 Hz y 480 Hz.



Figura 2-4 Ejemplo equipo Localizador de tuberías y cables, Fuente: (Radiodetection Ltd., 2019)

- **Conductividad del terreno**

Esta técnica crea y mide las corrientes causadas por diferencias en la conductividad promedio desde la superficie del suelo hasta la profundidad de penetración efectiva (5 metros) en forma de cono. En áreas donde se presente alta congestión de redes de servicios públicos metálicos, generalmente hay demasiado ruido para interpretar los resultados. Con este método se facilita detectar redes de servicios públicos compuesta por materiales metálicos aisladas, tanques de almacenamiento subterráneos, pozos y cubiertas de bóvedas. En algunas ocasiones se puede llegar a detectar imágenes de tuberías de agua no metálicas en suelos secos o tuberías vacías en suelos húmedos. Un instrumento que se puede categorizar en está es el Geonics EM31.



*Figura 2-5 Ejemplo equipo Conductividad del terreno, Fuente: (Geonics Limited, 2013)*

- **Mediciones de resistividad**

Las mediciones de resistividad se toman inyectando una corriente continua en el suelo a dos o más electrodos y midiendo el voltaje resultante en otros electrodos. Los métodos de resistividad no son prácticos para fines de mapeo general. Pueden ser útiles para una búsqueda una red, pero no un rastreo de redes de servicios públicos.



*Figura 2-6 Ejemplo equipo medición resistividad terreno, Fuente: Tomado en línea*

- **Detectores de metales**

Funcionan transmitiendo un campo magnético de corriente alterna que induce corrientes de Foucault en objetos metálicos cercanos. A su vez, estas corrientes producen un momento magnético en el metal, que interactúa con la bobina de búsqueda del instrumento. Las respuestas son directamente proporcionales al área de superficie encontrada por la onda, y decaen exponencialmente con la profundidad. Por lo tanto, los detectores de metales generalmente son aplicables solo para tapas de pozos poco profundos, tapas de cajas de válvulas, etc.



Figura 2-7 Ejemplo equipo detectores de metal, Fuente: (Radiodetection Ltd., n.d.-b)

- **Radar de penetración en el suelo (GPR)**

Este instrumento funciona enviando un pulso de microondas al suelo y midiendo cualquier reflejo que se reciba en la superficie del suelo. La frecuencia del microondas (10 a 1,000 MHz), la conductividad del suelo y las constantes dieléctricas de las moléculas encontradas son factores primos que afectan los resultados. Un suelo altamente conductivo, como el que se encuentra en las arcillas con presencia de sales y metales, o pavimento con barras de refuerzo, afectará en la medición de los datos obtenidos por la señal. GPR puede generar imágenes de redes de servicios públicos de materiales metálicos y no metálicos. La búsqueda de tuberías de diámetro pequeño o cualquier tipo de cable con GPR no es recomendable. GPR es recomendable para detectar redes de servicios públicos cercanos a la superficie y de diámetro medio a grande.



Figura 2-8 Ejemplo equipo georradars, Fuente: (Radiodetection Ltd., n.d.-a)

- **Métodos Ópticos:**

La luz visible es un método electromagnético, el cual consiste en esencialmente para alcantarillados y es observar de un pozo a través de una tubería y ver el otro pozo, o si puede apuntar un láser a través de la tubería y detectar su luz en el otro pozo, se concluye que existe evidencia visual directa de que la línea de alcantarillado está recta entre los dos pozos, por consiguiente la red se representa como una línea recta y puede llegar a categorizarse como nivel de información calidad B si se inspeccionan los pozos y se representan a escala. Si no se puede detectar el láser o ver el otro pozo, existe la posibilidad de que la alcantarilla no se localice directamente entre dos pozos.

- **Métodos infrarrojos (Térmicos):**

Este es un método que no se usa comúnmente para la detección y el mapeo de servicios públicos porque otras técnicas pueden ser más efectivas y menos costosas, pero podrían ser viables en situaciones no típicas. Los productos de algunas

empresas de servicios públicos como los sistemas de vapor, las líneas de alta tensión y las alcantarillas sanitarias, pueden producir un flujo de calor medible.

- **Métodos de rayos X (Radiación penetrante):**

Este es un método que es solo útil para detección de imágenes de servicios públicos dentro de paredes o entre pisos.

### **2.3.1.2 Métodos Magnéticos**

Estos métodos son útiles para detectar y rastrear las redes que estén compuestas de materiales ferrosos como el hierro y acero, cajas enterradas de válvulas, tapas de pozos, entre otros. El método utiliza un instrumento llamado magnetómetro, que mide la fuerza de un campo magnético.

- **Mediciones de campo totales**

Son útiles para buscar una red de servicios públicos sobre grandes distancias en ausencia de las líneas de energía, ferrocarriles, vehículos, u otras fuentes de interferencia. Estas mediciones generalmente se realizan con patrón de rejilla. Cuanto mayor sea el espaciado de la cuadrícula, es menos útil esta técnica para la detección de la red de servicios públicos.

- **Mediciones Gradiométricas**

Un gradiómetro generalmente usa dos sensores magnéticos separados por una distancia conocida. Una diferencia en la intensidad de campo entre los dos sensores resulta de un campo magnético localizado; a través de este método se pueden detectar redes de servicios públicos que estén constituidos de materiales ferrosos poco profundas, tanques de almacenamiento subterráneos, pozos, cubiertas de bóvedas, las uniones de las tuberías entre otros. Uno de los instrumentos más conocidos dentro de este método es el Schonstedt GA-52B.

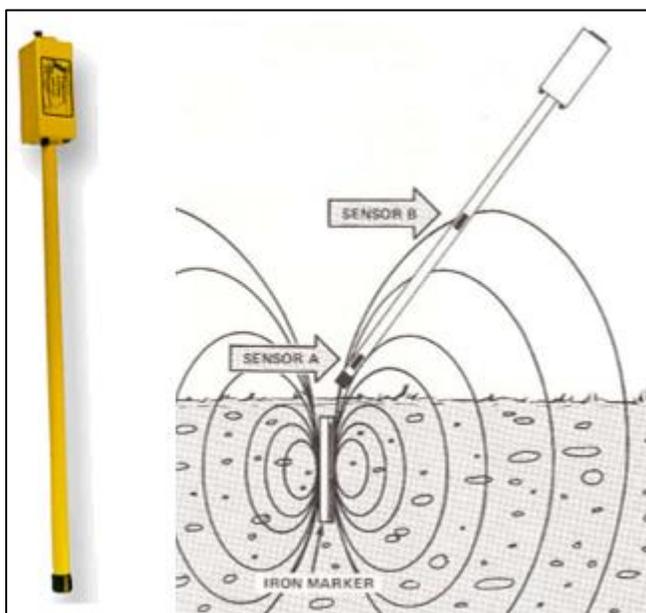


Figura 2-9 Ejemplo equipo gradiómetro, Fuente: (Schonstedt Instrument Company, n.d.)

### 2.3.1.3 Métodos de Onda Elástica

Estos métodos incluyen tres técnicas básicas para usar ondas elásticas (sonido) para detección de imágenes de redes de servicios públicos. Son emisión acústica, reflexión y refracción sísmicas. Hasta ahora, estas técnicas dos últimas técnicas son útiles solo bajo condiciones muy especializadas y técnicas rigurosas, por tal motivo solo se explicará emisión acústica, es un método estándar para detectar redes de agua no metálicas, pero no es tan adecuado como técnica de búsqueda.

- **Emisión acústica**

Este método se centra esencialmente en el sonido; el primer método "active sonics" implica inducir un sonido sobre o dentro de una tubería, esto se puede lograr golpeando la tubería en un punto expuesto o introduciendo una fuente de ruido de algún tipo en la tubería, este funciona para tuberías metálicas, no metálicas, vacías o llenas; el segundo método "passive sonics" se centra en que el producto que transporta una tubería se pueda escapar, al escapar el producto de la tubería genera vibraciones en la tubería lo cual permitirá la detección de las ondas; y el último método "resonant sonics" se basa en que el producto (fluido no compresible, generalmente

agua) que transporta la tubería genere una onda de presión en el fluido creando vibraciones en la tubería, las cuales se van a poder detectar.

#### **2.3.1.4 Métodos Especializados de Alto Costo**

Los siguientes métodos son posibles de usar en la detección y ubicación de redes de servicios públicos, pero debido al alto costo y a las condiciones tan particulares para su correcto desarrollo se dificulta la implementación de estos.

- **Técnicas microgravitacionales**

Se usa esencialmente para redes de servicios públicos de grandes tamaños (hasta túneles) y que están vacías, se basa en calcular la fuerza gravitacional en un punto dado de la tierra, es un procedimiento que puede llevar mucho tiempo y es costoso.

- **Técnicas isotópicas (radiométricas)**

Se utiliza principalmente en redes que transportan productos contaminados por uranio, torio y otros compuestos radioactivos, los cuales pueden ser detectados mediante centelleo o contadores Geiger.

- **Técnicas químicas**

Método que se utiliza como técnica de búsqueda, pero no como rastreo y se implementa principalmente para redes que transportan gas. Se basa en que el producto que transportan las tuberías presenta una condición química particular, que con técnicas como la ionización o fotoionización se puede detectar.

La ASCE 38-02 no especifica los métodos de localización directa para obtener información principalmente de calidad A (QL A), pero es necesaria llegar a conocer de manera general las principales características y su utilidad en la obtención de información; las empresas de servicios públicos en términos prácticos implementan en su mayoría la excavación al vacío (Noone, 2004).

Los métodos de localización directa de servicios públicos son técnicas que exponen las redes de servicios públicos y determinan la ubicación. Estos métodos incluyen la excavación exploratoria y la excavación de vacío; dentro de los que cabe resaltar existen varias formas de zanjas como son en ranura, caja, zanjas lineales, cruzadas y exploratorias, las cuales ofrecen una variación estratégica que se adapta específicamente a las necesidades locativas de las redes a investigar (Uslu et al., 2016). A continuación, se muestran los principales métodos de excavación utilizados esencialmente para calidad de nivel de información A.

- **Excavación no destructiva con vacío de aire**

Se utiliza para exponer y visualizar las redes de servicios públicos y así poder tomar información, el proceso consiste en remover el material de la superficie en un área determinada horizontalmente (determinada previamente la ubicación de red de servicio público), aplicando chorros de aire comprimido para aflojar el suelo y extraer al vacío el material resultante hasta poder ver la red de servicio público. En ocasiones dependiendo del tipo de suelo se requiere chorro de agua en lugar de chorros de aire, sin embargo, dependiendo del entorno donde se pretende hacer el levantamiento de información. Normalmente se puede obtener información como tipo de red de servicio público, materiales, orientación, tamaño, profundidades, condición física, ubicación, tipo de suelo, entre otras. La ventaja de este método es que se evita los daños por punzar las redes de servicios públicos, evitando retardos y desconexiones de servicios públicos.

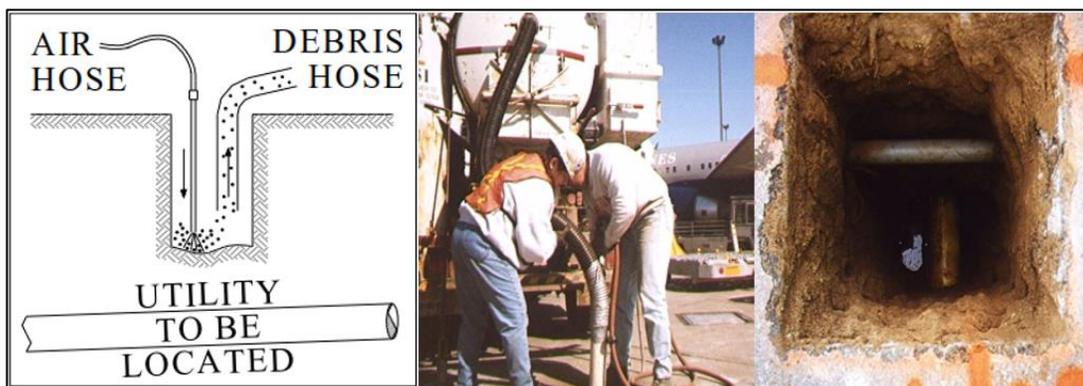


Figura 2-10 Ejemplo excavación no destructiva con vacío de aire, Fuente: (Noone, 2004)

## 2.4 Normas, manuales, resoluciones y guías servicios públicos nacionales e internacionales

En la Tabla 2-1, se presentan las principales normas, manuales y guías consultadas.

*Tabla 2-1 Normas, manuales, resoluciones y guías consultadas*

<b>Nombre</b>	<b>Entidad</b>	<b>Año</b>	<b>Servicio Público</b>	<b>País</b>
NS 036 - Criterios para diseño de red de acueducto secundaria y menor de distribución	EAAB	2019	Acueducto	Colombia
Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de las Empresas Públicas de Medellín ESP	EPM	2013	Acueducto	Colombia
Resolución 0330 - Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	2017	Acueducto y alcantarillado	Colombia
NS 085 - Criterios para diseño de sistemas de Alcantarillado	EAAB	2020	Alcantarillado	Colombia
Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillados de las Empresas Públicas de Medellín ESP	EPM	2013	Alcantarillado	Colombia
LAR021 – Distancias mínimas de redes eléctricas	Enel Codensa	2004	Energía eléctrica	Colombia
AE237 1 – Utilización de andenes para redes subterráneas y acometidas:	Enel Codensa	2013	General	Colombia
NTC 3728 - Gasoductos líneas de transporte y redes de distribución de gas	INCONTEC	2001	Gas	Colombia
NT 061 - Plan De Prevención De Daños:	Gas Natural	2004	Gas	Colombia
Normas Para El Procedimiento De Construcción De Canalizaciones Para Redes De Telecomunicaciones - UNE EPM Telecomunicaciones S.A	UNE EPM	2012	Telecomunicaciones	Colombia
Decreto 1080 – Decreto reglamentario Único del sector de cultura	Normatividad Ministerio de Cultura - ICANH	2015	General	Colombia
Decreto 138 – Parte IV de Decreto único reglamentario del sector Cultura, Patrimonio arqueológico	Normatividad Ministerio de Cultura - ICANH	2019	General	Colombia

<b>Nombre</b>	<b>Entidad</b>	<b>Año</b>	<b>Servicio Público</b>	<b>País</b>
Ley 1682 de 2013 - Ley de Infraestructura	Ministerio de Transporte Secretaría	2013	General	Colombia
Resolución 011 de Alcaldía Mayor de Bogotá	Distrital de planeación de Bogotá	2013	General	Colombia
Coordinación IDU, ESP Y TIC En Proyectos De Infraestructura De Transporte	Alcaldía mayor de Bogotá – Desarrollo urbano	2017	General	Colombia
Beneficios de la adquisición de cartografía del subsuelo para el catastro de redes subterráneas. Análisis económico para el catastro de redes de servicios públicos en zonas urbanas: método no invasivo	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	2017	General	Colombia
NS 012 - Aspectos técnicos para cruces y detección de interferencias en construcción de sistemas de acueducto y alcantarillado	EAAB	2004	General	Colombia
NS 058 - Aspectos técnicos para investigación y calificación de redes de alcantarillado con equipos CCTV	EAAB	2020	General	Colombia
ASCE 38-02, Standard Guideline for the collection and Depiction of Existing Subsurface Utility Data	ASCE	2003	General	Estados Unidos

*Fuente: Elaboración Propia*

A continuación, se van a presentar los principales servicios públicos que se encuentran en la infraestructura, los cuales son, acueducto, alcantarillado, energía, gas y telecomunicaciones; y se resalta los principales atributos que nos interesa conocer respecto a cada servicio público, entre los que cabe resaltar se encuentran la localización (planta y elevación), la recopilación de información u obtención en campo de las redes e infraestructura, distanciamiento entre las diferentes redes.

#### **2.4.1 Redes de acueducto**

Las principales normativas a nivel Colombia referentes a redes de acueducto son las desarrolladas por las empresas prestadora de servicios de la ciudad de Bogotá y Medellín que se resaltan a continuación.

#### **2.4.1.1 Normatividad Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá**

- **NS-036 - Criterios para diseño de red de acueducto secundaria y menor de distribución:** establece los parámetros, criterios y condiciones básicas que se deben tener en cuenta en la elaboración y presentación de diseños para redes secundarias y menores de distribución de sistemas de abastecimiento de agua.

*De esta norma cabe resaltar lo siguiente:*

Recomienda la recopilación de información para iniciar un proyecto la cual corresponde a los planos aerofotogramétricos actualizados de la región donde se va a implantar la red; Planos de catastro de instalaciones de sistemas de infraestructura, como energía, teléfonos, aguas lluvias, aguas residuales, acueductos.

Respecto a la ubicación de las tuberías de redes secundarias, la norma establece que deben ser ubicadas en calles existentes o proyectadas, las cuales en su preferencia deben ser doble y con la ubicación de tuberías en los dos andenes.

Además, sugiere que la red debe ser ubicada considerando las características específicas de cada vía en donde se va a instalar la red. De manera general, se debe localizar por los andenes o áreas verdes.

#### **2.4.1.2 Normatividad Empresa de Servicios Públicos de Medellín**

- **Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de las Empresas Públicas de Medellín ESP:** define criterios básicos, los requisitos mínimos, los valores específicos, límites, las metodologías y las tecnologías que deben tenerse en cuenta en los diferentes procesos involucrados en la conceptualización y el diseño de sistemas de acueducto.

*De esta norma cabe resaltar lo siguiente:*

Las recomendaciones generales de trazado son: En el caso de redes nuevas, la tubería de la conducción se debe localizar, en lo posible, en los costados norte y oriente, de las calles y carreras, respectivamente paralelo a las vías públicas.

Las distancias mínimas de las líneas de conducción a otras redes de servicios públicos son las recomendadas en la Tabla 2-2:

*Tabla 2-2 Distancias mínimas entre acueducto y redes Noma EPM*

<b>Referente a red</b>	<b>Distancia Horizontal (m)</b>	<b>Distancia Vertical (m)</b>
Red de Alcantarillado de aguas residuales	1.5	0.3
Red de Alcantarillado de aguas lluvias	1.0	0.3
Red de Alcantarillado combinado	1.5	0.3
Red de teléfono y energía eléctrica	1.5	0.5
Redes de gas	1.2	0.5

*Fuente: Elaboración Propia y (EPM, 2013a)*

En todos los casos la profundidad mínima para la ubicación de la línea de conducción debe ser por lo menos 1 m medidos desde la superficie del terreno, en cruces con vías de alto tráfico la profundidad mínima debe ser de 1.2 m.

Las distancias mínimas de las redes de distribución a otras redes de servicios públicos respecto a las redes de la relacionadas en la primera columna son las recomendadas en la Tabla 2-2, sin embargo, el único cambio es que las distancias verticales para todas son de 0.5m. Y la profundidad de las tuberías a cota clase para el cada más desfavorable no debe ser inferior a 1.0 m medidos desde la superficie.

En las secciones de las vías que aparecen en los planos de la red de distribución, el diseño debe indicar la localización de las redes de acueducto, las redes de alcantarillado y otros servicios públicos existentes, lo cual debe ser verificado con investigación de campo. Para el análisis de interferencias, el diseño debe hacer uso de los planos de catastro municipal, de los planos de catastro de redes de servicios públicos domiciliarios existentes en las Empresas Públicas de Medellín y en otras oficinas del municipio.

#### **2.4.1.3 Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS**

- **Resolución 0330 de 2017:** reglamenta los requisitos técnicos que se deben cumplir en las etapas de planeación, diseño, construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura relacionada con los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo.

*De esta norma cabe resaltar lo siguiente respecto a servicios públicos de acueducto:*

Las recomendaciones generales de la localización de redes de acueducto son las siguientes.

(1) En el caso de redes nuevas y cuando la persona prestadora del servicio público de acueducto en el municipio no tenga normas que especifiquen la localización de las redes de distribución de agua potable, las tuberías se deben ubicar en los costados norte y oriente de las calles y carreras, exceptuando aquellas vías que lleven doble tubería.

(2) Las tuberías de acueducto menores o iguales a 12" (300 mm) deben estar separadas de los paramentos a una distancia horizontal mínima de 0.5 m, para diámetros mayores las tuberías en 10 posible deberán ir por calzada y tener un corredor libre para mantenimiento de mínimo de 1 m a lado y lado del borde exterior de la tubería, se deben incluir en el cálculo las cargas vivas que puedan afectar las redes de acueducto. Esta distancia se puede reducir en casos excepcionales como laderas o callejones, en donde se demuestre que no se puede cumplir este requisito.

(3) Las tuberías de acueducto no pueden estar ubicadas en la misma zanja de una tubería de alcantarillado de aguas residuales, lluvias o combinadas, y su cota externa inferior debe estar siempre por encima de la cota clave del alcantarillado. Las distancias mínimas entre las tuberías que conforman la red de distribución de agua potable y las tuberías de otras redes de servicios públicos es 1.0 m en la dirección horizontal y 0.3 m en la dirección vertical, medidos entre las superficies externas de los dos conductos.

(4) En el caso en que por falta física de espacio o por un obstáculo insalvable, sea imposible cumplir con la ubicación o las distancias mínimas anteriormente relacionadas, la tubería debe ser aislada con una protección a todo lo largo de la zona de interferencia.

(5) Para cruces con infraestructura como vías férreas, líneas de media y alta tensión, vías nacionales, entre otras, la localización de las redes debe cumplir las exigencias previstas por las entidades correspondientes.

Respecto a las recomendaciones de profundidades máximas y mínimas para la instalación de tuberías enterradas en redes de distribución, donde se presenta las siguientes recomendaciones, no debe exceder de 1.50 m., medidos desde la clave de la tubería hasta la superficie del terreno. En cuanto a la profundidad mínima de instalación, se debe cumplir con lo definido en la Tabla 2-3.

*Tabla 2-3 Profundidades mínimas a cota clave*

Servidumbre	Profundidad a la clave de la tubería (m)	
	Zona urbana	Zona Rural
Vías peatonales o verdes o agrícolas	0.6	1.0
Vías vehiculares	1.0	1.0

*Fuente: Elaboración Propia y (Reglamento Técnico Para El Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS, 2017)*

#### **2.4.1.4 Catastro de redes de acueducto**

La investigación previa de redes juega un papel fundamental para conocer el estado de las redes, por eso el catastro de redes de acueducto debe seguir una metodología, bajo la experiencia laboral de los realizadores de tesis se presenta una metodología para la elaboración de catastro de redes de acueducto.

Para iniciar se debe definir claramente el alcance del catastro de redes a realizar, los objetivos y metas a cumplir, y los productos de este, dependiendo del nivel del estudio y el detalle final del producto. En primer lugar, se recopila información actualizada sobre manzaneo de la zona de estudio, planos de redes existentes, esquemas de funcionamiento o de operación del sistema de acueducto, topografía, georreferenciación de los diferentes componentes, etc.

De no contarse con catastro previo de redes de acueducto, se procede a realizar la planeación y programación de las actividades de campo. Una vez se tiene el plan de trabajo se inicia la ejecución del catastro, mediante la elaboración de planos detallados de esquinas, los cuales comprenden el trazado de redes y ubicación de accesorios, válvulas y demás elementos. Lo anterior se lleva a cabo de manera conjunta con personal técnico, el cual debe tener amplio conocimiento sobre la topología de las redes de acueducto de la zona y su operación. Se debe diligenciar registros, teniendo en cuenta las convenciones para los diferentes accesorios

En la medida en que se realizan las actividades de campo se debe revisar diariamente lo ejecutado, verificando si hay inconsistencias y si se requiere realizar nuevas verificaciones en campo. En caso de necesitarse la ejecución de apiques, se debe solicitar de forma previa; esta decisión debe ser tomada cuando se desconozca totalmente la topología de la red, cuando dado un nivel medio de incertidumbre la información es decisiva para el comportamiento del sistema. Se parte a realizar la edición de planos y archivos SIG para cada uno de los componentes del sistema

En la Figura 2-11 se presenta un flujograma general que muestra las actividades frecuentes y comunes en la realización referente al catastro de redes de acueducto y su infraestructura complementaria.

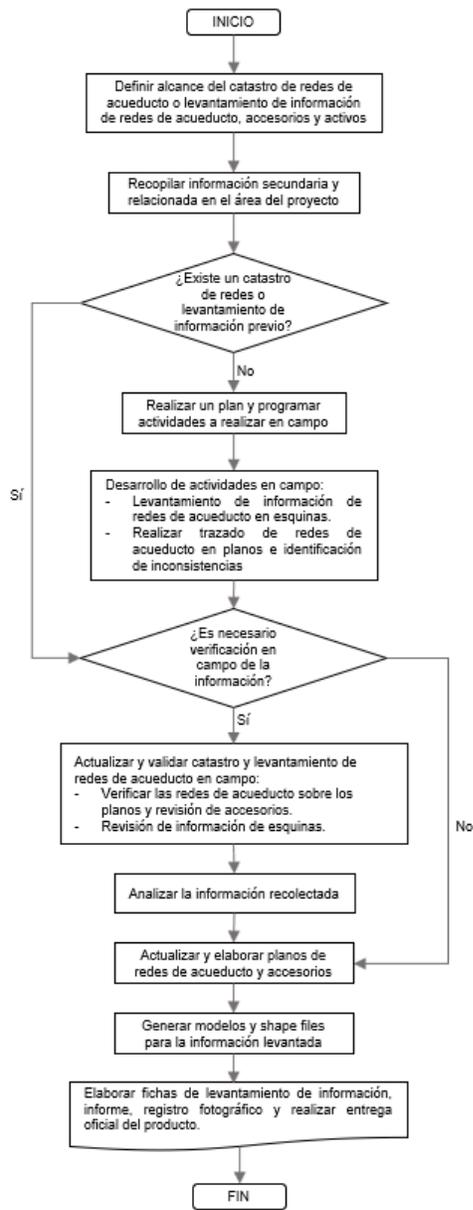


Figura 2-11 Flujograma catastro de redes de acueducto, levantamiento de información en campo, Fuente: Elaboración propia

### 2.4.2 Redes de alcantarillado

Las principales normativas a nivel Colombia referentes a redes de alcantarillado son las desarrolladas por las empresas prestadoras de servicios de la ciudad de Bogotá y Medellín que a continuación se resaltan.

#### **2.4.2.1 Normatividad Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá**

- **NS-085 - Criterios para diseño de sistemas de Alcantarillado:** define las directrices para el diseño, diagnóstico y análisis de sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario de la ciudad de Bogotá, tanto para proyectos tipo expansión como para proyectos que requieren el remplazo o la sustitución de sistemas existentes por redensificación o cambio en el uso del suelo.

*De esta norma cabe resaltar lo siguiente:*

Recomienda la recopilación de información para iniciar un proyecto la cual corresponde a: Planos aerofotogramétricos actualizados de la región donde se va a implantar la red; Planos de catastro de instalaciones de sistemas de infraestructura, como energía, teléfonos, aguas lluvias, aguas residuales, acueductos.

Referente a la localización de las redes de alcantarillado estipula las siguientes disposiciones generales para la red; los colectores deben localizarse siguiente el lineamiento de las calles, para sistemas separados el colector de aguas lluvias debe localizarse en el eje de la vía, mientras que el colector de aguas residuales debe ubicarse hacia uno de los costados, a una distancia aproximada de un cuarto del ancho de la calzada y no menor de 0.5 m del sardinel. Las distancias mínimas libres entre colectores que conforman la red del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales y las tuberías de otras redes de servicios públicos deben ser 1.0 m en la dirección horizontal medidos entre superficies externas de los dos conductos y 0.3 m en la dirección vertical.

#### **2.4.2.2 Normatividad Empresa de Servicios Públicos de Medellín**

- **Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillados de las Empresas Públicas de Medellín ESP:** define los criterios básicos, los requisitos mínimos, los valores específicos y límites, las metodologías y las tecnologías que deben tenerse en cuenta en los diferentes procesos involucrados en la conceptualización y el diseño de sistemas de alcantarillado.

*De esta norma cabe resaltar lo siguiente:*

En general, en el caso de que se opte por un sistema de alcantarillado separado, las tuberías de aguas lluvias deben localizarse en los costados norte y oriente de las calles y

carreras, mientras que las tuberías de aguas residuales deben ubicarse en los costados sur y occidente, a una distancia aproximada de un cuarto del ancho de la vía y no menor que 0.80 m de la acera. Los sistemas de alcantarillado combinado se deben tratar de la misma manera que los sistemas de alcantarillado de aguas residuales. Adicionalmente, que en caso de vías con separador central se debe diseñar redes independientes en cada calzada. Cuando por el costado de una vía se vaya a construir un alcantarillado para aguas residuales y otro para aguas lluvias, este último deberá estar más cerca del eje de la vía.

En cuanto a las distancias mínimas a otras redes de servicios públicos recomienda la distancia vertical mínima libre entre las tuberías de alcantarillado de aguas lluvias y aguas residuales con respecto a las tuberías de otras redes de servicio público debe ser como mínimo 0.50 m, y respecto a la distancia horizontal mínima entre las tuberías del sistema de aguas residuales y las tuberías del sistema de abastecimiento de agua potable deben ser las mostradas en la Tabla 2-4.

*Tabla 2-4 Distancias horizontales mínimas recomendadas*

<b>Tipo de redes</b>	<b>Distancia Horizontal (m)</b>
Aguas residuales y agua potable	1.5
Aguas lluvias y agua potable	1.0
Aguas lluvias, residuales y combinadas con otras redes	1.5

*Fuente: Elaboración Propia y (EPM, 2013b)*

Por otro lado, hablando de las profundidades mínimas de la cota clave de la tubería de alcantarillado sanitario y pluvial, se recomienda como valor mínimo permisible de 1.2 m.

### **2.4.2.3 Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS**

- **Resolución 0330 de 2017:** reglamenta los requisitos técnicos que se deben cumplir en las etapas de planeación, diseño, construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura relacionada con los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo.

*De esta norma cabe resaltar lo siguiente respecto a servicios públicos domiciliarios de alcantarillado:*

Las recomendaciones generales de la localización de redes de Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y pluviales son las siguientes.

(1) Para sistemas nuevos, las redes de alcantarillado pluvial y combinado deben localizarse cerca del eje de la calzada, mientras que las redes de alcantarillado sanitario deben ubicarse hacia uno de los costados, a una distancia aproximada de un cuarto del ancho de la calzada, respetando la distancia libre con respecto a otras redes.

(2) Las tuberías de alcantarillado deben estar a una distancia mínima de 0.5 m de la acera y 1.5 m del paramento, medida entre las superficies externas del conducto, y del sardinel y el parámetro, según corresponda.

(3) Las tuberías de alcantarillado no pueden estar ubicadas en la misma zanja de una tubería de acueducto, y su cota clave siempre debe estar por debajo de la cota batea de la tubería de acueducto.

(4) Las distancias mínimas libres entre los colectores que conforman la red del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales y/o lluvias, y las tuberías de otras redes de servicios públicos deben ser 1.0 m en la dirección horizontal y 0.3 m en la dirección vertical, medidas entre las superficies externas de los dos conductos.

(5) Los cruces de redes deben analizarse de manera individual, para establecer la necesidad de diseños especiales, en particular en aquellos casos donde sea imposible cumplir la distancia mínima vertical definida.

(6) Para cruces con infraestructura como vías férreas, líneas de media y alta tensión, vías nacionales, entre otras, la localización de las redes debe cumplir las exigencias previstas por las entidades correspondientes.

Establece a las recomendaciones de profundidades máximas y mínimas para la instalación de tuberías en alcantarillados sugiere las medidas basados en la Tabla 2-5.

Tabla 2-5 Profundidades a las cotas claves del colector

Servidumbre	Profundidades a clave de colector (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0.75
Vías vehiculares	1.20

Fuente: *Elaboración Propia* y (Reglamento Técnico Para El Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS, 2017)

Respecto a las interferencias con infraestructura existente de otros servicios, la resolución recomienda que, se deben identificarse las principales obras de infraestructura construidas y proyectadas dentro de la zona de influencia del proyecto, tales como carreteras, puentes, canales, box-couvert, líneas de transmisión de energía eléctrica, oleoductos y cualquier otra obra de importancia. Del mismo modo, se deben identificar, a partir de información secundaria o de trabajos de campo, las redes de otros servicios públicos en la zona, tales como redes de gas, teléfono y energía eléctrica y sus respectivas áreas de servidumbre con los cuales podrían presentarse interferencias.

#### **2.4.2.4 Catastro de redes de alcantarillado**

La investigación previa de redes juega un papel fundamental para conocer el estado de las redes, por eso el catastro de redes de alcantarillado debe seguir una metodología, bajo la experiencia laboral de los realizadores de tesis se presenta una metodología para la elaboración de catastro de redes de alcantarillado.

Para iniciar se debe definir claramente el alcance del catastro de redes de alcantarillado a realizar, los objetivos y metas a cumplir, y los productos de este, dependiendo del nivel del estudio y el detalle final del producto.

En primer lugar, se recopila información actualizada sobre manzaneo de la zona de estudio, planos de redes existentes, esquemas de funcionamiento o de operación del sistema de alcantarillado, topografía, georreferenciación de los diferentes componentes, proyectos previos, etc. De no contarse con catastro previo de redes de alcantarillado, se procede a realizar la planeación y programación de las actividades de campo. Una vez se tiene el plan de trabajo inicia la ejecución del catastro, mediante la ejecución de levantamiento planimétrico y altimétrico, investigación de pozos y de redes.

Teniendo la información topológica del sistema se efectúa una identificación de las cuencas de drenaje. Una vez revisada la información que servirá de base para el desarrollo del proyecto, se evaluará su calidad y confiabilidad. De considerarse necesario se realizarán validaciones en campo en lo referente a ubicación de nuevos descoles, delimitación de la cuenca de drenaje, características de pozos y/o tuberías, información topográfica, etc.

Se debe realizar una verificación aleatoria de aproximadamente el 10% o de la proporción estimada de acuerdo con el tamaño de la red, de los pozos inspeccionados, en la cual se debe levantar la información física del mismo, y compararla con la suministrada por el ingeniero de campo, lo anterior con el fin de definir el porcentaje de error del proyecto. Se parte a realizar la edición de planos y archivos SIG para cada uno de los componentes del sistema.

En la Figura 2-12 se presenta un flujograma general que funciona para identificar las actividades frecuentes y comunes en la realización de catastro de redes de alcantarillados y su infraestructura complementaria.

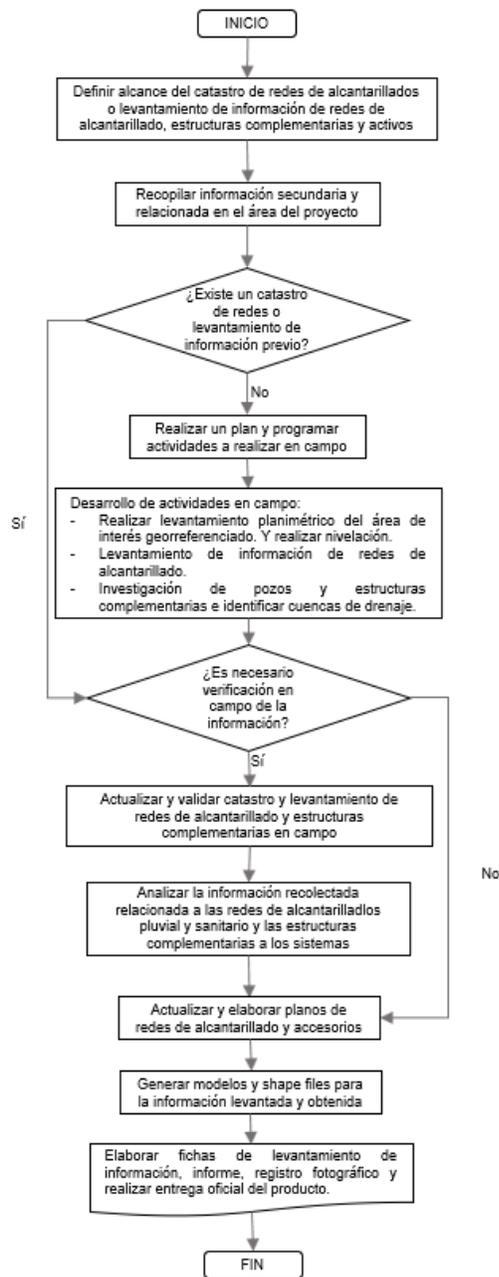


Figura 2-12 Flujograma catastro de redes de alcantarillados, levantamiento de información en campo, Fuente: Elaboración propia

### 2.4.3 Redes de energía eléctrica

Las principales normativas a nivel Colombia referentes a redes de energía es de la empresa prestadora de servicios de la ciudad de Bogotá a continuación se resaltan.

### 2.4.3.1 Normatividad de Empresa Enel - Codensa

- **LAR021 – Distancias mínimas:** Norma la cual tiene por objeto establecer las distancias mínimas verticales y horizontales de las diferentes redes eléctricas.

*De esta norma cabe resaltar lo siguiente relacionado al tema de la tesis:*

Las distancias verticales entre circuitos con diferentes niveles de tensión son las presentadas en la Tabla 2-6, cabe aclarar que la medida está dada en metros.

*Tabla 2-6 Distancias mínimas verticales entre circuitos con diferentes niveles de tensión*

Nivel de tensión	0 – 600 V	11.4 – 13.2 kV	34.5 kV	57.5 kV	115 kV	230 kV
Líneas de comunicación	1.2	1.8	1.8	1.9	2.45	3.6
0 – 600 V (Circuitos desnudos)	0.6	1.2	1.2	1.3	1.9	3
11.4 – 13.2 kV		1.2	1.2	1.3	1.9	3
34.5 kV			1.2	1.3	1.9	3

*Fuente: Elaboración Propia y (Enel - Codensa, 2004)*

Adicionalmente estipula las distancias mínimas verticales de conductores a tierra y edificaciones, presentados en la Tabla 2-7.

*Tabla 2-7 Distancias mínimas verticales de conductores a tierra y edificaciones*

Conductores de tierra y edificaciones	Nivel de tensión		
	0 – 600 v	11.4 – 13.2 kV	34.5 kV
Vías férreas (d)	8.2	8.53	8.8
Carreteras principales (d)	5.5	6.1	6.4
Vías secundarias y caminos (d)	4.6	6.1	6.4
Caminos accesibles sólo a peatones (d)	5.0	5.6	5.6
Terrenos cultivados y bosques (d)	5.5	6.1	6.4
Sobre ríos o lados (d)	4.6	5.2	5.2
Distancias a edificaciones o estructuras similares (d1)	3.2	3.8	3.8

*Fuente: Elaboración Propia y (Enel - Codensa, 2004)*

Aclarando que (d) significa la distancia hasta la superficie de la tierra desde el punto más alto de poste y (d1) distancia hasta la parte más alta de la edificación. Aduanalmente recomienda para líneas de tensión mayor a 50 kV en altitudes mayores de 1000 msnm se aumentarán estas distancias en un 3% por cada 300 m de altura adicional a los 1000 m

En cuanto a distancias horizontales recomienda las presentadas en la Tabla 2-8, haciendo claridad que las distancias (a) son a ventanas y sitios accesibles a personas.

*Tabla 2-8 Distancias mínimas horizontales de conductores a tierra y edificaciones*

Conductores de tierra y edificaciones	Nivel de tensión		
	0 – 600 v	11.4 – 13.2 kV	34.5 kV
Distancias a edificaciones o estructuras similares (a)	1.7	2.3	2.3

*Fuente: Elaboración Propia y (Enel - Codensa, 2004)*

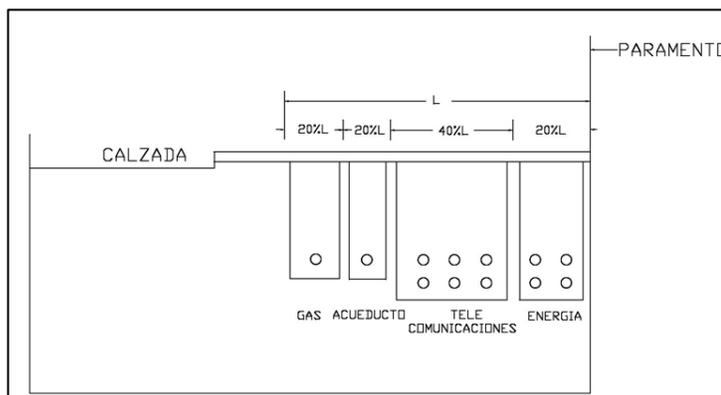
Para líneas de tensión mayor a 50 kV en altitudes mayores de 1000 msnm se aumentarán estas distancias en un 3% por cada 300 m de altura adicional a los 1000 m.

**- AE237 1 – Utilización de andenes para redes subterráneas y acometidas:** establecer las distancias mínimas de las diferentes redes en andenes.

*De esta norma cabe resaltar lo siguiente:*

Resaltando la importancia de los andenes en la distribución de redes dentro del urbanismo, la norma sigue lo estipulado, con el Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Capital, la Secretaria Nacional de Planeación Resolución 0011 de 04 enero de 2013, artículo 18 Normas aplicables a redes subterráneas, estableció porcentajes de ocupación para andenes de anchos mayores y menores de 4.0 m que se muestran a continuación:

- Para andenes con ancho mayor a 4.0m, se establece la siguiente distribución porcentual entre las redes:



*Figura 2-13 Distribución espacial de las redes para andenes mayores a 4 m. Fuente: (Enel - Codensa, 2013)*

- Para andenes con ancho menor a 4.0m, se establece que se deberá solicitar por escrito al IDU, la modificación propuesta antes de ejecutar las obras, con el fin de coordinar la localización de las redes.

#### **2.4.3.2 Catastro de redes de energía eléctrica**

La investigación previa de redes juega un papel fundamental para conocer el estado de las redes, por eso el catastro de redes de energía eléctrica debe seguir una metodología, bajo la experiencia laboral de los realizadores de tesis se presenta en la Figura 2-14 un flujograma general que muestra las actividades frecuentes y comunes en la realización de catastro de redes de energía y su infraestructura complementaria.

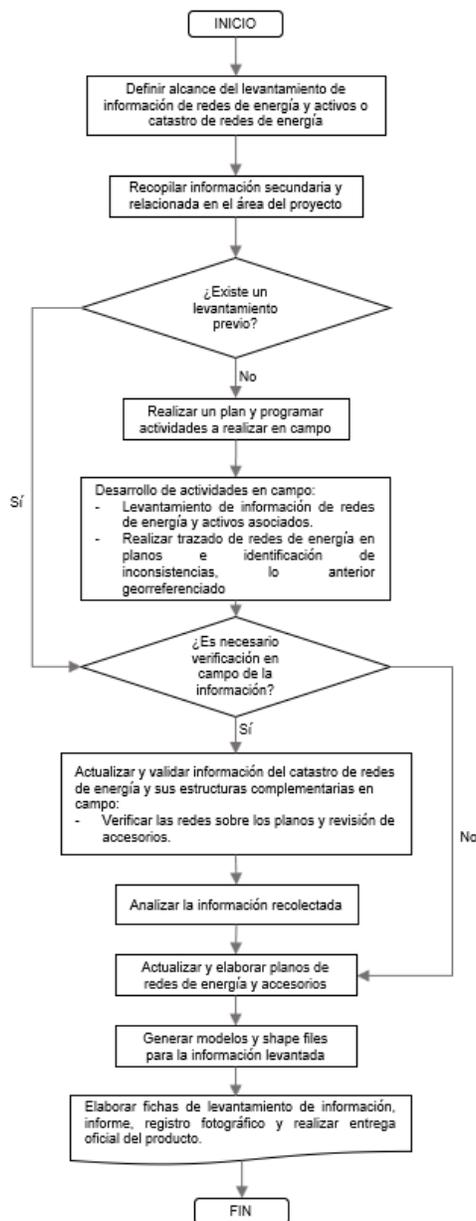


Figura 2-14 Flujograma catastro de redes de energía eléctrica, levantamiento de información en campo, Fuente: Elaboración propia

#### 2.4.4 Redes de gas

Las principales normativas a nivel Colombia referentes a redes de gas es de la empresa prestadora de servicios de la ciudad de Bogotá y la normativa técnica colombiana que a continuación se resaltan.

### 2.4.4.1 Icontec Internacional

- **NTC 3728 - Gasoductos líneas de transporte y redes de distribución de gas:** establecer los requisitos que deben cumplir las líneas de transporte y las redes de distribución de gases combustibles, en cuanto al diseño, materiales, construcción, verificación y pruebas, condiciones de operación y exigencias relativas al mantenimiento y control de la corrosión.

*De esta norma cabe resaltar lo siguiente:*

Se estipula la profundidad de las diferentes redes: (1) Las líneas primarias en las redes de distribución de gas o líneas de transporte deben instalarse enterradas a una profundidad no inferior a 100 cm (39.4 pulgadas), medidos entre la superficie del terreno y el lomo o clave de la tubería. (2) Las líneas secundarias de la red de distribución, deben instalarse a una profundidad no inferior a 60 cm (24 pulgadas) en vías; no inferior a 50 cm en andenes y zonas verdes. (3) Las líneas de acometida deben instalarse a una profundidad no inferior a 50 cm.

Además, plantea distancias mínimas cuando se presenta intersección con otras redes de servicios públicos, se establecen a continuación:

- Para redes de transporte. El espacio entre tuberías depende del diámetro, material, fluido transportado, del revestimiento, pero, sobre todo, de los requerimientos para ejecución de los mantenimientos rutinarios sobre la tubería o su sistema de protección contra la corrosión. A continuación, en la Tabla 2-9 se presenta una matriz en la que se establece la distancia mínima que deben guardarse entre dos estructuras.

*Tabla 2-9 Distancia mínima entre dos estructuras en red gas.*

Trayectoria de tuberías	Diámetro de tubería	Protección catódica por corriente impresa				Protección catódica por ánodos de sacrificio			
		Tricapa	f.b.e	Alquitrán de hulla y ceras para aplicar en caliente	Cintas	Tricapa	f.b.e	Alquitrán de hulla y ceras para aplicar en caliente	Cintas
Cruce de tuberías	$\Phi < 10''$	0.8	0.8	1.0	1.0	0.8	0.8	0.9	0.8
	$12'' < \Phi < 24''$	1.0	1.0	1.2	1.2	0.8	0.8	1.1	1.0
	$\Phi > 24''$	1.2	1.2	1.5	1.5	1.2	1.2	1.1	1.0
	$\Phi < 10''$	0.6	0.6	1.0	0.8	0.5	0.6	1.0	0.8
	$12'' < \Phi < 24''$	0.8	0.8	1.0	0.8	0.6	0.6	1.0	0.8

Trayectoria de tuberías	Diámetro de tubería	Protección catódica por corriente impresa				Protección catódica por ánodos de sacrificio			
		Tricapa	f.b.e	Alquitrán de hulla y ceras para aplicar en caliente	Cintas	Tricapa	f.b.e	Alquitrán de hulla y ceras para aplicar en caliente	Cintas
Tuberías paralelas	$\Phi > 24$	0.8	0.8	1.2	1.0	0.8	0.8	1.2	1.0

Fuente: *Elaboración Propia* y (INCONTEC, 2001)

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias mínimas entre las estructuras, estas podrán reducirse hasta un mínimo de 0.3 m, siempre que se realice el correspondiente estudio de interferencias de los sistemas de protección catódica. Para redes de distribución se presenta en la Tabla 2-10.

Tabla 2-10 Distancias mínimas en redes de distribución de gas.

	Tubería de acero	Redes de Polietileno
Puntos de cruce	0.30 m	0.10 m
Recorridos paralelos	0.30 m	0.20 m

Fuente: *Elaboración Propia* y (INCONTEC, 2001)

#### 2.4.4.2 Normatividad Gas Natural Fenosa

- **NT 061 - Plan De Prevención De Daños:** tiene por objeto prevenir posibles daños a la infraestructura que es propiedad de alguna de las empresas pertenecientes u operadas por el Grupo Gas Natural Colombia

*De esta norma cabe resaltar lo siguiente:*

Se plantea un análisis de las interferencias clasificadas en función del riesgo potencial que pudiera implicar en la zona del área de trabajo y daño en las instalaciones enterradas. Interferencia de grado I, se considera como tal, toda obra que pueda afectar a una de las siguientes instalaciones enterradas: Sistema o líneas de transporte; Líneas Primarias; Estación de regulación; Red de distribución troncal operando a media presión, cuyo diámetro será mayor o igual a 1 pulgada. Interferencia de grado II, se considera a toda obra que afecta a la red de distribución de media o baja presión, para diámetros inferiores a 1 pulgada.

Además, establece que cuando las líneas de distribución se sitúen cerca de otras obras o conducciones subterráneas, debe disponerse, entre las partes más cercanas de las instalaciones de una distancia como mínimo igual a la que se indica en la Tabla 2-11.

*Tabla 2-11 Distancias mínimas redes de gas a otros servicios.*

	<b>Tubería de acero</b>	<b>Redes de Polietileno</b>
Puntos de cruce	0.30 m	0.10 m
Recorridos paralelos	0.30 m	0.20 m

*Fuente: Elaboración Propia y (Gas Natural SA ESP, 2004)*

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse las distancias mínimas entre servicios, deben interponerse entre ambos servicios pantallas de fibrocemento, material cerámico, goma, amianto, plástico u otro material de similares características mecánicas y dieléctricas.

#### **2.4.4.3 Catastro de redes de gas**

La investigación previa de redes juega un papel fundamental para conocer el estado de las redes, por eso el catastro de redes de gas natural debe seguir una metodología, bajo la experiencia laboral de los realizadores de tesis se presenta en la Figura 2-15 un flujograma general que muestra las actividades frecuentes y comunes en la realización de catastro de redes de gas natural o levantamiento de información en campo y su infraestructura complementaria.

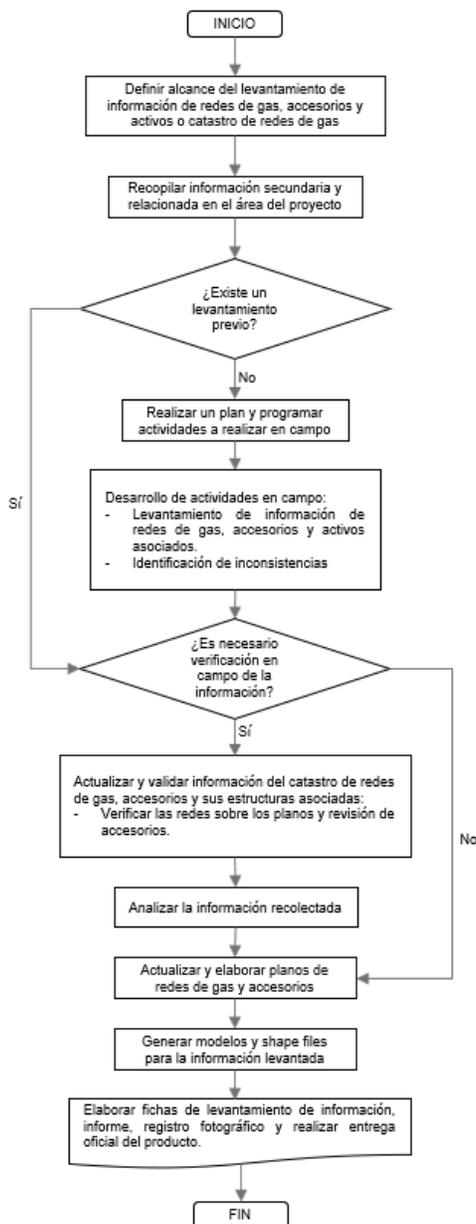


Figura 2-15 Flujograma catastro de redes de gas natural y accesorios, levantamiento de información en campo, Fuente: Elaboración propia

## 2.4.5 Redes de telecomunicaciones

Las principales normativas a nivel Colombia referentes a redes de telecomunicaciones son las de las empresas prestadora de servicios de la ciudad de Medellín que a continuación se resaltan.

#### **2.4.5.1 Normatividad Empresa de Servicios Públicos de Medellín**

**- Normas Para El Procedimiento De Construcción De Canalizaciones Para Redes De Telecomunicaciones - UNE EPM Telecomunicaciones S.A.:** tiene por objetivo proporcionar orientación a todas aquellas entidades, personas naturales, diseñadores, interventores y contratistas que requieran de los conocimientos básicos y de las especificaciones a las que deben ceñirse en el diseño y construcción de la infraestructura de canalizaciones para el montaje de las redes de telecomunicación.

*De esta norma cabe resaltar lo siguiente:*

Plantea recomendaciones de ubicación de con respecto a las otras redes de servicios, se hará paralela a estas y se respetará una distancia mínima entre paredes de zanjas de 0.50 m, siempre y cuando la sección de la vía y su densidad de servicios permitan cumplir con este requisito y por ningún motivo se construirán canalizaciones sobre otras redes de servicio.

Para el caso de puentes en construcción, cruces de pasos a desnivel y ríos, los conductos de telecomunicaciones se tratarán de ubicar siguiendo uno de los costados del puente, preferiblemente el de aguas abajo. Cuando se trata de puentes ya construidos, la ubicación de los conductos de telecomunicación se ejecutará considerando la estructura del puente, cumpliendo con las normas de aprobación de los organismos competentes.

Cuando se encuentra una vía férrea recomienda que las canalizaciones proyectadas en vías férreas debe haber una profundidad a la clave del ducto, mínima de 1.20 m.

La profundidad mínima de instalación de ductos entre la cota clave de la hilada más superficial de ductos y el nivel de rasante del acabado de calzada debe ser de sesenta centímetros (0.60 m).

#### **2.4.5.2 Catastro de redes de telecomunicaciones**

La investigación previa de redes juega un papel fundamental para conocer el estado de las redes, por eso el catastro de redes de telecomunicaciones debe seguir una metodología, bajo la experiencia laboral de los realizadores de tesis se presenta en la Figura 2-16 un flujograma general que muestra las actividades frecuentes y comunes en la

realización de catastro de redes de telecomunicaciones o levantamiento de información en campo y su infraestructura complementaria.

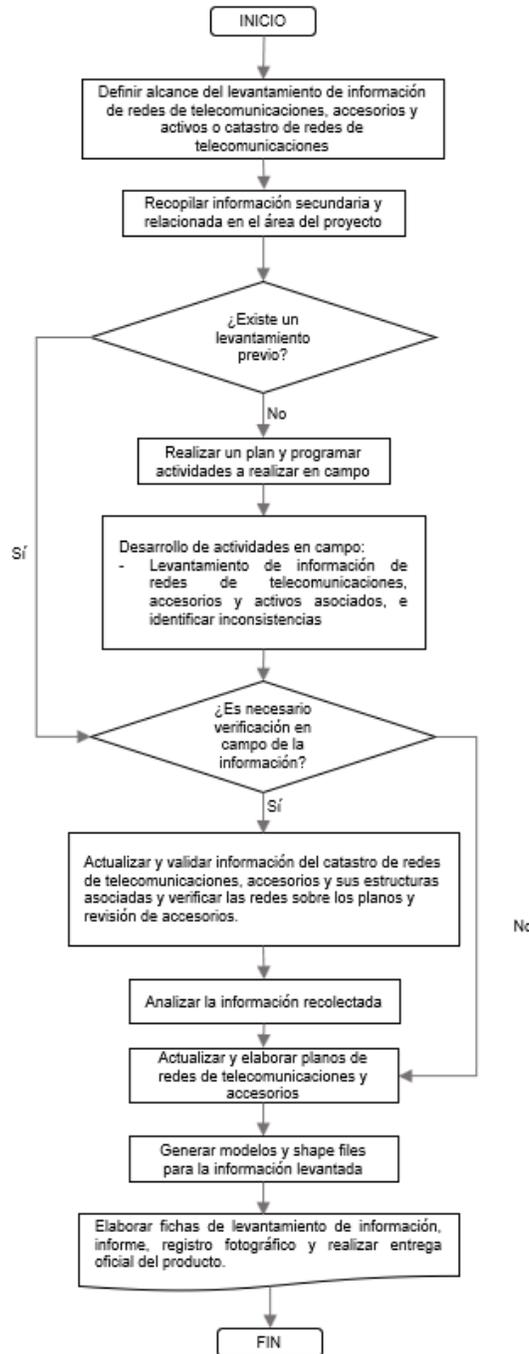


Figura 2-16 Flujograma catastro de redes de telecomunicaciones y accesorios, levantamiento de información en campo, Fuente: Elaboración propia

## 2.4.6 Investigación arqueológica

Las principales normativas a nivel Colombia referentes a arqueología son las de las referentes al ministerio de cultura que a continuación se resaltan.

### 2.4.6.1 Normatividad Ministerio de Cultura - ICANH

- **Decreto 1080 de 2015 – Decreto reglamentario Único del sector de cultura:** tiene por objetivo reglamentar el sector de cultura.

*De este decreto cabe resaltar lo siguiente:*

En el artículo 2.6.2.2. establece los tipos de intervención sobre el patrimonio arqueológico, donde refleja cuales requieren autorización del ICANH; dentro de estos el literal 2 estipula que las intervenciones en proyectos de construcción de redes de transporte hidrocarburos, minería, embalses, infraestructura vial, así como en los demás proyectos, obras o actividades que requieran licencia ambiental registros o autorizaciones equivalentes ante la autoridad ambiental, o que ocupando áreas mayores a una hectárea requieran licencia urbanización, parcelación o construcción. Previo al inicio de las obras o actividades, interesado deberá poner en marcha un Programa Arqueología Preventiva que permita en una primera formulación y Plan de Manejo Arqueológico correspondiente. Como condición para iniciar las obras, dicho plan deberá ser aprobado por el Instituto Colombiano Antropología e Historia ICANH; sin perjuicio de lo anterior para cada una de fases del Programa de Arqueología Preventiva impliquen actividades prospección o excavaciones arqueológicas, el interesado deberá solicitar ante el ICANH la respectiva autorización intervención.

- **Decreto 138 de 2019– Parte IV de Decreto único reglamentario del sector Cultura, Patrimonio arqueológico:** tiene por objetivo modificar la parte VI del decreto 1080 de 2015, Decreto único reglamentario del sector cultura.

*De este decreto cabe resaltar lo siguiente:*

El programa de arqueología preventiva es el conjunto de procedimientos de obligatorio cumplimiento cuyo fin es garantizar la protección del patrimonio arqueológico. Se circunscribe espacialmente dentro de los polígonos resultantes de las coordenadas

presentadas al ICANH. Dentro de estos polígonos se deberán implementar las intervenciones arqueológicas que se aprueben en el marco del Programa. Este plan involucra su implementación en todas las fases: (i) Registro; (ii) Diagnóstico y prospección; (iii) Aprobación del Plan de Manejo Arqueológico; (iv) Implementación del Plan de Manejo Arqueológico; (v) Arqueología pública.

#### **2.4.7 Otras normas**

A continuación, se listan las normativas a nivel Colombia que contienen información referente a redes de servicios públicos.

##### **2.4.7.1 Ley 1682 de 2013**

*Ley por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias; norma la cual establece las disposiciones infraestructura del transporte*

*De esta norma cabe resaltar lo siguiente:*

El Capítulo III de esta ley, abarca temas con los activos y redes de servicios públicos, de TIC y de la Industria del Petróleo, entre otros; el objetivo es el procedimiento para formular y ejecutar proyectos de infraestructura de transporte que requieran proteger, trasladar o reubicar redes y activos de empresas de servicios públicos, de TIC y de la industria petrolera. Adicionalmente establece el procedimiento para hacer la protección, traslado o reubicación de las diferentes redes; y definen criterios para determinar los costos asociados a estos procedimientos y la entidad a quién le corresponde asumirlos.

##### **2.4.7.2 Resolución 011 de 2013 - Alcaldía Mayor de Bogotá - Secretaría Distrital de planeación**

Normal que tiene por objeto adoptar las normas técnicas y urbanísticas para las redes aéreas, la postería y la subterranización de redes de servicios público-domiciliarios y las tecnologías de la información y las telecomunicaciones, en el espacio público de Bogotá, D. C.

*De esta norma cabe resaltar lo siguiente:*

En el capítulo I, establece las características de la infraestructura de servicios públicos de redes aéreas en espacio público, donde se estipulan recomendaciones de postergación para la prestación de servicios públicos y disposiciones generales aplicadas a la postergación.

En el capítulo II, estipula la red subterránea para la infraestructura de servicios públicos, además de la opción de compartir un corredor para los distintos servicios públicos, y agrega el tiempo mínimo de cinco años en los cuales no se podrá tener intervención de dichas redes en espacio público en zonas urbanas.

En el artículo 18, establece las normas aplicables a las redes subterráneas de los servicios públicos, el cual tiene por propósito garantizar la ocupación ordenada específicamente en área de andenes, bajo las siguientes disposiciones y/o requerimientos:

- El andén de acuerdo con la Cartilla de Andenes de la Secretaría Distrital de Planeación se divide en cuatro (4) franjas funcionales, distribuidas desde el paramento de la edificación, hasta el sardinel del andén, así: franja de servidumbre de la edificación, franja de circulación peatonal, franja de amoblamiento y franja de servicio de calzada.
- Las redes de servicios públicos subterráneas irán debajo de la franja de circulación peatonal y la distribución de las redes de servicios públicos subterráneas para andén con ancho mayor a 4.0 metros, la distribución y participación porcentual del servicio público desde el borde de la franja de servidumbre de la edificación hasta el borde exterior de la franja de circulación peatonal es la siguiente: Energía (20%), Telecomunicaciones (40%), Acueducto (20%) y Gas Natural (20%). Y para andén con ancho menor a 4.0 metros y/o en la eventualidad que el porcentaje no se pueda cumplir, se deberá solicitar por escrito al Instituto de Desarrollo Urbano-IDU la modificación propuesta antes de ejecutar las obras, con el fin de coordinar la localización de las redes.
- La ubicación de los ductos debe ser centrada con respecto al ancho del corredor determinado por los porcentajes definidos anteriormente. Asimismo, tendrá prelación la infraestructura que respete la distribución porcentual exigida. Además, en las esquinas tendrá prelación las áreas para semaforización, porque que se deberán dejar libres.

### **2.4.7.3 Guía “Coordinación IDU, ESP Y TIC En Proyectos De Infraestructura De Transporte” del 2017**

Establecen lineamientos generales para que el IDU lleve a cabo con las Empresas de Servicios Públicos (ESP) y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), para la protección, traslado o reubicación de redes por necesidad de un proyecto de infraestructura de transporte, en las diferentes etapas de un proyecto.

*De esta norma cabe resaltar lo siguiente:*

Comprende las actividades generales que se deben tener en cuenta en las etapas de factibilidad, diseño y obra, para la protección, traslado o reubicación de redes y activos por necesidad del proyecto de transporte.

Las actividades generales del IDU a realizar con las ESP y TIC, donde busca organizarlos los proyectos de infraestructura del transporte y lo divide en dos partes, una primera de estudios básicos de ingeniería o de planeación del proyecto y una segunda de obra o de ejecución de lo planeado. Cada parte se clasifica de la siguiente manera:

1. Estudios básicos de ingeniería:
  - I. Etapa o Fase de Prefactibilidad
  - II. Etapa o Fase de Factibilidad
  - III. Etapa o Fase de Diseño de Detalle
2. Etapa de Obra:
  - I. Obras de Construcción (Obra nueva)
  - II. Obras de Mantenimiento:
    - a. Mantenimiento por Emergencia
    - b. Mantenimiento Periódico
    - c. Mantenimiento Rutinario
  - III. Obras de Rehabilitación
  - IV. Obras de Mejoramiento

Las anteriores son las actividades que recomienda se deben realizar entre el IDU y sus contratistas para optimizar la ejecución de las diferentes etapas de un proyecto.

En la etapa de factibilidad la norma estipula ciertos requerimientos para la estructuración de los proyectos, entre los que cabe resaltar:

- Solicitar información detallada de las condiciones existentes del área-de influencia.
- Recibir de las ESP, TIC y Entidades Distritales la respectiva información, de acuerdo con el cronograma de entrega de productos establecido.
- Determinar cuáles redes se deben proteger y/o trasladar por la imperiosa necesidad del proyecto de transporte, teniendo en cuenta que prima la opción que implica menores costos e impactos.
- Realizar mesas de trabajo para armonizar las decisiones de cada ESP, TIC y demás Entidades, de tal forma que al final de la etapa de factibilidad se tenga una incertidumbre entre el 75 y 80%.
- Sí las Empresas de Servicios Públicos no manifiestan su voluntad de participar en el proyecto de infraestructura, por responsabilidad con el proyecto el IDU efectuará la investigación de redes de servicios públicos domiciliarios por cuenta propia y posteriormente lo cobrará mediante los procedimientos que para ello hubiere lugar.
- En caso de superposición de proyectos y de no llegarse a un acuerdo para 'á' ejecución de protecciones, traslados y solicitudes de obra para redes con las Empresas de Servicios Públicos, los proyectos se llevarán ante la Alcaldía Mayor de Bogotá quien tomará las decisiones correspondientes.
- Los datos técnicos requeridos o información mínima requerida es en formato DraWinG (dwg), para realizar el diseño de detalle de obras civiles y temáticas de las redes de servicios públicos. Es producto de la investigación y topografía de redes, la cual debe ser provista por las ESP y/o TIC en razón a su competencia, responsabilidad, logística y conocimiento de su tema, experticia de sus funcionarios y logística; estos datos técnicos deben contener información actualizada de la red existente y pueden incluir información de proyectos de las ESP y TIC, basándose en lo siguiente:
  1. Tipología y caracterización:
    - Tipos de tramos, estructuras y dispositivos especiales
    - Cantidad de ductos

- Materiales de tramos y estructuras
  - Dimensionamiento de tramos y estructuras
  - Profundidad de tramos y estructuras
  - Georreferenciación precisa de tramos, estructuras y dispositivos especiales en coordenadas origen Bogotá (Sistema de Referencia Magna-Sirgas)
2. Fecha de instalación, permisos, autorizaciones y/o licencias de instalación de la red, sí es posible.
  3. Inventario de elementos:
    - Estado de conservación de cada tramo y estructuras, sin aporte del espacio público adyacente que la confine.
    - Vida útil técnica remanente, incluido tasación del Valor.
  4. Diseño conceptual de futuras redes o cualquier proyecto que la ESP y TIC requiera realizar y costo estimado, así como las normas generales de diseño y construcción de éste.
  5. Acuerdos de confidencialidad a que haya lugar.

Adicionalmente, presenta un flujograma de actividades en la Figura 2-17, partiendo desde la remisión de información de inicio del proyecto a las ESP y TIC, luego presentación de proyecto ante las entidades interesadas, para después revisar si los datos técnicos cumplen con el nivel de precisión requerido para luego tener una gran actividad catalogada como los prediseños, donde se deben realizar mesas de decisiones técnicas, mesas de trabajo entre todas las diferentes ESP, IDU y contratistas del IDU; para luego tener los prediseños definitivos.

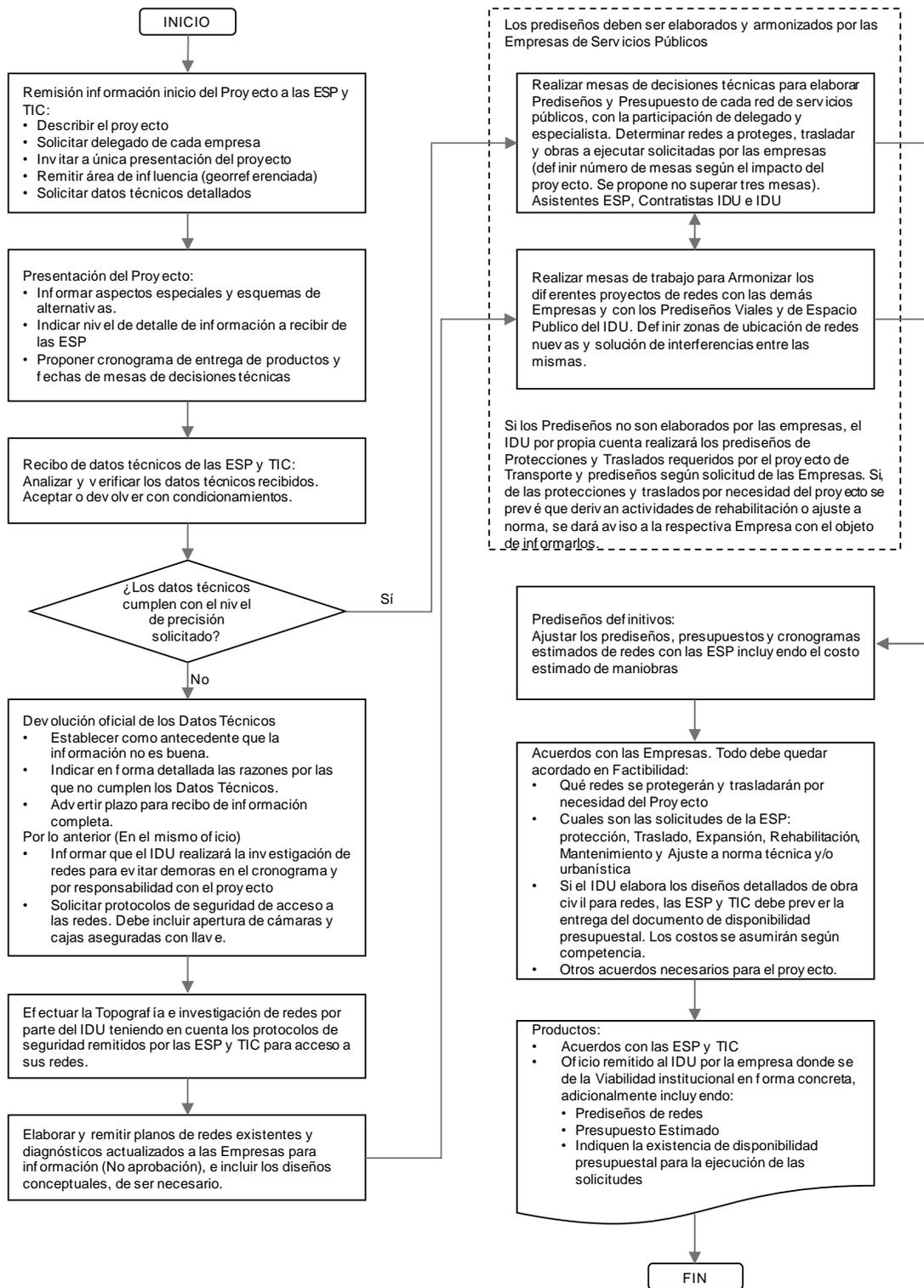


Figura 2-17 Flujoograma de actividades. Fuente: Elaboración propia. Datos: (IDU, 2017)

Ahora bien, en la etapa de diseños la norma establece que el IDU debe realizar ciertos requisitos, enumerados a continuación:

1. Solicitar a cada Empresa de Servicios Públicos realizar el diseño de las protecciones y traslados por necesidad del proyecto, con cargo al proyecto de transporte. Esta solicitud se hace en razón a: competencia, responsabilidad, conocimiento de su tema, experticia de sus funcionarios y logística.
2. Indicar en la respectiva solicitud, que los diseños detallados de los requerimientos o solicitudes propias de las ESP y TIC serán con cargo a las mismas Empresas.
3. Recibir de las ESP y TIC los diseños de protecciones y traslados por necesidad del proyecto. Las ESP y TIC serán las responsables de suministrar al IDU el diseño de la respectiva red o activo a trasladar, proteger o reubicar en los términos definidos en el cronograma del diseño.
4. Recibir los diseños de las solicitudes o requerimientos propios de las redes de servicios públicos de las ESP y TIC e incorporarlos en el proyecto.
5. Realizar mesas de trabajo para armonizar los diseños con todas las entidades participantes, de tal forma que al final de la etapa de diseños se pueda cuantificar el proyecto mínimo en un 90% en metafísica, presupuesto y tiempo.
6. De no llegar a un acuerdo con la ESP y TIC, el IDU podrá diseñar o contratar el diseño para posteriormente en la etapa de ejecución, realizar las protecciones y traslados por cuenta propia; sin embargo, se deberá garantizar la prestación del servicio en las mismas condiciones longitudinales durante la ejecución de la obra y posterior a ella.
7. Con la elaboración de los Pliegos de Condiciones se deberá determinar en conjunto con la empresa de servicios públicos los documentos y tiempos necesarios para disponer el recurso (CDP, CRP o documentos homólogos) y determinar el mecanismo de traslado de fondos para la ejecución de la obra solicitada por la Empresa.

#### **2.4.7.4 Artículo Revista de Topografía Azimut**

**Beneficios de la adquisición de cartografía del subsuelo para el catastro de redes subterráneas. Análisis económico para el catastro de redes de servicios públicos en zonas urbanas: método no invasivo:** presenta el uso del equipo georradar, para la generación de cartografía del subsuelo asociada a topografía convencional, para ser utilizada principalmente como información preliminar en los trabajos de consultoría.

*De este artículo cabe resaltar lo siguiente:*

El artículo presenta un entorno de estudio donde se busca evaluar los beneficios de usar la tecnología de georradar por medio de valoraciones económicas, y así determinar las ventajas de planeación de obras sobre cartografía del subsuelo o catastro de redes generados con esta tecnología asociada a la topografía convencional. El entorno de estudio es un área de cambio de uso de suelo, de uso industrial a residencial.

Además, plantea que las actividades convencionales para la cartografía subterránea basada a partir de sondeos por medio de apiques ocasionan retrasos importantes, genera fallas en elementos de las redes; por eso considera que implementar tecnología no invasiva la cual permita realizar una radiografía del subsuelo que, apoyada con la topografía convencional, facilita el registro de las estructuras relacionadas a las redes subterráneas.

Georradar, el ground penetration radar (GPR, por sus siglas en inglés) es un instrumento que emite ondas electromagnéticas que pasan a través del subsuelo y que se reflejan al encuentro de los diferentes medios en este, es una técnica no invasiva que utiliza ondas electromagnéticas para determinar superficies reflectoras en el interior de los medios, y precisamente es no invasiva ya que evita la intervención del subsuelo para su estudio, y que analiza la información procedente de la reflexión de ondas transmitidas, desde y hacia los equipos utilizados.

Como conclusión del estudio se tiene que es más costoso realizar reparaciones, que levantamientos topográficos subterráneos con tecnología georradar, aproximadamente es 9.44 veces más costoso bajo las premisas que utilizaron en el estudio en mención, aclarando que el estudio se enfocó en el aspecto económico sin contar las consecuencias sociales, ambientales y culturales, añadiendo que un catastro actualizado y fiel a la realidad

permite al contratista y al contratante ajustar los diseños contemplados a realidades más próximas del entorno del proyecto.

#### **2.4.7.5 Norma NS 012 - EAAB**

**Aspectos técnicos para cruces y detección de interferencias en construcción de sistemas de acueducto y alcantarillado:** presenta las directrices para investigación y detección de interferencias y cruces durante la construcción y mantenimiento de redes de acueducto y alcantarillado.

*De este artículo cabe resaltar lo siguiente:*

La norma define el cruce como la intersección entre redes de servicios públicos (tuberías, ductos, estructuras), estos incluyen traslapes de tuberías entre las redes de diferentes servicios. Adicionalmente, define interferencias como todos los elementos (casas, lotes, canales, redes de acueducto o de otros servicios, servidumbres, calles, etc) que crean obstáculos para el normal desarrollo de un proyecto de diseño, construcción y mantenimiento de un sistema de acueducto y/o alcantarillado y las redes de comunicación.

La norma recomienda realizar una investigación de interferencias, en primera medida se debe realizar una revisión y recopilación de la información existente donde como mínimo debe considerarse la siguiente información: (i) Información indicada en planos de diseños y construcción de sistemas de acueducto y alcantarillado de zonas aledañas al área de inspección; (ii) Información consignada en planos de diseño y construcción de proyectos de redes de servicios públicos (gas, teléfono, energía) que debe ser suministrada por las diferentes empresas de servicios públicos; (iii) Información relacionada con futuras ensanches o ampliación de las redes o vías, la información deberá ser suministrada por el Instituto de desarrollo Urbano IDU o departamento de planeación; (iv) Información de proyectos de ejecución de obras diferentes del tendido de redes tales como construcción de edificaciones o proyectos viales.

Como segundo recomienda una inspección y verificación en el terreno, todo esto con el fin de evitar daños en las tuberías, cajas, cables, postes, ductos y otros elementos o estructuras superficiales o enterrados que estén en la zona de excavación o en el área próxima a la misma, para ello se deben ejecutar las siguientes labores: (i) Consulta con los habitantes adultos del sector; (ii) Apiques y/o trincheras para identificación de estructuras

enterradas; (iii) Ejecución de levantamiento planimétricos y altimétricos detallados de la zona con el fin de identificar estructuras superficiales que puedan interferir en la ejecución de los trabajos; (iv) Verificación del uso de las redes de servicios públicos identificados, con el fin de conocer las redes que no pueden tener interrupción o si es necesario ejecutar relocalizaciones. Y como tercera medida recomienda entregar los productos de la investigación entre lo que resalta: (i) Procedimiento constructivo donde se explique cómo se acometerá la intervención; (ii) cronograma detallado de las actividades a ejecutar; (iii) planos detallados planta/perfil, con los materiales a utilizar; (iv) Listado de empresas de servicios públicos con las que se deben coordinar traslados, relocalizaciones de redes etc; (v) Planos de esquinas con localización georreferenciada.

Además, la norma con el propósito de mantener un ordenamiento dentro de la ocupación del espacio público en especial los andenes, plantea una porcentualización de andenes, lo que significa una distribución porcentual del ancho mínimo disponible por frente de manzana, de acuerdo con la siguiente descripción:

- Para andenes con ancho mayor de 1.30 m, la distribución de los corredores se harán a partir del sardinel hacia el paramento, a continuación, se presenta la Figura 2-18 donde se representa la distribución:

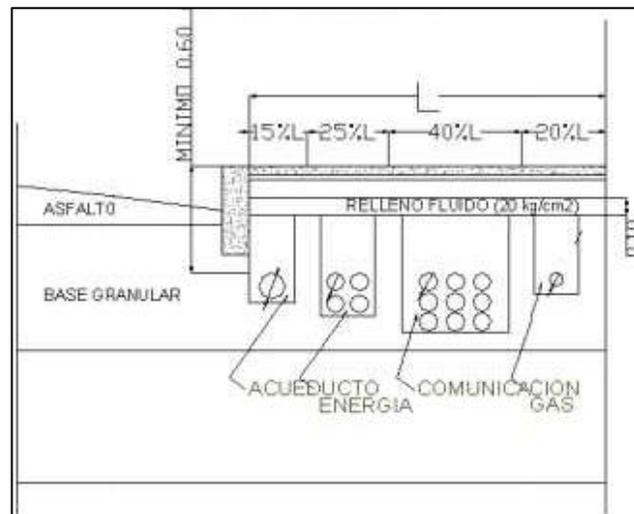


Figura 2-18 Corte general para infraestructura de servicios para andenes con  $L \geq 1.3$  m Fuente: (EAAB, 2004)

- Para andenes con ancho menor de 1.3 m, se distribuyen los corredores de los servicios a partir del sardinel hacia el paramento, a continuación, se presenta la Figura 2-19 donde se representa la distribución:

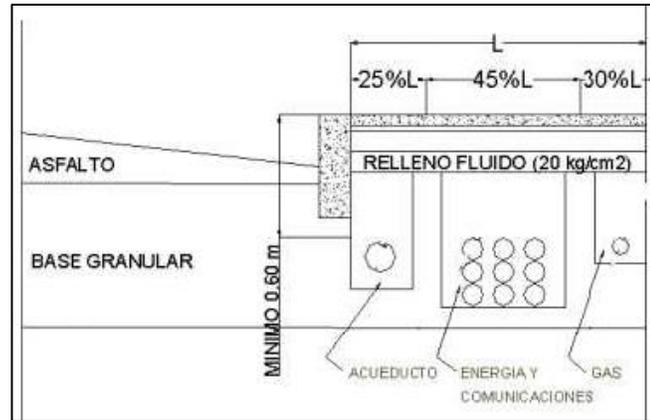


Figura 2-19 Corte general para infraestructura de servicios para andenes con  $L < 1.3$  m Fuente: (EAAB, 2004).

#### 2.4.7.6 Norma NS 058 – EAAB

**Aspectos técnicos para investigación y calificación de redes de alcantarillado con equipos CCTV:** presenta los requisitos mínimos para la video inspección de redes de alcantarillado con CCTV y estandarizar el proceso de evaluación de tuberías de manera consistente y permanente.

*De este artículo cabe resaltar lo siguiente:*

La norma establece en primera medida los objetivos de la investigación de redes con CCTV, el cual no es más que examinar y registrar la condición interna de la tubería para identificar: (a) Condiciones actuales de la tubería incluyendo cualquier problema de instalación, operación/mantenimiento, o estructural existente en la red; (b) calidad y longitud de trabajos de reparación o renovación de redes con métodos sin zanja o a zanja abierta; (c) Conexiones ilegales o erradas en el servicio de alcantarillado; (d) Puntos de infiltración en las redes; (e) Posibles puntos de exfiltración, escape o vertimientos; (f) Métodos apropiados para el mantenimiento, reparación o renovación de la red.

Plantea los requisitos para la ejecución de la video inspección, donde establece que los trabajos deben ser ejecutados con equipos autopropulsados, balsas especiales, os sistemas multisensorial a control remoto, en la Tabla 2-12 se presentan los criterios de selección del equipo adecuado para las diferentes condiciones.

*Tabla 2-12 Criterios de selección de equipos para video inspección de alcantarillados.*

<b>Diámetro</b>	<b>Nivel de flujo</b>	<b>Opciones de Tecnología</b>
4" ≤ 6" (100 ≤ 150 mm)	Hasta 20% del diámetro	a) Videocámara de empuje
8" < 15" (200 < 375 mm)	Hasta 20% del diámetro	a) Tractor de orugas o ruedas con CCTV tradicional o HD b) Equipo de escaneo lateral
15" < 36" (375 < 900 mm)	Mayor al 20% del diámetro	a) Requiere control de flujo y/o derivación
36" < 48" (900 < 1200 mm)	Hasta 25% del diámetro	a) Tractor de orugas o ruedas con CCTV tradicional o HD b) Equipo de escaneo lateral
	Entre al 25% y 60% del diámetro	a) Balsa CCTV tradicional o HD. b) Balsa multisensor CCTV/Sonar/Perfil Laser/Gas
	Hasta 30% del diámetro	a) Tractor de orugas o ruedas con CCTV tradicional e iluminación especial/adicional.
	Entre al 30% y 60% del diámetro	a) Balsa CCTV tradicional o HD. b) Balsa multisensor CCTV/Sonar/Perfil Laser/Gas
48" < 72" (1200 < 1800 mm)	Hasta 30% del diámetro	a) Tractor de orugas o ruedas con CCTV tradicional e iluminación especial/adicional. b) Tractor de orugas o ruedas con multisensor CCTV/Sonar/Perfil Laser/LIDAR/Gas
	Entre al 30% y 70% del diámetro	a) Balsa multisensor CCTV/Sonar/Perfil Laser/Gas
> 72" (>1800 mm)	Hasta 30% del diámetro	a) Tractor de orugas o ruedas con CCTV tradicional e iluminación especial/adicional. b) Tractor de orugas o ruedas con multisensor CCTV/Sonar/Perfil Laser/LIDAR/Gas c) Inspección directa con entrada de personal y CCTV HD e iluminación especial/adicional.
	Entre al 30% y 70% del diámetro	a) Balsa multisensor CCTV/Sonar/Perfil Laser/Gas

*Fuente: Elaboración Propia y (EAAB, 2020)*

Adicionalmente, dentro de los requisitos para la ejecución de la video inspección planta unas actividades de previas de limpieza y unas actividades generales durante la video inspección; dentro de los que cabe resaltar la identificación y codificación de defectos u observaciones por tramo siguiendo los lineamientos establecidos en el estándar PACP-NASSCO.

Como resultado final de la investigación se debe obtener una base datos y reportes, los cuales deben seguir los requerimientos de estructura de archivos para entrega en medio

magnético (videos, fotos y reportes), la nomenclatura de los archivos, y los formularios de video inspección tomando de referencia el estándar PACP – NASSCO.

#### **2.4.7.7 Normativa Licencias de excavación y usos del espacio público - IDU**

El IDU, actualmente tiene un procedimiento el cual establece lineamientos generales para el trámite correspondiente a permisos de espacio público y licencias de excavación.

De este procedimiento cabe resaltar lo siguiente:

Comprende las actividades generales que se deben tener en cuenta para la solicitud de permisos de uso de espacio público y licencias de excavación. La licencia de excavación es un permiso que se da a través de un acto administrativo en el que se establecen las condiciones técnicas, obligaciones y responsabilidades que deben cumplir las Empresas de servicios públicos, los particulares y las partes interesadas que intervengan el espacio público para instalación de redes, exploración de redes y acometidas de servicios públicos domiciliarios (IDU, n.d.). Para solicitar una Licencia de Excavación se debe diligenciar el formulario (ver Figura 2-20), siguiendo el instructivo, se debe entrar un plano de localización de redes a instalar o explorar (formato PDF, DWG y en físico) aprobado por las entidades pública a las que pertenece el proyecto. Durante el trámite debe constituir una póliza de cumplimiento de disposiciones legales que garantiza el cumplimiento de las especificaciones exigidas, la solicitud de la licencia debe ser diligenciada por el representante legal de la empresa o quien sea el solicitante de esta, tal y como se menciona en la página web del Instituto de Desarrollo Urbano – IDU. Una vez obtenida la licencia, y realizadas las actividades y trabajos relacionados a la licencia, se debe entregar al IDU la zona intervenida siguiendo lo estipulado en la licencia bajo y con la recepción del acta de recibido de obra siguiendo el formulario estipulado por el IDU (ver Figura 2-21).

FORMATO			SOLICITUD DE LICENCIA DE EXCAVACION												
CODIGO	PROCESO	VERSION	SECRETARIA DE INGENIERIA DE TRANSPORTES Y OBRAS PUBLICAS												
FD-CL-02	CONSERVACION DE INFRAESTRUCTURA	6.0	Desarrollo Urbano												
*El Formulario de Licencia de Excavación debe ser completado en su totalidad.															
<b>INFORMACION DEL SOLICITANTE</b>															
Fecha Solicitud: Día _____ Mes _____ Año _____															
<input type="checkbox"/> Persona Natural <input type="checkbox"/> Persona Jurídica															
Número o Razón Social del Solicitante: _____															
Nombre del Representante Legal: _____															
Documento de Identificación: _____ Número: _____															
Dirección de Contacto: _____															
Teléfono Contacto: _____															
<b>A. SOLICITUD PARA INSTALACION DE REDES DE</b>			<b>TIPO DE LICENCIA</b>												
<input type="checkbox"/> AGUAS/CAJAS <input type="checkbox"/> GAS <input type="checkbox"/> SERVICIOS <input type="checkbox"/> A.T.P.			<input type="checkbox"/> INTERVENCIÓN <input type="checkbox"/> RECTIFICADA												
<input type="checkbox"/> ALCANTRILLADO <input type="checkbox"/> DEL METAL <input type="checkbox"/> ROYALTY <input type="checkbox"/> OTRO															
<input type="checkbox"/> LINE TIGO															
<b>B. INFORMACION DE LA EXCAVACION</b>															
Localización															
Localización de la Excavación															
No.	LOCALIZACION				REDES		INTERVENCIÓN		Observaciones	Tipo de Intervención	Barrios y Sector	Localidad	Barrio	Código	CIV
	Via	Desde	Hasta	Dirección	Fecha de Inicio de Obra	Fecha de Fin de Obra	Longitud	Ancho							
1															
2															
3															
4															
5															
6															
<b>C. DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA OBRA</b>															
Como Solicitante y poseedor titular de la Licencia de Excavación en trámite, declaro que conozco las normas vigentes que regulan las intervenciones en el Espacio Público.															
De conformidad con lo previsto en el artículo 90 de la Ley 102 de 1994, respecto al estado de desarrollo urbano, (C) no implica y/o otorga, a título de medida administrativa, las siguientes acciones: (I) el acto de observación y corrección, (II) las autorizaciones, y (III) la reducción de otorgamiento, reparación, pronta, modificación y corrección de la licencia aquí solicitada.															
Para los efectos de lo anterior, sumministro el siguiente Correo Electrónico: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO															
Firma del solicitante: _____															
Nombre y Apellido: _____															
Código de Ciudadanía No.: _____															
<b>NOTA:</b> Recuerde que no podrá intervenir el Espacio Público sin contar con la respectiva Licencia y PMT aprobados															
<b>D. LISTA DE CHEQUEO DE DOCUMENTOS ANEXOS</b>															
<input type="checkbox"/> PLANO DE RED EN MEDIO FISICO <input type="checkbox"/> CERTIFICADO DE DOMICILIO Y REPRESENTACION LEGAL <input type="checkbox"/> REGISTRO FOTOGRAFICO <input type="checkbox"/> OTRO															
<input type="checkbox"/> PLANO DE RED EN MEDIO PARAMETRICO <input type="checkbox"/> COPIA DE LA CREDENCIAL <input type="checkbox"/> FOTOFOTOCOPIA CON PRESENTACION PERSONAL															
<input type="checkbox"/> COPIA DEL RUT <input type="checkbox"/> COC. CONDOMINIO <input type="checkbox"/> PLANO DE CIV															
<b>E. OBSERVACIONES DE LA SOLICITUD (Ses excluye del IGI)</b>															

Figura 2-20 Formato solicitud Licencia de excavación Bogotá. Fuente:(IDU, n.d.).

FORMATO							ACTA DE VERIFICACION DE LAS OBRAS AUTORIZADAS Y CONTRATADAS POR LAS ESP			
CODIGO	PROCESO	VERSION	SECRETARIA DE INGENIERIA DE TRANSPORTES Y OBRAS PUBLICAS				Desarrollo Urbano			
FD-CL-28	CONSERVACION DE INFRAESTRUCTURA	5.0								
En Bogotá D.C., se reunieron el día _____ del mes _____ del año _____, en representación de la ESP el (a) Sr (a) _____ y el (a) Titular de la licencia de excavación _____ con el propósito de revisar las obras correspondientes a la construcción, ampliación, reconstrucción y mantenimiento de acomodaciones domiciliarias y/o redes subterráneas de infraestructura de servicios públicos domiciliarios, de telecomunicaciones o señalización, las cuales fueron autorizadas para intervenir el espacio público a través de la Licencia de Excavación No. _____ del _____ a nombre del _____, Lo anterior con el objeto de que sea la Dirección Técnica de Administración de Infraestructura - IDU la única responsable de verificar que la recuperación del espacio público intervenido cumple con las especificaciones contenidas en el anexo técnico enunciado en el artículo cuarto de la mencionada licencia.										
No.	CIV	ELEMENTO DEL ESPACIO PUBLICO A INTERVENIR	VIA	DESDE (No. Placa)	HASTA (No. Placa)	TIPO DE INTERVENCIÓN	BARRIO	LOCALIDAD		
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
En constancia de lo anterior, se firma la presente acta representada en _____ folios, bajo la responsabilidad expresa de los que intervienen en ella, esto con el propósito de ser enviada a la Dirección Técnica de Administración de Infraestructura - IDU.										
Cabe recordar que el recibo por parte de la ESP, no exime al beneficiario de la Licencia de Excavación de la responsabilidad de entregar las reparaciones a recuperaciones del espacio público intervenido bajo licencia de excavación de acuerdo con lo establecido en el artículo cuarto de la correspondiente Licencia de Excavación.										
Por la ESP					Por el Titular de la Licencia de Excavación					
Nombre: _____					Nombre: _____					
Cargo: _____					Cargo: _____					

Figura 2-21 Formato Acta de recibo de obra. Fuente:(IDU, n.d.).

#### **2.4.7.8 Guía Anexo Técnico para la recuperación de Espacio Público intervenido bajo Licencia de Excavación - IDU**

Establecen lineamientos generales para la recuperación del espacio público autorizado intervenir mediante licencias de excavación, contiene consideraciones técnicas para realizar las excavaciones, materiales, procesos constructivos y condiciones de recibo a tener en cuenta en la recuperación del espacio público de andenes y vías intervenidas.

*De esta norma cabe resaltar lo siguiente:*

Se presentan las consideraciones técnicas de las excavaciones donde se plantea dos grandes grupos, el primero, correspondiente a las Técnicas de instalación de tuberías por el sistema de perforación sin zanja y sin alterar el espacio público. Esta alternativa es la más aconsejable en cualquier intervención. Y el segundo, Instalación de redes de servicios públicos mediante la ejecución de zanjas. Además, recomienda que la distancia entre la cota superior o de clave de los ductos de las redes de servicios públicos y la cota superior de la superficie de tránsito, ya sea esta peatonal o vehicular deberá ser mínimo de un metro, incrementándose para zonas de intersección de vías hasta 1.20 metros como mínimo y cuando por razones técnicas sea imposible cumplir con esta profundidad, los ductos deben estar protegidos por un cárcamo que garantice la estabilidad de la zona intervenida. El ancho mínimo de la excavación, para la colocación de materiales granulares en zanja, debe ser de un metro en vías vehiculares y ciclo rutas y de 0.5 m en andenes, para garantizar el empleo de equipos de compactación adecuados, esto aplica para todo tipo de capas, granulares o asfálticas. Asimismo, recomienda que cuando las intervenciones tengan una longitud igualo mayor a 2 veces el ancho mínimo exigido a recuperar, sin afectar más de un carril, la recuperación de la calzada debe ejecutarse cortando la capa asfáltica con un ancho igual al del carril afectado.

También se presenta los materiales usados para la recuperación de zonas excavadas en zanjas que afecten espacio público en general. Realiza un listado de las condiciones de recibo para cada intervención dependiendo la estructura donde se realiza.

#### **2.4.7.9 ASCE 38-02, Standard Guideline for the collection and Depiction of Existing Subsurface Utility Data**

Esta guía, es un estándar para definir la ubicación y caracterización de las redes de servicios públicos, la calidad de información, características de cada red plasmadas en los planos o documentos. Adicionalmente, la guía tiene por objetivo estandarizar un sistema para clasificar la calidad de los datos de las redes de servicios públicos, ayudando a las empresas de servicios públicos, propietarios de proyectos de infraestructura, ingenieros civiles y entes gubernamentales, a comprender y administrar los riesgos asociados con la infraestructura de servicios públicos en función de los niveles de calidad de la información observada. La guía aborda temas como las tecnologías que están disponibles para obtener información, como se puede transmitir esa información a los usuarios, las funciones respectivas de los ingenieros y propietarios de proyectos para obtener y usar de manera adecuada los datos relacionados a las redes de servicios públicos y los costos y beneficios de recopilar datos de acuerdo con el estándar.

*De este artículo cabe resaltar lo siguiente:*

Se plantean cuatro niveles de calidad de información, y dependiendo del alcance de cada proyecto se deberá hacer una mezcla de estos niveles de información para tener éxito en la identificación de redes. Los niveles de información se definen de la siguiente manera:

- Calidad nivel A (QL A): Toda la información donde se indica la ubicación vertical y horizontal de las redes de servicio público obtenidos por exposición real y la medición posterior de las redes de servicios públicos en los puntos específicos en el subsuelo.
- Calidad nivel B (QL B): Toda información obtenida mediante la aplicación de métodos geofísicos en superficie apropiados para inferir la existencia y la posición horizontal aproximada de las redes de servicios públicos subterráneas.
- Calidad nivel C (QL C): Toda información obtenida al encuestar e inspeccionar las características visibles de las redes de servicios públicos, y al utilizar el criterio profesional al correlacionar esta información con la información de calidad del nivel D.
- Calidad nivel D (QL D): Toda información derivada de registros existentes o recolecciones verbales.

Adicionalmente se plantea un ejemplo de los entregables del mapeo de las redes de servicios públicos, presentando una combinación de códigos de estilos de líneas, etiquetados, símbolos y color para las diferentes redes.

## Capítulo 3.

### Marco de Referencia

En este capítulo se desarrolla el contenido de los estudios de redes de servicios públicos dentro de los proyectos de infraestructura, describiendo las características para tener en cuenta.

#### 3.1 Identificación de problemáticas

Es necesario identificar y conocer la problemática a resolver, caracterizar las causas y efectos. En este documento se establece como problemática al termino por el cual se tiene una necesidad sin solución de un proyecto. Debido a la dificultad de identificar la problemática, Medina (2014) recomienda fraccionarla en tres componentes, resaltados a continuación:

*Tabla 3-1 División de problemática*

<b>Componente</b>	<b>Descripción</b>
Causas	Son los factores que dan origen a la problemática.
Consecuencias	Son los resultados de la existencia de la problemática.
Soluciones	Son las acciones que emprender para erradicar total o parcialmente una o varias causas de la problemática

*Fuente: (Medina, 2014)*

##### 3.1.1 Metodología CPC-S para identificar la problemática

El análisis se debe orientar a los aspectos esenciales que pueden ayudar a comprender la naturaleza y las implicaciones asociadas con la existencia de una situación indeseada. De acuerdo con Medina (2014), como guía para la identificación de la problemática, se puede buscar información al responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué hechos concretos hacen pensar que existe una problemática?
- ¿Quiénes están siendo afectados?
- ¿De qué forma están siendo afectados?
- ¿Desde cuándo están siendo afectados?

- ¿Qué sucede si no se hace nada ahora?
- ¿Cuál es la problemática?
- ¿Qué factores están originando la problemática?

Para lograr las respuestas a las preguntas de una manera precisa, se hace necesario documentarlas con información fiable y con la mejor calidad posible, debido a que a partir de estas se determinan aspectos esenciales que permiten entender la problemática. En la Tabla 3-2, se presenta el procedimiento general para identificar la problemática.

*Tabla 3-2 Procedimiento general para la identificación de la problemática*

<b>Aspecto</b>	<b>Descripción</b>
Antecedentes	Situaciones que quien analiza ha visto personalmente o se ha informado de alguna manera (medios de comunicación, otras personas, fuentes bibliográficas, etc.). Una vez que se establezca una relación entre los hechos, se debe averiguar si presentan alguna causa en común, la cual posiblemente sea la problemática misma.
Involucrados o Partes Interesadas	Corresponde a personas, grupos o instituciones que, en la actualidad, de alguna forma están relacionadas con la situación. Lo anterior es independiente de si su afectación es positiva (reciben beneficios del problema) o negativa (son perjudicados por el problema). Adicionalmente, se debe establecer el grado de afectación para cada interesado.
Evolución en el Tiempo	Se establecen los periodos de tiempo en los que la población ha tenido esa necesidad insatisfecha. Lo anterior con el fin de no realizar acciones que ya han sido realizadas y no han dado los resultados esperados.
Problemática	Es la necesidad que no está satisfecha y es indispensable para los involucrados; Es lo que falta y está originando los hechos que se identificaron previamente.
Causas	Los factores que originan la situación indeseada deben ser identificados rigurosamente, pues sobre ellos se deben enfocar las acciones para atacar la problemática. En la identificación de las causas, se hace necesario la búsqueda de información secundaria para comprender las relaciones entre estas.

*Fuente: (Medina, 2014)*

### **3.2 Proyectos de infraestructura**

En este ítem se pretende de manera general dar una definición a los proyectos de infraestructura, las fases de un proyecto y las principales tipologías de proyectos con los que se pueden llegar a relacionar un estudio de ingeniería de redes de servicios públicos.

Un Proyecto de Ingeniería es el planeamiento, organización, ejecución y control de todas las actividades y recursos necesarios para el logro de un objetivo específico, en un tiempo, con costos establecidos y con un alcance determinado (INVIAS, 2015).

### **3.2.1 Tipos de proyectos de ingeniería**

Según la Ley 1682 de 2013 (2013), los proyectos de infraestructura de transporte están integrada, entre otros a:

- a) La red vial de transporte terrestre automotor con todas las zonas e instalaciones que son necesarias para la operación y mantenimiento.
- b) Los puentes construidos sobre los accesos viales en Zonas de Frontera.
- c) Los viaductos, túneles, puentes y accesos de las vías terrestres y a terminales portuarios y aeroportuarios.
- d) Los ríos, mares, canales de aguas navegables y los demás bienes de uso público asociados a estos.
- e) Los puertos marítimos y fluviales y sus vías y canales de acceso y todas las obras que implican el desarrollo de estos.
- f) Las líneas férreas y la infraestructura para el control del tránsito, las estaciones férreas, la señalización y todas las obras que conlleva el desarrollo de estas.
- g) La infraestructura logística especializada que contempla los nodos de abastecimiento mayorista, centros de transporte terrestre, áreas logísticas de distribución, centros de carga aérea, zonas de actividades logísticas portuarias, puertos secos y zonas logísticas multimodales.
- h) La infraestructura aeronáutica y aeroportuaria destinada para facilitar y hacer posible la navegación aérea, y todas las obras necesarias para el desarrollo y operación de estas.
- i) Los Sistemas de Transporte por Cable: teleférico, cable aéreo, cable remolcador y funicular, construidos en el espacio público y/o con destinación al transporte de carga o pasajeros.
- j) La infraestructura urbana que soporta sistemas de transporte público, sistemas integrados de transporte masivo, sistemas estratégicos de transporte público y sistemas integrados de transporte público; el espacio público que lo conforman andenes, separadores, zonas verdes, áreas de control ambiental, áreas de

parqueo ocasional, así como ciclorrutas, paraderos, terminales, estaciones y plataformas tecnológicas.

k) Redes de sistemas inteligentes de transporte.

Basado en lo anterior y la experiencia, en la Tabla 3-3 se listan los principales proyectos de infraestructura con lo que se puede relacionar un estudio de ingeniería de redes de servicios públicos, sin mencionar las infraestructuras conexas a cada uno de estos.

*Tabla 3-3 Principales tipos de proyectos de infraestructura*

---

<b>Tipos de proyectos de Infraestructura</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Infraestructura vial (primarias, secundaria y urbana)</li><li>• Viaductos, túneles y puentes</li><li>• Pasos a desnivel (deprimidos)</li><li>• Canales de agua</li><li>• Puertos marítimos y fluviales</li><li>• Líneas férreas, metros.</li><li>• Infraestructura aeronáutica y aeroportuaria</li><li>• Sistemas de transporte por cable</li><li>• Sistemas inteligentes de transporte</li><li>• Infraestructura urbana</li><li>• Infraestructura de redes y activos de servicios públicos</li><li>• Infraestructura de patrimonio urbano, arquitectónico, cultural y arqueológico.</li><li>• Infraestructura para la educación</li><li>• Infraestructura para la salud</li><li>• Infraestructura de vivienda</li><li>• Repavimentación de vía</li><li>• Restauración y rehabilitación de vías</li></ul>

---

*Fuente: Elaboración propia*

### **3.2.2 Fases proyectos de infraestructura**

Los proyectos de infraestructura presentan tres fases, las cuales se estipulan en la Ley 1682 de 2013 (2013) - Ley de Infraestructura y a continuación se definen:

- **Fase 1. Prefactibilidad – Ingeniería Conceptual:** Es la fase en la cual se debe realizar el prediseño aproximado del proyecto, presentando alternativas y realizar la evaluación económica preliminar recurriendo a costos obtenidos en proyectos con condiciones similares, utilizando modelos de simulación debidamente aprobados por las entidades solicitantes. El objetivo es surtir el proceso para

establecer la alternativa que satisface en mayor medida los requisitos técnicos y financieros.

- **Fase 2. Factibilidad – Ingeniería Básica:** Es la fase en la cual se debe diseñar el proyecto y efectuar la evaluación económica final, mediante la simulación con el modelo aprobado por las entidades contratantes. Tiene por finalidad establecer si el proyecto es factible para su ejecución, considerando todos los aspectos relacionados con el mismo. Desarrollados los estudios de factibilidad del proyecto, podrá la entidad pública o el responsable del diseño si ya fue adjudicado el proyecto, continuar con la elaboración de los diseños definitivos.
- **Fase 3. Estudios y Diseños – Ingeniería de Detalle:** Es la fase en la cual se deben elaborar los diseños detallados, de tal forma que un constructor pueda materializar el proyecto. El objetivo de esta fase es definir y diseñar todas las componentes del proyecto a detalle de tal manera que se pueda iniciar su construcción.

### **3.2.3 Georreferenciación en Colombia**

Basados en lo recomendado por el instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) la georreferenciación en Colombia usa oficialmente el sistema de coordenadas geográficas y de proyecciones planimétricas denominado “Magna-Sirgas” (Resolución 068 de 2005, IGAC), cuyo datum de referencia es el WGS-84 el cual está localizado en el centro de la tierra. Las coordenadas proyectadas son compatibles con el sistema GPS internacional y son fácilmente utilizadas por cualquier herramienta o plataforma geográfica disponible. Por lo anterior, es necesario establecer la localización georreferenciada de manera estándar para un proyecto de infraestructura y se recomienda el sistema oficial el cual fue explicado con anterioridad.

### **3.3 Definición de niveles de calidad de información**

La recopilación de información del presente documento deberá estar enmarcado dentro de los diferentes niveles de calidad de información presentados en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4 Resumen Niveles de calidad de Información para el estudio

Nivel de Calidad	Descripción	Tipo de investigación
A (QL A)	Toda la información donde se indica la ubicación precisa vertical y horizontal de las redes de servicio público obtenidos por exposición real y la medición posterior de las redes de servicios públicos en los puntos específicos en el subsuelo	Investigación por excavación de un pozo de medición, Métodos de localización directa (intrusivos)
B (QL B)	Toda información obtenida en superficie para determinar la existencia y la posición horizontal aproximada de las redes de servicios públicos subterráneos	Investigación en superficie por Métodos geofísicos
C (QL C)	Toda información obtenida por la topografía y el trazado de las redes por encima del suelo e identificado las características visibles de las redes de servicios públicos	Métodos visuales en campo
D (QL D)	Toda información derivada de registros existentes, estudios y diseños previos, recolecciones verbales o encuestas	Método de recolección de información preexistente.

Fuente: Elaboración propia

### 3.4 Definición de interesados o involucrados en estudio de redes de servicios público

Desde el inicio del desarrollo del estudio de redes de servicios públicos es importante llegar a identificar y caracterizar a los interesados, partes interesadas o involucrados en el proyecto, pero antes de conocer los principales grupos, es importante conocer que esas partes son todas las personas, organizaciones o empresas que puedan verse afectadas por las actividades y decisiones que se lleven a cabo en el desarrollo del estudio. Estas partes se puede incluir dentro de los siguientes grupos:

- Propietarios: Son los dueños del proyecto a desarrollar en otros términos puede llegar a ser el cliente del estudio.
- Sector Privado: Son todos los contratistas y consultores de diseño, construcción e interventoría de las obras del proyecto a desarrollar.
- Sector Público: Son todas los institutos o agencias de servicio públicos que tienen influencia según el marco legal dentro del área de influencia del proyecto.

- Empresas de Servicios Públicos (ESP): Son todas las empresas de servicios públicos que tenga propiedad, redes e infraestructura dentro del área de influencia del proyecto.

### **3.5 Definición de interferencia**

La interferencia en un estudio de redes de servicios públicos hace referencia a la intersección o traslapo entre, las redes de servicios públicos identificadas en el área de influencia del proyecto y cualquier elemento que se planea ejecutar en el desarrollo del proyecto. Las interferencias más comunes que se pueden presentar en la mayoría de los proyectos de infraestructura (ver Proyectos de infraestructura) son:

- Interferencia entre redes de servicios públicos planificadas y existentes.
- Interferencia entre redes de servicios públicos y actividades de fases o construcción.
- Interferencia entre redes de servicios públicos existentes y los elementos de diseño proyectados.

### **3.6 Convenciones de colores por tipo de sistema**

Con el objetivo de definir una representación estandarizada de los sistemas en la información recolectada y presentada, se define este subcapítulo. Como bien sabemos los entregables de planos y modelos tienen por objetivo representar por medio de código de línea, estilo y colores los sistemas encontrados y proyectados. Las siguientes convenciones de color se basan en los estándares técnicos BIM, MEP Color Mapping (GSA) y son ejemplos no tienen la intención de ser exclusivos.

Sistema	Revit Color	AutoCAD Color	RGB
Aire comprimido	5	5	0,0,255
Drenaje Pluvial	128-000-255	190	128,0,255
Drenaje Pluvial de rebose	219-183-255	191	219,183,255
Agua fría doméstica	0-63-255	160	0,63,255
Retorno de Agua caliente doméstica	255-170-170	11	255-170-170
Suministro de Agua caliente doméstica	255-060-060	10	255,60,60
Gas Natural	2	2	255,255,0
Drenaje Sanitario	255-127-0	30	255,127,0
Ventilación Sanitario	255-191-0	40	255,191,0
Tubería Desconocida	076-038-038	17	76,38,38

*Figura 3-1 Sistemas comunes de tubería y plomería Fuente: (U.S. General Services Administration (GSA), 2019)*

Sistema	Revit Color	AutoCAD Color	RGB
Telecomunicaciones	189-189-126	53	189,189,126
Distribución de energía	189-189-0	52	189,189,0
Iluminación	255-255-170	51	255,255,170
Seguridad	255-255-0	50	255,255,0

*Figura 3-2 Sistemas comunes eléctricos y telecomunicaciones Fuente: (U.S. General Services Administration (GSA), 2019)*

Sistema	Revit Color	AutoCAD Color	RGB
Agua Desionizada	165-165-82	53	165,165,82
Retorno de temperatura dual	000-063-255	160	0,63,255
Suministro de temperatura dual	191-000-255	200	191,0,255
Recuperación de energía	082-165-165	133	82,165,165
Fuel Gas	255-127-127	11	255,127,127
Fuel Oil	082-082-165	173	82,82,165
Fuel Vent	165-165-82	53	165,165,82
Gas de Laboratorio	165-124-82	33	165,124,82
Gas Medicinal	165-082-165	213	165,82,165
Nitrógeno	5	5	0,0,255
Agua no Potable	165-000-000	12	165,0,0
Agua Potable	000-255-063	100	0,255,63
Propano	5	5	0,0,255
Refrigerante Líquido	4	4	0,255,255
Succión de refrigerante	5	5	0,0,255
Agua de osmosis Inversa	165-000-000	12	165,0,0
Vacío	082-165-165	133	82,165,165

*Figura 3-3 Sistemas poco comunes / Especializados Fuente: (U.S. General Services Administration (GSA), 2019)*

## **Capítulo 4.**

### **Lineamientos**

En este capítulo se desarrolla y propone los lineamientos para la elaboración de los estudios de ingeniería de redes de servicios públicos en proyectos de infraestructura en Colombia.

#### **4.1 Lineamientos propuestos**

En la Figura 4-1, se presenta la metodología propuesta para realizar el estudio de redes. En general, la metodología se divide en cuatro acciones: (1) Delimitación del proyecto, (2) Recopilación de información, (3). Análisis e identificación (4). Resultado y conclusiones, que a su vez se componen por diferentes actividades que se defienden a continuación en cada uno de los lineamientos propuestos.

1. La delimitación del proyecto hace referencia a estipular un límite como área de influencia del proyecto de infraestructura en cuestión, con el objetivo de acotar los esfuerzos y recursos para desarrollar de manera adecuada el estudio. En lo que refiere a la recopilación de información significa a todas las actividades que se deben desarrollar para obtener el insumo necesario según el alcance del estudio y poder realizar los análisis pertinentes.
2. El análisis e identificación, no es más que, luego de obtener toda la información necesaria según el alcance, se realiza la integración de toda la información y los diferentes niveles de calidad para lograr identificar los problemas o interferencias que se pueden tener con el proyecto en desarrollo.
3. Y el resultado y conclusiones significa la acción de emitir los hallazgos encontrados con el estudio, además de realizar conclusiones y recomendaciones generales que se puede tener en cuenta para resolver los problemas o cerrar de manera exitosa el estudio.

Los lineamientos propuestos son basados en guías, manuales y experiencia; y ofrecen a la entidad contratante, interventor y consultor una metodología estandarizada

para el análisis y evaluación de los procedimientos técnicos para la elaboración de estudio de ingeniería de redes de servicios públicos en los proyectos de infraestructura.

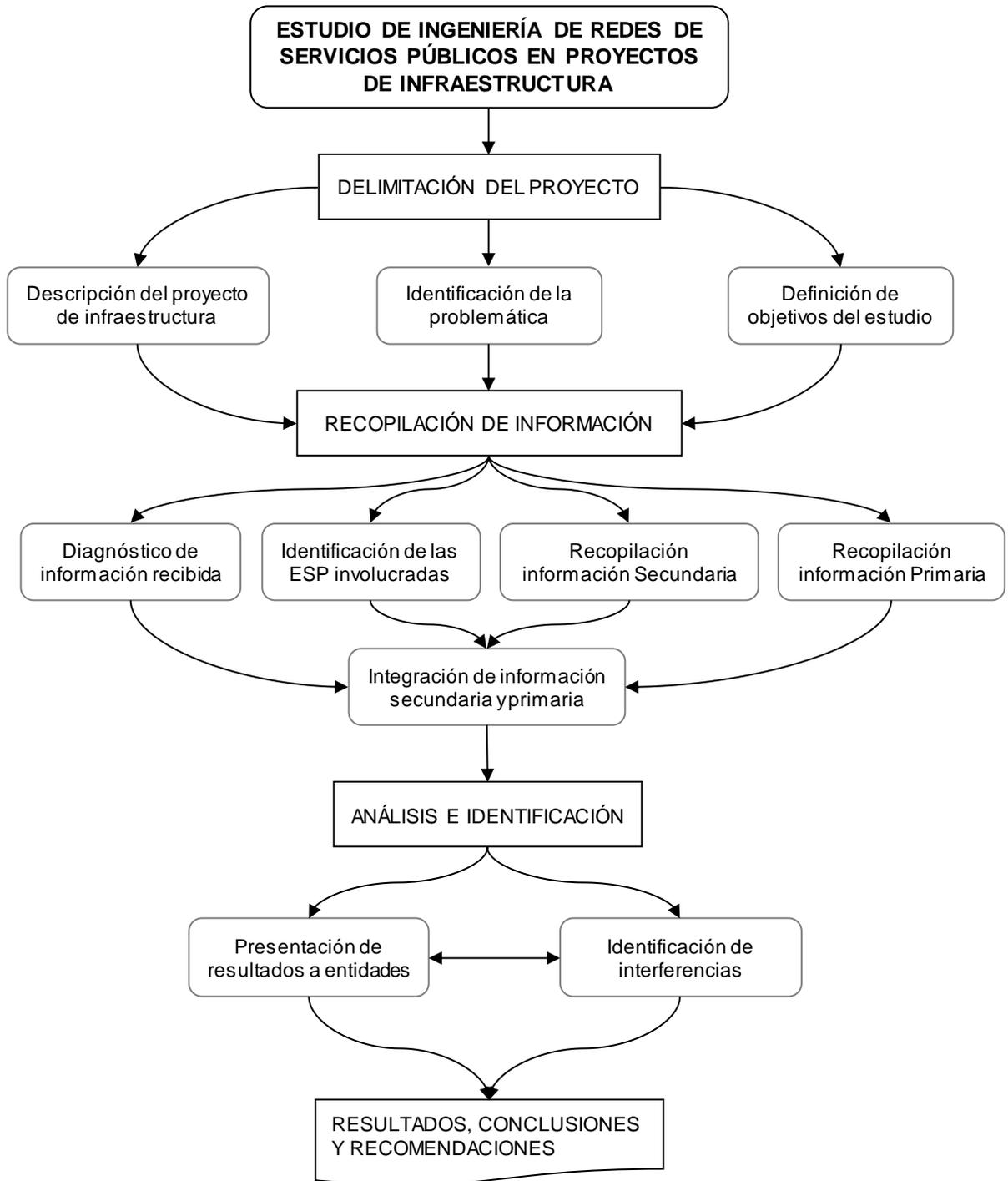


Figura 4-1 Metodología propuesta, Fuente: Elaboración Propia

## 4.2 Descripción del proyecto de infraestructura

En este ítem se presentan y describen las actividades a desarrollar para realizar la descripción del proyecto de infraestructura, teniendo como objetivo conocer las características del proyecto, además, obtener información de este.

*Tabla 4-1 Resumen Descripción del proyecto de infraestructura*

<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Producto</b>
1	Caracterización del proyecto de infraestructura	
1.1	Describir y definir los antecedentes del proyecto	
1.2	Describir y categorizar el proyecto de infraestructura	
1.3	Definir las etapas y/o fases del proyecto	
1.4	Describir los datos contractuales del proyecto	
2	Localización del proyecto	
2.1	Localizar el proyecto dentro del contexto local, regional y nacional	
2.2	Elaborar la representación gráfica de la localización del proyecto (mapa o imágenes representativas) georreferenciada.	
3	Área de Influencia del proyecto	
3.1	Definición del área de influencia según el tipo de proyecto.	
3.2	Elaborar la representación gráfica del área de influencia en forma de mapa o imagen representativa (georreferenciada).	
4	Obtención de información del proyecto	
4.1	Información de Topografía	
4.2	Información de estudios, diseños e informes de todas las especialidades involucradas	
4.3	Información de Planos de las diferentes especialidades	
4.4	Información de inventario y catastros de redes de servicios públicos	
4.5	Registros fotográficos de la zona del proyecto	

Documento resumen compuesto por la caracterización, localización, área de influencia y análisis general de información recibida.

Actividad	Descripción	Producto
4.6	Resumen y análisis de la información recibida.	

*Fuente: Elaboración propia*

**Actividad 1. Caracterización del proyecto de infraestructura:** Esta actividad hace referencia a la descripción de manera general de las características del proyecto como lo son tipo de infraestructura del proyecto (ver Tipos de proyectos de ingeniería), antecedentes, etapas y/o fases del proyecto (ver Fases proyectos de infraestructura) donde se resume tiempos (tiempos de desarrollo de las fases, años de inicio y fin de construcción, entre otros) y datos contractuales, todo esto con la finalidad de contextualizar a los desarrolladores del estudio con el proyecto.

**Actividad 2. Localización del proyecto:** En esta actividad, se debe localizar el proyecto dentro del contexto local, regional y nacional. Se debe presentar de manera textual y gráfica haciendo uso de mapas o imágenes representativas, además debe estar georreferenciado según sea el sistema de coordenadas estipulado para el proyecto, en este documento se propone el oficial en Colombia (ver Georreferenciación en Colombia).

**Actividad 3. Área de Influencia del proyecto:** En esta actividad se debe definir y describir el área de influencia, identificando la delimitación del proyecto. Se debe presentar de manera textual y gráfica haciendo uso de mapas o imágenes representativas. Como complemento de esta actividad se puede consultar la Evaluación de Impacto ambiental (EIA) si es que el tipo de proyecto lo requiere.

**Actividad 4. Solicitud de información del proyecto:** El objetivo de esta actividad es solicitar al propietario del proyecto toda la información relacionada al proyecto en los diferentes campos involucrados. Todo esto con la finalidad de analizar el proyecto de forma integral. La información requerida incluye entre otros, la topografía, estudios, diseños e informes de todas las especialidades involucradas, planos de las diferentes especialidades, inventario y catastros de redes de servicios público y registros fotográficos de la zona del proyecto.

### 4.3 Identificación de la problemática y Definición de objetivos del estudio de ingeniería de redes de servicios públicos

En este ítem se presentan las actividades a desarrollar para realizar la identificación de un problema dentro de un proyecto de infraestructura y se presentan las actividades a desarrollar para definir los objetivos del estudio de redes de servicios públicos.

*Tabla 4-2 Resumen Identificación problemática y definición de objetivos del estudio*

<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Producto</b>
1	Identificación de la problemática o necesidad a resolver	
1.1	Describir los antecedentes del proyecto	
1.2	Identificar los involucrados o partes interesadas	Documento resumen compuesto por la identificación de la problemática a resolver y la definición de los objetivos del estudio de ingeniería de redes de servicios públicos
1.3	Identificar su evolución en el tiempo	
1.4	Establecer la problemática	
1.5	Identificar las causas y consecuencias	
2	Definición del objetivo general	
3	Definición de los objetivos específicos	

*Fuente: Elaboración propia*

**Actividad 1. Identificación de la problemática o necesidad a resolver:** Esta actividad tiene como objetivo identificar el problema dentro del marco del proyecto, para esto se recomienda la Metodología CPC-S mencionada previamente (ver Metodología CPC-S para identificar la problemática), este es un ejemplo y no pretende ser exclusivo. En la Tabla 3-2, se presenta el procedimiento general para la identificación de la problemática.

**Actividad 2. Definición Objetivo general:** En esta actividad se define el objetivo general del estudio. Este debe ser claro, medible y real considerando los recursos y tiempo disponible para la ejecución del proyecto.

**Actividad 3. Definición Objetivos específicos:** En esta actividad se definen objetivos específicos que están relacionados a las características del proyecto, adicionalmente se delimita el alcance del estudio, teniendo en cuenta la fase a la que se

quiere desarrollar este (ver Fases proyectos de infraestructura), y asimismo lograr definir insumos requeridos.

#### 4.4 Diagnóstico de información recibida e Identificación de las ESP involucradas

En este capítulo se realiza un diagnóstico de la información recibida por parte del propietario del proyecto, información referente a cada una de las redes e infraestructura relacionadas a los diferentes servicios públicos, con el objetivo de categorizar la calidad de esta información según lo estipulado anteriormente (ver Definición de niveles de calidad de información) y realizar una planeación según el alcance del estudio. La planeación debe estar dirigida a la información faltante y sus métodos de obtención posibles, para el desarrollo del estudio y conclusión de resultados.

*Tabla 4-3 Resumen Diagnóstico de información recibida e Identificación de las ESP involucradas*

<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Producto</b>
1	Recopilación de información referente a estudios previos	
1.1	ESP involucrados en área de influencia	
1.2	Localizaciones de redes e infraestructura de los servicios públicos	
1.3	Tecnologías implementadas en levantamiento de información	
1.4	recomendaciones y conclusiones del estudio	Documento resumen con diagnóstico de la información recibida, identificación de empresas de servicios públicos involucradas y resumen de reuniones con las empresas de servicios públicos.
2	Identificación de las ESP involucradas en el proyecto	
3	Reunión con las diferentes ESP	Adicionalmente, resumen con el proceso de solicitud de permisos y trámites especiales.
3.1	Exponer el proyecto que se va a ejecutar	
3.2	Enseñar la información con la que se cuenta hasta el momento	
3.3	Solicitar un interlocutor o delegado	
3.4	Solicitar oficialmente la información relacionada redes e infraestructura complementaria	
3.5	Solicitar información referente a proyectos o planes de expansión dentro del área de influencia	

<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Producto</b>
3.6	Solicitar información adicional que se debería tener en cuenta dentro del desarrollo del estudio	
4	Solicitud Permisos Especiales	
4.1	Solicitar licencia de excavación y/o permisos relacionados.	
4.2	Solicitar licencia para investigación arqueológica y/o permisos relacionados.	
4.3	Solicitar licencias y permisos adicionales.	

*Fuente: Elaboración propia*

**Actividad 1. Recopilación de información referente a estudios previos:** En caso de que existan, se debe recopilar información referente a estudios de ingeniería de redes de servicios públicos realizados anteriormente, donde se pueda extraer de manera general los datos existentes obtenidos durante el desarrollo de dicho estudio como ESP involucradas en el área de influencia, localización horizontal y vertical, tipo de tecnologías implementadas en el levantamiento de información y recomendaciones y conclusiones del estudio.

**Actividad 2. Identificación de las ESP involucradas en el proyecto:** En esta actividad se deben identificar y definir las empresas de servicios públicos que tienen incidencia dentro del área de influencia del proyecto.

**Actividad 3. Reunión con las diferentes empresas de servicios públicos:** En esta actividad se deben realizar mesas de trabajo con las diferentes empresas de servicios públicos identificadas en la actividad anterior con diferentes objetivos, dentro de los que cabe resaltar: exponer de manera general el proyecto que se va a ejecutar, enseñar la información con la que se cuenta hasta el momento relacionada a cada ESP dentro del área de influencia, solicitar un interlocutor o delegado con el que se pueda trabajar conjuntamente el proyecto, solicitar oficialmente a cada ESP la información relacionada a redes e infraestructura complementaria de su especialidad, solicitar información referente a proyectos o planes de expansión dentro del área de influencia y cualquier otra información adicional que se debería tener en cuenta dentro del desarrollo del estudio de ingeniería de redes de servicios públicos.

**Actividad 4. Solicitud permisos especiales:** En esta actividad se deben realizar y adelantar los procesos de solicitud de permisos y trámites necesarios y requeridos para el uso del espacio público ante las entidades reguladoras, y poder obtener por medio de un acto administrativo la no objeción para la exploración en campo. Especialmente se debe efectuar el procedimiento para el trámite de licencia de excavación, asimismo, y siempre que se requiera bajo la normativa nacional, se deberá efectuar previo al inicio de las obras o actividades la solicitud de realización de un programa de arqueología preventiva, para la aprobación y no objeción del Instituto Colombiano Antropología e Historia ICANH.

## 4.5 Recopilación de Información

Este capítulo se divide en dos partes, la primera parte como recopilación de información secundaria y la segunda como recopilación de información primaria.

### 4.5.1 Recopilación de información secundaria

En este ítem se presentan todas las actividades a desarrollar para realizar la recopilación de información secundaria para el estudio de ingeniería de redes de servicios públicos, aclarado que dentro del rango propuesto de calidad de información (ver Definición de niveles de calidad de información) pertenece a Calidad nivel D (QL D). Se incluye información que es catalogada dentro de este nivel independientemente del diagnóstico realizado anteriormente, por lo que dependiendo del diagnóstico se harán las diferentes actividades para cumplir con el alcance del estudio. En términos prácticos es toda la información que se puede identificar en oficinas sin salidas de campo.

*Tabla 4-4 Resumen Recopilación de información secundaria*

<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Producto</b>
1	Recopilación y clasificación de información inicial	
1.1	Servicio Público de acueducto	Documento con la información secundaria recopilada acompañado de anexos pertinentes
1.2	Servicio Público de alcantarillado	
1.3	Servicio Público de energía	
1.4	Servicio Público de gas	
1.5	Servicio Público de telecomunicaciones	

Actividad	Descripción	Producto
2	Recopilación de información en mesas de trabajo con las ESP	
	Información existente de las redes de servicios públicos en el área de influencia	
2.1		
2.2	Planos digitales	
2.3	Planos físicos	
2.4	Bases de datos	
2.5	Proyectos y planes de expansión	
2.6	Información adicional que se deba tener en cuenta dentro del área de influencia	
3	Validación temporal y espacial de la información recopilada	

*Fuente: Elaboración propia*

**Actividad 1. Recopilación y clasificación de información inicial:** En esta actividad se recopila y clasifica la información de las diferentes redes e infraestructuras de servicios públicos, solicitada en actividades previas y obtenida por el propietario del proyecto (Descripción del proyecto de infraestructura), y que tiene influencia en el proyecto.

**Actividad 2. Recopilación de información en mesas de trabajo con las ESP:** Esta actividad hace referencia a la recopilación de información obtenida dentro de las mesas de trabajo iniciales por parte de las diferentes empresas de servicios públicos que tienen influencia en el área de proyecto.

**Actividad 3. Validación temporal y espacial de la información recopilada:** Debido a la variedad de fuentes de información secundaria para cada proyecto en diferentes periodos de tiempo, es necesario revisar la validez temporal y espacial de esta. Por tal motivo en esta actividad, se debe elegir dentro de la información secundaria disponible, la información a utilizar en el estudio, información que represente de forma cercana la realidad del proyecto.

Es importante resaltar que la información secundaria, sirve como insumo para la determinación inicial de la localización de las posibles redes de servicios públicos presentes en el área de influencia.

#### 4.5.1 Recopilación de información primaria

En este ítem se presentan todas las actividades a desarrollar para realizar la recopilación de información primaria para el estudio de ingeniería de redes de servicios públicos, aclarado que dentro del rango propuesto de calidad de información (ver Definición de niveles de calidad de información) pertenece Calidad nivel C (QL C), Calidad nivel B (QL B) y Calidad nivel A (QL A). En términos prácticos es la información que se puede obtener en campo, se determina la existencia y la localización de servicios públicos con el nivel de calidad que se requiera según sea el alcance del estudio.

*Tabla 4-5 Resumen Recopilación de información primaria*

<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Producto</b>
1	Plan de trabajo de campo	Documento con plan de trabajo a para levantamiento de información en campo
2	Recopilación de información Calidad nivel C:	
2.1	Identificación de características visibles de las redes e infraestructura complementarias para los diferentes servicios públicos	
3	Recopilación de información Calidad nivel B:	
3.1	Método geofísico implementado para obtención de información	Documento con la información primaria recopilada acompañado de anexos y bases de datos, junto con los planos de campo
3.2	Características físicas de las redes (diámetros, longitudes, estructuras complementarias, materiales, elevación, entre otras)	
4	Recopilación de información Calidad nivel A:	
4.1	Método no intrusivo implementado para la obtención de información	
5	Elaboración de planos de campo	

*Fuente: Elaboración propia*

**Actividad 1. Plan de trabajo de campo:** En esta actividad se realiza un plan de trabajo, describiendo los estudios de campo a desarrollar para la obtención de información, donde se estipula los niveles de calidad de información requeridos, tecnologías a implementar para el levantamiento de información y los tiempos en los que se desarrollarán

las actividades. Todo esto debe ser aprobado por el propietario del proyecto y entidades públicas involucradas.

**Actividad 2. Recopilación de información Calidad nivel C:** En esta actividad se recopila toda la información de calidad nivel C para las diferentes redes de servicio público que se encuentran involucradas en el área de influencia (ver Definición de niveles de calidad de información).

**Actividad 3. Recopilación de información Calidad nivel B:** En esta actividad se recopila toda la información de calidad nivel B para las diferentes redes de servicio público que se encuentran involucradas en el área de influencia (ver Definición de niveles de calidad de información), especificando el método y tecnología con el que se va a obtener la información.

**Actividad 4. Recopilación de información Calidad nivel A:** En esta actividad se recopila toda la información de calidad nivel A para las diferentes redes de servicio público que se encuentran involucradas en el área de influencia (ver Definición de niveles de calidad de información), especificando el método intrusivo ha realizado.

**Actividad 5. Elaboración de planos de campo:** En esta actividad se recopila la información obtenida en campo bajo los diferentes niveles de calidad, y se realizan planos en formato DraWinG (dwg) o formato ShapeFile (shp), siempre utilizando la georreferencia estipulado del proyecto (ver Georreferenciación en Colombia).

#### **4.6 Integración de información secundaria y primaria**

Este capítulo se centra en la integración de toda la información recopilada de los diferentes niveles de calidad descritos anteriormente, con el objetivo de realizar planos y emitir conclusiones de la recopilación de información y el estado de las redes de servicios públicos dentro del área de influencia del proyecto a desarrollar. Este manejo de información pretende actualizar toda la información referente a cada red de servicio público identificado para finalmente llegar a tener un diagnóstico de interferencias.

Tabla 4-6 Resumen Integración de información secundaria y primaria

Actividad	Descripción	Producto
1	Integración información secundaria y primaria	
1.1	Compilación información secundaria	
1.2	Compilación información primaria	
2	Elaboración de planos actualizados	
2.1	Planos en planta	
2.2	Planos en sección	
2.3	Plano de Detalles	Planos con integración de información primaria y secundaria e identificación de interferencias
3	Elaboración de modelo tridimensional	
3.1	Modelo individual de cada red de servicio público	
3.2	Integración de modelos de cada red de servicio público	
4	Identificaciones de interferencias	
4.1	Identificación de interferencias y problemas	
4.2	Planteamiento conceptual de alternativas de solución	

Fuente: Elaboración propia

**Actividad 1. Integración información secundaria y primaria:** En esta actividad se integra la información obtenida de los diferentes niveles de calidad, para actualizar y refinar la información final, y así poder emitir resultados y conclusiones.

**Actividad 2. Elaboración de planos actualizados:** En esta actividad se elaboran los planos preferiblemente en formato DraWinG (dwg) (software comúnmente implementando en proyectos de infraestructura) o en formato ShapeFile (shp), según los requerimientos del cliente y de la empresa de servicios públicos, donde se proyecten todas las redes de servicios públicos con su respectiva infraestructura complementaria.

**Actividad 3. Elaboración de modelo tridimensional:** Esta actividad es opcional y será realizada dependiendo del alcance del proyecto, consiste en desarrollar un modelo tridimensional con ayuda de software (Autodesk Civil 3D, Autodesk InfraWorks, Autodesk Revit, entre otros) para identificar en tres dimensiones las interferencias presentadas, además de implementarlo para representarlo más fácilmente más cortes y secciones.

**Actividad 4. Identificaciones de interferencias:** En esta actividad se identifican las interferencias o problemas presentados con las redes de servicios públicos y los diseños del proyecto en cuestión, con el fin de determinar emitir resultados, conclusiones, análisis de riesgos y/o alternativas de solución como la reubicación, traslado y protección de redes de servicios públicos, entre otros.

#### 4.7 Presentación de resultados a entidades

A continuación, se presenta las actividades a desarrollar dentro de este capítulo, con el objetivo de realizar una coordinación con las diferentes empresas de servicios públicos involucradas y los conflictos presentados con el proyecto a desarrollar.

*Tabla 4-7 Resumen Presentación de resultados a entidades*

<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Producto</b>
1	Planeación reuniones:	
1.1	Resumen de presentación del proyecto	
1.2	Resumen de planos involucrados a cada ESP	
1.3	Solicitar reunión con nada delegado de las diferentes ESP	Documentos resumen con presentación a empresas de servicios públicos, cronograma de presentación ante entidades, carta de aprobación o solicitud de ajustes de planos.
2	Presentación de resultados	
2.1	Exponer información recopilada	
2.2	Exponer planos actualizados	
2.3	Exponer identificación de interferencias	
2.4	Solicitud de ajustes a producto o aprobación de planos	
2.5	Presentación de planos actualizados	

*Fuente: Elaboración propia*

**Actividad 1. Planeación reuniones:** En esta actividad se planean las reuniones con las diferentes empresas de servicios públicos involucradas en el proyecto.

**Actividad 2. Presentación de resultados:** En esta actividad se expone los planos, resultados, interpretación de la información recopilada y problemas identificados con los diseños del proyecto, donde se pretenden obtener ajustes de los productos.

El proceso de coordinación con las empresas de servicios públicos puede llegar a ser un proceso de retroalimentación, lo que significa que puede llegar a necesitar de más trabajo de campo, dependiendo de la necesidad de actividades adicionales para verificación de redes e infraestructura con un nivel de información QL B y QL A (Thelin et al., 2011).

## 4.8 Estudio y Resultados

Este capítulo describe características y generalidades que se deben presentar los documentos, entendiendo que debe ser un documento corto que consolide todos las actividades y componentes para verificar y justificar los resultados y conclusiones obtenidas.

*Tabla 4-8 Resumen Estudio y resultados*

<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Producto</b>
1	Compilación y actualización de planos	
1.1	Actualización de planos anteriormente iniciados	
1.2	Plano de identificación de interferencias de redes de servicios públicos con la infraestructura del proyecto	
2	Compilación y actualización de modelos	
2.1	Actualización de modelos anteriormente iniciados	
2.2	Identificación de interferencias en modelo consolidado.	Documento final del estudio con Planos incluyendo la identificación de interferencia
3	Elaboración documento final	
3.1	Objetivos del estudio	
3.2	Resumen de actividades desarrolladas	
3.3	Diagnóstico de interferencias de redes de servicios públicos con infraestructura del proyecto	
4	Presentación a propietario de proyecto e involucrados	
4.1	Elaboración de presentación ante cliente	
4.2	Presentación final a propietario e interesados en el estudio	

*Fuente: Elaboración propia*

**Actividad 1. Compilación y actualización de planos:** En esta actividad se compilan y actualizan todos los planos a presentar como producto final.

**Actividad 2. Compilación y actualización de modelos:** Esta actividad es opcional y será realizada dependiendo del alcance del proyecto, comprende la actualización y compilación de todos los modelos a presentar como producto final.

**Actividad 3. Elaboración documento final:** En esta actividad se elabora el documento final, donde se compila un resumen de todas las actividades desarrolladas para verificar y justificar los resultados, conclusiones y recomendaciones del estudio.

**Actividad 4. Presentación a propietario de proyecto e involucrados:** Esta actividad tiene como objetivo presentar los resultados, conclusiones y recomendaciones objeto del estudio en el proyecto en cuestión.

#### 4.9 Resumen general de lineamientos propuestos

A continuación, se presenta la lista de chequeo completa de cada una de las actividades a desarrollar para la elaboración de un estudio de ingeniería de redes de servicios públicos en proyectos de infraestructura.

Tabla 4-9 Resumen Lista de chequeo

Ítem	Descripción	Entregable	Estado
<b>Descripción del proyecto de infraestructura</b>			
<b>1A</b>	<b>Caracterización del proyecto de infraestructura</b>		<input type="checkbox"/>
1A.1	Describir y definir los antecedentes del proyecto		<input type="checkbox"/>
1A.2	Describir y categorizar el proyecto de infraestructura	<b>Entregable 1.</b> Documento resumen compuesto por la caracterización, localización, área de influencia y análisis general de información recibida	<input type="checkbox"/>
1A.3	Definir las etapas y/o fases del proyecto		<input type="checkbox"/>
1A.4	Describir los datos contractuales del proyecto		<input type="checkbox"/>
<b>1B</b>	<b>Localización del proyecto</b>		<input type="checkbox"/>
1B.1	Localizar el proyecto dentro del contexto local, regional y nacional		<input type="checkbox"/>
1B.2	Elaborar la representación gráfica de la localización del proyecto		<input type="checkbox"/>

Tabla 4-9 Resumen Lista de chequeo

Ítem	Descripción	Entregable	Estado
	(mapa o imágenes representativas) georreferenciada.		
<b>1C</b>	<b>Área de Influencia del proyecto</b>		<input type="checkbox"/>
1C.1	Definición del área de influencia según el tipo de proyecto.		<input type="checkbox"/>
1C.2	Elaborar la representación gráfica del área de influencia en forma de mapa o imagen representativa (georreferenciada).		<input type="checkbox"/>
<b>1D</b>	<b>Obtención de información del proyecto</b>		<input type="checkbox"/>
1D.1	Información de Topografía		<input type="checkbox"/>
1D.2	Información de estudios, diseños e informes de todas las especialidades involucradas		<input type="checkbox"/>
1D.3	Información de Planos de las diferentes especialidades		<input type="checkbox"/>
1D.4	Información de inventario y catastros de redes de servicios públicos		<input type="checkbox"/>
1D.5	Registros fotográficos de la zona del proyecto		<input type="checkbox"/>
1D.6	Resumen y análisis de la información recibida.		<input type="checkbox"/>
<b>Identificación problemática y definición de objetivos del estudio</b>			
<b>2A</b>	<b>Identificación de la problemática o necesidad a resolver</b>		<input type="checkbox"/>
2A.1	Describir los antecedentes del proyecto		<input type="checkbox"/>
2A.2	Identificar los involucrados o partes interesadas	<b>Entregable 2.</b> Documento resumen compuesto por la identificación de la problemática a resolver y la definición de los objetivos del estudio de ingeniería de redes de servicios públicos	<input type="checkbox"/>
2A.3	Identificar su evolución en el tiempo		<input type="checkbox"/>
2A.4	Establecer la problemática		<input type="checkbox"/>
2A.5	Identificar las causas y consecuencias		<input type="checkbox"/>
<b>2B</b>	<b>Definición del objetivo general</b>		
<b>2C</b>	<b>Definición de los objetivos específicos</b>		<input type="checkbox"/>
<b>Diagnóstico de información recibida e Identificación de las ESP involucradas</b>			

Tabla 4-9 Resumen Lista de chequeo

Ítem	Descripción	Entregable	Estado
<b>3A</b>	<b>Recopilación de información referente a estudios previos</b>		<input type="checkbox"/>
3A.1	ESP involucrados en área de influencia		<input type="checkbox"/>
3A.2	Localizaciones de redes e infraestructura de los servicios públicos		<input type="checkbox"/>
3A.3	Tecnologías implementadas en levantamiento de información		<input type="checkbox"/>
3A.4	recomendaciones y conclusiones del estudio		<input type="checkbox"/>
<b>3B</b>	<b>Identificación de las ESP involucradas en el proyecto</b>		<input type="checkbox"/>
<b>3C</b>	<b>Reunión con las diferentes ESP</b>	<b>Entregable 3.</b> Documento resumen con diagnóstico de la información recibida, identificación de empresas de servicios públicos involucradas y resumen de reuniones con las empresas de servicios públicos. Adicionalmente, resumen con el proceso de solicitud de permisos y trámites especiales.	<input type="checkbox"/>
3C.1	Exponer el proyecto que se va a ejecutar		<input type="checkbox"/>
3C.2	Enseñar la información con la que se cuenta hasta el momento		<input type="checkbox"/>
3C.3	Solicitar un interlocutor o delegado		<input type="checkbox"/>
3C.4	Solicitar oficialmente la información relacionada redes e infraestructura complementaria		<input type="checkbox"/>
3C.5	Solicitar información referente a proyectos o planes de expansión dentro del área de influencia		<input type="checkbox"/>
3C.6	Solicitar información adicional que se debería tener en cuenta dentro del desarrollo del estudio		<input type="checkbox"/>
<b>3D</b>	<b>Solicitud Permisos Especiales</b>		<input type="checkbox"/>
3D.1	Solicitar licencia de excavación y/o permisos relacionados.		<input type="checkbox"/>
3D.2	Solicitar licencia para investigación arqueológica y/o permisos relacionados.		<input type="checkbox"/>
3D.3	Solicitar licencias y permisos adicionales.		<input type="checkbox"/>
<b>Recopilación de información secundaria</b>			
<b>4A</b>	<b>Recopilación y clasificación de información inicial</b>	<b>Entregable 4.</b> Documento con la información secundaria recopilada acompañado de anexos pertinentes	<input type="checkbox"/>
4A.1	Servicio Público de acueducto		<input type="checkbox"/>
4A.2	Servicio Público de alcantarillado		<input type="checkbox"/>

Tabla 4-9 Resumen Lista de chequeo

Ítem	Descripción	Entregable	Estado
4A.3	Servicio Público de energía		<input type="checkbox"/>
4A.4	Servicio Público de gas		<input type="checkbox"/>
4A.5	Servicio Público de telecomunicaciones		<input type="checkbox"/>
<b>4B</b>	<b>Recopilación de información en mesas de trabajo con las ESP</b>		<input type="checkbox"/>
4B.1	Información existente de las redes de servicios públicos en el área de influencia		<input type="checkbox"/>
4B.2	Planos digitales		<input type="checkbox"/>
4B.3	Planos físicos		<input type="checkbox"/>
4B.4	Bases de datos		<input type="checkbox"/>
4B.5	Proyectos y planes de expansión		<input type="checkbox"/>
4B.6	Información adicional que se deba tener en cuenta dentro del área de influencia		<input type="checkbox"/>
<b>4C</b>	<b>Validación temporal y espacial de la información recopilada</b>		<input type="checkbox"/>
<b>Recopilación de información primaria</b>			
<b>5A</b>	<b>Plan de trabajo de campo</b>	<b>Entregable 5.</b> Documento con plan de trabajo a para levantamiento de información en campo	<input type="checkbox"/>
<b>6A</b>	<b>Recopilación de información Calidad nivel C</b>		<input type="checkbox"/>
6A.1	Identificación de características visibles de las redes e infraestructura complementarias para los diferentes servicios públicos		<input type="checkbox"/>
<b>6B</b>	<b>Recopilación de información Calidad nivel B</b>	<b>Entregable 6.</b> Documento con la información primaria recopilada acompañado de anexos y bases de datos, junto con los planos de campo	<input type="checkbox"/>
6B.1	Método geofísico implementado para obtención de información		<input type="checkbox"/>
6B.2	Características físicas de las redes (diámetros, longitudes, estructuras complementarias, materiales, elevación, entre otras)		<input type="checkbox"/>
<b>6C</b>	<b>Recopilación de información Calidad nivel A</b>		<input type="checkbox"/>

Tabla 4-9 Resumen Lista de chequeo

Ítem	Descripción	Entregable	Estado
6C.1	Método no intrusivo implementado para la obtención de información		<input type="checkbox"/>
<b>6D</b>	<b>Elaboración de planos de campo</b>		<input type="checkbox"/>
<b>Integración de información secundaria y primaria</b>			
<b>7A</b>	<b>Integración información secundaria y primaria</b>		<input type="checkbox"/>
7A.1	Compilación información secundaria		<input type="checkbox"/>
7A.2	Compilación información primaria		<input type="checkbox"/>
<b>7B</b>	<b>Elaboración de planos actualizados</b>		<input type="checkbox"/>
7B.1	Planos en planta		<input type="checkbox"/>
7B.2	Planos en sección		<input type="checkbox"/>
7B.3	Plano de Detalles	<b>Entregable 7.</b> Planos con integración de información primaria y secundaria e identificación de interferencias	<input type="checkbox"/>
<b>7C</b>	<b>Elaboración de modelo tridimensional</b>		<input type="checkbox"/>
7C.1	Modelo individual de cada red de servicio público		<input type="checkbox"/>
7C.2	Integración de modelos de cada red de servicio público		<input type="checkbox"/>
<b>7D</b>	<b>Identificaciones de interferencias</b>		<input type="checkbox"/>
7D.1	Identificación de interferencias y problemas		<input type="checkbox"/>
7D.2	Planteamiento conceptual de alternativas de solución		<input type="checkbox"/>
<b>Presentación de resultados a entidades</b>			
<b>8A</b>	<b>Planeación reuniones:</b>		<input type="checkbox"/>
8A.1	Resumen de presentación del proyecto		<input type="checkbox"/>
8A.2	Resumen de planos involucrados a cada ESP	<b>Entregable 8.</b> Documentos resumen con presentación a empresas de servicios públicos, cronograma de presentación ante entidades, carta de aprobación o solicitud de ajustes de planos.	<input type="checkbox"/>
8A.3	Solicitar reunión con nada delegado de las diferentes ESP		<input type="checkbox"/>
<b>8B</b>	<b>Presentación de resultados</b>		<input type="checkbox"/>
8B.1	Exponer información recopilada		<input type="checkbox"/>
8B.2	Exponer planos actualizados		<input type="checkbox"/>
8B.3	Exponer identificación de interferencias		<input type="checkbox"/>

Tabla 4-9 Resumen Lista de chequeo

Ítem	Descripción	Entregable	Estado
8B.4	Solicitud de ajustes a producto o aprobación de planos		<input type="checkbox"/>
8B.5	Presentación de planos actualizados		<input type="checkbox"/>
<b>Estudio y Resultados</b>			
<b>9A</b>	<b>Compilación y actualización de planos</b>		<input type="checkbox"/>
9A.1	Actualización de planos anteriormente iniciados		<input type="checkbox"/>
9A.2	Plano de identificación de interferencias de redes de servicios públicos con la infraestructura del proyecto		<input type="checkbox"/>
<b>9B</b>	<b>Compilación y actualización de modelos</b>		<input type="checkbox"/>
9B.1	Actualización de modelos anteriormente iniciados		<input type="checkbox"/>
9B.2	Identificación de interferencias en modelo consolidado.	<b>Entregable 9.</b> Documento final del estudio con Planos incluyendo la identificación de interferencia	<input type="checkbox"/>
<b>9C</b>	<b>Elaboración documento final</b>		<input type="checkbox"/>
9C.1	Objetivos del estudio		<input type="checkbox"/>
9C.2	Resumen de actividades desarrolladas		<input type="checkbox"/>
9C.3	Diagnóstico de interferencias de redes de servicios públicos con infraestructura del proyecto		<input type="checkbox"/>
<b>9D</b>	<b>Presentación a propietario de proyecto e involucrados</b>		<input type="checkbox"/>
9D.1	Elaboración de presentación ante cliente		<input type="checkbox"/>
9D.2	Presentación final a propietario e interesados en el estudio		<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia

## Capítulo 5.

### Aplicación de Caso Práctico Real

En este capítulo se expone la aplicación de los lineamientos generados y propuestos a un caso práctico de ingeniería. Para iniciar es importante dar a conocer de manera general el caso práctico real, este corresponde a la construcción de una cámara reguladora de presión y una cámara de macromedición para el sistema de distribución de agua potable al sector de Pueblo Viejo, distrito de La Estancia de la ciudad de Bogotá. El proyecto pertenece a la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá (EAAB) para el año 2019, con el objeto de construir una cámara reguladora de presión y una cámara de macromedición para el control operativo y reducción de pérdidas a través de la complementación del sistema automático de control de presiones Fase II de la zona 3. A continuación, se desarrollan los entregables como resultado de la aplicación de los lineamientos propuestos, siempre que corresponda al nivel del proyecto.

Es importante aclarar que el proyecto en cuestión ya fue realizado y ejecutado, sin embargo, al querer implementar los lineamientos propuestos en un caso práctico real, se adopta el proyecto como si fuera nuevo para el ejercicio académico, aplicando el orden y los lineamientos propuestos. Por acuerdos y aspectos de confidencialidad del proyecto, no se pueden exponer información contractual más allá de la presente en el actual documento.

#### ***ENTREGABLE 1. Documento resumen compuesto por la caracterización, localización, área de influencia y análisis general de información recibida***

##### ***Ítem 1A Caracterización del proyecto de infraestructura***

Luego de que la empresa prestadora de servicios públicos de agua potable y alcantarillado de Bogotá (EAAB) terminara la ejecución del contrato de consultoría para el desarrollo y calibración de los modelos hidráulicos para la evaluación de la capacidad hidráulica de las redes de acueducto de la zona 3 de la ciudad de Bogotá, encontró la necesidad de realizar la optimización del sistema de acueducto a través del suministro e instalación reguladoras de presión, de macromedidores y un programa de reducción de pérdidas a través de la complementación del sistema automático de control de presiones

de la Zona 3, por tal motivo, surge los proyectos de construcción de las cámaras en los puntos de especial importancia en el sistema de acueducto.

El proyecto en cuestión se clasifica dentro de los tipos de proyecto como Infraestructura de redes y activos de servicios públicos, y está catalogado como fase 3, estudio y diseños de ingeniería de detalle, con el objetivo de definir y diseñar todos los componentes del proyecto a detalle de tal manera que se pueda iniciar su construcción. Por aspectos de confidencialidad del proyecto, no se pueden exponer información contractual más allá de la presente en el actual documento.

#### Ítem 1B Localización del proyecto

Como se expuso anteriormente el proyecto se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá, y el originador del proyecto es la EAAB, como bien se sabe la empresa EAAB tiene dividida la ciudad en 5 zonas de operación y mantenimiento (Figura 5-1), y el proyecto en referencia se encuentra dentro de la zona 3 que abarca las localidades de Santafé, San Cristóbal, Tunjuelito, Fontibón, Antonio Nariño, Puente Aranda, Rafael Uribe Uribe, Mártires y La Candelaria. La ubicación específica de la cámara reguladora de presión y la cámara de macromedición se encuentra en la localidad de Fontibón, en el sector de Pueblo viejo (Sector 303 – EAAB), en la dirección Carrera 123 con Av. Calle 17, tal y como se muestra en la Figura 5-2.

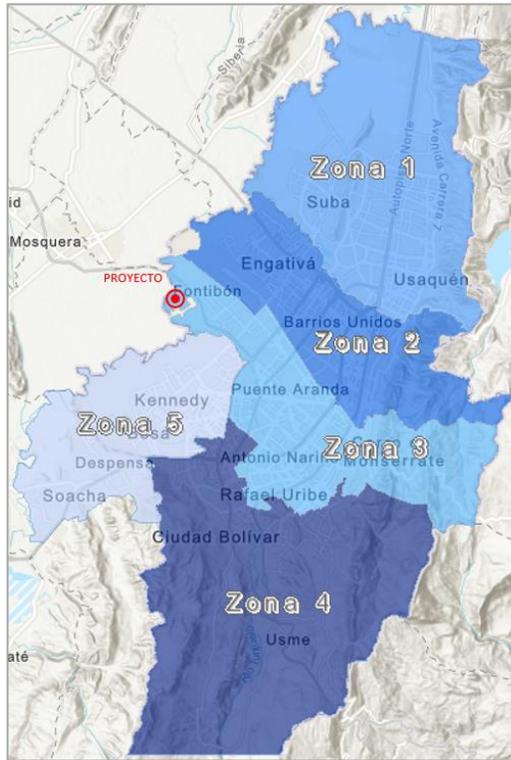


Figura 5-1 Zonificación Bogotá EAAB, Fuente: (EAAB, n.d.-b)



Figura 5-2 Localización proyecto, Fuente: Elaboración propia a partir de Google maps

### Ítem 1C Área de Influencia del proyecto

Para la definición del área de influencia del proyecto, conociendo que es un proyecto de tipo Infraestructura de redes y activos de servicios públicos, se puede relacionar su impacto directo involucrando la zona inmediatamente continua de las vías de la intersección en el punto donde se llevara a cabo la ejecución del proyecto; adicionalmente, teniendo en cuenta la afectación en el tránsito vehicular y peatonal que se podría llegar a tener por las actividades realizadas en la zona. El área de influencia definida se puede ver en la Figura 5-3 y Figura 5-4.



Figura 5-3 Área de influencia proyecto, Fuente: Elaboración propia a partir de Google maps

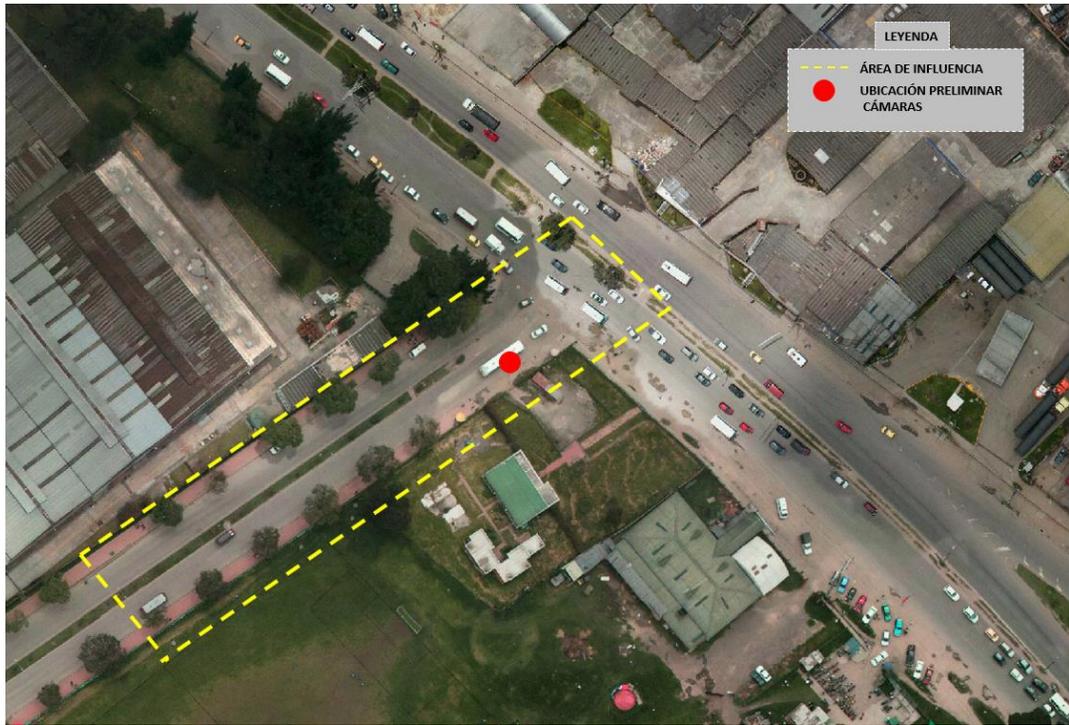


Figura 5-4 Área de influencia proyecto, Fuente: Elaboración propia, Ortofoto Bogotá 2014.

#### Ítem 1D Obtención de información del proyecto

Se obtiene toda la información relacionada al proyecto en los diferentes campos o especialidades involucradas a partir del consultor encargado en la construcción de las cámaras. Debido a aspectos de confidencialidad del proyecto, no se pueden exponer información más allá de la presente en el actual documento. Dentro de la información presentada se cuenta con levantamiento topográfico de la zona, el diseño estructural de la cámara, información técnica de los equipos de medición tales como macromedidor ultrasónico, macromedidor electromagnéticos, montaje mecánico tipo by-pass para la instalación del macromedidor, licencia de excavación, PMT aprobado, PIN ambiental, plan de gestión y calidad, modelación hidráulica y calibración de los distritos; e informe con la presentación general del proyecto.

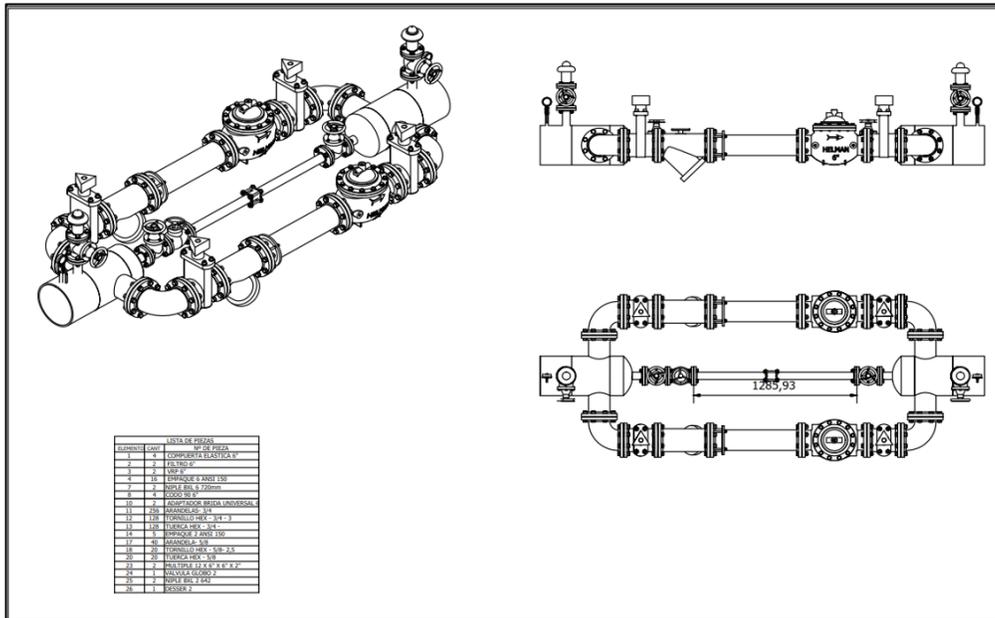


Figura 5-5 Plano As-Built Instalación Mecánica VRP, Fuente: Consultor Constructor

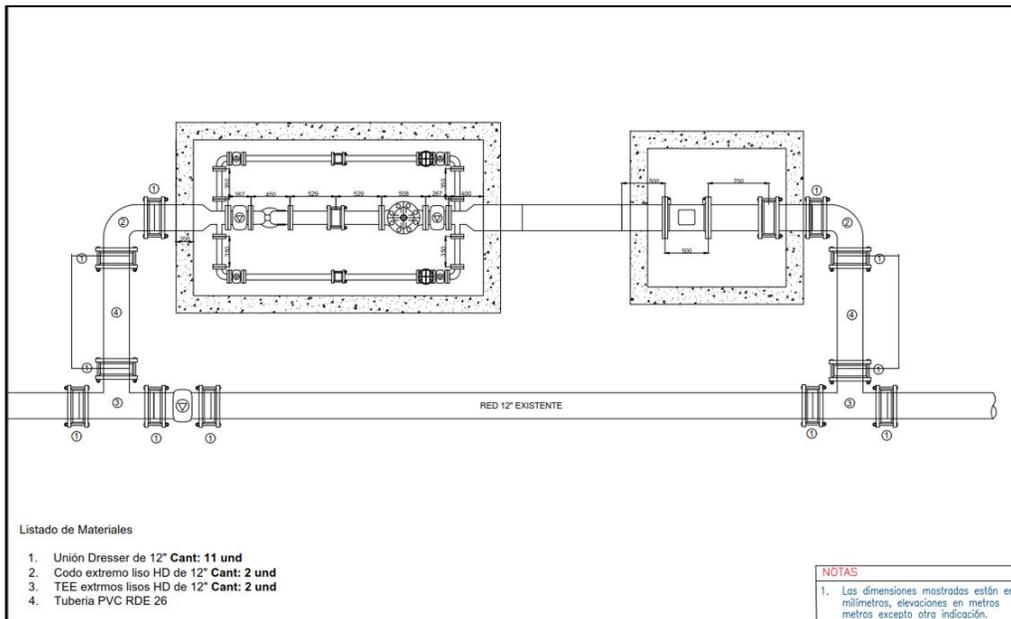


Figura 5-6 Plano As-Built Instalación Mecánica VRP y Macromedidor Planta, Fuente: Consultor Constructor

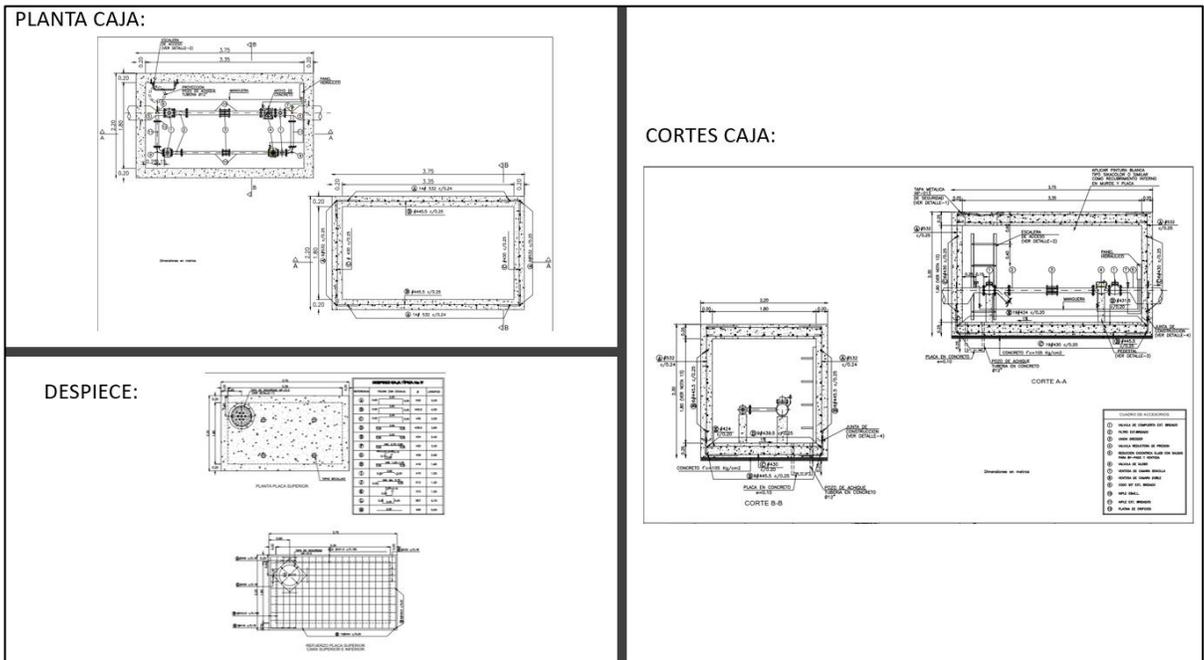


Figura 5-7 Plano Estructurales As-Built Cámara VRP, Fuente: Consultor Constructor

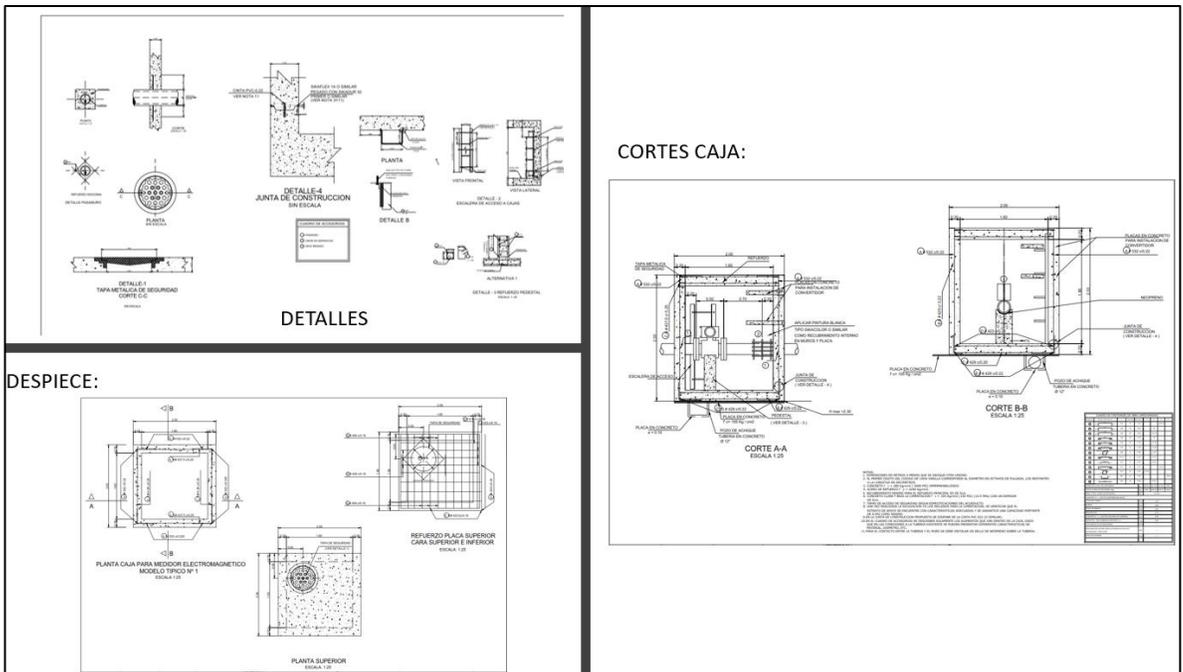


Figura 5-8 Plano Estructurales As-Built Cámara Macromedidor, Fuente: Consultor Constructor

**ENTREGABLE 2. Documento resumen compuesto por la identificación de la problemática a resolver y la definición de los objetivos del estudio de ingeniería de redes de servicios públicos**

Ítem 2A Identificación de la problemática o necesidad a resolver

Luego de que la empresa prestadora de servicios público de agua potable y alcantarillado de Bogotá (EAAB) terminara la ejecución de la consultoría para el desarrollo y calibración de los modelos hidráulicos para la evaluación de la capacidad hidráulica de las redes de acueducto de la zona 3 de la ciudad de Bogotá, encontró la necesidad de realizar la optimización del sistema de acueducto a través del suministro e instalación de macromedidores y un programa de reducción de pérdidas a través de la complementación del sistema automático de control de presiones de la Zona 3, por tal motivo, surge el proyecto de construcción de la cámara de macromedición en los punto de especial importancia en el sistema de acueducto en el sector 303, se conoce de manera general que por la zona existen redes principales de acueducto y alcantarillado, canalizaciones eléctricas y de telecomunicación que puedan afectar la localización del punto de construcción de la cámaras de regulación de presión y macromedición.

Ítem 2B Definición del objetivo general

**Objetivo general**

El objetivo general del estudio de ingeniería de redes de servicios públicos en el proyecto de construcción de una cámara reguladora de presión y una cámara de macromedición en una línea de suministro de agua potable de 12" de PVC, reside en establecer el punto de ubicación de éstas sin que pueda verse afectada ninguna red de servicio público ubicada en el área de influencia.

Ítem 2C Definición del objetivo general

**Objetivos específicos**

Los objetivos específicos planteados se presentan a continuación:

- Identificar los operadores de redes de servicios públicos presentes en el área de influencia del proyecto.

- Recopilar y analizar información secundaria dentro del área de influencia, tipo de redes y trazados con accesorios y planes de expansión de las ESP.
- Identificar posibles afectaciones a redes de servicios públicos.
- Recopilar la información en campo necesaria para determinar la ubicación final de la cámara de macromedición, sin afectar ningún sistema de servicio público presente en la zona.

**ENTREGABLE 3. Documento resumen con diagnóstico de la información recibida, identificación de empresas de servicios públicos involucradas y resumen de reuniones con las empresas de servicios públicos**

Ítem 3A Recopilación de información referente a estudios previos

Este ítem de recopilación de información referente a estudios previos No Aplica, debido a que se considera un proyecto nuevo, no tiene estudios previos, ni levantamiento de información en campo.

Ítem 3B Identificación de las ESP involucradas en el proyecto

A continuación, se deben presentar las empresas de servicios públicos que tienen incidencia dentro del área de influencia del proyecto y que pueden verse involucradas por la presencia de sus redes dentro del área de influencia del proyecto.

- Empresa de servicios público de agua potable y alcantarillado de Bogotá (EAAB). **Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá (EAAB)** Empresa dedicada a la distribución y comercialización de agua potable y recolección de agua residuales y pluviales en la ciudad de Bogotá.

*Tabla 5-1 Empresa de servicio público de Acueducto y Alcantarillado*

<b>Empresa</b>	<b>Dirección</b>	<b>Teléfono</b>
EAAB	Calle 24 No. 37-15 Bogotá	3447000

*Fuente: Elaboración propia*

- Empresa de servicio público de gas, VANTI. **GAS NATURAL SA ESP (VANTI)** (Gas Natural – Gas Natural Cundiboyacense SA ESP.) Empresa de servicios públicos dedicada a la distribución y comercialización del gas natural en la ciudad de Bogotá.

*Tabla 5-2 Empresa de servicio público de gas*

<b>Empresa</b>	<b>Dirección</b>	<b>Teléfono</b>
VANTI	Calle 71ª No. 5-38 Bogotá	3485500

*Fuente: Elaboración propia*

- Empresa de servicio público de energía, ENEL-CODENSA.  
**CODENSA SA ESP**, Operador de Red de la ciudad de Bogotá DC, CODENSA SA ESP, es el encargado de la operación y mantenimiento de las redes eléctricas y de alumbrado público, las redes de CODENSA SA ESP tienen presencia en todo el trazado del proyecto.

*Tabla 5-3 Empresa de servicio público de energía*

<b>Empresa</b>	<b>Dirección</b>	<b>Teléfono</b>
CODENSA SA ESP	Carrera 13ª No. 93-66C Bogotá	6016060

*Fuente: Elaboración propia*

- Empresa de servicio público de telefonía, ETB.  
**EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES DE BOGOTÁ (ETB)**, Empresa encargada de operar redes de telecomunicaciones en la ciudad de Bogotá, opera redes de Fibra Óptica y redes de Comunicación en diferentes tecnologías, sus redes están presentes en el área de influencia del proyecto.

*Tabla 5-4 Empresa de servicio público de energía*

<b>Empresa</b>	<b>Dirección</b>	<b>Teléfono</b>
ETB	Carrera 8 No. 20-00 Bogotá	2422000

*Fuente: Elaboración propia*

### Ítem 3C Reunión con las diferentes ESP

Al no poder realizar esta actividad, se adopta la solicitud de información del proyecto por medio de RFI (Request for information) para cada ESP identificada. Donde se asume que el consultor debe solicitar y recibir por parte de cada empresa de servicio público identificadas e involucradas, información referente a las redes que se encuentran dentro del área de influencia, y que a su vez se debe realizar la presentación del proyecto para el conocimiento del contrato y proyecto a desarrollar. La información que se debe solicitar dentro del área de influencia es como mínimo la siguiente:

- Planos de las redes existentes y proyectadas.

- Trazado con características físicas de las tuberías y accesorios de la red.
- Tipología y caracterización de la red o activo.
- Los permisos, autorizaciones o licencias de las redes del prestador u operador para la instalación de la red activo.
- Inventario de elementos que conforman y complementan las redes o activos.
- Los permisos, autorizaciones o licencias concedidas al prestador y/u operador para la instalación de la red o activo.
- Planos e información SIG de las redes existentes y proyectadas de cada ESP en el área de influencia del proyecto.
- Planes de expansión dentro del área de influencia del proyecto.
- Situación jurídica de las Redes, incluyendo: A) Responsable por su traslado y/o protección de acuerdo con la Ley Aplicable o el convenio respectivo. B) La propiedad de la servidumbre o franja por donde transita.
- Identificación de la Red, permiso de ocupación temporal o equivalente otorgado por alguna entidad estatal.

Del mismo se debe solicitar dentro de la RFI, la normativa aplicable vigente y los criterios de diseño de las redes de cada ESP. Adicionalmente, se debe solicitar una reunión para presentación del proyecto y de consultores, solicitud de información para tramites (investigación de redes en campo), solicitud de delgado para comunicaciones, gestiones, tramites y coordinación referente a las posibles interferencias y soluciones presentadas por el desarrollo del proyecto.

### Ítem 3D Solicitud Permisos Especiales

En este ítem se presenta los permisos y trámites que se desarrollaron para la ejecución de los trabajos, en la Figura 5-9 se presenta el plan de manejo de tráfico (PMT) que se solicitó ante la Secretaría Distrital de Movilidad y en la Figura 5-10 se presenta el recibo de las zonas de uso público, es de notar que no se presenta toda la información por acuerdos y aspectos de confidencialidad del proyecto.

 <b>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.</b> SECRETARÍA DE MOVILIDAD														
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DISTRICTAL BAJO EL ESTÁNDAR MPO PROCESO GESTIÓN DE TRANSITO Y CONTROL DE TRANSITO Y TRANSPORTE Reporte Consolidado de Obras de Infraestructura de Servicios Públicos (COOR)														
VERSIÓN: 1.0														
<b>SECCIÓN 1. OBRAS DE ALTO IMPACTO - SUBDIRECCIÓN DE PLANES DE MANEJO DE TRÁNSITO</b>														
Nº	DIRECCIÓN DE LA OBRA		CONTRATISTA RESPONSABLE DE LA LIC. DE CAL.	RESES AFECTAR	FECHA		HORARIO DE TRABAJO	HORARIO DE CIERRE	LIC. EDC.	OBSERVACIONES EIM	OBSERVACIONES EIU	AUTORIZADO	LOCALIDAD	RES. RESPONSABLE
	INICIO	FIN			INICIO	FIN								
	KR 123 DD 16	KR 123 DD AL SUR					24 HORAS		NOTA: EL EIU CORRIÓ. PUBLICACION EMITIDA EN EL [REDACTED]. LA CORRECCION CONSISTE EN MODIFICAR PMT NO AUTORIZADO - AUTORIZADO.		AUTORIZADO	SI	FONTEBON	

Figura 5-9 PMT para desarrollo del proyecto, Fuente: Consultor Constructor



**ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.**  
DESARROLLO URBANO

**RECIBO DE ZONAS DE USO PÚBLICO AFECTADAS POR OBRAS DE CANALIZACIÓN SUBTERRANEA PARA LA INSTALACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS, TELECOMUNICACIONES Y VALOR AGREGADO**

**EL INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO** por intermedio de la **DIRECCIÓN TÉCNICA DE ADMINISTRACIÓN DE INFRAESTRUCTURA** de la **SUBDIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURA** expide la presente **CERTIFICACIÓN** como constancia de **ENCONTRAR APTAS PARA SU UTILIZACIÓN** las zonas de uso público que fueron afectadas con excavaciones, autorizadas por la Resolución [REDACTED] Licencia de Excavación [REDACTED] para la construcción de ACOMETIDAS O DOMICILIARIAS de ACUEDUCTO.

La presente Certificación no exime a [REDACTED], de efectuar el mantenimiento, los arreglos o reparaciones que sean necesarias o le sean requeridos por las entidades Distritales en los lugares objeto de la licencia antes mencionada, ni lo exonera de cualquier proceso sancionatorio que pueda iniciarse o que se encuentre en trámite.

Bogotá D.C. [REDACTED]

**Gustavo Montano Rodríguez**

Director Técnico de Administración De Infraestructura

**GRUPO DE SUPERVISION Y CONTROL**

Daniel Felipe Ramirez Marin



Calle 22 N° 6 - 27 Tel. 338 66 60 [www.idu.gov.co](http://www.idu.gov.co) Información Línea 195

Figura 5-10 Recibo de obra, zonas de uso público caso práctico, Fuente: Consultor Constructor

Respecto a la solicitud de prospección arqueológica, para conocer si el predio es potencialmente histórico y solicitud de procedimiento a seguir frente al ICANH, y saber si se debería aplicar un Programa Arqueología Preventiva que permita en una primera formulación y Plan de Manejo Arqueológico correspondiente, para este proyecto no es necesario, debido al tipo de proyecto según el decreto 1080 de 2015, decreto reglamentario único del sector de cultura, y que a su vez es un terreno consolidado.

## **ENTREGABLE 4. Documento con la información secundaria recopilada acompañado de anexos pertinentes**

### Ítem 4A Recopilación y clasificación de información inicial

En este ítem se presenta información secundaria para el estudio de ingeniería de redes de servicios públicos, aclarado que dentro del rango propuesto de calidad de información pertenece a Calidad nivel D (QL D). A continuación, se muestra la información recopilada para los diferentes tipos de servicio públicos presentes en el área de influencia.

### **SERVICIO PÚBLICO DE ACUEDUCTO**

La EAAB cuenta con un portal de mapas interactivos, el cual es, el componente del Sistema de Información Geográfico Unificado Empresarial (SIGUE) encargado de obtener la información geográfica de la base de datos a través de un navegador que soporte HTML. Las consultas en el sistema permiten conocer los atributos de un elemento e información de activos de la infraestructura de servicio; para este caso, se consultó la información sobre la infraestructura de las redes de acueducto tales como tuberías, válvulas, cajas, hidrantes y demás activos de infraestructura hidráulica dentro del área de influencia, en la Figura 5-11 se presenta la información encontrada.

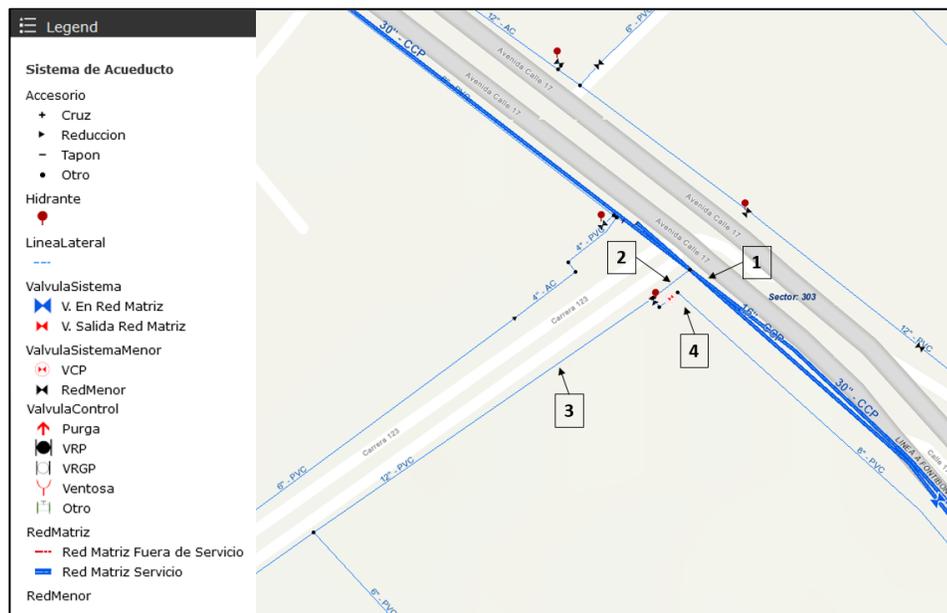


Figura 5-11 Información Secundaria Sistema de Acueducto, Fuente: (EAAB, n.d.-a)



información es nivel D (QL D) debido a que es información extraída de planos de obra.

- En la Carrera 123, se encuentra una red menor de diámetro nominal 12" localizada al oriente de la vía y red donde se pretende ubicar las cámaras de macromedición y reguladora de presión (número 3 de la Figura 5-11), la profundidad promedio es igual a 0.52 m, de material PVC, con una longitud igual a 166.53 m, actualmente se encuentra en servicio, fecha de instalación 7/31/2002, la calidad de información es nivel D (QL D) debido a que es información extraída de planos de obra.
- En el número 4 de la Figura 5-11, al costado oriental de la Carrera 123, se encuentra una red menor de diámetro nominal 8", la profundidad promedio es igual a 0.59 m, de material PVC, actualmente se encuentra en servicio, fecha de instalación 7/31/2000, la calidad de información es nivel D (QL D) debido a que es información extraída de planos de obra.

### **SERVICIO PÚBLICO DE ALCANTARILLADO**

La EAAB cuenta con un portal de mapas interactivos, el cual es, el componente del Sistema de Información Geográfico Unificado Empresarial (SIGUE) encargado de obtener la información geográfica de la base de datos a través de un navegador que soporte HTML. Las consultas en el sistema permiten conocer los atributos de un elemento e información de activos de la infraestructura de servicio; para este caso, se consultó la información sobre la infraestructura de las redes de alcantarillado sanitario y pluvial, tales como tuberías, tapas, buzones y demás activos de infraestructura hidráulica dentro del área de influencia, en la Figura 5-13 se presenta la información encontrada para alcantarillado sanitario y en la Figura 5-15 para alcantarillado pluvial.

Alcantarillado Sanitario:

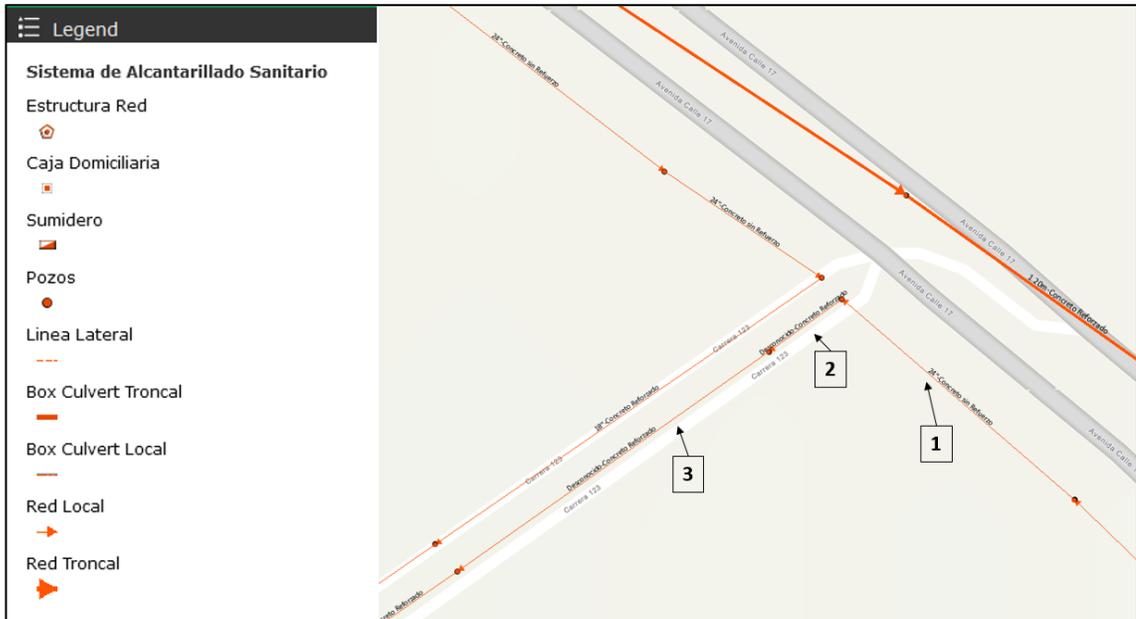


Figura 5-13 Información Secundaria Sistema de Alcantarillado Sanitario, Fuente: (EAAB, n.d.-a)

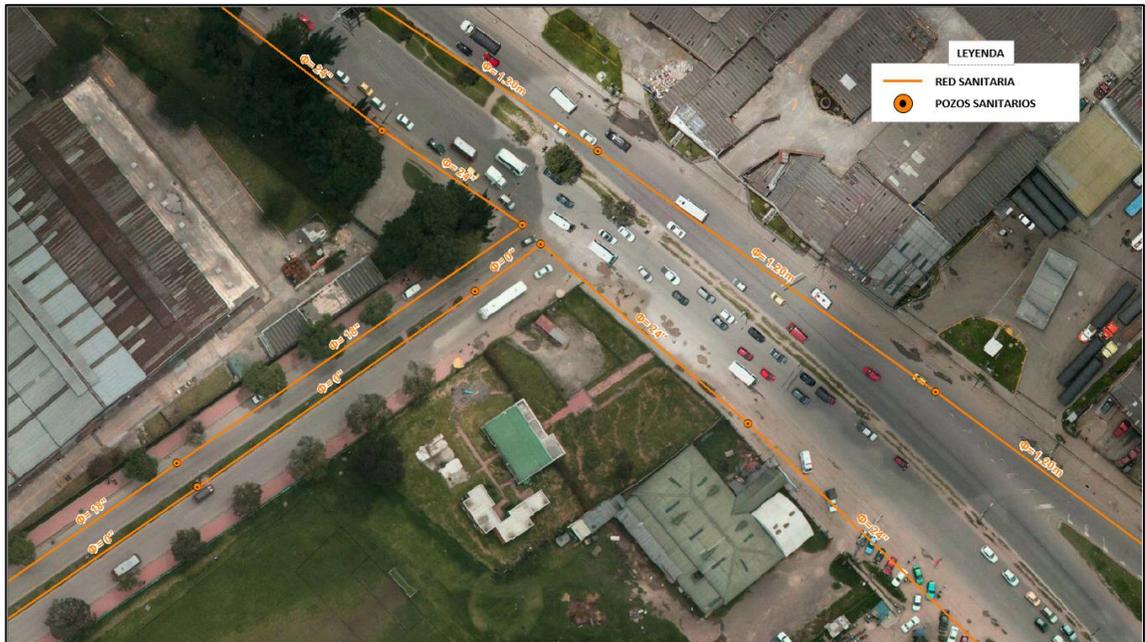


Figura 5-14 Información Secundaria Sistema de Alcantarillado Sanitario, Fuente: Elaboración propia, datos (EAAB, n.d.-a)

De la información consultada se puede resaltar lo listado a continuación:

- En la Av. Calle 17 al sur, se encuentran una red local (número 1 de la Figura 5-13), Colector de diámetro nominal igual a 24", localizada al sur de la vía, la profundidad promedio es igual a 5.56 m, pendiente promedio de 0.10%, longitud igual a 61.42 m, Cota rasante inicial igual a 2545.18, Cota clave inicial igual a 2539.70, Cota batea inicial igual a 2539.10, Cota rasante final igual a 2545.27, Cota clave final igual a 2539.64, Cota batea final igual a 2539.04, material de concreto sin refuerzo, actualmente en servicio, la calidad de información es nivel D (QL D) debido a que es información extraída de planos de obra.
- En la Carrera 123 costado oriental, se encuentran una red local (número 2 de la Figura 5-13), Colector de diámetro desconocido, la profundidad promedio no se reporta, pendiente promedio no se reporta, longitud igual a 18.08 m, Cota rasante inicial igual a 2545.19, Cota clave inicial no se reporta, Cota batea inicial no se reporta, Cota rasante final igual a 2545.23, Cota clave final no se reporta, Cota batea final no se reporta, material de concreto reforzado, actualmente en servicio, la calidad de información es nivel D (QL D) debido a que es información extraída de planos de obra.
- En la Carrera 123 costado oriental, se encuentran una red local (número 3 de la Figura 5-13), Colector de diámetro desconocido, la profundidad promedio no se reporta, pendiente promedio no se reporta, longitud igual a 76.19 m, Cota rasante inicial igual a 2545.23, Cota clave inicial no se reporta, Cota batea inicial no se reporta, Cota rasante final igual a 2544.57, Cota clave final no se reporta, Cota batea final no se reporta, material de concreto reforzado, actualmente en servicio, la calidad de información es nivel D (QL D) debido a que es información extraída de planos de obra.

Alcantarillado Pluvial:

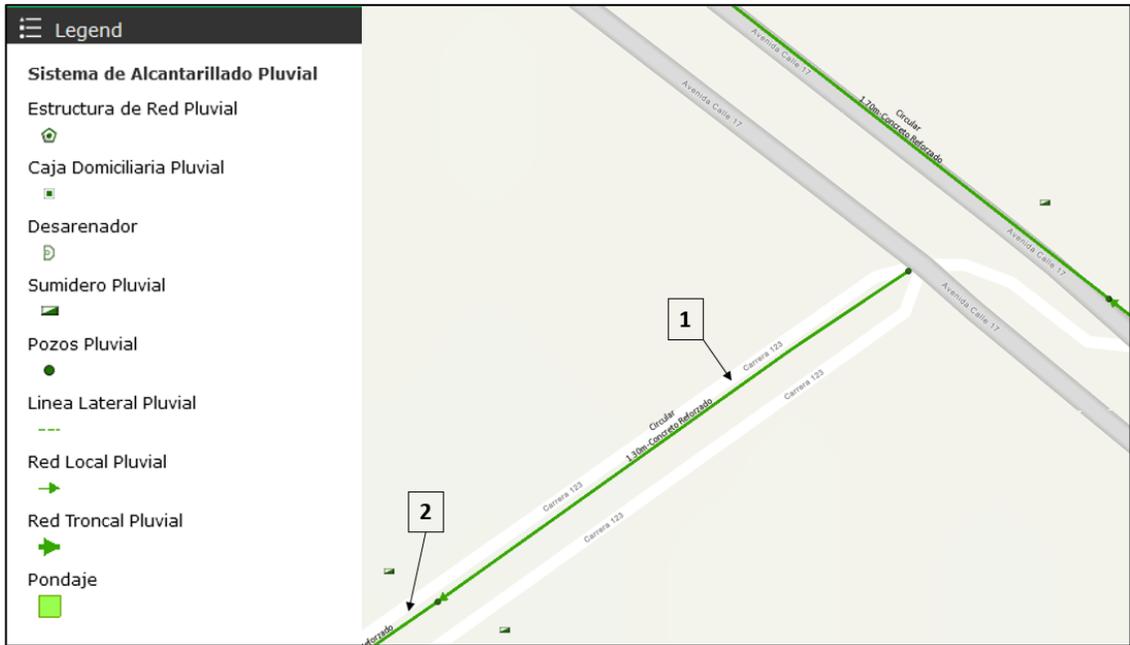


Figura 5-15 Información Secundaria Sistema de Alcantarillado Pluvial, Fuente: (EAAB, n.d.-a)

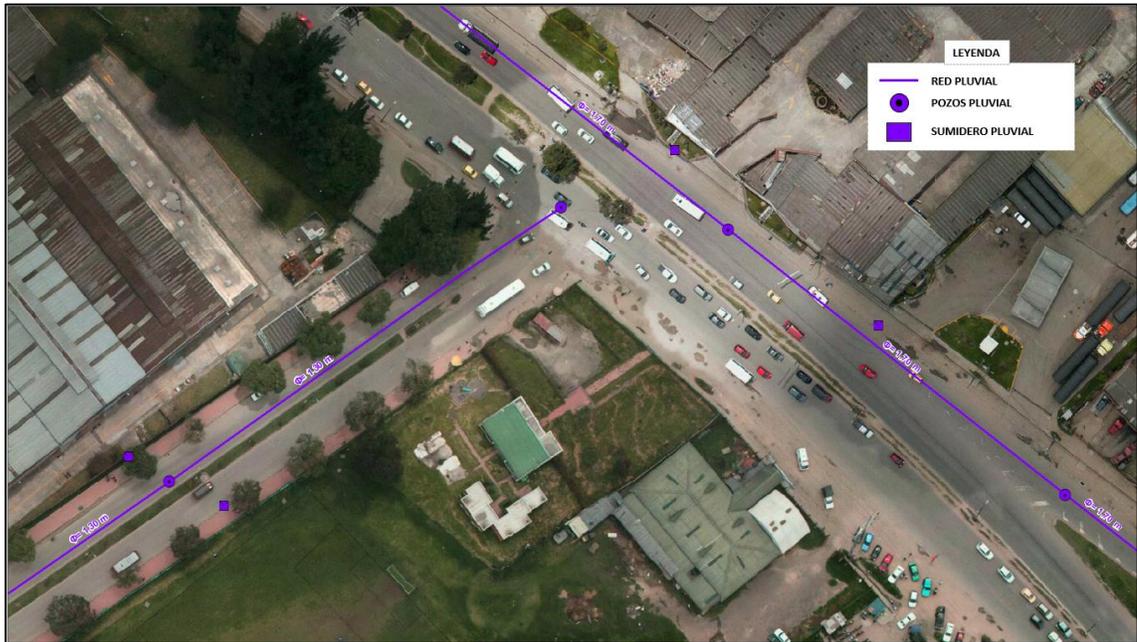


Figura 5-16 Información Secundaria Sistema de Alcantarillado Pluvial, Fuente: Elaboración propia, datos (EAAB, n.d.-a)

De la información consultada se puede resaltar lo listado a continuación:

- En la carrera 123 se encuentra una red troncal pluvial (número 1 de la Figura 5-15), colector de diámetro nominal igual a 1.30 m localizada en el separador vial, no se reporta pendiente ni profundidad promedio, una longitud de 107.74 m, Cota Rasante Inicial 2545.26, Cota clave inicial igual a 2541.19, Cota batea inicial igual a 2539.89, Cota rasante final igual a 2544.45, Cota clave final igual a 2540.79, Cota batea final igual a 2539.49, material de concreto reforzado, actualmente se desconoce el estado de la red, la calidad de información es nivel D (QL D) debido a que es información extraída de planos de obra.
- En la carrera 123 se encuentra una red troncal pluvial (número 2 de la Figura 5-15), colector de diámetro nominal igual a 1.30 m localizada en el separador vial, no se reporta pendiente ni profundidad promedio, una longitud de 102.44 m, Cota Rasante Inicial 2544.45, Cota clave inicial igual a 2540.50, Cota batea inicial igual a 2539.20, Cota rasante final igual a 2543.51, Cota clave final igual a 2540.16, Cota batea final igual a 2538.86, material de concreto reforzado, actualmente se desconoce el estado de la red, la calidad de información es nivel D (QL D) debido a que es información extraída de planos de obra.

## **SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA**

Por medio de los RFI mencionados anteriormente, se asume que cada empresa envía la información de las redes, activos e infraestructura dentro del área de influencia del proyecto. Dicha información fue recibida de manera digital, y procesada de por medio de un sistema de información geográfica (SIG), donde se encuentran los atributos y/o características de las redes, cajas, luminarias, cámaras, pedestales, activos e infraestructura para el servicio público de energía, prestado por Enel - Codensa dentro del área de influencia, en la Figura 5-17 se presenta la información encontrada para el servicio de redes de energía.



Figura 5-17 Información Secundaria Redes de Energía, Fuente: Elaboración propia, a partir de datos Enel-Codensa



Figura 5-18 Información Secundaria Redes de Energía, Fuente: Elaboración propia, a partir de datos Enel-Codensa

De la información consultada se puede resaltar lo listado a continuación:

- En la carrera 123 al costado oriental se encuentra una red subterránea de media tensión (número 1 de la Figura 5-17), es una red conductora aislada para distribución de energía de material cobre Triplex y localizada en el separador vial de la carrera 123 al costado oriental. Así mismo, se encuentra una red subterránea de media tensión (número 2 de la Figura 5-17), es una red conductora aislada de aluminio para distribución de energía de material polietileno reticulado (XLPE) Triplex y localizada en el separador vial de la carrera 123 al costado occidental. Al costado este de la vía se encuentra una red subterránea de media tensión (número 3 de la Figura 5-17), es una red conductora aislada para distribución de energía de material cobre Triplex.
- Sobre la carrera 123 se encuentra luminarias varias luminarias a lo largo del separador vial. Asimismo, se presentan varias cajas o cámaras de inspección sencilla y doble para canalización de redes de MT.

## **SERVICIO PÚBLICO DE GAS**

Por medio de los RFI mencionados anteriormente, se asume que cada empresa envía la información de las redes, activos e infraestructura dentro del área de influencia del proyecto. Dicha información fue recibida de manera digital, y procesada de por medio de un sistema de información geográfica (SIG), donde se encuentran los atributos y/o características de las redes, cajas, cámaras, válvulas, activos e infraestructura para el servicio público de gas natural, prestado por Gas Natural dentro del área de influencia, en la Figura 5-19 se presenta la información encontrada para el servicio de redes de gas.



De la información consultada se puede resaltar lo listado a continuación:

- Sobre la Av. Calle 17 y Carrera 123 se localiza una red de gas natural de diámetro nominal igual a 4 pulgadas, de material PE, fecha de construcción el 01/12/2010, con una profundidad promedio de un metro de la superficie, número 1 y 2 de la Figura 5-19. Adicionalmente, se encuentra válvulas de corte a lo largo del trazado de la tubería.

## SERVICIO PÚBLICO DE TELECOMUNICACIONES

Por medio de los RFI mencionados anteriormente, se asume que cada empresa envía la información de las redes, activos e infraestructura dentro del área de influencia del proyecto. Dicha información fue recibida de manera digital, y procesada de por medio de un sistema de información geográfica (SIG), donde se encuentran los atributos y/o características de las canalizaciones, cajas, cámaras, armarios, postes, activos e infraestructura para el servicio público de gas telecomunicaciones, prestado por ETB dentro del área de influencia, en la Figura 5-21 se presenta la información encontrada para el servicio de redes de telecomunicaciones.

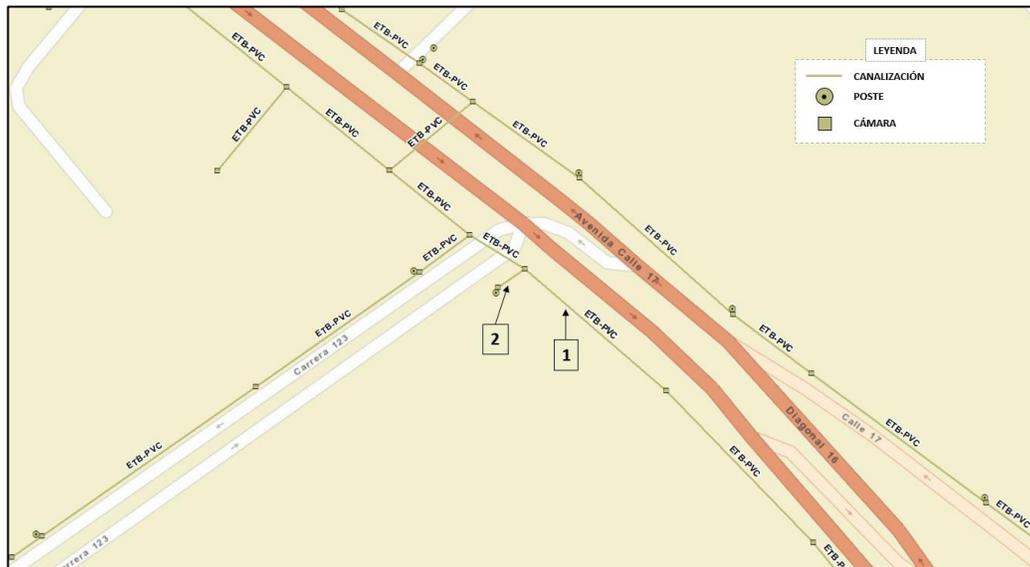


Figura 5-21 Información Secundaria Redes de Telecomunicaciones, Fuente: Elaboración propia, a partir de datos ETB



*Figura 5-22 Información Secundaria Redes de Telecomunicaciones, Fuente: Elaboración propia, a partir de datos ETB*

De la información consultada se puede resaltar lo listado a continuación:

- Sobre el andén sur de la Av. Calle 17 y en el andén del costado oriental de la Carrera 123 se localiza una canalización de telecomunicaciones operada por ETB, no se conoce el diámetro, de material PVC, actualmente se encuentra en servicio, no se reporta profundidad promedio, número 1 y 2 de la Figura 5-21.
- Se puede encontrar un poste en concreto ubicado en la esquina de la intersección de las dos avenidas, y cajas de concreto en el costado sur de la canalización de la carrera 123.

Adicionalmente, se consultó si existe presencia de otra red que pudiera ser afectada en la zona de proyecto y se concluye que la única presencia de redes y activos de servicios públicos son los presentados anteriormente.

*Ítem 4B Recopilación de información en mesas de trabajo con las ESP*

Este ítem de recopilación de información en mesas de trabajo con las ESP No Aplica, debido a que el proyecto en cuestión ya fue realizado y ejecutado, sin embargo, al querer

implementar los lineamientos propuestos en un caso práctico real, se adopta el proyecto como si fuera nuevo para el ejercicio académico, aplicando el orden y los lineamientos propuestos.

#### Ítem 4C Validación temporal y espacial de la información recopilada

La recopilación de información se hace por medio de entidades públicas y carácter oficial. Asimismo, de cubrir el área de influencia determinada previamente para el estudio. Por lo anteriormente expuesto la información será insumo para los análisis presentados para el desarrollo del presente caso práctico y documento.

#### **ENTREGABLE 5. Documento con plan de trabajo a para levantamiento de información en campo**

##### Ítem 5A Plan de trabajo de campo

En este caso y debido a que el proyecto del caso práctico ya fue realizado no es necesario realizar un plan de trabajo de campo. No obstante, en caso de que llegue aplicar este ítem, correspondería hacer una descripción del cómo se debería realizar el trabajo en campo. A continuación, se hace un ejemplo de cómo puede llegar a ser la descripción general del “Plan de trabajo de campo”.

La metodología general de un plan de trabajo en campo se centra en realizar inspecciones de campo para verificación de ubicación y detallar las características de la estructura y su posible afectación. Puede requerir de labores complementarias de investigación como uso de georradar, apiques, detectores de tuberías u otra tecnología de acuerdo con la complejidad de cada sitio. Durante esta inspección se verificará el uso de la red y su funcionamiento; las características básicas de dimensiones, materiales y en lo posible el estado actual. Todas las labores de campo, incluidos apiques y otras actividades, así como la caracterización de las obras o tuberías, serán consignadas en tabletas donde se cuenta con una Ortofoto para identificar en ella la infraestructura visible y así en campo marcar la precisión de la ubicación de las estructuras visibles; asimismo, se realizarán en fichas de inspección de acuerdo con las normas de las empresas operadoras de las redes, incluido el registro fotográfico. Esta labor se realizará hasta agotar las acciones que permitan la ubicación exacta de las interferencias y su caracterización y evaluación del estado actual y el grado de afectación con el proyecto.

***ENTREGABLE 6. Documento con la información primaria recopilada acompañado de anexos y bases de datos, junto con los planos de campo***

En este caso y debido a que el proyecto del caso práctico ya fue realizado, se hará una descripción general de la visita en campo y el levantamiento de información que fue llevado a cabo para la determinación del punto de ubicación de la cámara de la válvula reductora de presión y la cámara de macromedición, sin afectar ninguna red de servicio público ubicada en el área de influencia. A continuación, se hace una descripción general, teniendo en cuenta que es información catalogada como QL B y QL A.

Se realiza la identificación de las redes existentes identificadas en la recopilación de información secundaria, con el fin de corroborar la existencia y condiciones de las redes y a su vez conocer la ubicación exacta para no llegar a afectar durante la ejecución de la obra de infraestructura que abastece con servicio las unidades de vivienda o los locales comerciales aledaños al sitio y dentro del área de influencia.

Luego de realizar el cerramiento y el realizar la instalación de las señales verticales y los maletines planteados en el esquema del PMT Se inició las actividades exploratorias (método intrusivo) se extendieron en su excavación a una distancia entre del paramento equivalente a 50 cm de la red de acueducto de 12", ubicada en la carrera 123 al oriente de la vía y se realizó rotura de andén en concreto para encontrar el trazado de la red, donde se identificó que el trazado de la red actual está guiado por el sardinel del andén, trazado que se debía corroborar de la información secundaria. Se utiliza equipo de detección de metal para identificar la presencia de alguna red en el andén, y se logra concluir que no se identifica ninguna red o caja en la zona.



Figura 5-23 Fotografía cerramiento inició de exploración, Fuente: Consultor Proyecto



Figura 5-24 Fotografía inició de exploración, Fuente: Consultor Proyecto



Figura 5-25 Fotografía exploración andén, Fuente: Consultor Proyecto

Se comenzaron a realizar apiques en el andén para ubicar de manera general las futuras cámaras. Como resultado de las investigaciones, se identifica de manera preliminar que las cámaras del proyecto deberían localizarse en el andén oriental de la Carrera 123 a una distancia de 50 m desde la Av. Calle 17, en este punto no se tiene presencia de ninguna red de servicio público, y no se presenta afectación predial ni social.

Ítem 6D Elaboración de planos de campo

Con lo anterior, en la Figura 5-26 se presenta un plano preliminar con la ubicación se la red de acueducto identificada en formato ShapeFile (shp).

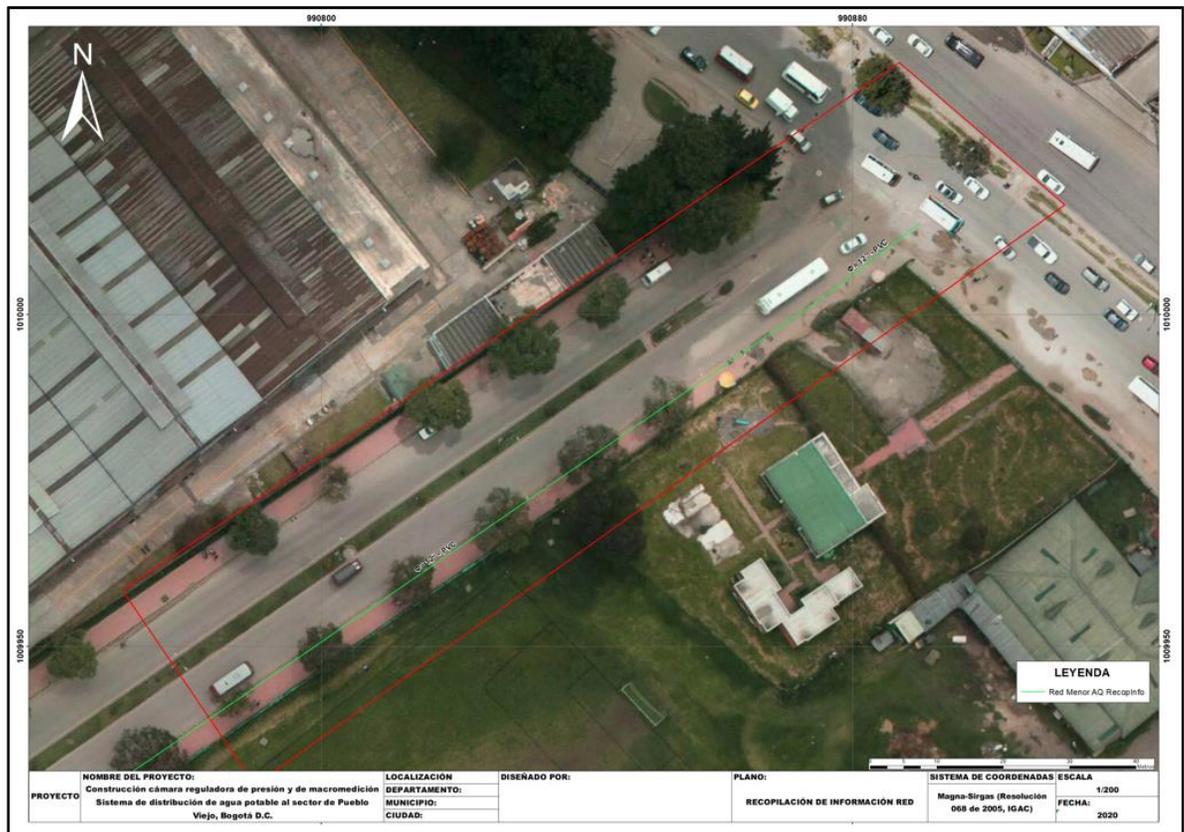


Figura 5-26 Plano preliminar de campo, Fuente: Elaboración propia

## ENTREGABLE 7. Planos con integración de información primaria y secundaria e identificación de interferencias

### Ítem 7A Integración información secundaria y primaria

En este ítem se realiza la integración de información primaria y secundaria por medio de la aplicación GIS, y se corrobora los trazados de las redes con la implantación de las cámaras del proyecto, en el siguiente ítem se muestra un plano de localización e integración de información primaria y secundaria para una mejor representación.

### Ítem 7B Elaboración de planos actualizados

De manera general se presenta el área de influencia del proyecto con la plantación de las redes identificadas en campo y la proyección de las estructuras de cámaras de macromedición y reguladora de presión en la Figura 5-27.

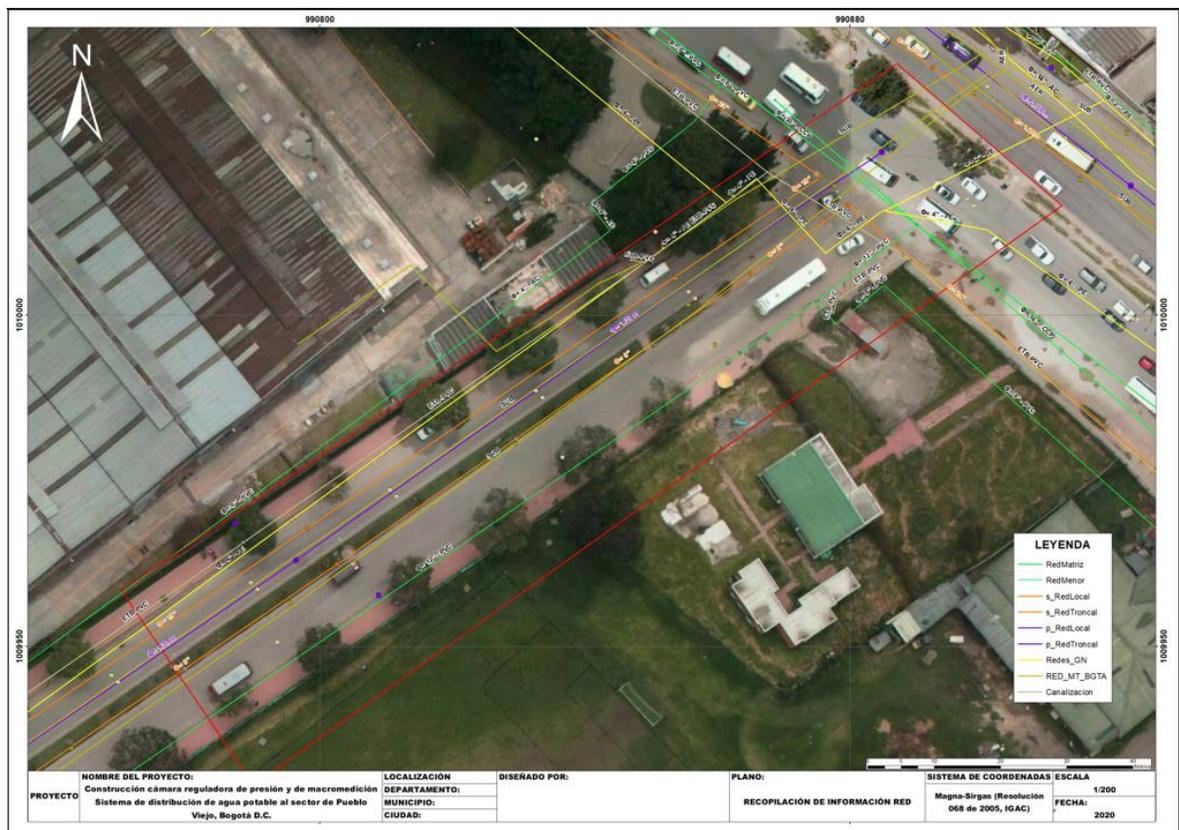
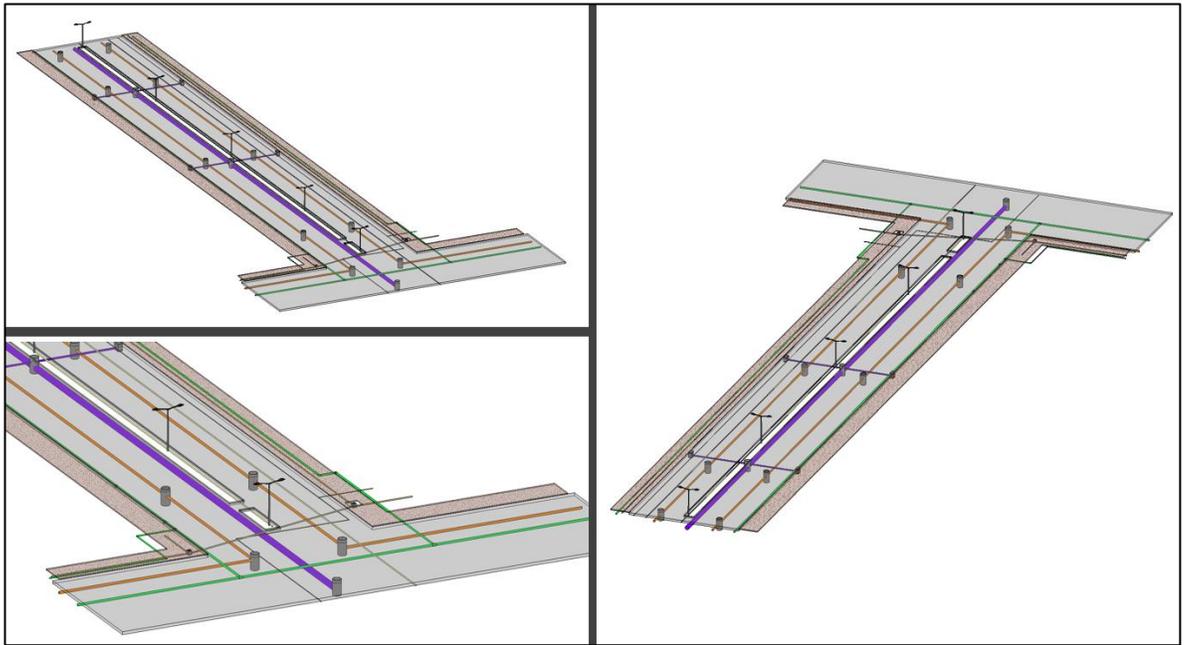


Figura 5-27 Plano actualizados, Fuente: Elaboración propia

### Ítem 7C Elaboración de modelo tridimensional

Este ítem de elaboración de modelo tridimensional no aplica, debido a que no entra dentro de los requisitos de la empresa dueña del proyecto EAAB-ESP. Sin embargo, en la Figura 5-28, se muestra el modelo de la integración de información secundaria y primaria, mostrando todas las redes presentes en el área de interés del proyecto, este modelo fue realizado por la herramienta computacional Autodesk Revit.



*Figura 5-28 Modelo Tridimensional Caso práctico, Fuente: Elaboración propia.*

### Ítem 7D Identificaciones de interferencias

Con la recopilación de información en campo y la integración de información secundaria y primaria, se concluye que no se presentan interferencias en la zona proyectada para la ubicación de las cámaras, por lo que se emite en las conclusiones del estudio la ubicación de las cámaras proyectadas.

**ENTREGABLE 8. Documentos resumen con presentación a empresas de servicios públicos, cronograma de presentación ante entidades, carta de aprobación o solicitud de ajustes de planos**

Ítem 8A Planeación reuniones

Al no poder realizar esta actividad, debido a que el proyecto en cuestión ya fue realizado y ejecutado, se asume que luego de los anteriores resultados obtenidos se debería ejecutar la actividad propuesta.

Ítem 8B Presentación de resultados

Al no poder realizar esta actividad, debido a que el proyecto en cuestión ya fue realizado y ejecutado, se asume que luego de los anteriores resultados obtenidos se debería ejecutar la actividad propuesta. Y se recomienda que la presentación incluya cada una de las evidencias encontradas en campo, fotografías, esquemas, imagen de los planos y las conclusiones del estudio.

**ENTREGABLE 9. Documento final del estudio con Planos incluyendo la identificación de interferencia**

Ítem 9A Compilación y actualización de planos

Al no tener comentarios por parte de las entidades de servicios públicos, se muestran el plano final con la ubicación de las cámaras y la red de acueducto, en la Figura 5-27 se presenta lo descrito.

Ítem 9B Compilación y actualización de modelos

Al no tener comentarios por parte de las entidades, y tomando de referencia el modelo presentado anteriormente, en la Figura 5-29 y Figura 5-30 se muestra el modelo de la integración de información secundaria y primaria, mostrando todas las redes presentes en el área de interés del proyecto y la ubicación proyectada de la cámara reguladora de presión y la cámara de macromedición para el sistema de distribución de agua potable al sector de Pueblo Viejo.

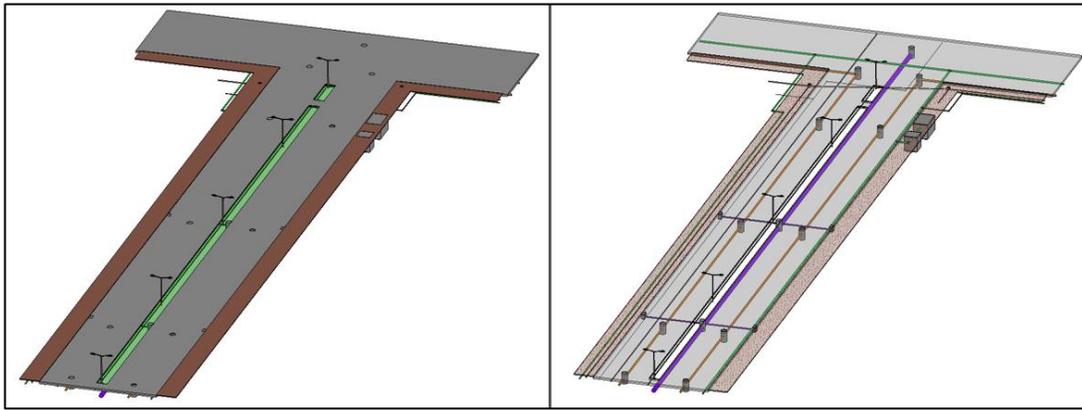


Figura 5-29 Modelo Tridimensional Caso práctico, Vista 1. Fuente: Elaboración propia

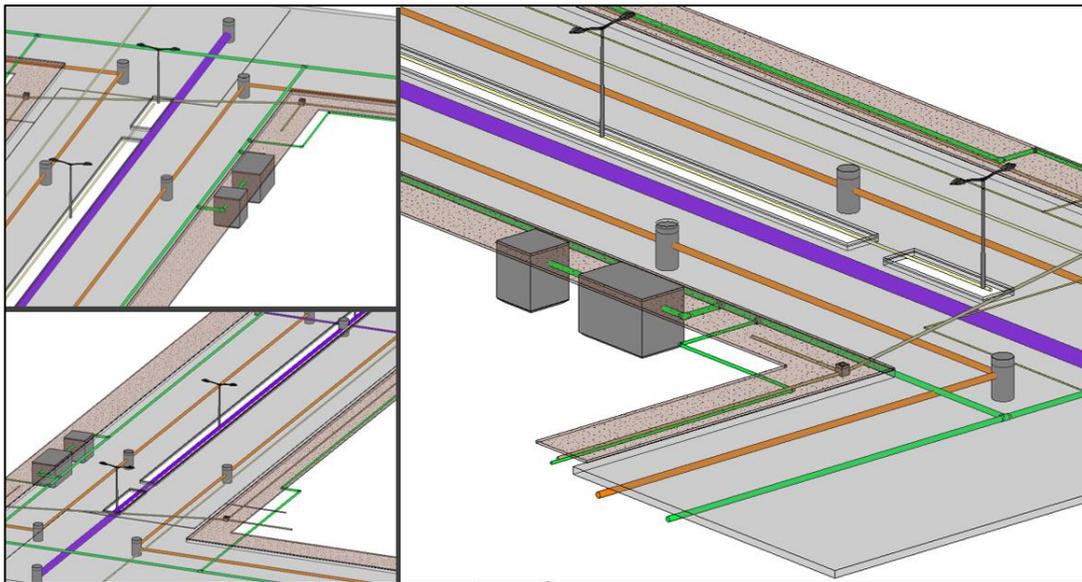


Figura 5-30 Modelo Tridimensional Caso práctico, Vista 2. Fuente: Elaboración propia

### Ítem 9C Elaboración documento final

El presente ítem es corresponde al documento final del estudio de ingeniería de redes de servicios públicos en el proyecto de construcción de una cámara reguladora de presión y una cámara de macromedición en una línea de suministro de agua potable de 12" de PVC, el cual describe características y generalidades, aclarando que es un documento corto y

conciso que consolida todas las actividades y componentes desarrolladas y conclusiones obtenidas.

El proyecto del estudio se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá en la localidad de Fontibón, en el sector de Pueblo viejo (Sector 303 – EAAB), en la dirección Carrera 123 con Av. Calle 17, tal y como se muestra en la Figura 5-31.

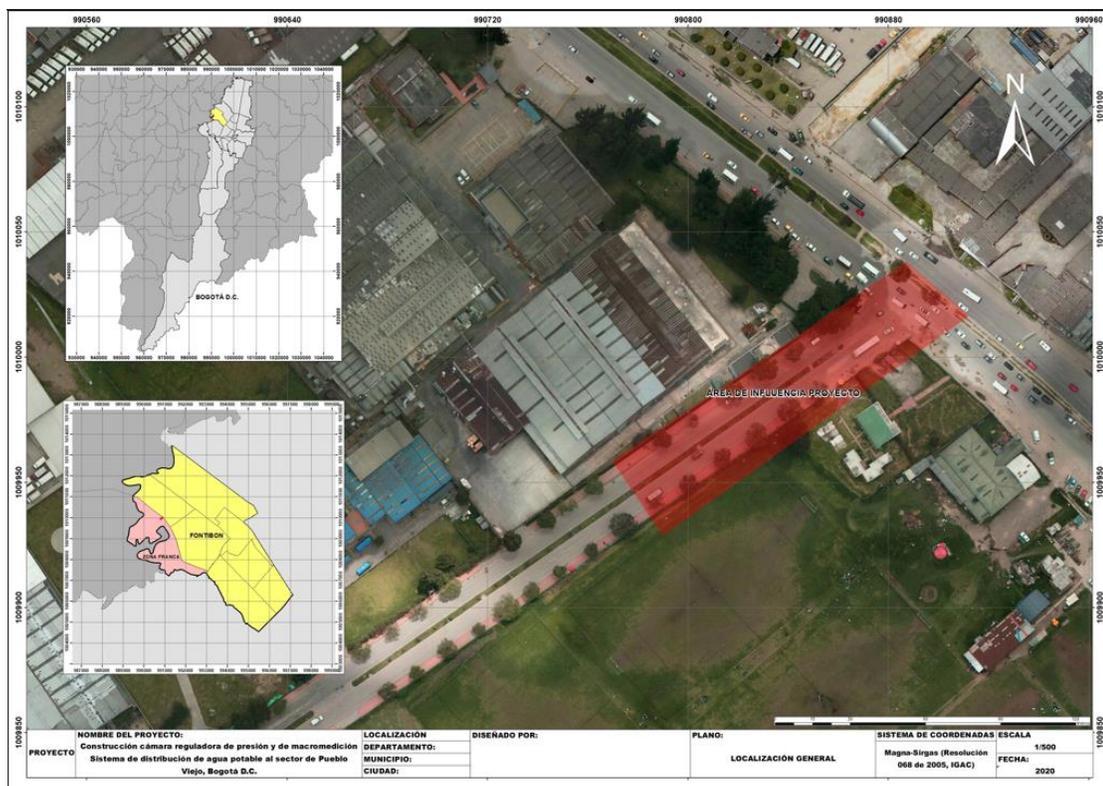


Figura 5-31 Localización proyecto, Fuente: Elaboración propia

Se conoce de manera general que por la zona existen redes principales de acueducto y alcantarillado, canalizaciones eléctricas y de telecomunicación que puedan afectar la localización del punto de construcción de las cámaras de regulación de presión y macromedición. Para iniciar, se presentan los objetivos del estudio:

### Objetivo general

El objetivo general del estudio reside en establecer el punto de ubicación de una cámara reguladora de presión y una cámara de macromedición en una línea de suministro

de agua potable de 12" de PVC sin que pueda verse afectada ninguna red de servicio público ubicada en el área de influencia.

### Objetivos específicos

- Identificar los operadores de redes de servicios públicos presentes en el área de influencia del proyecto.
- Recopilar y analizar información secundaria dentro del área de influencia, tipo de redes y trazados con accesorios y planes de expansión de las ESP.
- Identificar posibles afectaciones a redes de servicios públicos.
- Recopilar la información en campo necesaria para determinar la ubicación final de la cámara de macromedición, sin afectar ningún sistema de servicio público presente en la zona.

Se prevé que la instalación de las cámaras siga la configuración expuesta en la Figura 5-32.

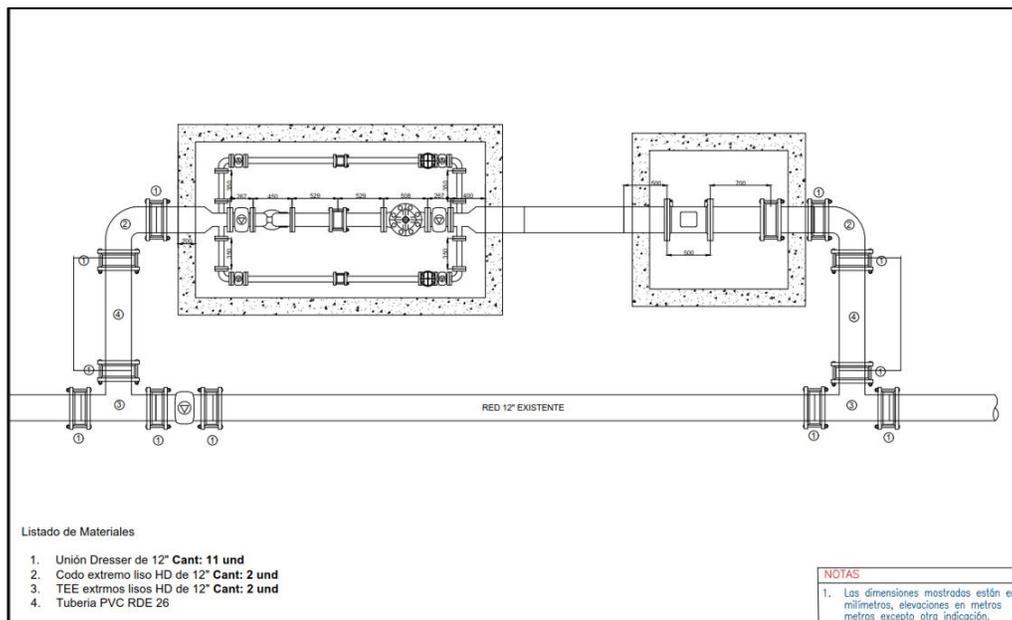


Figura 5-32 Configuración Instalación VRP y Macromedidor Planta, Fuente: Consultor Constructor

Se identifican las empresas de servicios públicos que tienen activos en la zona del proyecto y se ven involucradas; la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá

(EAAB), Gas Natural SA ESP (Vanti), Enel-Codensa y la empresa de telecomunicaciones de Bogotá (ETB). Se solicita información referente a las redes y activos que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto, para así realizar los análisis y levantamiento en campo requerido.

Se realiza el análisis de la información secundaria suministrada por cada una de las empresas de servicios públicos, para determinar el alcance de la recopilación de información en campo.

Se realiza la recopilación de información en campo con actividades exploratorias (método intrusivo) se extendieron en su excavación a una distancia entre del paramento equivalente a 50 cm de la red de acueducto de 12", ubicada en la carrera 123 al oriente de la vía y se realizó rotura de andén en concreto para encontrar el trazado de la red, donde se identificó que el trazado de la red actual está guiado por el sardinel del andén, trazado que se debía corroborar de la información secundaria. Se utiliza equipo de detección de metal para identificar la presencia de alguna red en el andén, y se logra concluir que no se identifica ninguna red o caja en la zona.

Respecto al diagnóstico de interferencias de redes de servicios públicos con la infraestructura proyectada del proyecto se concluye que no se presentan interferencias en la zona proyectada para la ubicación de las cámaras, y la ubicación se ve reflejada en la Figura 5-33.

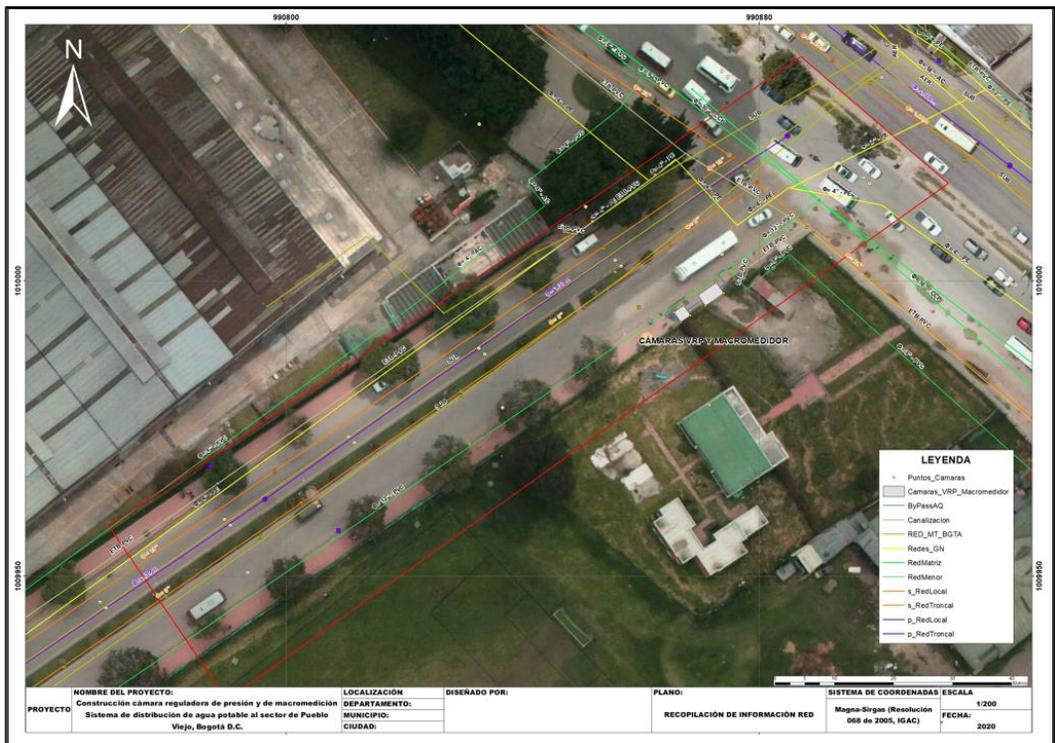
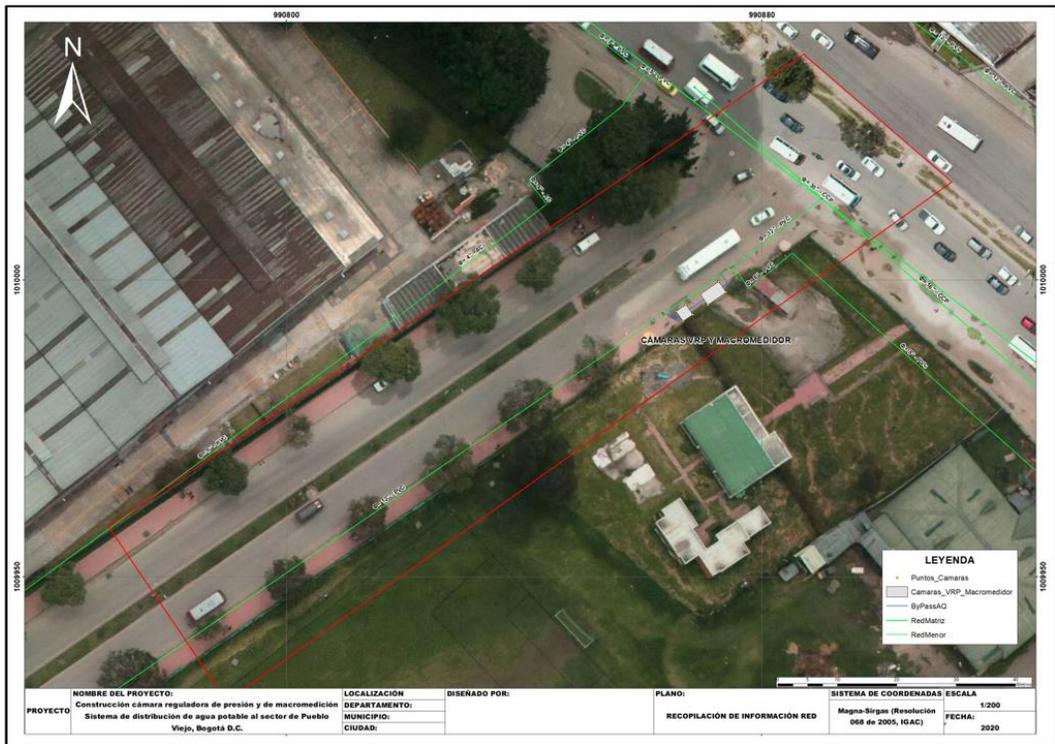


Figura 5-33 Localización de cámaras proyecto. Fuente: Elaboración propia

Asimismo, para concluir y de manera gráfica se expone en la Figura 5-34 la localización proyectada donde no se presenta ninguna interferencia con las redes de servicio públicos en el área de influencia del proyecto, y en la Tabla 5-5 se presentan las coordenadas de los vértices de las cámaras proyectadas para la localización de éstas.

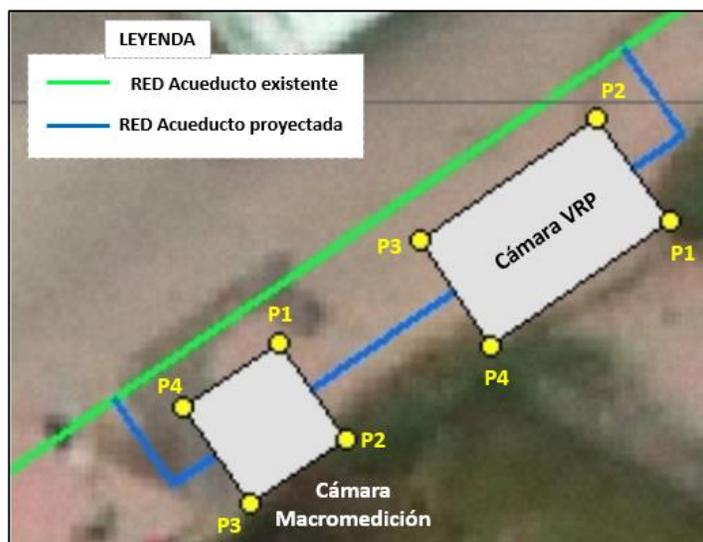


Figura 5-34 Esquema localización de cámaras proyecto. Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-5 Coordenadas vértices cámaras proyectadas

ID.	Punto	Coordenadas	
		X	Y
1	P1_VRP	990873.9772	1009997.969
2	P2_VRP	990872.732	1009999.782
3	P3_VRP	990869.6405	1009997.66
4	P4_VRP	990870.8857	1009995.846
5	P1_Macromedidor	990867.2239	1009995.88
6	P2_Macromedidor	990868.3559	1009994.231
7	P3_Macromedidor	990866.7071	1009993.099
8	P4_Macromedidor	990865.5751	1009994.748

Fuente: Elaboración propia

### Costos aproximados estimados para el estudio del caso práctico

A su vez como parte de las conclusiones del caso práctico, se presenta un presupuesto de referencia para el levantamiento de información de las redes de servicios públicos en un área definida para la investigación de éstas (ver Figura 5-35).

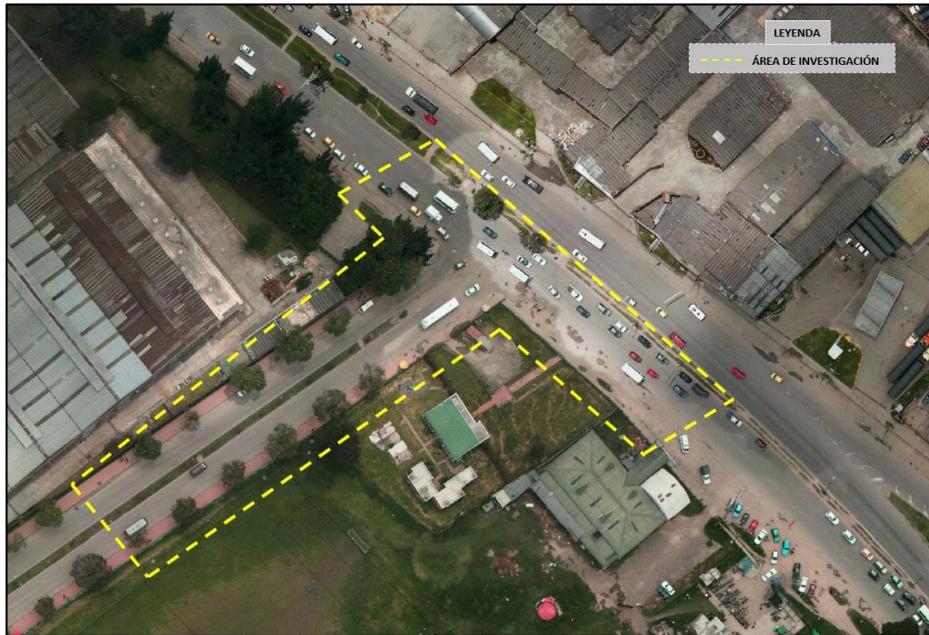


Figura 5-35 Área de investigación de redes. Fuente: Elaboración propia

A partir del área definida de investigación, área donde se obtendrá la información de las redes de servicios públicos, con un área aproximada de 7000 m<sup>2</sup>, y con la experiencia del director del presente documento, se presenta un presupuesto para el levantamiento de información y/o catastro de redes de servicios públicos y su infraestructura complementaria en la Tabla 5-6 se muestra lo relacionado.

Tabla 5-6 Presupuesto general caso práctico

<b>COSTOS DE PERSONAL</b>						
<b>Cargo</b>	<b>Meses</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Dedicación</b>	<b>Vr. Mensual</b>	<b>FM</b>	<b>Subtotal</b>
Director	1.0	1.0	20%	\$ 8 950 000	2.00	\$ 3 580 000
Coordinador Acueducto y alcantarillado	1.0	1.0	80%	\$ 4 500 000	2.00	\$ 7 200 000
Coordinador Gas, Energía y Comunicaciones	1.0	1.0	80%	\$ 4 500 000	2.00	\$ 7 200 000
Profesional SIG	1.0	1.0	80%	\$ 4 200 000	2.00	\$ 6 720 000
Ingeniero Auxiliar	1.0	1.0	100%	\$ 3 400 000	2.00	\$ 6 800 000
Auxiliar de Ingeniería	1.0	1.0	50%	\$ 2 500 000	2.00	\$ 2 500 000
Dibujante 3D	1.0	1.0	80%	\$ 2 300 000	2.00	\$ 3 680 000
						\$ 37 680 000
<b>COSTOS DIRECTOS</b>						
<b>Ítem</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Vr. Unitario</b>	<b>FM</b>	<b>Subtotal</b>	
Levantamiento topográfico para nuevos tramos a incorporar de redes de alcantarillado, incluye posicionamiento de vértices, nivelación trigonométrica y levantamiento planimétrico	km	2	\$ 2 500 000	1.30	\$ 6 500 000	
Catastro de pozos de alcantarillado, tapas, cajas Energía y Gas (incluye personal, vehículos, señalización, dotación, herramientas y digitalización de fichas y planos en ArcGIS)	und	50	\$ 98 000	1.30	\$ 6 370 000	
Catastro de redes de acueducto, Energía, Gas y Comunicaciones (incluye personal, vehículo, señalización, dotación, herramientas y digitalización de fichas y planos en ArcGIS)	km	2	\$ 1 670 000	1.30	\$ 4 342 000	
Impresiones – Papeleos – Documentos de entregables	und	1	\$ 3 200 000	1.30	\$ 4 160 000	
						\$ 21 372 000
<b>SUBTOTAL ANTES DE IVA</b>						\$ 59 052 000
IVA (Trabajo realizado por consultoría)						\$ 11 219 880
<b>TOTAL</b>						\$ 70 271 880

Fuente: Elaboración propia

Aclarando de manera general que los valores unitarios presentados anteriormente son tomados de la experiencia laboral y de los valores que se están manejando en el mercado en el año de realización del presente documento, asimismo, se adoptan los factores multiplicadores para tener en cuenta prestaciones sociales, gastos administrativos y utilidad sobre el valor. Cabe resaltar, que el personal estimado y el tiempo de ocupación para el presente presupuesto es determinado bajo la experiencia de los realizadores del documento. A su vez se puede concluir que el costo por metro cuadrado del área investigación para el caso práctico antes del IVA es de aproximadamente \$8.500.

Adicionalmente, se concluye por medio de caso práctico y bajo la experiencia laboral de los realizadores de tesis, que las actividades referentes a solicitud de permisos y trámites especiales, como por ejemplo, la licencia de excavación y uso del espacio público, y programa de arqueología preventiva, son recomendables que sean incluidos como de las primeras actividades dentro del cronograma de planeación de los proyectos, ya que su ejecución y aprobación puede tardar hasta 6 meses, lo que se traduce en retrasos y tiempos muertos del proyecto que ocasionan tardíos en la entrega de los productos.

#### Ítem 9D Presentación a propietario de proyecto e involucrados

Este ítem no aplica, dado que el proyecto del caso práctico ya fue realizado y ejecutado, se asume que con los resultados obtenidos y para finalización del estudio en cuestión se realizó dicha actividad, sin embargo, se recomienda que la presentación proyecte de manera resumida y general desde la concepción del estudio, el desarrollo y las conclusiones, para finalmente mostrar el resultado, el cual es la ubicación de las cámaras.

Por último, y en el Anexo 2 Lista de chequeo aplicación caso práctico, se presenta la lista de chequeo desarrollada para el caso práctico en referencia.

## **Capítulo 6.**

### **Conclusiones**

A continuación, se presentan las conclusiones y recomendaciones resultado del documento:

- El presente documento es una herramienta de estandarización y unificación de los procedimientos técnicos necesarios para la elaboración de los estudios de ingeniería de redes de servicios públicos en proyectos de infraestructura en Colombia.
- Dependiendo de la tipología del proyecto se necesita un nivel de información de mejor calidad. En proyectos complejos, en términos donde se presenten una alta densidad de redes y activos de servicio público, o proyectos que requieran una gran cantidad de excavaciones, requerirán un nivel de calidad alto de información. Asimismo, a mayor nivel de calidad de información, el nivel de confiabilidad es mayor y los riesgos asociados son menores.
- Al utilizar los lineamientos para la elaboración de los estudios de ingeniería de redes de servicios públicos en proyectos de infraestructura, brinda a los ingenieros y partes interesadas criterios que les permita tomar una decisión sobre los resultados del proyecto de infraestructura centrado en ingeniería de redes de servicios públicos, asimismo, se puede efectuar un juicio y evaluación de la calidad del estudio y sus productos.
- La aplicación de los lineamientos y del proceso integral estipulado en este documento puede ayudar a identificar conflictos de redes de servicios públicos, para realizar ajustes en cronogramas y presupuestos de diseño y obra, y así obtener tiempos y presupuestos acordes a la realidad de lo que se encontrara en campo.
- La atención y aplicación adecuada de un estudio de ingeniería de redes de servicios públicos se traducirá en una correcta planeación y un presupuesto acorde a la realidad para el desarrollo exitoso de un proyecto de infraestructura.

- Se evidencia la ausencia de capacitaciones, material académico y programas de formación acreditados en Colombia, para el entendimiento y desarrollo de los temas técnicos que lleva consigo un proyecto de infraestructura en términos de estudio de redes de servicios públicos y su relación directa con la planeación y desarrollo exitoso de un proyecto.
- Con el desarrollo del presente documento y la experiencia del autor y director, se concluye que las empresas especializadas en la investigación de redes de servicios públicos en proyectos son muy escasas, y particularmente en Colombia se evidencia la ausencia de tecnología para la exploración en campo. A su vez, se expone la importancia de incluir actividades y presupuesto dentro de los términos de referencia de los proyectos de infraestructura, dada la importancia de esta área en el desarrollo satisfactorio de un proyecto.
- Con respecto al caso práctico, se observa la importancia de aplicación de lineamientos en un estudio de ingeniería de redes para un proyecto de infraestructura independientemente del tamaño e importancia del proyecto, dado que permite establecer los puntos más representativos que deben considerarse para obtener un producto completo, soportado técnicamente y proporcionar a las partes involucradas pautas para comparar resultados y tomar decisiones.
- En el Anexo 1 Bases de datos Normativa, se presenta la normativa con la que se realizó el presente documento y que sirve de guía y consulta para los ingenieros o partes interesadas que requieran aplicar los lineamientos descritos, es de resaltar que esta normativa frecuentemente sufre modificaciones y actualizaciones, por lo que dependiendo de la fecha en que se consultó será adecuado revisar la existencia de una nueva versión.
- El presente documento contribuye al desarrollo de investigación en el área de estudios de ingeniería de redes de servicios públicos en proyectos de infraestructura en Colombia, abre puertas a investigaciones y futuras profundizaciones en los diferentes procedimientos técnicos analizados y propuestos, con el fin de desarrollar éstos con mayor detalle.

## Referencias Bibliográficas

- American Society of Civil Engineers. (2002). Standard Guidelines for the Collection and Depiction of Existing Subsurface Utility Data. In *ASCE Standard* (Issues 38-2 CI). American Society of Civil Engineers. <https://doi.org/10.1061/9780784406458>
- Banco Mundial. (2020). *Desarrollo urbano*. <https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview>
- Ley 1682, (2013). [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1682\\_2013.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1682_2013.html)
- Ley 142 de 1994, (2019). [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0142\\_1994.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0142_1994.html)
- EAAB. (n.d.-a). *Visor Sistema de Información Geográfico EAB*. <https://www.acueducto.com.co/wassigue1/VisorBaseEAB/>
- EAAB. (n.d.-b). *Zonas de servicio Bogotá*. [https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/acueducto-y-alcantarillado/la-infraestructuraAcueducto/zonas-de-servicio!/ut/p/z1/zVILd9o6EP4rbLLU8egtL0NCSZwQMCFNwyZHtuXU9wImxkkfv\\_7KN4\\_yKFYS8GIhoYM080kz-kYzEt7Y--KNZ\\_oxu9Nlls\\_0xP6-GYtbER4BVkAugJEjCC8H7WH](https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/acueducto-y-alcantarillado/la-infraestructuraAcueducto/zonas-de-servicio!/ut/p/z1/zVILd9o6EP4rbLLU8egtL0NCSZwQMCFNwyZHtuXU9wImxkkfv_7KN4_yKFYS8GIhoYM080kz-kYzEt7Y--KNZ_oxu9Nlls_0xP6-GYtbER4BVkAugJEjCC8H7WH)
- EAAB. (2004). *NS 012, Aspectos Técnicos para cruces y detección de interferencias en construcción de sistemas de acueducto y alcantarillado*. <https://www.acueducto.com.co/webdomino/sistec/consultas.nsf/0b692c3c1dd51bdf05256a46004ec8ce/05256d89005e772c05256a30004d476c?OpenDocument&Highlight=0,012>
- EAAB. (2020). *NS 058, Aspectos técnicos para la investigación y calificación de redes de alcantarillado con equipos de CCTV*. <https://www.acueducto.com.co/webdomino/sistec/consultas.nsf/0b692c3c1dd51bdf05256a46004ec8ce/05256d89005e772c052575c400683050?OpenDocument&Highlight=0,058>

- Enel - Codensa. (2004). *LAR021 Distancias mínimas verticales entre ciurcuitos con diferentes niveles de tensión.*  
[http://likinormas.micodensa.com/Norma/lineas\\_aereas\\_rurales\\_distribucion/generalidades\\_lar/lar021\\_distancias\\_minimas](http://likinormas.micodensa.com/Norma/lineas_aereas_rurales_distribucion/generalidades_lar/lar021_distancias_minimas)
- Enel - Codensa. (2013). *AE237-1 Utilización de andenes para redes subterráneas y acometidas.*  
[https://likinormas.micodensa.com/Norma/acometidas\\_medidores/acometidas\\_electricas/ae2371\\_utilizacion\\_andenes\\_redes\\_subterranneas\\_acometidas](https://likinormas.micodensa.com/Norma/acometidas_medidores/acometidas_electricas/ae2371_utilizacion_andenes_redes_subterranneas_acometidas)
- EPM. (2013a). Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de las Empresas Públicas de Medellín. E. S. P. *Empresas Públicas de Medellín E.S.P.*, 246.  
[https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro\\_de\\_documentos/NormasDisenoSistemasAcueducto.pdf](https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/NormasDisenoSistemasAcueducto.pdf)
- EPM. (2013b). Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín. E. S. P. *EPM*, 246.  
[https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro\\_de\\_documentos/NormasDisenoSistemasAcueducto.pdf](https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/NormasDisenoSistemasAcueducto.pdf)
- Gas Natural SA ESP. (2004). *NT-061 Plan de prevención de daños.* 1–12.
- Geonics Limited. (2013). *EM31-MK2.* <http://www.geonics.com/html/em31-mk2.html>
- Huber, F. W., & Anspach, J. H. (2004). Construction Benefits Resulting from using ASCE/CI 38-02. *Pipeline Engineering and Construction*, 53(9), 1–8.  
[https://doi.org/10.1061/40745\(146\)70](https://doi.org/10.1061/40745(146)70)
- IDU. (2017). *Guía Coordinación IDU, ESP y TIC en Proyectos de Infraestructura de Transporte.*
- IDU, I. de D. U.-. (n.d.). *Permisos espacio público y licencias de excavación.*  
<https://www.idu.gov.co/page/transparencia/informacion-de-interes/preguntas-frecuentes/permisos-espacios-publicos-y-licencias-de-excavacion>
- INCONTEC. (2001). *NTC 3728 Gasoductos, Líneas de Transporte y redes de Distribución de Gas.*

[https://www.academia.edu/25307104/NORMA\\_TÉCNICA\\_NTC\\_COLOMBIANA\\_372\\_8\\_GASODUCTOS.\\_LÍNEAS\\_DE\\_TRANSPORTE\\_Y\\_REDES\\_DE\\_DISTRIBUCIÓN\\_DE\\_GAS](https://www.academia.edu/25307104/NORMA_TÉCNICA_NTC_COLOMBIANA_372_8_GASODUCTOS._LÍNEAS_DE_TRANSPORTE_Y_REDES_DE_DISTRIBUCIÓN_DE_GAS)

INVIAS. (2015). *Manual de Consultoría e Interventoría para Estudios y Diseños y gerencia de proyectos en INVÍAS.*

Jeong, H. S., Abraham, D. M., & Lew, J. J. (2004). Evaluation of an Emerging Market in Subsurface Utility Engineering. *Journal of Construction Engineering and Management*, 130(2), 225–234. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2004\)130:2\(225\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2004)130:2(225))

Medina, M. N. (2014). *La investigación aplicada a proyectos* (Centro de Investigaciones para el Desarrollo (CAYE) (ed.); Segunda Ed).

Reglamento Técnico para el Sector de Agua potable y Saneamiento Básico - RAS, (2017).

Naciones Unidas. (2018). *Departamento Social y Económico.* <https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/database/index.asp>

Noone, J. F. (2004). Use of ASCE 38-02 and Subsurface Utility Engineering for Better Design, Cost Savings and Damage Prevention in Airport Planning and Design. *Pipeline Engineering and Construction*, 53(9), 1–10. [https://doi.org/10.1061/40745\(146\)72](https://doi.org/10.1061/40745(146)72)

Quiroga, C. (2017). *UTILITY CONFLICT MANAGEMENT ( UCM ): EFFECTIVE APPROACH TO REDUCE DELAYS AND COSTS IN CIVIL INFRASTRUCTURE PROJECTS.*

Radiodetection Ltd. (n.d.-a). *Georadares GPR.* <https://www.radiodetection.com/es/products/georadar-gpr-radar-de-penetracion-terrestre>

Radiodetection Ltd. (n.d.-b). *Localizadores de metal y magnéticos.* <https://www.radiodetection.com/es/products/localizadores-de-metal-y-magneticos>

Radiodetection Ltd. (2019). *Localizadores de precisión para cable, tubería y marcadores de RF – Precisión óptima para prevención de daños.* <https://www.radiodetection.com/es/products/detector-de-cables-localizacion-de->

precision/rd8100

Schonstedt Instrument Company. (n.d.). *Magnetic Locator GA52*.  
[https://www.schonstedt.com/wp-content/uploads/2014/04/GA-52\\_Manual.pdf](https://www.schonstedt.com/wp-content/uploads/2014/04/GA-52_Manual.pdf)

Thelin, K. M., Bugingo, F., & Giesy, A. H. (2011). Applying Subsurface Utility Engineering (SUE) to Transportation Projects: The State of the Practice. *Pipelines 2011*, 206, 735–743. [https://doi.org/10.1061/41187\(420\)68](https://doi.org/10.1061/41187(420)68)

U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration. (n.d.). *Improving cooperation among highway agencies and utilities for faster project delivery*.  
[https://www.fhwa.dot.gov/goshrp2/Solutions/Renewal/R15B/Identifying\\_and\\_Managing\\_Utility\\_Conflicts](https://www.fhwa.dot.gov/goshrp2/Solutions/Renewal/R15B/Identifying_and_Managing_Utility_Conflicts)

U.S. General Services Administration (GSA). (2019). *BIM Technical Standards: MEP Color Mapping*.  
<https://www.gsa.gov/real-estate/design-construction/3d4d-building-information-modeling/guidelines-for-bim-software/guidelines/technical-standards/bim-technical-standards-mep-color-mapping>

UNESCO. (2016). *Informe de las Naciones Unidas Sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000244103>

Uslu, B., Jung, Y. J., & Sinha, S. K. (2016). Underground utility locating technologies for condition assessment and renewal engineering of water pipeline infrastructure systems. *Journal of Pipeline Systems Engineering and Practice*, 7(4), 1–10.  
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)PS.1949-1204.0000221](https://doi.org/10.1061/(ASCE)PS.1949-1204.0000221)

Zembillas, N. M. (2008). Subsurface utility engineering: A technology-driven process that results in increased safety, fewer design changes, and lower costs. *Proceedings of Pipelines Congress 2008 - Pipeline Asset Management: Maximizing Performance of Our Pipeline Infrastructure*, 321.

Zembillas, N. M., & Beyer, B. J. (2004). Proactive Utilities Management: Conflict Analysis and Subsurface Utility Engineering. *Pipeline Engineering and Construction*, 53(9), 1–6. [https://doi.org/10.1061/40745\(146\)71](https://doi.org/10.1061/40745(146)71)

# **Maestría en Ingeniería Civil**

## **Lineamientos para la elaboración de los estudios de ingeniería de redes de servicios públicos en proyectos de infraestructura en Colombia**

### **Anexo 1 Bases de datos Normativa (Medio Magnético)**

**Bogotá, D.C., 26 de enero de 2021**



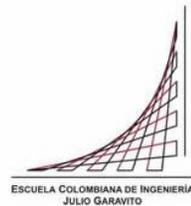
En el Anexo 1 Bases de datos Normativa, se presenta la normativa con la que se realizó el presente documento y que sirve de guía y consulta para los ingenieros o partes interesadas que requieran aplicar los lineamientos descritos, es de resaltar que esta normativa frecuentemente sufre modificaciones y actualizaciones, por lo que dependiendo de la fecha en que se consulté será adecuado revisar la existencia de una nueva versión.

# **Maestría en Ingeniería Civil**

## **Lineamientos para la elaboración de los estudios de ingeniería de redes de servicios públicos en proyectos de infraestructura en Colombia**

### **Anexo 2 Lista de chequeo aplicación caso práctico**

**Bogotá, D.C., 26 de enero de 2021**



A continuación, se presenta la lista de chequeo desarrollada para el caso práctico en referencia; la simbología implementada corresponde a **X** que significa que se desarrolló y ejecutó la actividad, **ND** no se desarrolló la actividad debido a que el proyecto ya fue ejecutado y se asume como nuevo para la aplicación del caso práctico y **NA** para los ítems que no se lograron realizar o no aplica.

Tabla 6-1 Lista de chequeo desarrollada para el caso práctico

Ítem	Descripción	Entregable	Estado
<b>Descripción del proyecto de infraestructura</b>			
<b>1A</b>	<b>Caracterización del proyecto de infraestructura</b>		<input checked="" type="checkbox"/>
1A.1	Describir y definir los antecedentes del proyecto		<input checked="" type="checkbox"/>
1A.2	Describir y categorizar el proyecto de infraestructura		<input checked="" type="checkbox"/>
1A.3	Definir las etapas y/o fases del proyecto		<input checked="" type="checkbox"/>
1A.4	Describir los datos contractuales del proyecto		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>1B</b>	<b>Localización del proyecto</b>		<input checked="" type="checkbox"/>
1B.1	Localizar el proyecto dentro del contexto local, regional y nacional		<input checked="" type="checkbox"/>
1B.2	Elaborar la representación gráfica de la localización del proyecto (mapa o imágenes representativas) georreferenciada.	<b>Entregable 1.</b> Documento resumen compuesto por la caracterización, localización, área de influencia y análisis general de información recibida	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>1C</b>	<b>Área de Influencia del proyecto</b>		<input checked="" type="checkbox"/>
1C.1	Definición del área de influencia según el tipo de proyecto.		<input checked="" type="checkbox"/>
1C.2	Elaborar la representación gráfica del área de influencia en forma de mapa o imagen representativa (georreferenciada).		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>1D</b>	<b>Obtención de información del proyecto</b>		<input checked="" type="checkbox"/>
1D.1	Información de Topografía		<input checked="" type="checkbox"/>
1D.2	Información de estudios, diseños e informes de todas las especialidades involucradas		<input checked="" type="checkbox"/>
1D.3	Información de Planos de las diferentes especialidades		<input checked="" type="checkbox"/>

Tabla 6-1 Lista de chequeo desarrollada para el caso práctico

Ítem	Descripción	Entregable	Estado
1D.4	Información de inventario y catastros de redes de servicios públicos		<input checked="" type="checkbox"/>
1D.5	Registros fotográficos de la zona del proyecto		<input checked="" type="checkbox"/>
1D.6	Resumen y análisis de la información recibida.		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Identificación problemática y definición de objetivos del estudio</b>			
<b>2A</b>	<b>Identificación de la problemática o necesidad a resolver</b>		<input checked="" type="checkbox"/>
2A.1	Describir los antecedentes del proyecto		<input checked="" type="checkbox"/>
2A.2	Identificar los involucrados o partes interesadas	<b>Entregable 2.</b> Documento resumen compuesto por la identificación de la problemática a resolver y la definición de los objetivos del estudio de ingeniería de redes de servicios públicos	<input checked="" type="checkbox"/>
2A.3	Identificar su evolución en el tiempo		<input checked="" type="checkbox"/>
2A.4	Establecer la problemática		<input checked="" type="checkbox"/>
2A.5	Identificar las causas y consecuencias		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>2B</b>	<b>Definición del objetivo general</b>		
<b>2C</b>	<b>Definición de los objetivos específicos</b>		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Diagnóstico de información recibida e Identificación de las ESP involucradas</b>			
<b>3A</b>	<b>Recopilación de información referente a estudios previos</b>		<input type="checkbox"/> NA
3A.1	ESP involucrados en área de influencia		<input type="checkbox"/> NA
3A.2	Localizaciones de redes e infraestructura de los servicios públicos	<b>Entregable 3.</b> Documento resumen con diagnóstico de la información recibida, identificación de empresas de servicios públicos involucradas y resumen de reuniones con las empresas de servicios públicos.	<input type="checkbox"/> NA
3A.3	Tecnologías implementadas en levantamiento de información		<input type="checkbox"/> NA
3A.4	recomendaciones y conclusiones del estudio		<input type="checkbox"/> NA
<b>3B</b>	<b>Identificación de las ESP involucradas en el proyecto</b>		
<b>3C</b>	<b>Reunión con las diferentes ESP</b>		<input type="checkbox"/> ND
3C.1	Exponer el proyecto que se va a ejecutar		<input type="checkbox"/> ND
3C.2	Enseñar la información con la que se cuenta hasta el momento		<input type="checkbox"/> ND

Tabla 6-1 Lista de chequeo desarrollada para el caso práctico

Ítem	Descripción	Entregable	Estado
3C.3	Solicitar un interlocutor o delegado		ND
3C.4	Solicitar oficialmente la información relacionada redes e infraestructura complementaria		ND
3C.5	Solicitar información referente a proyectos o planes de expansión dentro del área de influencia		ND
3C.6	Solicitar información adicional que se debería tener en cuenta dentro del desarrollo del estudio		ND
<b>3D</b>	<b>Solicitud Permisos Especiales</b>		X
3D.1	Solicitar licencia de excavación y/o permisos relacionados.		X
3D.2	Solicitar licencia para investigación arqueológica y/o permisos relacionados.		NA
3D.3	Solicitar licencias y permisos adicionales.		NA
<b>Recopilación de información secundaria</b>			
<b>4A</b>	<b>Recopilación y clasificación de información inicial</b>		X
4A.1	Servicio Público de acueducto		X
4A.2	Servicio Público de alcantarillado		X
4A.3	Servicio Público de energía		X
4A.4	Servicio Público de gas		X
4A.5	Servicio Público de telecomunicaciones	<b>Entregable 4.</b> Documento con la información secundaria recopilada acompañado de anexos pertinentes	X
<b>4B</b>	<b>Recopilación de información en mesas de trabajo con las ESP</b>		ND
4B.1	Información existente de las redes de servicios públicos en el área de influencia		ND
4B.2	Planos digitales		ND
4B.3	Planos físicos		ND
4B.4	Bases de datos		ND
4B.5	Proyectos y planes de expansión		ND

Tabla 6-1 Lista de chequeo desarrollada para el caso práctico

Ítem	Descripción	Entregable	Estado
4B.6	Información adicional que se deba tener en cuenta dentro del área de influencia		ND
<b>4C</b>	<b>Validación temporal y espacial de la información recopilada</b>		X
<b>Recopilación de información primaria</b>			
<b>5A</b>	<b>Plan de trabajo de campo</b>	<b>Entregable 5.</b> Documento con plan de trabajo a para levantamiento de información en campo	X
<b>6A</b>	<b>Recopilación de información Calidad nivel C</b>		NA
6A.1	Identificación de características visibles de las redes e infraestructura complementarias para los diferentes servicios públicos		NA
<b>6B</b>	<b>Recopilación de información Calidad nivel B</b>	<b>Entregable 6.</b> Documento con la información primaria recopilada acompañado de anexos y bases de datos, junto con los planos de campo	X
6B.1	Método geofísico implementado para obtención de información Características físicas de las redes		X
6B.2	(diámetros, longitudes, estructuras complementarias, materiales, elevación, entre otras)		X
<b>6C</b>	<b>Recopilación de información Calidad nivel A</b>		X
6C.1	Método no intrusivo implementado para la obtención de información		X
<b>6D</b>	<b>Elaboración de planos de campo</b>		X
<b>Integración de información secundaria y primaria</b>			
<b>7A</b>	<b>Integración información secundaria y primaria</b>		X
7A.1	Compilación información secundaria		X
7A.2	Compilación información primaria	<b>Entregable 7.</b> Planos con integración de información primaria y secundaria e identificación de interferencias	X
<b>7B</b>	<b>Elaboración de planos actualizados</b>		X
7B.1	Planos en planta		X
7B.2	Planos en sección		NA
7B.3	Plano de Detalles		NA

Tabla 6-1 Lista de chequeo desarrollada para el caso práctico

Ítem	Descripción	Entregable	Estado
<b>7C</b>	<b>Elaboración de modelo tridimensional</b>		<input checked="" type="checkbox"/>
7C.1	Modelo individual de cada red de servicio público		<input type="checkbox"/> NA
7C.2	Integración de modelos de cada red de servicio público		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>7D</b>	<b>Identificaciones de interferencias</b>		<input checked="" type="checkbox"/>
7D.1	Identificación de interferencias y problemas		<input checked="" type="checkbox"/>
7D.2	Planteamiento conceptual de alternativas de solución		<input type="checkbox"/> NA
<b>Presentación de resultados a entidades</b>			
<b>8A</b>	<b>Planeación reuniones:</b>		<input type="checkbox"/> ND
8A.1	Resumen de presentación del proyecto		<input type="checkbox"/> ND
8A.2	Resumen de planos involucrados a cada ESP		<input type="checkbox"/> ND
8A.3	Solicitar reunión con nada delegado de las diferentes ESP	<b>Entregable 8.</b> Documentos resumen con presentación a empresas de servicios públicos, cronograma de presentación ante entidades, carta de aprobación o solicitud de ajustes de planos.	<input type="checkbox"/> ND
<b>8B</b>	<b>Presentación de resultados</b>		<input type="checkbox"/> ND
8B.1	Exponer información recopilada		<input type="checkbox"/> ND
8B.2	Exponer planos actualizados		<input type="checkbox"/> ND
8B.3	Exponer identificación de interferencias		<input type="checkbox"/> ND
8B.4	Solicitud de ajustes a producto o aprobación de planos		<input type="checkbox"/> ND
8B.5	Presentación de planos actualizados		<input type="checkbox"/> ND
<b>Estudio y Resultados</b>			
<b>9A</b>	<b>Compilación y actualización de planos</b>		<input checked="" type="checkbox"/>
9A.1	Actualización de planos anteriormente iniciados		<input type="checkbox"/> NA
9A.2	Plano de identificación de interferencias de redes de servicios públicos con la infraestructura del proyecto	<b>Entregable 9.</b> Documento final del estudio con Planos incluyendo la identificación de interferencia	<input type="checkbox"/> NA
<b>9B</b>	<b>Compilación y actualización de modelos</b>		<input checked="" type="checkbox"/>
9B.1	Actualización de modelos anteriormente iniciados		<input checked="" type="checkbox"/>

Tabla 6-1 Lista de chequeo desarrollada para el caso práctico

Ítem	Descripción	Entregable	Estado
9B.2	Identificación de interferencias en modelo consolidado.		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>9C</b>	<b>Elaboración documento final</b>		<input checked="" type="checkbox"/>
9C.1	Objetivos del estudio		<input checked="" type="checkbox"/>
9C.2	Resumen de actividades desarrolladas		<input checked="" type="checkbox"/>
9C.3	Diagnóstico de interferencias de redes de servicios públicos con infraestructura del proyecto		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>9D</b>	<b>Presentación a propietario de proyecto e involucrados</b>		<input type="checkbox"/>
9D.1	Elaboración de presentación ante cliente		<input type="checkbox"/>
9D.2	Presentación final a propietario e interesados en el estudio		<input type="checkbox"/>

*Fuente: Elaboración propia*