

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<b>F-AC-DBL-007</b>	<b>10-04-2012</b>	<b>A</b>
Dependencia	Aprobado		Pág.	
<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>		<b>i(209)</b>	

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

<b>AUTOR</b>	<b>ANDREA JULIETH BADILLO GONZALEZ</b>		
<b>FACULTAD</b>	<b>DE INGENIERÍAS</b>		
<b>PLAN DE ESTUDIOS</b>	<b>INGENIERÍA CIVIL</b>		
<b>DIRECTOR</b>	<b>NAPOLEON GUTIERREZ DE PIÑERES</b>		
<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	<b>APOYO TECNICO A LA DIVISION DE PLANEACION Y CONTROL DE LA DIRECCION RED MATRIZ ACUEDUCTO EN LA EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTA (EAAB-ESP)</b>		
<b>RESUMEN</b> (70 palabras aproximadamente)			
<p style="text-align: center;">EN EL PRESENTE TRABAJO SE EXPONE EL DESARROLLO DEL APOYO TÉCNICO REALIZADO COMO PASANTE UNIVERSITARIO, BAJO LA SUBORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN DE PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA DIRECCIÓN RED MATRIZ ACUEDUCTO DE LA EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ (EAAB-ESP), CUYO ENFOQUE ESTÁ CENTRADO EN HACER UN ANALISIS DE TIPO TÉCNICO SOBRE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE DEL SISTEMA MATRIZ Y LOS NUEVOS PROCESOS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE QUE CONFORMARAN EL SISTEMA MATRIZ DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ Y LOS MUNICIPIOS VECINOS CON LOS CUALES SE TIENE CONVENIOS DE VENTA DE AGUA EN BLOQUE.</p>			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
<b>PÁGINAS: 209</b>	<b>PLANOS:</b>	<b>ILUSTRACIONES: 93</b>	<b>CD-ROM: 1</b>



APOYO TECNICO A LA DIVISION DE PLANEACION Y CONTROL DE LA DIRECCION  
RED MATRIZ ACUEDUCTO EN LA EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO  
DE BOGOTA (EAAB-ESP)

AUTOR

ANDREA JULIETH BADILLO GONZALEZ

Trabajo de grado modalidad de pasantías para optar el título de Ingeniero Civil

DIRECTOR:

NAPOLEON GUTIERREZ DE PIÑERES

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIAS

INGENIERIA CIVIL

Ocaña, Colombia

Octubre de 2019

## DEDICATORIA

En primer lugar, quisiera dedicar este logro a Dios, quien me regaló la vida y que ante cualquier pronóstico me guió para alcanzar esta meta.

De igual forma dedico este maravilloso logro a mi mami LUZ MARINA GONZALEZ SOTO, por amarme tanto y demostrarme lo fuerte, maravillosa y gran mujer que es. A mi papi RICAURTE BADILLO JARABA, por amarme como su única princesa y brindarme lo mejor de su vida.

También dedico este gran logro a mis maravillosos hermanos ERICK, BORIS, ADRIAN Y FABIAN por hacer parte de mi vida, por ser su niña, por siempre apoyarme y permanecer a mi lado.

Les dedico este triunfo como Ingeniería Civil porque ustedes son mi motor y mi eje fundamental en la vida.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco mucho a Dios la oportunidad de alcanzar esta meta tan importante en mi vida.

A mis papitos, hermanos y demás familiares quiénes me han motivado y apoyado a lo largo de mi carrera profesional, mil gracias por creer en mí y confiar en mis capacidades.

Quiero agradecer a mi hermano Erick, a mi tía Elizabeth y a su esposo Gabriel por su gran apoyo durante mi formación como Ingeniera.

También, agradezco a la Empresa EAAB-ESP y al Ingeniero Gino González y demás Ingenieros de la Dirección Red Matriz Acueducto, por brindarme la oportunidad de hacer parte de su equipo de trabajo y por el apoyo en la realización de mi proyecto de grado bajo la modalidad de pasantías.

A mi director de trabajo de grado el Ing. Napoleón Gutiérrez de Piñeres, quien me guió y me aportó gran parte de sus conocimientos y su tiempo. Y a todos los profesores que tuve la oportunidad de conocerlos y adquirir sus conocimientos en las diversas áreas de la formación académica.

A mis amigos, Marcela Gómez, Cristian Delgado, Leuder Bacca, Diego Amado, Karen Pino y Sandra Ortega por apoyarme durante este proceso y a todos aquellos que siempre creyeron en mis capacidades y que hoy comparten la felicidad que siento por haber hecho realidad lo que un día soñé.

## Índice

<b>Capítulo 1. Apoyo técnico a la división de planeación y control de la dirección red matriz acueducto en la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP).</b> .....	<b>1</b>
1.1 Descripción Breve de la Empresa. ....	1
1.1.1 Misión. ....	3
1.1.2 Visión. ....	4
1.1.3 Objetivo de la Empresa. ....	5
1.1.4 Descripción de la Estructura Organizacional. ....	9
1.1.5 Descripción de la Dependencia al que Fue Asignado. ....	11
1.2 Diagnóstico Inicial de la Dependencia. ....	13
1.2.1 Planteamiento del problema. ....	15
1.3 Objetivos de la pasantía. ....	17
1.3.1 General. ....	17
1.3.2 Especifico. ....	17
1.4 Descripción de las Actividades a Desarrollar. ....	19
<b>Capítulo 2. Enfoques referenciales</b> .....	<b>21</b>
2.1 Enfoque Conceptual .....	21
2.2 Enfoque Legal .....	36
2.2.1 Aspectos regulatorios. ....	36
2.2.2 Normas Técnicas Aplicables – Vigentes. ....	39
2.2.3 Especificaciones Aplicables. ....	59

## **Capítulo 3. Informe de cumplimiento del trabajo .....64**

3.1 Presentación de Resultados .....	64
3.1.1 Realizar un seguimiento a los estudios de población y proyección de la demanda de agua para la ciudad de Bogotá y los municipios vecinos, para formular planes de expansión y densificación. ....	64
3.1.1.1 <i>Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2018.</i> .....	65
3.1.1.2 <i>Actualizar gráficos de extensión de la demanda de agua al año 2050 para la Ciudad de Bogotá y los municipios vecinos.</i> .....	74
3.1.1.3 <i>Respuesta oficio a la empresa de Servicio Públicos de Cajicá- EPC: Plan Maestro Municipio de Cajicá.</i> .....	79
3.1.1.4 <i>Apoyo en la elaboración de respuesta para el Estudio Mínimo Costo: Urbanización Bosque Residencial Arboretto y Agua Potable Interveredal de La Calera.</i> .....	87
3.1.1.5 <i>Recolección de información para dar respuesta técnica a solicitud de la Empresa de servicios públicos de Cajicá (EPC) para la ampliación de una derivación para cumplir con el suministro de agua.</i> .....	94
3.1.1.6 <i>Consulta de las normas 330 de 2017 (RAS) – 759 de 2016 (CRA).</i> .....	101
3.1.1.7 <i>Resolución 759 de 2016 Artículo 4: Requisitos Generales, Artículo 7: Excedentes de Capacidad del Sistema y Artículo 8: Reporte, Publicación y Envío Información.</i> .....	108
3.1.1.8 <i>Municipios de Occidente: Caudal – Presión.</i> .....	114
3.1.1.9 <i>Calidad del Agua: Color y Turbiedad.</i> .....	119
3.1.2 Brindar apoyo técnico a la actualización del modelo hidráulico del Sistema Matriz de Acueducto, para realizar una correcta operación y control de la infraestructura y generar	

proyecciones de expansión, redensificación, solución y análisis de posibles eventos de vulnerabilidad. ....	122
3.1.2.1 <i>Plan parcial: Solicitud de conexión</i> .....	122
3.1.2.2 <i>Plan Parcial de Renovación Urbana AC 13 Carrera 37 / Localidad de Puente Aranda / Zona 3</i> . ....	126
3.1.2.3 <i>Plan Parcial de Renovación Urbana La Merced / Localidad Santa Fe / Zona 2</i> . ....	134
3.1.3 Apoyar el análisis de los estudios y diseños del proyecto de rehabilitación Fase 3 Tibitoc-Casablanca, con el fin de optimizar la ejecución del proyecto por parte de la EAAB-ESP.....	141
3.1.3.1 <i>Resumen de los 15 productos del proyecto: Estudios y Diseños para la construcción, conexión y puesta en operación de la nueva conducción del tramo 3 de la línea Red Matriz Tibitoc</i> . ....	141
3.1.3.2 <i>Recopilación de información con respecto a los Tramos y cronograma para la presentación del proyecto Manija 60” ante la Secretaria Distrital de Movilidad</i> .....	151
3.1.3.3 <i>Verificar la localización detallada de los hitos correspondientes a la Fase II: Manija 60” Inicio Manija – Calle 66A (Interconexión 1) hasta la Avenida 1 Mayo (Interconexión 4) – Fin Manija</i> .....	160
3.1.3.4 <i>Estudio de mercado</i> .....	163
3.1.4 Elaborar un artículo para una revista donde se trate el tema sobre la demanda de agua para la Ciudad de Bogotá y los municipios vecinos. ....	169
<b>Capítulo 4. Diagnostico Final</b> .....	<b>171</b>
<b>Capítulo 5. Conclusiones</b> .....	<b>172</b>

<b>Capítulo 6. Recomendaciones .....</b>	<b>175</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>176</b>
<b>Apéndices .....</b>	<b>178</b>

### **Lista de Tablas**

Tabla 1. Diagnóstico inicial de la dependencia asignada - Matriz DOFA.....	13
--	----

Tabla 2. Descripción de las actividades a desarrollar durante la pasantía en la División de Planeación y Control de la Dirección red Matriz Acueducto de la EAAB-ESP .....	19
Tabla 3. Hitos de la manija .....	162
Tabla 4. Determinación de longitudes-Abscisas de zanja abierta y Pipe Jacking .....	162

### **Lista de Figuras**

Figura 1. Misión de la empresa .....	4
Figura 2. Visión de la empresa. ....	4

Figura 3. Estrategia de Misión y Visión de la EAAB-ESP.....	5
Figura 4. Objetivos estratégicos y estrategias.....	6
Figura 5. Excelencia empresarial.....	7
Figura 6. Eficiencia operacional.....	8
Figura 7. Aporte a la vida.....	8
Figura 8. Liderazgo.....	9
Figura 9. Reputación y credibilidad.....	9
Figura 10. Estructura organizacional de la dirección Red Matiz Acueducto de la EAAB-ESP...	10
Figura 11. Plataforma del DANE.....	66
Figura 12. Datos proporcionados por el DANE.....	66
Figura 13. Censo nacional y por departamentos.....	67
Figura 14. Resultados del censo en Cundinamarca.....	68
Figura 15. Documento de la consultoría.....	69
Figura 16. Demanda de agua.....	69
Figura 17. Población proyectada de Bogotá y municipios de estudio.....	70
Figura 18. Viviendas censadas proyectadas de Bogotá y municipios de estudio.....	71
Figura 19. Análisis de los datos recopilados.....	72
Figura 20. Extensión de la demanda de agua. Software Excel.....	76
Figura 21. Actualización de gráfica. Software Excel.....	76
Figura 22. Compromiso suministro – Oferta de agua potable – Demanda real. Software Excel.....	78
Figura 23. Solicitud Empresa de Servicios Públicos de Cajicá.....	80
Figura 24. Plan Maestro EPC.....	81
Figura 25. Primera parte del memorando.....	83
Figura 26. Segunda parte del memorando.....	84
Figura 27. Tercera parte del memorando.....	85
Figura 28. Cuarta parte del memorando.....	86
Figura 29. Información obtenida del documento técnico.....	88
Figura 30. Segunda parte del resumen del documento técnico recibido.....	89
Figura 31. Primera parte de la respuesta Bosque Residencial Arboretto.....	90
Figura 32. Segunda parte de la respuesta Bosque Residencial Arboretto.....	91
Figura 33. Tercera parte de la respuesta Bosque Residencial Arboretto.....	92
Figura 34. Última parte de la respuesta Bosque Residencial Arboretto.....	93
Figura 35. Oficio recibido por la empresa de Servicios Públicos de Cajicá.....	95
Figura 36. Plan Maestro Etapa I y II.....	96
Figura 37. Optimización PTAR Calahorra - EPC.....	97
Figura 38. Respuesta para dar alcance a oficio recibido de la EPC.....	99
Figura 39. Continuación respuesta para dar alcance a oficio recibido de la EPC.....	100
Figura 40. Resolución CRA 759 DE 2016.....	102
Figura 41. Continuación de la Resolución CRA 759 DE 2016.....	103
Figura 42. Continuación de la Resolución CRA 759 DE 2016.....	104
Figura 43. Título B, sistemas de acueductos.....	105
Figura 44. Análisis de la vulnerabilidad del sistema.....	106
Figura 45. Planes de contingencia.....	106

Figura 46. Continuación de planes de contingencia. ....	107
Figura 47. Oficio de solicitud de la Dirección Apoyo Técnico. ....	109
Figura 48. Continuación oficio de solicitud de la Dirección Apoyo Técnico. ....	110
Figura 49. Respuesta a observaciones planteadas.....	112
Figura 50. Continuación respuesta a observaciones planteadas. ....	113
Figura 51. Datos de Caudal municipios de Occ.....	115
Figura 52. Gráfico de Caudal municipios de Occ.....	116
Figura 53. Datos de Presión municipios de Occ. ....	117
Figura 54. Gráfico de Presión municipios de Occ. ....	118
Figura 55. Datos de Color. ....	120
Figura 56. Gráfico de Color. ....	120
Figura 57. Datos de Turbiedad.....	121
Figura 58. Grafica de Turbiedad. ....	121
Figura 59. Oficio de solicitud de la Dirección Servicios Acueducto y Alcantarillado Zona 5... 123	
Figura 60. Respuesta a la solicitud de servicio. ....	124
Figura 61. Continuación respuesta a la solicitud de servicio.....	125
Figura 62. Oficio recibido desde la Dirección Apoyo Técnico. ....	127
Figura 63. Ubicación del área de servicio.....	128
Figura 64. Tabla de datos utilizados para hallar el caudal requerido.....	129
Figura 65. Red Matriz con su respectiva área de servicio y salida. Epanet. ....	130
Figura 66. Caudal y Presión dada al requerimiento. Software Epanet. ....	131
Figura 67. Respuesta dirigida a la Dirección de Apoyo Técnico. ....	132
Figura 68. Continuación respuesta dirigida a la Dirección de Apoyo Técnico. ....	133
Figura 69. Oficio recibido desde la Dirección Apoyo Técnico. ....	135
Figura 70. Continuación del Oficio recibido desde la Dirección Apoyo Técnico.....	136
Figura 71. Red Matriz con su respectiva área de servicio y salida. Software Epanet. ....	137
Figura 72. Tabla de datos utilizados para hallar el caudal requerido.....	138
Figura 73. Red Matriz con su respectiva área de servicio y salida. Epanet. ....	139
Figura 74. Respuesta dirigida a la Dirección de Apoyo Técnico. ....	140
Figura 75. Documento del estudio. ....	142
Figura 76. Detalle de los productos del estudio.....	143
Figura 77. Programa de rehabilitación.....	144
Figura 78. Fases del proyecto. ....	145
Figura 79. Resumen de información del estudio. ....	147
Figura 80. Información del estudio.....	148
Figura 81. Cronograma de actividades 1. ....	152
Figura 82. Cronograma de actividades 2. ....	153
Figura 83. Presentación del proyecto.....	154
Figura 84. Detalles de los tramos y tecnología a utilizar con tiempo de operación. ....	156
Figura 85. Detalles de los tramos y tecnología a utilizar con tiempo de operación. ....	157
Figura 86. Información del estudio PMT – Ubicación de pozos. ....	158
Figura 87. Detalle de pozos. ....	159
Figura 88. Localización detallada manija 60”. ....	161

Figura 89. Estudio de mercado. ....	164
Figura 90. Estudio de mercado. ....	165
Figura 91. Estudio de mercado. ....	166
Figura 92. Resumen de Estudio de mercado.....	167
Figura 93. Resumen de Estudio de mercado.....	168

## **Lista de Apéndices**

Apéndice A. Estructura Organizacional. ....	179
Apéndice B. Artículo propuesto. ....	181

## **Resumen**

En el siguiente documento se presenta detalladamente el trabajo realizado como pasante de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña (UFPSO) en la Empresa de Acueducto y

Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP), dentro la División de Planeación y Control de la Dirección Red Matriz Acueducto.

Esta dependencia es la encargada de Planear, liderar, coordinar, controlar, analizar y formular acciones para Planeación, Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Mejoramiento del Sistema Matriz para la Conducción y Distribución de Agua Potable en Redes Matrices. También es la encargada de ejecutar el análisis y evaluación de información, simulación hidráulica, formulación y planificación de proyectos, costeo y análisis de la gestión de la Dirección y gestión de calidad.

Es por esto que se hace necesaria la labor del pasante dentro de la estructura orgánica de la Empresa, dado que apoya el seguimiento técnico de las diferentes obras asignadas en cuanto a control operativo, planeación, costos, cumplimiento del objeto y el seguimiento administrativo de las mismas.

Finalmente, este trabajo da cumplimiento a los objetivos planteados, convirtiéndose así en la solución teórico - práctica ante una problemática que afecta de forma directa el suministro y la distribución del agua potable que conforman el Sistema Matriz de la Ciudad de Bogotá y los municipios vecinos con los cuales se tiene convenios de venta de agua en bloque.

## **Introducción**

El desarrollo de una ciudad y más Bogotá D.C. como la capital de la Republica, está sujeta a procesos de densificación y re densificación, que conllevan a nuevos proyectos y desarrollos en

la infraestructura de servicios públicos domiciliarios para satisfacer las necesidades mínimas de los nuevos usuarios sin que se vean afectados los existentes en los sectores circundantes. El componente práctico es una parte esencial y necesaria para cualquier carrera universitaria. Es por esto, que durante el proceso de aprendizaje que vivimos en la academia son muchos los conocimientos que adquirimos y que son de gran utilidad para el desarrollo tanto de nuestra vida personal como profesional, por este motivo cada día las entidades encargadas de nuestra formación integral y profesional se interesan por brindar espacios donde se prueban nuestras habilidades.

El trabajo ejecutado permitió brindar apoyo a la División de Planeación y Control de la Dirección Red Matriz Acueducto de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP); en donde se buscó conocer, analizar y recopilar información de tipo técnico sobre la infraestructura existente del Sistema Matriz, los procesos de distribución de agua potable que conforman el Sistema Matriz de la Ciudad de Bogotá y los municipios vecinos con los cuales se tiene convenios de venta de agua en bloque.

La pasante se constituye en un “profesional” más para la División de Planeación y control debido al conocimiento sobre cada uno de los temas que se manejan en la planeación de un proyecto y ejecución de un contrato. (EAAB-ESP.)

# **Capítulo 1. Apoyo técnico a la división de planeación y control de la dirección red matriz acueducto en la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP).**

## **1.1 Descripción Breve de la Empresa.**

La EAAB ESP es una empresa pública prestadora de los servicios de acueducto y alcantarillado sanitario y pluvial. (EAAB-ESP, 2019)

Los 130 años de experiencia les permiten abastecer, con una de las mejores aguas del continente, a más de 2 millones de suscriptores en la capital del país y prestar nuestros servicios a 11 municipios vecinos. (EAAB-ESP, 2019)

Tienen coberturas residenciales que superan el 99% en acueducto y el 98.5% en alcantarillado sanitario y pluvial. (EAAB-ESP, 2019)

Son una empresa financieramente sólida, en crecimiento y con importantes oportunidades de nuevos negocios a nivel nacional e internacional. Cuentan con una calificación AAA (triple AAA) por su alta capacidad de generación de caja y estrategia de reinversión de nuestras utilidades en proyectos de ampliación de los servicios de acueducto y alcantarillado. (EAAB-ESP, 2019)

Los proyectos tecnológicos y científicos que realizan, los ubican a la vanguardia en el sector de agua potable y saneamiento básico. Son pioneros en el país en el empleo de tecnologías de punta que disminuyen los impactos ambientales y de movilidad producidos por las obras. (EAAB-ESP, 2019)

A través de su propio Centro de Control operan en tiempo real y de manera automática más de 17 mil kilómetros de redes. En el compromiso ambiental, cuidan más de 40 mil hectáreas en la reserva natural Chingaza y 5 mil en los cerros de la capital. (EAAB-ESP, 2019)

Protegen, conservan y recuperan el recurso hídrico de la región. Trabajan para el saneamiento de 4 grandes ríos, la recuperación de más de 100 quebradas, 13 humedales y el mantenimiento de los canales de la ciudad. (EAAB-ESP, 2019)

Es la primera empresa en Colombia en generar Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) para reducir los gases de efecto invernadero en el planeta, mediante la producción de energía limpia en la hidroeléctrica de Santa Ana. (EAAB-ESP, 2019)

Tienen certificados por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – ICONTEC- la Gestión comercial; los procesos de captación, transporte y tratamiento de agua; de operación y control del sistema matriz; de interventoría y el de contratación y compras. (EAAB-ESP, 2019)

Los laboratorios de medidores, así como el de aguas, cuentan con acreditaciones que permiten suministrar datos confiables a clientes nacionales e internacionales. (EAAB-ESP, 2019)

Aguas de Bogotá es su empresa filial a través de la cual ofrecen servicios regionales, nacionales e internacionales. Tienen convenios de cooperación y asesoría en temas de agua y alcantarillado en Argentina y próximamente en Centroamérica, México y Puerto Rico. (EAAB-ESP, 2019)

Su liderazgo en el sector les permite ofrecer servicios de consultoría, gestión empresarial, operación, estructura tarifaria, planeación institucional, infraestructura, procesos de contratación, normalización técnica, catastro de redes y un sinnúmero de procesos que contribuyen al crecimiento de las empresas y al mejoramiento de los indicadores corporativos. (EAAB-ESP, 2019)

El objeto social de la compañía consiste en la distribución de agua potable: acueducto, y la recolección de residuos líquidos, con actividades complementarias como transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de éstos. (EAAB-ESP, 2019)

**1.1.1 Misión.** Agua para la vida, generando bienestar para la gente. (EAAB-ESP, 2019)

En la Figura 1 se muestra la estructura de la misión proporcionada por la empresa.

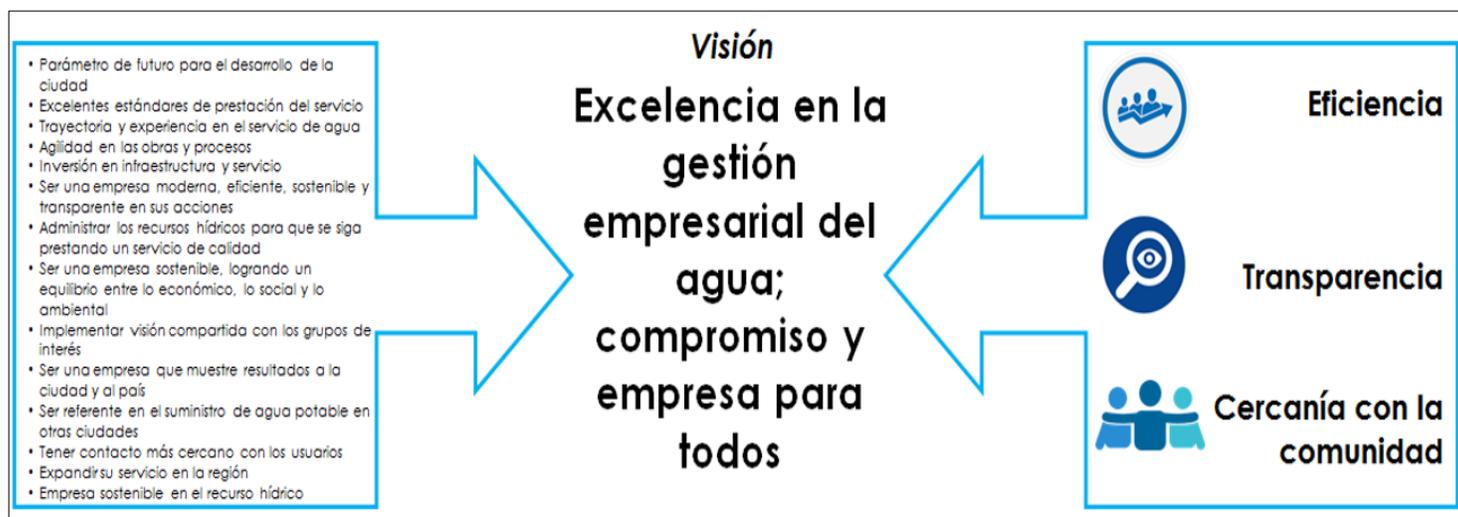


**Figura 1. Misión de la empresa.**

Fuente: PGE 2016-2020.

**1.1.2 Visión.** Excelencia en la gestión empresarial del agua, compromiso y empresa para todos. (EAAB-ESP, 2019)

En la Figura 2 se muestra la estructura de la visión proporcionada por la empresa.



**Figura 2. Visión de la empresa.**

Fuente: PGE 2016-2020.

Además de lo anteriormente descrito, se muestra la Figura 3, donde se detalla la estrategia de misión y visión de la empresa.



**Figura 3. Estrategia de Misión y Visión de la EAAB-ESP.**

Fuente: PGE 2016-2020.

**1.1.3 Objetivo de la Empresa.** El Plan General Estratégico 2016 – 2020 establece los elementos de direccionamiento estratégico que permiten medir el avance para alcanzar la visión empresarial, a través de cinco objetivos estratégicos:

En la Figura 4 se muestra los objetivos estratégicos y estrategias para la empresa.



**Figura 4. Objetivos estratégicos y estrategias.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

**Excelencia empresarial:** El objetivo estratégico de Excelencia empresarial pretende “Alcanzar la excelencia en la gestión empresarial”, a través de tres estrategias: Sostenibilidad financiera, sostenibilidad operativa y sostenibilidad regulatoria. Dichos ítems se desglosan en la Figura 5.

Estrategias	Indicadores estratégicos
Sostenibilidad financiera	EBITDA
	Capital de Trabajo
	Ahorros por el modelo de proveeduría estratégica
Sostenibilidad operativa	Ejecución del plan de inversiones
Sostenibilidad regulatoria	Factor de eficiencia
	Devolución tarifaria
	Fallos a favor de sanciones impuestas
	Implementación del modelo preventivo
	Factor regional

**Figura 5. Excelencia empresarial.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

**Eficiencia operacional:** El objetivo estratégico de Eficiencia operacional pretende “Ser eficientes en la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado”, a través de dos estrategias: Prestación del servicio y gestión organizacional.

Estas estrategias mencionadas anteriormente se detallan en la Figura 6, donde se mencionan los indicadores estratégicos.

Estrategias	Indicadores estratégicos
Prestación del servicio	Incorporación de usuarios
	Continuidad
	Índice de riesgos de calidad del agua (IRCA)
	DACAL
	Reclamos comerciales (IQR)
	Índice de pérdidas por usuario facturado (IPUF)
	Cumplimiento de las obras del PSMV
	Tiempo de atención daños en redes mayor e igual a 3"
	Tiempo de atención daños en redes menores a 3"
	Índice de reclamación operativa de alcantarillado
	Cobertura residencial y legal de acueducto
	Cobertura residencial y legal de alcantarillado sanitario
Cobertura alcantarillado pluvial	
Gestión organizacional	Evaluación del desarrollo y eficiencia
	Disminución de la accidentalidad laboral

**Figura 6. Eficiencia operacional.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

**Aporte a la calidad de vida:** El objetivo estratégico de Aporte a la calidad de vida pretende “Ser corresponsable con la gestión integral del agua, brindando calidad de vida y bienestar social”, a través de dos estrategias: Sostenibilidad ambiental y dividendos sociales. Estas estrategias se detallan en la Figura 7.

Estrategias	Indicador
Sostenibilidad ambiental	Aporte al saneamiento del río Bogotá
	Intervención de hectáreas
Dividendos sociales	Construcción de corredores ambientales
	Diseño de corredores ambientales

**Figura 7. Aporte a la vida.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

**Liderazgo:** El objetivo estratégico de Liderazgo pretende “Ser líderes en innovación y estar a la vanguardia tecnológica para garantizar la prestación del servicio”, a través de la estrategia: Tecnología e Innovación, su indicador estratégico se muestra en la Figura 8.



**Figura 8. Liderazgo.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

**Reputación y credibilidad:** El objetivo estratégico de Reputación y credibilidad pretende “Consolidar el posicionamiento institucional con prácticas de relacionamiento y gobernabilidad”, a través de dos estrategias: Relacionamiento y gobernabilidad, donde se detallan en la Figura 9.



**Figura 9. Reputación y credibilidad.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

**1.1.4 Descripción de la Estructura Organizacional.** La estructura organizacional derivada de este modelo asegura una mayor funcionalidad y una mejor interrelación entre las áreas estratégicas de la empresa y al mismo tiempo establece claras relaciones con las áreas de apoyo a los mismos. (EAAB-ESP, 2019)

Por lo anterior, en el Apéndice A se adjunta la estructura organizacional, debido al gran tamaño y difícil apreciación, en él se muestra de manera general la jerarquización de la empresa de servicios públicos de agua y alcantarillado.

Dentro de la Gerencia Corporativa de Sistema Maestro encontramos la Dirección Red Matriz Acueducto (DRMA). Considerada ésta como un Área Industrial Receptora de Servicios (ARS) de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. (EAAB-ESP, 2019)

Derivada de esta tenemos la dependencia de planeación y control de la gestión que es dónde se llevará a cabo el presente trabajo, el detalle se muestra en la Figura 10.

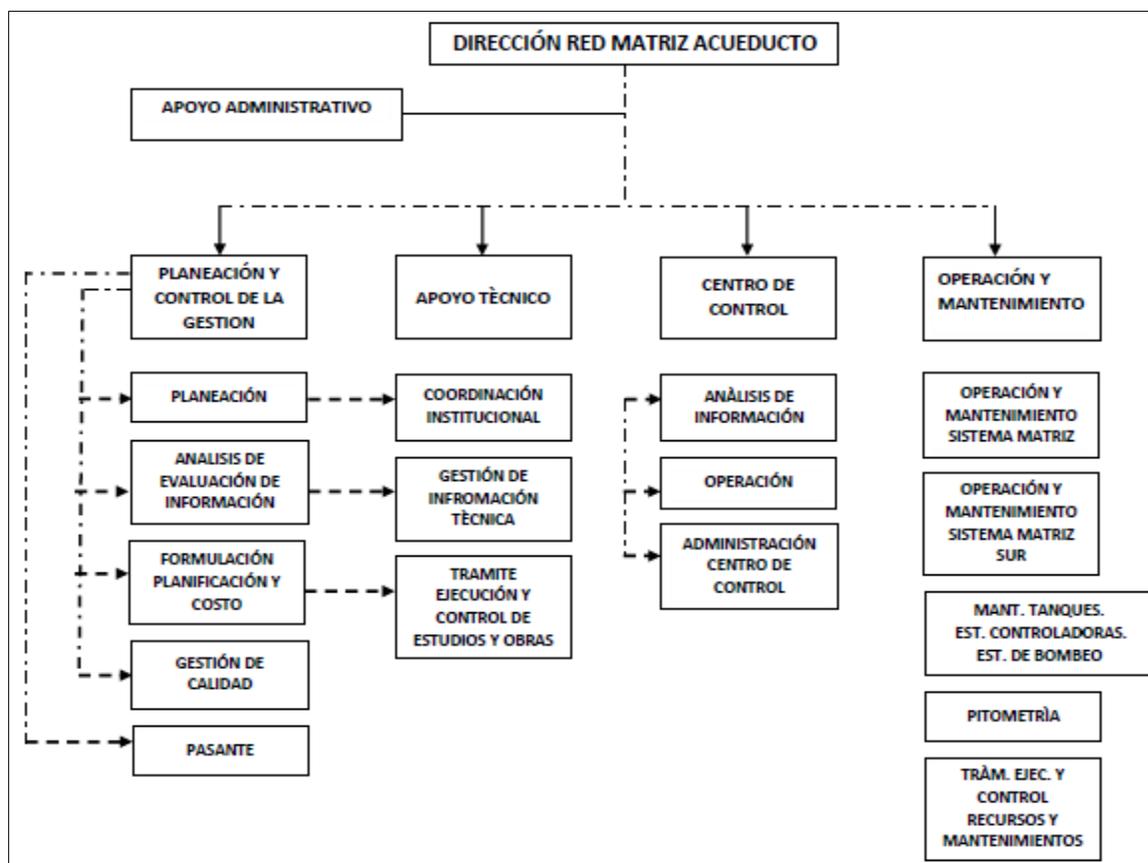


Figura 10. Estructura organizacional de la dirección Red Matiz Acueducto de la EAAB-ESP.

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

**1.1.5 Descripción de la Dependencia al que Fue Asignado.** La División de Planeación y Control de la Red Matriz Acueducto dentro de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá se encuentra a cargo del Ingeniero Gino Alexander González Rodríguez.

Esta área es la encargada de Planear, liderar, coordinar, controlar, analizar y formular acciones para Planeación, Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Mejoramiento del Sistema Matriz para la Conducción y Distribución de Agua Potable en Redes Matrices. (EAAB-ESP, 2019)

Ejecutar el análisis y evaluación de información, simulación hidráulica, formulación y planificación de proyectos, costeo y análisis de la gestión de la Dirección y gestión de calidad. (EAAB-ESP, 2019)

**Funciones de la División de Planeación y Control.** Gestionar las actividades de planeación para el diseño, construcción, operación, mantenimiento y mejoramiento de la infraestructura del sistema Matriz para la conducción y distribución de aguas potable de la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta el Plan de Desarrollo y el Plan de Ordenamiento Territorial. (EAAB-ESP, 2019)

Realizar la proyección de nueva infraestructura de red matriz, que requiera la Empresa para el suministro de agua a los municipios vecinos de Bogotá y en las áreas de densificación y renovación urbana del Distrito Capital. (EAAB-ESP, 2019)

Realizar el seguimiento y evaluación de la ejecución de procesos de estudios relacionados con la planeación del Sistema Red Matriz Acueducto. (EAAB-ESP, 2019)

Realizar el seguimiento a las actividades que ejecutan las divisiones de la Dirección Red Matriz Acueducto (DRMA), para coadyuvar el cumplimiento de los procedimientos e indicadores definidos en el sistema de gestión de conducción y distribución de agua potable en redes matrices. (EAAB-ESP, 2019)

Realizar y mantener actualizados los estudios de proyección de la demanda de agua para la ciudad de Bogotá y los municipios vecinos, para formular los planes de expansión y densificación de acueducto y alcantarillado. (EAAB-ESP, 2019)

Actualizar el modelo hidráulico del Sistema Matriz de Acueducto, para realizar una correcta operación y control de la infraestructura, disponer de escenarios de simulación y generar proyecciones de expansión, redensificación, solución y análisis de posibles eventos de vulnerabilidad. (EAAB-ESP, 2019)

Coordinar la actualización del catastro de redes y estructuras que conforma el Sistema Matriz de Distribución, en coordinación con las demás divisiones. (EAAB-ESP, 2019)

De acuerdo con lo anterior, durante el desarrollo de la pasantía se brindará apoyo técnico al proyecto Fase 2 denominado Instalación de Manija en tubería de 60” instalada en zanja y/o tubería hincada (Pipe Jacking), que se encuentra ubicado entre la calle 80 con Av. Boyacá

(subtramo norte) hasta la Avenida Ferrocarril (Calle 39 Sur), con una longitud cercana a los 12,4 km

En la cual se llevan a cabo diferentes procesos tales como análisis y evaluación de información, simulación hidráulica, formulación, planificación y costeo, coordinación institucional, revisión de los diseños, gestión de información técnica entre otros; en lo que el pasante brindara sus servicios de apoyo a este proceso.

## 1.2 Diagnóstico Inicial de la Dependencia.

A continuación, se muestra en el Tabla 1 la matriz DOFA en la cual se describe la situación actual en la que se encuentra la dependencia operativa.

**Tabla 1**

*Diagnóstico inicial de la dependencia asignada - Matriz DOFA*

<b>FACTORES INTERNOS</b>	<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
<b>MATRIZ DOFA</b>	Recurso humano con capacidades que le permitan desarrollar los procesos bajo responsabilidad, principalmente en liderazgo, innovación de procesos y tecnología, trabajo en equipo.	Insuficiencia del talento humano que respalde los procesos de las diferentes áreas soportado en una estructura organizacional basada en la metodología de valoración de cargas laborales.
	Planeación estratégica alineada al desarrollo de sus procesos estableciendo metas a mediano y largo plazo con el compromiso de cada una de las áreas.	Las decisiones de la gerencia están delimitadas y dependen de la aprobación de la Alcaldía de Bogotá, lo cual limita posibles mejoras y soluciones que se requieran en las obras.
	Herramientas tecnológicas actualizadas e integradas que brinden información real que permitan el seguimiento y control de los procesos.	Altos niveles de estrés por tiempos limitados para atender respuestas a los requerimientos.

Continuación Tabla 1

	Identificación e implementación de nuevas tecnologías y controles apropiados para la organización que soporten los diferentes procesos operativos y administrativos de la Empresa.	
<b>FACTORES EXTERNOS</b>		
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>ESTRATEGIA F.O.</b>	<b>ESTRATEGIA D.O.</b>
Apoyo por parte del Gobierno para el mejoramiento del sistema de acueducto.	Contar con procesos sistematizados y promover prácticas innovadoras que faciliten la gestión	Realizar talleres para la capacitación y así llevar a cabo la implementación de las nuevas tecnologías.
Búsqueda de alternativas para el mejoramiento de la prestación de los servicios públicos de acueducto en la ciudad y municipios vecinos.	Gestionar proyecto de infraestructura para la optimización de los sistemas de acueducto.	
Posibilidades de servicio para proyectos nuevos respecto a la proyección de la demanda.	Continuar con la implementación del plan estratégico de la EAAB-ESP para presta un servicio de forma eficiente y eficaz de acueducto y alcantarillado.	Gestionar recursos para el desarrollo de actividades que conlleven al cumplimiento de metas de calidad, eficiencia y continuidad en la prestación de servicios públicos de acueducto en la ciudad y los municipios vecinos.
Vinculación de pasantes para aportar apoyo técnico a la dependencia.		Rehabilitación de tuberías, plantas de tratamiento, sistema de captación y distribución para aumentar la eficiencia del servicio de agua potable.
<b>AMENAZAS</b>	<b>ESTRATEGIA F.A.</b>	<b>ESTRATEGIA D.A.</b>
Conexiones en la red de acueducto no autorizadas por la empresa.	Mediante mantenimientos en la red de acueducto detectar las conexiones ilegales hechas por los usuarios.	Disminuir las pérdidas en todo el sistema para garantizar un mayor aprovechamiento del servicio de agua potable.
Bajo caudal en la cuenca que sustenta el sistema de acueducto en épocas de verano.		

**Nota.** La tabla muestra el diagnóstico inicial de la empresa con cada una de las estrategias. Fuente: Autor (2019).

**1.2.1 Planteamiento del problema.** El desarrollo de una ciudad y más Bogotá D.C. como la capital de la República, está sujeta a procesos de densificación y re densificación, que conllevan a nuevos proyectos y desarrollos en la infraestructura de servicios públicos domiciliarios para satisfacer las necesidades mínimas de los nuevos usuarios sin que se vean afectados los existentes en los sectores circundantes.

La EAAB-ESP dentro de su Plan Maestro de Acueducto ha venido realizando los estudios y diseños para la rehabilitación de la tubería Tibitoc-Casablanca de 2 m ( 78”) de diámetro de tipo Prestressed Concrete Cylinder Pipe (PCCP), que consiste en un tubo de cilindro de Hormigón Pretensado ( Acero Embebido en Concreto), a lo largo de sus 53 Km de longitud que van a ser intervenidos en su totalidad y de esta manera garantizar la continuidad de operación de una de las líneas troncales de mayor importancia en el suministro de agua a la ciudad y a los municipios vecinos. Para su ejecución previó una rehabilitación en tres fases por trayectos, priorizados por su vulnerabilidad, por su importancia, desde el punto de vista de red de distribución y por sus facilidades de construcción, entre otros aspectos.

En el estudio se ha recomendado ejecutar dicho proyecto en 3 etapas: a) Fase 1: Rehabilitación de la actual tubería Tibitoc- Casablanca en el subtramo sur comprendido entre la Av. Boyacá-cruce Av. El Ferrocarril (Calle 39 A sur), b) Fase 2: Instalación de Manija en tubería de 60” instalada en zanja y/o tubería hincada, por toda la Av. Boyacá (subtramo norte), con una longitud cercana a los 12,4 km, y c) Fase 3: Rehabilitación de la actual tubería Tibitoc-Casablanca en el subtramo norte, comprendido entre la Av. Boyacá- Calle 80 y la Av. Boyacá-cruce Av. El Ferrocarril (Calle 39 A sur), con una longitud de 16,4 km. es importante tener en

cuenta que el Tramo 3 transcurre por corredores de gran importancia vial para la ciudad, los cuales cuentan con altas tasas de tráfico liviano y pesado, y en donde adicionalmente, el Distrito prevé realizar en el mediano plazo la construcción de nuevas troncales de Transmilenio y de la primera línea del Metro de Bogotá. (Jiménez, 2017)

La contratación de la fase 1 y 2 se han declarado desiertas debido a que las entidades no cuentan con la capacidad jurídica, financiera, organizacional y experiencia establecida en el pliego de condiciones. (Jiménez, 2017)

Es por esto que se han venido presentando retrasos en el Plan de Desarrollo Distrital puesto que inicialmente se tenían planteadas unas metas a cumplir y debido a lo anterior no ha sido posible llevarlas a cabo; también la rehabilitación de este proyecto tiene al Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) involucrado ya que ellos son quienes deben ejecutar la troncal de Transmilenio de la Avenida Boyacá y hasta que la EAAB-ESP no ejecute este proyecto estos no podrá avanzar con la construcción del mismo, una intersección de este proyecto es el proyecto Metro Bogotá ya que la EAAB-ESP es la encargada de hacer una variante de esta tubería para que el proyecto Metro se pueda ejecutar. (Jiménez, 2017)

Como División de Planeación y Control se busca apuntar en el menor tiempo posible dar solución a estas 3 problemáticas puesto que de ello depende el desarrollo de la Ciudad y en estos momentos solo han generado retrasos, dentro de poco tiempo se ofertará la fase 3 en donde la idea es llevarse en simultaneidad con las dos fases anteriormente mencionadas. Es un gran reto al

que se enfrenta la División al llevar a cabo el proyecto ya que de ello depende el mejoramiento del Plan de Desarrollo Distrital. (Jiménez, 2017)

Es por esto, que se hace necesaria la labor del pasante dentro de la estructura orgánica de la Empresa, dado que apoya el seguimiento técnico de las diferentes obras asignadas en cuanto a control operativo, planeación, costo, cumplimiento al objeto y seguimiento administrativo.

La pasante se constituye como un apoyo para la División de Planeación y control debido al conocimiento sobre cada uno de los temas que se manejan en la planeación de un proyecto y ejecución de un contrato, se constituye como un “profesional” más en el desarrollo de las diferentes actividades que se desempeñan día a día en la División de Planeación y Control de la Dirección Red Matriz Acueducto de la Empresa EAAB-ESP.

### **1.3 Objetivos de la pasantía.**

**1.3.1 General.** Apoyar técnicamente la División de Planeación y Control de la Dirección Red Matriz Acueducto en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP)

**1.3.2 Específico.** Realizar un seguimiento a los estudios de población y proyección de la demanda de agua para la ciudad de Bogotá y los municipios vecinos, para formular planes de expansión y densificación.

Brindar apoyo técnico a la actualización del modelo hidráulico del Sistema Matriz de Acueducto, para realizar una correcta operación y control de la infraestructura y generar proyecciones de expansión, redensificación, solución y análisis de posibles eventos de vulnerabilidad.

Apoyar el análisis de los estudios y diseños del proyecto de rehabilitación Fase 3 Tibitoc-Casablanca, con el fin de optimizar la ejecución del proyecto por parte de la EAAB-ESP.

Elaborar un artículo para una revista donde se trate el tema sobre la demanda de agua para la Ciudad de Bogotá y los municipios vecinos.

## 1.4 Descripción de las Actividades a Desarrollar.

En la Tabla 2 se detallan las actividades que permitirán el cumplimiento de cada objetivo específico.

**Tabla 2**

*Descripción de las actividades a desarrollar durante la pasantía en la División de Planeación y Control de la Dirección red Matriz Acueducto de la EAAB-ESP*

Objetivo General	Específicos	Actividades a desarrollar en la empresa <b>Objetivos Específicos</b>
Apoyar técnicamente la División de Planeación y Control de la Dirección Red Matriz Acueducto en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP)	Realizar un seguimiento a los estudios de población y proyección de la demanda de agua para la ciudad de Bogotá y los municipios vecinos, para formular planes de expansión y densificación.	<p>Recopilar información sobre los resultados del Censo poblacional realizado por el DANE en el año 2018.</p> <p>Identificar las falencias del sistema.</p> <p>Proponer alternativas de solución y expansión al sistema de acueducto.</p> <p>Apoyar la solicitud de respuesta técnica al Plan Maestro de los Municipios.</p>
	Brindar apoyo técnico a la actualización del modelo hidráulico del Sistema Matriz de Acueducto, para realizar una correcta operación y control de la infraestructura y generar proyecciones de expansión, redensificación, solución y análisis de posibles eventos de vulnerabilidad.	<p>Recopilar información sobre los estudios e infraestructuras existentes.</p> <p>Dar respuesta a las posibilidades de servicio de Acueducto desde el punto de vista DRMA.</p> <p>Utilizar herramientas de simulación hidráulica: EPANET.</p>

## Continuación Tabla 2

Apoyar el análisis de los estudios y diseños del proyecto de rehabilitación Fase 3 Tibitoc-Casablanca, con el fin de optimizar la ejecución del proyecto por parte de la EAAB-ESP.	Reunir toda la información existente del proyecto.
	Estudiar y analizar los resultados de los diseños.
	Dar a conocer cualquier información relevante que se presente en los estudios del proyecto.
	Hacer un informe y documentar la información para dar a conocer a la División de Planeación y control.
	Brindar apoyo para realizar la solicitud de contratación del proyecto.
	Revisar y analizar por tramos el tipo de tecnología a implementar de acuerdo a su cronograma.
Elaborar un artículo para una revista donde se trate el tema sobre la demanda de agua para la Ciudad de Bogotá y los municipios vecinos.	Redacción de artículo titulado Afectaciones Derivadas de la Implementación de Proyecto de Ampliación Red de Acueducto. Estudio de caso.

**Nota.** La tabla muestra el desglose de actividades para cumplir los objetivos específicos del proyecto de pasantías.  
Fuente: Autor (2019).

## Capítulo 2. Enfoques referenciales

### 2.1 Enfoque Conceptual

**Acueducto:** Sistema de abastecimiento de agua para una población. (Minvivienda, 2000)

**Agua potable:** Agua que, por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, en las condiciones señaladas en el Decreto 475 de 1998, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a la salud. (Minvivienda, 2000)

**Almacenamiento:** (En sistemas de Acueducto): Acción destinada a almacenar un determinado volumen de agua para cubrir los picos horarios y la demanda contra incendios. (Minvivienda, 2000)

**Cámara de caída:** Estructura utilizada para dar continuidad al flujo cuando una tubería llega a una altura considerable respecto de la tubería de salida. (Minvivienda, 2000)

**Capacidad de almacenamiento:** Volumen de agua retenido en un tanque o embalse. (Minvivienda, 2000)

**Capacidad de Respaldo:** Los prestadores deben calcular la capacidad de respaldo de cada componente de su sistema, la cual corresponde a aquella que, en caso de mantenimiento, caso

fortuito o fuerza mayor, el prestador utilizará con el fin de atender un nivel de demanda mínima de su sistema.

Esta capacidad debe determinarse con base en los análisis de vulnerabilidad y el plan de contingencias que se deben desarrollar de acuerdo con los criterios del Reglamento Técnico para el sector Agua Potable y Saneamiento Básico — RAS y lo establecido en la Resolución MVCT 0154 de 2014, o la que la modifique, adicione, sustituya o derogue. (CRA, 2016)

**Capacidad Excedentaria:** A partir de la capacidad máxima, los compromisos de suministro de cada componente o actividad (considerando la variación temporal de la demanda) y la capacidad de respaldo calculada, los prestadores deben estimar la capacidad excedentaria para cada componente o actividad, que potencialmente podría ser utilizada por un beneficiario. En todo caso, dicha disponibilidad estará sujeta a los resultados de los estudios a los que se refiere el artículo 4 de la presente resolución. (CRA, 2016)

**Capacidad hidráulica:** Caudal que puede manejar un componente o una estructura hidráulica conservando sus condiciones normales de operación. (Minvivienda, 2000)

**Capacidad Máxima:** Caudal máximo de diseño de una estructura hidráulica.  
(Minvivienda, 2000)

**Captación:** Conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento. (Minvivienda, 2000)

**Catastro de redes:** Inventario de las tuberías y accesorios existentes incluidas su localización, diámetro, profundidad, material y año de instalación. (Minvivienda, 2000)

**Caudal:** Cantidad de fluido que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo. (Minvivienda, 2000)

**Caudal de diseño:** Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado. (Minvivienda, 2000)

**Caudal máximo horario:** Consumo máximo durante una hora, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

(Minvivienda, 2000)

**Caudal medio diario Suscriptores:** El caudal medio diario, Qmd, corresponde al promedio de los consumos diarios de caudal en un período de un año, proyectado al horizonte de diseño, Caudal medio anual. (Ministerio de desarrollo, 2000)

**Centro de Control:** En el Centro de Control Operativo es utilizada una tecnología de punta para supervisar, controlar y operar de forma automática el sistema matriz de acueducto y las estaciones elevadoras de alcantarillado de toda la ciudad. se registra toda la información sobre la variación en los niveles de los tanques de almacenamiento, presión y flujo de las tuberías de los puntos de operación, calidad del agua y uso y generación de energía eléctrica, entre otros procesos. (EAAB-ESP, 2019)

**Componentes del sistema de acueducto:** Es el conjunto de elementos requeridos para el desarrollo de las actividades de los subsistemas de producción (captación, aducción, tratamiento), transporte y distribución de agua potable, incluyendo el almacenamiento (conformado por los tanques de almacenamiento y/o compensación), el cual puede ser parte de una o varias de las actividades de los diferentes subsistemas. (CRA, 2016)

**Conducción:** Componente a través del cual se transporta agua potable, ya sea flujo libre o a presión. (RAS , 2000)

**Consultoría:** Es un servicio profesional prestado por empresas, o por profesionales en forma individual —conocidas como consultoras o consultores respectivamente— con experiencia o conocimiento específico en un área, asesorando personas, asesorando a otras empresas, a grupos de empresas, a países o a organizaciones en general, la persona natural o jurídica con no menos de dos (2) años de experiencia especializada, que presta servicios profesionales altamente calificados consistentes en la elaboración del expediente técnico de obras. (UTEL, 2017)

**Consumo:** Volumen de agua potable recibido por el usuario en un periodo determinado. (Minvivienda, 2000)

**Contrato de suministro de agua potable:** Es el acuerdo de voluntades entre prestadores que tiene por objeto el suministro de agua potable por parte de un prestador proveedor a un prestador beneficiario, a cambio de una remuneración que cubra los costos del subsistema de

suministro, para que éste la transporte y/o distribuya y comercialice entre sus usuarios. (CRA, 2016)

**Cota de clave:** Nivel del punto más alto de la sección transversal externa de una tubería o colector. Cuantificable, que se puede determinar su valor. (Minvivienda, 2000)

**CRA:** Comisión de Regulación de Agua potable y Saneamiento básico– es una entidad del orden nacional, creada mediante el artículo 69 de la Ley 142 de 1994, como Unidad Administrativa Especial con autonomía administrativa, técnica y patrimonial, regida por la Constitución Política y por la ley; sin personería jurídica, adscrita al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Mediante el Decreto 1524 de 1994 le fueron delegadas las funciones, relativas al señalamiento de las políticas generales de administración y control de eficiencia de los servicios públicos domiciliarios, que el artículo 370 de la Constitución Política le encomienda al Presidente de la República. (CRA, 2016)

**DANE:** El Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE- es la entidad responsable de la planeación, levantamiento, procesamiento, análisis y difusión de las estadísticas oficiales de Colombia. El DANE ofrece al país y al mundo más de 30 investigaciones de todos los sectores de la economía, industria, población, sector agropecuario y calidad de vida, entre otras. (DANE, 2018)

**Demanda de Agua:** La demanda de agua estimada corresponde a la cantidad o volumen de agua usado por los sectores económicos y la población. Considera el volumen de agua

extraído o que se almacena de los sistemas hídricos y que limita otros usos; contempla el volumen utilizado como materia prima, como insumo y el retornado a los sistemas hídricos. (SIAC, 2019)

**DGAPSB:** Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico. Dentro de la documentación técnico normativa señala los requisitos que deben cumplir las obras, equipos y procedimientos operativos que se utilicen en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo y sus actividades complementarias. Se expide en cumplimiento de lo dispuesto en la Ley 142 de 1.994, que establece el régimen de los Servicios Públicos Domiciliarios en Colombia, y busca garantizar su calidad en todos los niveles. (Minvivienda, 2000)

**Dotación:** Cantidad de agua asignada a una población o a un habitante para su consumo en cierto tiempo, expresada en términos de litro por habitante por día o dimensiones equivalentes. (Minvivienda, 2000)

**Embalse:** Un embalse es un depósito de agua que se forma de manera artificial. Lo habitual es que se cierre la boca de un valle a través de una presa o de un dique, almacenando el agua de un río o de un arroyo. Con dichas aguas, se puede abastecer a poblaciones cercanas, producir energía eléctrica o regar terrenos. (IDEAM, 2019)

**Epanet:** Un software libre que permite realizar análisis hidráulicos de redes de tuberías a partir de las características físicas de las tuberías y dinámicas de los nudos (consumos) para

obtener la presión y los caudales en nodos y tuberías respectivamente, así como el análisis de calidad de agua a través del cual es posible determinar el tiempo de viaje del fluido desde la fuente hasta los nodos del sistema. (Epanet, 2017)

**ESP:** Empresa de Servicios Públicos - El término empresas de servicios públicos (ESP), lo reserva la ley 142 de 1994 para las sociedades por acciones, sean estas públicas, mixtas o privadas, que prestan servicios públicos domiciliario, por tanto están sujetas al régimen jurídico especial previsto en ella y de manera subsidiaria, esto es en relación con los asuntos no regulados por la misma, a las reglas que prevé el Código de Comercio para las sociedades anónimas. Las empresas de servicios públicos, son sociedades por acciones cuyo objeto es la prestación de uno o varios servicios públicos de que trata la Ley 142 de 1994 o realizar una o varias actividades complementarias, o una y otra actividad.

**Especificaciones Técnicas:** Instrucciones detalladas proporcionadas en conjunción con los planos y las copias del Plano de construcción. Las especificaciones frecuentemente describen los materiales a ser usados, dimensiones, colores, o técnicas de construcción. (Calderón, Ceballos, & Martínez, 2017)

Los detalles específicos sobre los materiales de construcción, técnicas, dimensiones, y los trabajadores de otros elementos deben utilizar en un Proyecto, junto con los planos y planes. (Calderón, Ceballos, & Martínez, 2017)

**Estación de bombeo:** Componente destinado a aumentar la presión del agua con el objeto de transportarla a estructuras más elevadas. (Minvivienda, 2000)

**Excedentes de capacidad del sistema:** Todos los prestadores de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y/o alcantarillado, calcularán la capacidad excedentaria en cada una de las actividades pertenecientes a sus subsistemas de suministro y transporte de agua potable, así como en los subsistemas de transporte, tratamiento y/o disposición final de aguas residuales.

Para esto, deberán definir la capacidad instalada máxima en cada actividad, los compromisos de suministro existentes en el momento del cálculo, Incluyendo la demanda propia, así como la capacidad de respaldo del sistema. (CRA, 2016)

**Fuentes de abastecimiento:** La red de abastecimiento de agua potable es un sistema de obras de Ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural relativamente densa. Un sistema de abastecimiento de agua está formado esencialmente por: La fuente de agua y su obra de captación o transporte, almacenamiento y distribución.

Las fuentes de abastecimiento por lo general deben ser permanentes y suficientes, cuando no son suficientes se busca la combinación de otras fuentes para suplir la demanda. En cuanto a su presentación en la naturaleza, pueden ser fuentes superficiales ( ríos, lagos, mar) o subterráneas ( acuíferos)

El agua potable para la ciudad de Bogotá es suministrada por tres sistemas, Tibitoc, Sumapaz y Chingaza; todos captan el líquido de fuentes superficiales ubicadas fuera de la ciudad y cada uno presenta un contexto biofísico y ambiental diferente. (EAAB-ESP, 2019)

**Macromedición:** Sistema de medición de grandes caudales, destinados a totalizar la cantidad de agua que ha sido tratada en una planta de tratamiento y la que está siendo transportada por la red de distribución en diferentes sectores. (Minvivienda, 2000)

**Mantenimiento:** Conjunto de acciones que se ejecutan en las instalaciones y/o equipos para prevenir daños o para la reparación de los mismos cuando se producen. (Minvivienda, 2000)

**Normas Técnicas:** Norma técnica aprobada o adoptada como tal por el organismo nacional de organización Colombia (RAS , 2000)

**Oferta de Agua:** La oferta del agua está asociada al régimen hidrológico, el cual, de acuerdo al Glosario Hidrológico Internacional se define como: “Variaciones del estado y de las características de una masa de agua que se repiten de forma regular en el tiempo y en el espacio y que muestran patrones estacionales o de otros tipos”. (SIAC, 2019)

**Operación:** Conjunto de acciones para mantener en funcionamiento un sistema. (Minvivienda, 2000)

**Pipe Jacking:** Las técnicas conocidas como excavación de microtúneles (microtunnelling) e inca o empuje de tuberías (pipe jacking) siguen ambas el mismo principio de funcionamiento y nacen de la necesidad de llevar a cabo el tendido de tuberías sin la excavación de zanja (trenchless technology o ejecución "sin trinchera"). El método, entre la construcción de túneles y perforación de sondeos, consiste en empujar la tubería desde un pozo e ir hincándola en el terreno a la vez que un elemento excavador por delante de ella va abriendo el hueco aprovechando el empuje transmitido por dicha tubería. El escombros que se genera en el frente es retirado hacia el exterior por diferentes métodos. (Bessac, 2019)

**Plan de Contingencias:** Es el conjunto de procedimientos preestablecidos para la respuesta inmediata, con el fin de atender en forma efectiva y eficiente las necesidades del servicio de manera alternativa y para restablecer paulatinamente el funcionamiento del sistema después de la ocurrencia de un evento de origen natural o antrópico que ha causado efectos adversos al sistema. (Minvivienda, 2000)

**Plan maestro de la EAAB:** Este Plan Maestro tiene por objeto concretar las políticas, estrategias, programas, proyectos y metas relacionados con el sistema de acueducto y alcantarillado del Distrito Capital, y establecer las normas generales que permitan alcanzar una regulación sistemática en cuanto a su generación, mantenimiento, recuperación y aprovechamiento económico en el marco de la estrategia de ordenamiento del Distrito. (EAAB-ESP, 2019)

**Planeación:** La planeación (planificación o planeamiento) es una función administrativa que comprende el análisis de una situación, el establecimiento de objetivos, la formulación de estrategias que permitan alcanzar dichos objetivos, y el desarrollo de planes de acción que señalen cómo implementar dichas estrategias. (Minvivienda, 2000)

**Presión:** Fuerza por unidad de superficie. (Minvivienda, 2000)

**Prestador Beneficiario:** En adelante beneficiario. Es el prestador del servicio público domiciliario de acueducto y/o alcantarillado que suscribe un contrato de suministro de agua potable y/o de interconexión de acueducto y/o alcantarillado, con un prestador proveedor, para la prestación de dichos servicios públicos domiciliarios. (CRA, 2016)

**Prestador Proveedor:** En adelante proveedor. Es el prestador del servicio público domiciliario de acueducto y/o alcantarillado o de alguna de sus actividades complementarias, que se obliga con un beneficiario a realizar las actividades que tengan como propósito suministrar agua potable, y/o permitir la interconexión, a partir de unos puntos de acceso previamente pactados, de sus subsistemas de suministro, transporte y/o distribución de agua potable, así como de sus subsistemas de recolección, transporte, tratamiento y/o disposición final de aguas residuales. . (CRA, 2016)

**Red De Distribución De Agua Potable.** Según el RAS, la red de distribución de agua potable se divide en cuatro según el nivel de complejidad del sistema, así: La red de distribución primaria o red matriz de acueducto, es el conjunto de tuberías mayores que son utilizadas para la

distribución de agua potable, que conforman las mallas principales de servicio del municipio y que distribuyen el agua procedente de las líneas expresas o de la planta de tratamiento hacia las redes menores de acueducto. Las redes matrices son los elementos sobre los cuales se mantienen las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto del sistema de distribución general. (Minvivienda, 2000)

Las redes de distribución secundaria y terciaria son el conjunto de tuberías destinadas al suministro en ruta del agua potable a las viviendas y demás establecimientos municipales públicos y privados. (Minvivienda, 2000)

En algunas ciudades de nivel de complejidad alto, se consideran como redes de distribución secundaria a las tuberías de diámetros comprendidos entre 75mm (3 pulgadas) y 300mm (12 pulgadas), y como redes de distribución terciarias las comprendidas entre 38mm (1.5 pulgadas) y 50mm (2.5 pulgadas), las cuales se alimentan desde las redes matrices y reparten agua en ruta. (Minvivienda, 2000)

En los municipios de los *niveles de complejidad bajo, medio, medio alto*, se considera que las redes de distribución secundaria comprenden los diámetros entre 38mm (1,5 pulgadas) a 100mm (4 pulgadas); y las tuberías matrices, los diámetros de 150mm (6 pulgadas) en adelante y sobre éstas deben garantizarse las presiones mínimas para que el sistema opere adecuadamente. (Minvivienda, 2000)

El dimensionamiento de la red de distribución debe justificarse con estudios económicos comparativos que permitan determinar los diámetros óptimos de cada una de las tuberías de la red, compatibles con los requisitos técnicos, las etapas de construcción y la viabilidad económica financiera del proyecto. Para todos los niveles de complejidad del sistema debe hacerse un diseño optimizado de la red de distribución. (Minvivienda, 2000)

**Red de distribución o Red Pública:** Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo. (Minvivienda, 2000)

**Red Matriz:** Parte de la red de distribución que conforma la malla principal de servicio de una población y que distribuye el agua procedente de la conducción, planta de tratamiento o tanques de compensación a las redes secundarias. La red matriz llamada también primaria, mantiene las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto de todo el sistema, y generalmente no reparte agua en ruta. (Minvivienda, 2000)

**Servicio público domiciliario de acueducto o servicio público domiciliario de agua potable:** Es la distribución de agua apta para el consumo humano, incluida su conexión y medición. También forman parte de este servicio las actividades complementarias tales como captación de agua, procesamiento, tratamiento, almacenamiento y transporte. (Distrital, 2000)

**SISTEC:** Sistema de Información de Normalización Técnica de la EAAB-ESP. (EAAB-ESP, 2019)

**Sistema de Acueducto:** Es el conjunto de elementos o componentes físicamente conectados, que interactúan entre sí, necesarios para garantizar las condiciones de presión, continuidad, respaldo y calidad para la prestación del servicio público de acueducto, o alguna de sus actividades complementarias, a un grupo de prestadores y/o usuarios que se encuentre conectado a éste. (CRA, 2016)

**Sistema de control:** El sistema de control permite mantener variables de un proceso dentro de un rango de operación, tomando acciones a partir de comparar el valor deseado con el valor requerido. Un sistema de control está compuesto usualmente por los siguientes elementos. Instrumentación de medición transductor, transmisor, controlador, actuador y sistema de registro. (Minvivienda, 2000)

**Sistema de suministro de agua potable:** Conjunto de obras, equipos y materiales utilizados para la captación, aducción, conducción, tratamiento y distribución del agua potable para consumo humano. (Minvivienda, 2000)

**Subsistema de distribución de agua potable:** Es el conjunto de redes, incluyendo las redes locales definidas por el numeral 14.17 del artículo 14 de la Ley 142 de 1994 y en el Decreto 3050 de 2013 o las normas que lo modifiquen, adicionen o sustituyan, accesorios, equipos de bombeo y/o tanques de almacenamiento y/o compensación, en caso de que existan, ubicados a partir del punto en que termina el subsistema de suministro o transporte y hasta la acometida del usuario final. (CRA, 2016)

**Subsistema de producción de agua potable:** Es el conjunto de infraestructura, redes, equipos, tuberías y accesorios empleados por una persona prestadora para las actividades de captación, aducción, tratamiento y almacenamiento de agua, y que se encuentran ubicados hasta el punto donde inicia el subsistema de transporte o distribución. (CRA, 2016)

**Subsistema de transporte de agua potable:** Es el conjunto de redes, tuberías, accesorios, tanques de almacenamiento y/o compensación y equipos de bombeo empleados por un proveedor para el transporte de agua potable, desde la planta de tratamiento hasta los tanques de distribución, a partir de los cuales se alimenta el subsistema de distribución de agua potable. (CRA, 2016)

**Tanque de almacenamiento:** Depósito destinado a mantener agua para su uso posterior. (Minvivienda, 2000)

**Tubería:** Ducto de sección circular para el transporte de agua. (Minvivienda, 2000)

**Venta de agua en bloque:** Se resalta, que el concepto de agua en bloque, en el caso de la EAAB, fue un término estatuido por el Concejo de Bogotá a partir del Acuerdo 011 de 1979, el cual en su artículo segundo autorizó a la EAAB para “suministrar el servicio de agua en bloque” a los municipios aledaños a la ciudad de Bogotá, cuyas condiciones y precios se fijaron mediante acuerdo de voluntades. (EAAB-ESP, 2019)

La venta de agua en bloque se hace bajo los parámetros de derecho privado y mediante la suscripción de convenios con los municipios (EAAB-ESP, 2019)

**Vulnerabilidad:** Predisposición intrínseca de un sistema de ser afectado o de ser susceptible a sufrir daños o pérdida de su función, como resultado de la ocurrencia de un evento que caracteriza una amenaza. (Minvivienda, 2000)

## 2.2 Enfoque Legal

**2.2.1 Aspectos regulatorios.** A continuación, se muestran las normativas que soportan el trabajo desarrollado en la pasantía.

Ley 1474 de Julio 12 de 2011 "Por la cual se dictan normas orientadas a fortalecer los mecanismos de prevención, investigación y sanción de actos de corrupción y la efectividad del control de la gestión pública". (Congreso de Colombia, 2011)

Ley 142 de 1994. "Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones". (Congreso de Colombia, 2011)

Resolución 0330 del 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, por la cual se fija el Reglamento de Agua y Saneamiento. 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. Deroga las resoluciones 1096 de 2000, 424 de 2001, 668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009. (RAS , 2000)

**Resolución 759 DE 2016 Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA).** “Por la cual se establecen los requisitos generales aplicables a los contratos que suscriban los prestadores de servicios públicos de acueducto y/o alcantarillado, para el uso e interconexión de redes y para los contratos de suministro de agua potable e interconexión; se señala la metodología para determinar la remuneración y/o peaje correspondiente y se establecen las reglas para la imposición de servidumbres de interconexión”. (RAS , 2000)

**Ley 1882 de 2018. Ley de Infraestructura.** Por la cual se adicionan, modifican y dictan disposiciones orientadas a fortalecer la contratación pública en Colombia, la ley de infraestructura y se dictan otras disposiciones.

**Resolución 0501 de 2017 del 4 de agosto. Reglamento Técnico de Tuberías y Accesorios, expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.** “Por la cual se expiden los requisitos técnicos relacionados con composición química e información, que deben cumplir los tubos, ductos y accesorios de acueducto y alcantarillado, los de uso sanitario y los de aguas lluvias, que adquieran las personas prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, así como las instalaciones hidrosanitarias al interior de las viviendas y se derogan las Resoluciones 1166 de 2006 y 1127 de 2007”. (RAS , 2000)

La Resolución aplica a las personas prestadoras de los servicios públicos domiciliarios, así como urbanizadores y constructores de vivienda que requieran en sus sistemas de redes internas hidrosanitarias, acueducto y alcantarillado, de tubos con sus uniones, sellos y accesorios. (RAS , 2000)

### **Normas Técnicas de la EAAB-ESP-ESP.**

Resolución 1148 de 7 de diciembre de 2018 Manual de Supervisión e interventoría de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB-ESP. EL Manual de Supervisión e Interventoría de la EAAB-ESP es de obligatorio cumplimiento para los funcionarios y contratistas de la EAAB-ESP, que ejecuten labores de interventoría, supervisión o de apoyo a la supervisión, y hace parte integral de los acuerdos de voluntades celebrados por la EAAB-ESP, en concordancia con el manual de contratación de la Empresa. (Vigente)

Resolución 1010 de 2018 Manual de Contratación de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB-ESP. El presente Manual de Contratación tiene por objeto establecer las reglas que rigen el trámite interno que deben adelantar los funcionarios, contratistas y las personas en general que están relacionadas con el proceso contractual de la EAAB-ESP, así como las reglas que gobiernan los procesos de contratación. (Vigente)

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, E.S.P. (EAAB-ESP) tiene como actividad principal la prestación de servicios públicos de acueducto y alcantarillado de Bogotá y a los municipios vecinos tales como: (Cajicá, Chía, Funza, Gachancipá, La Calera, Madrid,

Mosquera, Soacha, Sopo, Tocancipá y la Zona Industrial del municipio de Cota) con los cuales se tiene convenios de venta de agua en bloque.

En sus procedimientos tiene como políticas elaborar, modificar, homologar y adoptar normas y especificaciones técnicas cuando se presenten solicitudes realizadas por grupos de interés, por cambios de ley, por cambios de procesos o por adopción de nuevas tecnologías, con el propósito de adoptarlas a las necesidades y requerimientos de la empresa. Toda norma/especificación técnica debe seguir los lineamientos establecidos en la norma técnica de servicio NS-001 (EAAB-ESP, 2019)

Las normas y especificaciones técnicas de la E.A.A.B.-E.S.P. solo se pueden consultar internamente en el aplicativo SISTEC o solicitar en medio magnético por aviso SAP y para fines externos por la página web [www.acueducto.com.co](http://www.acueducto.com.co) o por medio de solicitud de compra a través de la Dirección Información Técnica y Geográfica (DITG).

Igualmente, se debe tener en cuenta que las normas y especificaciones a mencionar no son las únicas que rigen en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y que existen más normas/especificaciones que son necesarias cumplir para el correcto desarrollo de determinados contratos.

**2.2.2 Normas Técnicas Aplicables – Vigentes.** A continuación, se muestran algunas de las normativas de la EAAB-ESP que soportan el trabajo desarrollado en la pasantía.

**NE 002: Prueba hidráulica tuberías de acueducto:** Esta norma establece los requisitos para la realización de la prueba hidráulica in-situ para las tuberías de Acueducto. (EAAB-ESP, 2019)

**NP 005: Concretos y morteros:** Esta norma establece los requisitos referentes a materiales, preparación y transporte de concreto, los requisitos para morteros que se van a usar en las estructuras construidas o reparadas por y/o para la EAB-ESP, y concreto utilizado en las obras de recuperación del espacio público. (EAAB-ESP, 2019)

**NP 013: Tapas para acueducto:** Esta norma aplica para las tapas de hierro dúctil, las tapa válvula tráfico liviano (tipo común) en poliuretano reforzado y polipropileno de alto impacto, tapa válvula tráfico pesado en concreto polimérico que utiliza el *Acueducto de Bogotá*, para los accesorios de acueducto. (EAAB-ESP, 2019)

**NP-014: Macromedidores ultrasónicos de flujo:** Esta norma cubre las características físicas, electrónicas y de operación que deben cumplir los macromedidores fijos ultrasónicos que utiliza la EAAB-ESP para medición de flujo de caudales. (EAAB-ESP, 2019)

**NP-018: Válvulas de mariposa con sello elástico:** Establece las características constructivas de válvulas de Mariposa para manejo de aguas potables en estaciones de bombeo y captaciones, de cierre hermético por sello elástico, de diámetro nominal mayor a DN 200 (8"), sometidas a presiones de trabajo PN 10 y PN 16 (150 y 250 psi). Incluye las válvulas de cuerpo largo y corto. (EAAB-ESP, 2019)

**NP-020: Cerramiento:** La presente norma define las características que deben cumplir los materiales y las consideraciones de construcción de los cerramientos que se colocan en el área de las obras construidas, de manera temporal o definitiva, para el ACUEDUCTO DE BOGOTÁ., con el fin de delimitar las zonas ocupadas por estas obras. (EAAB-ESP, 2019)

**NP 032: Tuberías de acueducto:** Establecer los tipos de tubería que se aceptan y los requisitos que estas deben cumplir, cuando son utilizadas en redes de acueducto matrices, conducciones, líneas expresas, secundarias, menores de distribución y acometidas domiciliarias construidas por o para la EAB - E.S.P., para la conducción de agua cruda y potable. Igualmente aplica para el reemplazo de las tuberías averiadas. (EAAB-ESP, 2019)

**NP 040: Rellenos:** Esta norma establece las condiciones generales que deben tenerse en cuenta en la construcción de rellenos, las especificaciones de los materiales a ser colocados y los métodos y frecuencia de muestreo para las obras de la Empresa de acueducto, alcantarillado y aseo de Bogotá E.S.P. (EAAB-ESP, 2019)

**NP-043: Válvulas de retención (cheque) con sello elástico:** Esta norma establece las características técnicas de las válvulas antiretorno o cheque con sello elástico, sin desviación del flujo, que utiliza la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, ESP., en plantas de tratamiento y estaciones de bombeo, para presiones nominales PN 10 a PN 16 (150 y 250 psi) y tamaños entre DN 200 y DN 400 (8 a 16 pulgadas). (EAAB-ESP, 2019)

**NP-044: Válvulas de retención (cheque) con disco oscilante:** Esta norma establece las características técnicas de las válvulas antiretorno o cheque con sello elástico, sin desviación del flujo, que utiliza la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, ESP., en plantas de tratamiento y estaciones de bombeo, para presiones nominales PN 10 a PN 16 (150 y 250 psi) y tamaños entre DN 200 y DN 400 (8 a 16 pulgadas). (EAAB-ESP, 2019)

**NP-046: Válvulas de ventosa:** Aplica para las válvulas de ventosa que tengan un diámetro mayor que 1/2", que utiliza la EAB-ESP en las estaciones de bombeo de agua potable, en redes matrices, en las redes de distribución y en algunos sistemas de alcantarillado. (EAAB-ESP, 2019)

Las válvulas de ventosa son elementos diseñados para permitir la admisión o expulsión de aire de las tuberías conductoras de agua; son elementos críticos ya que son localizadas en zonas donde hay una mezcla de aire y agua, lo que las hace más propensas a la corrosión. La aplicación de las ventosas previene la rotura de tuberías y contribuyen al buen funcionamiento de las redes presurizadas de agua. (EAAB-ESP, 2019)

Con la eliminación del aire por las ventosas, se logra que el agua ocupe toda la sección de la tubería, disminuyendo la velocidad del fluido, hecho que puede contribuir a disminuir la posibilidad de un golpe de ariete en la red y a mejorar las condiciones de presión en la misma. (EAAB-ESP, 2019)

De otra parte también deben permitir el ingreso de aire en la operación de vaciado o desocupado de tuberías, para que no se presenten sub-presiones (presiones negativas) que pueden llegar a colapsar una red que conduzca agua a presión. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-001: Norma fundamental -directrices para la presentación de normas y especificaciones técnicas:** Establecer las directrices para garantizar la uniformidad en la presentación y el contenido mínimo de las guías normativas, normas y especificaciones técnicas en la EAB. - E.S.P. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-002: Criterios de diseño estructural:** Establece los parámetros para realizar el diseño estructural de las obras nuevas y de la adecuación de estructuras construidas por y/o para la EAB-ESP de Bogotá. Se incluyen los requisitos para el diseño de estructuras hidráulicas y de estructuras tipo edificaciones. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-007: Plan de manejo ambiental para la elaboración de diseños definitivos y detallados para la construcción de redes matrices de acueducto y colectores de alcantarillado pluvial y sanitario. Requisitos mínimos:** Esta norma aplica para la elaboración del plan de manejo ambiental que hace parte de los productos entregados con los diseños y actividades a ejecutar en la construcción de redes matrices de acueducto y colectores de alcantarillado pluvial y sanitario a cargo de la E.A.A.B - E.S.P. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-010: Requisitos para la elaboración y presentación de estudios geotécnicos:** Define los requisitos, criterios y aspectos, mínimos, que deben considerar los estudios geotécnicos para el diseño, construcción y operación de las obras contratadas por el *Acueducto de Bogotá*, a

excepción de las redes cuya profundidad máxima de excavación sea inferior a 1.5 metros y las conexiones domiciliarias de alcantarillado, o para la ejecución de obras en cercanías a la infraestructura de la Empresa. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-011: Ejecución de las labores de suspensión del servicio y restablecida en redes matrices:** Establece los criterios y condiciones básicas que se deben dar en un sistema de redes matrices en situación dinámica, para operar sus accesorios y ejecutar la suspensión del servicio o el aislamiento de un determinado sector de la red, así como para ejecutar la operación de restablecida o puesta en funcionamiento del sector aislado. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-012: Aspectos técnicos para cruces y detección de interferencias en construcción de acueducto y alcantarillado:** Establecer las directrices para investigación y detección de interferencias y cruces durante la construcción y mantenimiento de redes de acueducto y alcantarillado del Acueducto de Bogotá. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-016: Requisitos mínimos para la ejecución de la auditoría ambiental en la construcción de proyectos:** Aplica para la ejecución de la auditoría ambiental para los diferentes proyectos de construcción del sistema de distribución de agua potable, recolección y disposición de aguas lluvias, aguas residuales y el mantenimiento de la infraestructura requerida para garantizar estos servicios. (EAAB-ESP, 2019)

**NS 019: Excavaciones en zanja:** Esta norma indica las consideraciones que deben tenerse en cuenta para la ejecución de excavaciones en las obras de la EAB-ESP. Esta norma aplica para excavaciones en zanja. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-020: Desmonte, limpieza, demoliciones y traslado de estructuras:** Esta norma establece los requisitos que debe cumplir las actividades de desmonte, limpieza, demoliciones y traslado, actividades preliminares para la construcción de obras de la EAAB-ESP. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-021: Condiciones técnicas para intervenciones sobre la red matriz:** Establece los requisitos para las intervenciones sobre la infraestructura del Sistema de Redes Matrices de Acueducto, por parte del IDU o cualquier otra entidad pública o privada, directamente o en su representación por contratistas y concesionarios que incidan directa o indirectamente sobre las líneas y sus accesorios. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-023: Empates de tuberías en redes de acueducto:** Esta norma establece los requisitos para la ejecución de los empates de las redes nuevas con las tuberías existentes en redes de acueducto de la E.A.A.B - E.S.P. (EAAB-ESP, 2019)

**NS 025: Instalación de tuberías en zanja abierta para redes de acueducto:** Esta norma cubre los requisitos referentes a la instalación de redes de acueducto en zanja abierta para los diferentes materiales de tuberías aprobados por la EAAB-ESP para este tipo de instalación. (EAAB-ESP, 2019)

**NS 026: Desinfección de tuberías de acueducto:** Está norma establece los requisitos para el proceso de desinfección de las tuberías en redes menores, secundarias y redes matrices de

distribución de acueducto antes de ser entregadas y/o puestas en servicio por la E.A.A.B - E.S.P. (EAAB-ESP, 2019)

**NS 028: Presentación diseño de acueducto:** Esta norma establece los criterios y condiciones básicas que deben considerarse para la elaboración, presentación y aprobación de Estudios de pre-factibilidad, factibilidad y diseños de sistemas de acueducto para la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) y es aplicable a los Estudios de pre-factibilidad, factibilidad y diseños contratados, elaborados o los que debe aprobar la EAAB. (EAAB-ESP, 2019)

**NS 030: Lineamientos para trabajos topográficos:** Esta norma establece los requerimientos técnicos básicos y las obligaciones para la ejecución adecuada de los trabajos de topografía, aplicados para todo contrato de obra, consultoría o convenio, y que se encuentren apoyados en la red geodésica de puntos de control de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá o del IGAC.

En caso de que aplique, y adicionalmente especifica la forma de entrega de la información topográfica en el marco de la ejecución de contratos, trabajos o proyectos de diseño o construcción de infraestructura de la Empresa de Acueducto Y Alcantarillado de Bogotá - ESP o la que eventualmente pueda o llegue a ser gestionada o administrada por la EAAB-ESP.

**NS-032: Criterios de diseño hidráulico de tanques de compensación:** Esta norma establece los parámetros, criterios y condiciones básicas que se deben tener en cuenta para la

elaboración y presentación de diseños de tanques de almacenamiento de sistemas de abastecimiento de agua. (EAAB-ESP, 2019)

Esta norma contiene los aspectos de diseño hidráulico. El diseño estructural está contemplado en la norma técnica "*NS-062 Criterios generales para diseño de tanques*".

**NS-033: Criterios para diseño red matriz:** Esta norma establece los parámetros, criterios y condiciones básicas que se deben cumplir en la elaboración y presentación de diseños de redes matrices de sistemas de abastecimiento de agua. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-034: Criterios para diseño de conducciones y leneas expresas:** Establece los parámetros, criterios y condiciones básicas que deben tenerse en cuenta para la elaboración y presentación de diseños de líneas de conducción y sistema de abastecimiento de agua para ser aplicados en Santafé de Bogotá y municipios aledaños. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-035: Requerimiento para cimentación de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado:** Esta norma establece los requisitos para dimensionamiento de cimentación de tuberías en los sistemas de acueducto y alcantarillado, para los diferentes tipos de tubería aprobados por la E.A.AB-E.S.P y para las diferentes condiciones de instalación utilizando métodos de estado límite de servicio y resistencia última. (EAAB-ESP, 2019)

**NS 038: Manual del manejo del impacto urbano:** Esta norma técnica establece requisitos mínimos para prevenir, reducir, controlar y/o mitigar de manera técnica, oportuna y

eficiente los impactos que generan el desarrollo de los proyectos, obras civiles y actividades A lo largo de esta norma cualquier proyecto, obra o actividad que desarrolle la EAB-ESP se denominan como “Intervenciones”. Que desarrolla la Empresa. (EAAB-ESP, 2019)

En el numeral 1.1 se ha realizado una clasificación de las intervenciones como de bajo, medio y alto impacto, todas ellas deben dar aplicación a los lineamientos establecidos en la presente norma, mediante la aplicación de un plan de implementación de medidas de manejo ambiental, en seguridad, salud ocupacional y gestión social, denominado PIMMAS, en el cual se reconoce el tipo y particularidades que presentan las intervenciones. (EAAB-ESP, 2019)

Las intervenciones de construcción, ampliación y renovación; así como las actividades de mantenimiento asociadas a la ampliación y mejoramiento de la cobertura de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado en el Distrito Capital de Bogotá que realiza la EAB-ESP, se enmarcan dentro de los tipos de proyectos establecidos normativamente en "Resolución 991 de 2001". (EAAB-ESP, 2019)

Por medio de la cual la Secretaría Distrital de Ambiente-SDA, establece la Guía de Manejo Ambiental para el desarrollo de Proyectos de Infraestructura Urbana en el Distrito Capital y de acuerdo a lo solicitado por la SDA, en oficio radicado EAB-ESP N° E-2008-052228 del 23 de julio de 2008, "Decreto 2820 de 2010"; por la cual el Ministerio del Medio Ambiente reglamenta el Título octavo de la Ley 99 del 93 sobre licencias ambientales. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-040: Panorama de factores de riesgo. Requisitos mínimos para su elaboración:**

Esta norma establece la metodología para la elaboración de matrices de peligros en cada uno de

los centros de trabajo, obras de mantenimiento y construcción de redes de acueducto y alcantarillado a cargo de la E.A.B. - E.S.P. o contratadas por esta.

**NS-041: Requisitos mínimos de higiene y seguridad industrial en excavaciones:** Esta norma es de aplicación para la elaboración de mecanismos de prevención y control de factores de riesgo en excavaciones necesarias en obras de acueducto y alcantarillado a cargo de la E.A.A.B. - E.S.P. y es de obligatorio cumplimiento para toda persona que ingrese o labore en las actividades de la obra, sin importar el tipo de vinculación al proyecto.

**NS 046: Requisitos para la elaboración y entrega de planos de obra construida de redes de acueducto y alcantarillado:** Esta norma establece los parámetros mínimos para la elaboración de planos de obra construida o rehabilitación los cuales deben contener la información detallada de construcción y registro geográfico de las redes de Acueducto y Alcantarillado, con el fin de transferir dicha información a la base de datos del Sistema de Información Geográfica Unificado Empresarial (SIGUE). (EAAB-ESP, 2019)

El contratista debe desarrollar la digitalización de toda la información Básica, Temática y de Redes de Acueducto y Alcantarillado, que resulte del estudio, diseño, obra, etc., asociada con la información alfanumérica (tablas de atributos), conformando los archivos en formato Shape y los formatos CAD, de acuerdo al modelo de datos establecido por la DITG. (EAAB-ESP, 2019)

El diseño de la base de datos asociada a la información gráfica y las especificaciones de incorporación de datos deberá contener como mínimo la información solicitada en cada uno de

los productos que se vayan a entregar al Acueducto de Bogotá y será coordinada por el Sistema de Información Geográfica Unificada Empresarial. (EAAB-ESP, 2019)

**NS 048: Programación y control de proyectos:** La presente norma tiene como objeto establecer los lineamientos necesarios para la programación y control de proyectos del Acueducto de Bogotá. Esta norma aplica a todos los contratos de consultoría, construcción, interventoría, operación y mantenimiento. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-049: Ejecución de las labores de puesta en servicio de redes matrices por primera vez:** Establecer los criterios y fijar las condiciones básicas que se deben dar para la puesta en operación de redes matrices, tanques y estaciones de bombeo en un sistema de acueducto en situación dinámica, para operar sus accesorios y ejecutar apertura de servicio o ampliación de la cobertura de un determinado sector de la red. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-053: Modelo de datos de infraestructura de acueducto:** La Norma Técnica de Servicio del Modelo de Datos de Infraestructura de Acueducto, es un banco de información, que permitirá una mejor explotación de la información disponible. (EAAB-ESP, 2019)

El modelo se basa en la existencia de objetos geográficos y no geográficos. Por un lado, se define la existencia de los nodos y por otro los activos de la red. Muchos activos de la red tipo están asociados con los nodos para hacer parte de la topología. El resto de ellos son los objetos tipo punto, que se incluyen en el SIG, pero no pertenecen a la topología en este modelo.

**NS-055: Intervención y manejo de zonas verdes:** Esta norma establece las formas como se debe realizar la intervención y el manejo de zonas verdes, poda de césped, árboles y arbustos; despaste, deshierbe y plateo; tala de árboles y remoción de arbustos; arborización y revegetalización, requeridos en los proyectos nuevos o en labores de mantenimiento en el Acueducto de Bogotá. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-057: Cunetas y canaletas de drenaje superficial:** Esta norma establece los parámetros básicos, los materiales y los aspectos constructivos para las cunetas y canaletas típicas, utilizadas en obras de drenaje superficial en urbanizaciones, barrios y desarrollos, así como en obras de drenaje y protección en vías y taludes. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-060: Criterios de diseño de anclajes en redes de acueducto y alcantarillado:** Esta norma establece criterios de diseño de anclajes requeridos para la construcción y el mantenimiento de las redes de acueducto y alcantarillado del Acueducto de Bogotá. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-069: Manejo de aguas en actividades de construcción y mantenimiento de redes:** Establecer los criterios a seguir para el manejo de aguas durante los trabajos de construcción y mantenimiento de canales y redes de acueducto y alcantarillado. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-072: Entibados y tablestacados:** Establece aspectos para el diseño y construcción de entibados y tablestacados, y las características mínimas para los sistemas de soporte temporal o

permanente para excavaciones a cielo abierto, necesarias para la instalación de tuberías, pozos de acceso, y en general para diferentes tipos de estructuras enterradas. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-076: Requerimientos para diseño y construcción de obras de protección de taludes:** Esta norma establece los requerimientos mínimos para diseño de obras de protección de taludes: muros de contención de concreto y otros materiales (de gravedad, en voladizo, anclados) y muros de tierra mecánicamente estabilizada en obras ejecutadas por y/o del Acueducto de Bogotá. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-077: Cajas para accesorios de acueducto:** Esta norma establece la geometría y materiales constructivos de las estructuras necesarias para alojar válvulas, ventosas, purgas, macromedidores y demás accesorios y equipos en las redes matrices del Acueducto de Bogotá. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-084: Criterios para selección de válvulas:** Especifica las características técnicas que deben tenerse en cuenta para seleccionar una válvula, dependiendo de la aplicación específica y condiciones del medio donde se instalan. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-087: Aspectos técnicos para instalación de válvulas:** Esta norma aplica para la instalación de válvulas que realice o contrate la EAAB-ESP en redes de distribución y estaciones de bombeo. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-089: Equipos de topografía: requisitos mínimos de calibración y verificación metrológica:** La norma contempla los criterios básicos y procedimientos para la confirmación

metrológica de los equipos, así como los criterios básicos que deben tenerse en cuenta para la selección de los equipos que utiliza la EAAB-ESP en la construcción de obras. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-090: Protección de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado:** Esta norma establece las medidas de protección exterior de las tuberías de acueducto y alcantarillado contra agentes corrosivos y la acción de cargas externas. (EAAB-ESP, 2019)

Además se establecen las medidas de protección y la acción de cargas externas, los parámetros, criterios y condiciones básicas que deben tenerse en cuenta para el diseño, y los requisitos mínimos para la instalación, implementación, operación, mantenimiento y seguridad de los sistemas de protección para el control de la corrosión exterior de las tuberías de acero de la red matriz de acueducto. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-100: Criterios para la evaluación de la conformidad de los productos que adquiere la empresa:** Indica los criterios para la exigencia de certificados de conformidad a los productos que adquiere la Empresa. Aplica para normas técnicas de producto (NP) de la EAAB-ESP que se encuentren aprobadas y para normas técnicas de otras organizaciones que apliquen al producto que se esté evaluando. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-102: Requisitos mínimos para distribución de agua en Carro tanque:** Esta norma establece los requisitos mínimos y las condiciones para la distribución de agua en carro tanques a los usuarios de la EAB - ESP, bien sea mediante el empleo de carro tanques de propiedad de la

empresa misma, o los contratados por esta para prestar el servicio en condiciones particulares a definir por la empresa. (EAAB-ESP, 2019)

De igual forma regula las condiciones que rigen para la distribución del agua a carrotanques o tanques, que hacen compras a la empresa para usos diversos, que bien pueden ser domésticos y/o industriales. (EAAB-ESP, 2019)

La vigilancia de la calidad del agua es fundamental para reducir los riesgos de transmisión de enfermedades a la población por su consumo, como las de tipo gastrointestinal y las producidas por contaminantes tóxicos; esta vigilancia se ejerce a través del cumplimiento de los límites permisibles de calidad del agua y complementariamente, inspeccionando que las características de las instalaciones y entre otros de los tanques de los vehículos para el transporte y distribución protejan adecuadamente el agua de la contaminación. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-103: Instalación de concreto:** La presente norma tiene como objeto presentar los lineamientos para la colocación del concreto desde el equipo de transporte hasta su posición final en la estructura en construcción, entendiéndose que el término colocación incluye planeación, colocación, cimbrado, acabados, curado, y descimbrado. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-105: instalación de macromedidores:** Esta norma cubre los requisitos técnicos para la instalación de macromedidores utilizados por la EAAB-ESP para la medición de grandes caudales. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-106: Calibración y verificación metrológica de macromedidores:** Esta norma cubre los requisitos para la calibración y verificación metrológica de los macromedidores fijos ultrasónicos que utiliza la EAAB-ESP para medición de flujo de grandes consumidores. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-107: Requisitos mínimos de higiene y seguridad industrial para el manejo de equipos empleados en labores de construcción de sistemas de acueducto y alcantarillado:** Esta norma establece los mecanismos mínimos de prevención y control de peligros riesgo que se presentan durante el manejo de los equipos empleados en labores de construcción de sistemas de acueducto y alcantarillado a cargo de la E.A.B – E.S.P.

**NS-108: Requisitos mínimos de higiene y seguridad industrial para el manejo de herramientas manuales:** Esta norma establece los mecanismos mínimos de prevención y control de factores de riesgo que se presentan en el manejo de herramientas manuales, incluyendo las herramientas de fuerza motriz portátiles utilizadas en la E.A.A.B. – E.S.P.

**NS-113: Requisitos mínimos de higiene y seguridad industrial para la realización de trabajos en talleres de mantenimiento mecánico, automotriz y maquinaria industrial:** Esta norma establece los mecanismos mínimos de prevención y control de los factores de riesgo, que se presentan durante la realización de trabajos en los talleres de mantenimiento mecánico, automotriz y de maquinaria industrial de la E.A.A.B – E.S.P.

**NS-116: Requisitos mínimos de seguridad industrial para el manejo de explosivos:**

Esta norma establece los mecanismos de prevención y control de factores de riesgo en proyectos a cargo de la E.A.A.B - E.S.P, que contemplen el transporte, manejo y almacenamiento de explosivos. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-121: Requisitos mínimos de higiene y seguridad industrial para el manejo de máquinas herramientas:** Esta norma establece los mecanismos mínimos de prevención y control de factores de riesgo para el manejo de máquinas herramientas en la E.A.A.B. – E.S.P.

**NS-123: Criterios para selección de materiales de tuberías para redes de acueducto y alcantarillado:** Esta norma establece los criterios a tenerse en cuenta para la selección de material de tubería en redes de acueducto y alcantarillado. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-134: Planes de emergencia, requisitos mínimos para su elaboración:** Esta norma establece los requisitos necesarios y el contenido mínimo de un Plan de Emergencias aplicable en casos de emergencia a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá –Empresa de Servicios Públicos (EAB - ESP) y a sus contratistas y/o partes interesadas.

La cobertura del Plan de Emergencias y Contingencias aplicará durante todo el año, las 24 horas del día y cubrirá las actividades generales que se realizarán dentro y fuera de las instalaciones de la Empresa (construcción, mantenimiento, etc.), involucrando a los trabajadores, funcionarios, visitantes regulares y esporádicos, comunidad, y en general a cualquier persona que

se encuentre dentro del sitio de emergencia en el momento que esta se presente. (EAAB-ESP, 2019)

Este plan asigna responsabilidades en los diferentes niveles jerárquicos al interior de la empresa y se definen convenios con empresas públicas y privadas estableciendo las acciones a seguir antes, durante y después de emergencias. (EAAB-ESP, 2019)

El Plan de Emergencias debe ser conocido por todo el personal de las organizaciones responsables de las actividades involucradas en el alcance de este documento, para que apliquen las pautas y los pasos a seguir en caso que se llegare a presentar cualquier emergencia; para controlar el evento de manera satisfactoria y poder minimizar los daños personales y materiales que pudieran llegarse a presentar. (EAAB-ESP, 2019)

**NS-141: Requisitos mínimos de seguridad industrial y salud ocupacional para contratistas:** Esta norma establece los requisitos mínimos de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) para todos los contratos de la EAAB – ESP, como una guía para garantizar la aplicación de las medidas del Subsistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), el mejoramiento basados en el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar) con el fin de tener un control eficaz de los peligros y riesgos en el lugar de trabajo y los procesos que se desarrollen para la empresa y con el fin de prevenir la materialización de eventos representados en accidentes de trabajo y las enfermedades laborales. (EAAB-ESP, 2019)

Estos requisitos son aplicables a los contratistas, los cuales a su vez son los responsables de verificar que sus subcontratistas cumplan con todas estas consideraciones. Los alcances de esta

Norma Técnica de Servicio (NS) involucran a todo el personal del contratista y Subcontratistas.  
(EAAB-ESP, 2019)

Es responsabilidad del contratista asegurar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en esta Norma Técnica de Servicio, así también, asumir las acciones contractuales o legales que devengan del incumplimiento de lo dispuesto. (EAAB-ESP, 2019)

**NT-001: Medidores de agua potable. Definiciones y clasificación:** Esta norma tiene por objeto establecer las definiciones y la clasificación de medidores, que utiliza la EAAB - ESP. para registrar la cantidad de agua que pasa a través de tuberías.

**NT-002: Terminología de acueducto:** Se aplica para el diseño y la construcción de acueductos con sus obras complementarias.

**NT-006: Terminología de seguridad industrial:** La terminología incluida en esta norma aplica a temas relacionados con seguridad industrial y salud ocupacional. (EAAB-ESP, 2019)

**NT-007: Terminología de ingeniería eléctrica:** Esta especificación aplica para las actividades de diseño, construcción y mantenimiento de obras de Ingeniería Eléctrica en la E.A.A.B. ESP con sus obras complementarias.

**NT-008: Terminología mecánica:** Esta norma aplica para los términos más utilizados en actividades del área mecánica de la EAAB-ESP, la mayoría de los cuales se encuentran mencionados en las normas técnicas de la Empresa.

**NT-009: Terminología de construcción:** Aplica para los procesos de construcción de los sistemas de acueducto y alcantarillado. (EAAB-ESP, 2019)

**2.2.3 Especificaciones Aplicables.** En este ítem se muestra las especificaciones que soportan el desarrollo de la pasantía.

**EG-101: Consideraciones generales para la ejecución de obras y actividades para la EAAB-ESP:** Esta especificación define las condiciones generales que deben tenerse en cuenta para la ejecución de todas las obras y actividades relacionadas con la construcción de obras para el Acueducto de Bogotá. (EAAB-ESP, 2019)

**EG-102: Servicios preliminares y complementarios:** Esta especificación establece los aspectos relacionados con la ejecución de todos los trabajos, condiciones de recibo, medidas, tolerancias y pago de los servicios preliminares y complementarios que se ejecutan en las obras del Acueducto de Bogotá. (EAAB-ESP, 2019)

**EG-104: Excavaciones, demoliciones y traslado de estructuras:** Esta especificación establece los aspectos relacionados con la ejecución de todos los trabajos, condiciones de recibo, medidas, tolerancias y pago de las actividades relacionadas con todo tipo de excavaciones,

demoliciones y traslado de estructuras ejecutados para el Acueducto de Bogotá. (EAAB-ESP, 2019)

**EG-106: Rellenos:** Esta especificación establece los aspectos relacionados con la ejecución de todos los trabajos, condiciones de recibo, medidas, tolerancias y pago de las actividades relacionadas con los rellenos requeridos en las obras del Acueducto de Bogotá. (EAAB-ESP, 2019)

**EG-107: Retiro y disposición de materiales sobrantes:** Esta especificación establece los aspectos relacionados con la ejecución de todos los trabajos, condiciones de recibo, medidas, tolerancias y pago aplicables al cargue, retiro, transporte y disposición de materiales sobrantes de excavaciones (incluye desmonte, limpieza y descapote), demoliciones y de materiales provenientes del mantenimiento de estructuras de alcantarillado, del proceso de tratamiento de agua potable y residual y de materiales provenientes de derrumbes, que sucedan por causas no imputables al Contratista. (EAAB-ESP, 2019)

**EG-108: Concretos, morteros y acero:** Esta especificación establece los aspectos relacionados con la ejecución de todos los trabajos, condiciones de recibo, medidas, tolerancias y pago de instalación de concretos y suministro e instalación de acero, sellos para juntas de concreto, aditivos, adherentes, mantenimiento de estructuras en concreto y elementos metálicos y anclajes que se van a usar en la construcción de estructuras permanentes requeridas por el Acueducto de Bogotá. (EAAB-ESP, 2019)

**EG-109: Instalación de tuberías:** Esta especificación cubre los requisitos que se deben seguir para la instalación, condiciones de recibo, medida y pago de tuberías prefabricadas y sus respectivos accesorios con el objeto de construir o renovar redes de acueducto y alcantarillado con métodos de zanja abierta y sin zanja. (EAAB-ESP, 2019)

**EG-110: Protección de tuberías:** Esta especificación define los aspectos relacionados con la ejecución de todos los trabajos, condiciones de recibo, medida, tolerancias y pago de las protecciones para las tuberías de acueducto y/o alcantarillado. (EAAB-ESP, 2019)

**EC-201: Empates de tubería de acueducto:** Esta especificación establece los aspectos relacionados con la ejecución de todos los trabajos, condiciones de recibo, medidas, tolerancias y pago de todas las operaciones que sean necesarias para ejecución de empates de tubería nueva con las tuberías de acueducto existentes. (EAAB-ESP, 2019)

**EC-202: Instalación de hidrantes y sistemas para válvula, e instalación de accesorios:** Esta especificación establece los aspectos relacionados con la ejecución de todos los trabajos, condiciones de recibo, medidas, tolerancias y pago para la instalación de hidrantes, sistemas para válvulas, pitómetros, accesorios y construcción de cajas para válvulas y accesorios. (EAAB-ESP, 2019)

**EC-301: Pozos de inspección:** Esta especificación establece los aspectos relacionados con la ejecución de todos los trabajos, condiciones de recibo, medidas, tolerancias y pago de las

actividades de construcción de los pozos de inspección con o sin cámara de caída. (EAAB-ESP, 2019)

**EC-401: Rotura y construcción de vías, andenes y sardineles:** Esta especificación establece los aspectos relacionados con la ejecución de todos los trabajos, condiciones de recibo, medidas, tolerancias y pago de las actividades de rotura y reconstrucción de vías, andenes, senderos, pisos y sardineles en la zona afectada por la instalación de la tubería y donde se construyan pozos, sumideros, cajas, domiciliarias, cámaras o estructuras de conexión de acueducto y/o alcantarillado, zonas de manejo y preservación de los sistemas hídricos construidos por y para el Acueducto de Bogotá. (EAAB-ESP, 2019)

Además, establece los parámetros a seguir para la ejecución de todos los trabajos, condiciones de recibo, medidas, tolerancias y pago de las actividades en la construcción de los diferentes proyectos ejecutados en espacio público como vías, andenes, senderos, pisos, sardineles y ciclorrutas; y donde lo indique el Acueducto de Bogotá. (EAAB-ESP, 2019)

**EC-404: Obras complementarias:** Esta especificación establece los aspectos relacionados con la ejecución de todos los trabajos, condiciones de recibo, medidas, tolerancias y pago para la realización de obras complementarias (movilización de redes de servicios públicos y privados existentes, intervención de vías férreas, cunetas, canaletas, muros y subdrenajes), requeridas por el Acueducto de Bogotá. (EAAB-ESP, 2019)

Los muros que se referencian en esta especificación corresponden a muros diferentes a los de cerramientos. (EAAB-ESP, 2019)

**ES-901: Suministros de válvulas y accesorios para redes y acometidas de acueducto:**

Esta especificación establece las condiciones que el proveedor o contratista debe cumplir para el suministro válvulas y accesorios para redes y acometidas de acueducto para las obras del Acueducto de Bogotá. (EAAB-ESP, 2019)

**ES-902: Suministro de concreto:** Esta especificación establece los aspectos relacionados con la ejecución de todos los trabajos, condiciones de recibo, medidas, tolerancias y pago de las actividades relacionadas con el suministro de concreto y morteros, requerido para obras del Acueducto de Bogotá. (EAAB-ESP, 2019)

**ES-903: Suministros de tuberías de acueducto y alcantarillado:** Esta especificación establece las indicaciones que el Proveedor o Contratista debe cumplir para el suministro de tuberías de acueducto y alcantarillado para el Acueducto de Bogotá. (EAAB-ESP, 2019)

## Capítulo 3. Informe de cumplimiento del trabajo

### 3.1 Presentación de Resultados

El trabajo ejecutado permitió brindar apoyo a la División de Planeación y Control de la Dirección Red Matriz Acueducto de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP); en donde se buscó conocer, analizar y recopilar información de tipo técnico sobre la infraestructura existente del Sistema Matriz, los procesos de distribución de agua potable que conforman el Sistema Matriz de la Ciudad de Bogotá y los municipios vecinos con los cuales se tiene convenios de venta de agua en bloque y además el pasante se constituyó como un profesional más en el desarrollo de las diferentes actividades que se desempeñan día a día en la División de Planeación y Control.

A continuación, se presenta el desarrollo de cada uno de los objetivos específicos con sus respectivas actividades llevadas a cabo durante la pasantía.

**3.1.1 Realizar un seguimiento a los estudios de población y proyección de la demanda de agua para la ciudad de Bogotá y los municipios vecinos, para formular planes de expansión y densificación.** A continuación, se detallarán las actividades que conciernen al primer objetivo.

**3.1.1.1 Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2018.** De acuerdo a los resultados del Censo entregados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) se procede a recopilar la información de la Ciudad de Bogotá y los Municipios vecinos con los cuales se tiene convenios de venta de agua en bloque. El censo consistió en contar y caracterizar las personas residentes en Colombia, así como las viviendas y los hogares del territorio nacional. A través del censo, el país obtiene datos de primera mano sobre el número de habitantes, su distribución en el territorio y sus condiciones de vida. (DANE, 2018)

Así, el censo no es solo una “fotografía” del país en un momento determinado, sino que permite generar información estadística que sirve para que diferentes organismos públicos y privados del país planeen y tomen decisiones de política pública, de desarrollo económico, bienestar social, empleo, vivienda, salud, migración, entre otros. (DANE, 2018)

Esta entrega de resultados sustenta la importancia de contar con información actualizada de la realidad del país, útil para evaluar los alcances de las políticas de desarrollo para áreas pequeñas y subgrupos de la población. (DANE, 2018)

En las Figuras 11 y 12 se muestra la plataforma del DANE y la información que puede suministrarlos a través de su sitio web.



**Figura 11. Plataforma del DANE.**

Fuente: (DANE, 2018)



**Figura 12. Datos proporcionados por el DANE.**

Fuente: (DANE, 2018)

En la Figura 13 se muestra la población obtenida en todo el país y por cada uno de los departamentos.

  <span>El futuro es de todos</span> <span>Gobierno de Colombia</span>					
<b>Censo Nacional de Población y Vivienda - CNPV 2018</b>					
<b>Total de Población, Hogares y Unidades de Viviendas con personas presentes censadas a nivel nacional, departamental y municipal 2018</b>					
<b>TOTAL 2018</b>					
Concepto	Item				
Código DIVIPOLA	NOMBRE DEPARTAMENTO	NOMBRE MUNICIPIO	Población censada	Hogares censados	Unidades de Viviendas censadas con personas presentes
00	<b>Total Nacional</b>		<b>44.164.417</b>	<b>14.243.223</b>	<b>13.480.729</b>
05	Antioquia		5.974.788	1.983.566	1.933.583
08	Atlántico		2.342.265	625.123	598.179
11	Bogotá, D.C.		7.181.469	2.514.482	2.345.190
13	Bolívar		1.909.460	542.694	509.169
15	Boyacá		1.135.698	381.868	369.111
17	Caldas		923.472	309.680	304.509
18	Caquetá		359.602	116.166	110.525
19	Cauca		1.243.503	432.493	367.793
20	Cesar		1.098.577	316.717	296.535
23	Córdoba		1.555.596	466.615	411.879
25	Cundinamarca		2.792.877	945.586	899.740
27	Chocó		457.412	133.687	128.125
41	Huila		1.009.548	319.750	301.651
44	La Guajira		825.364	227.367	214.867
47	Magdalena		1.263.788	343.790	319.306
50	Meta		919.129	304.244	288.760
52	Nariño		1.335.521	449.275	407.276
54	Norte de Santander		1.346.806	398.300	384.715
63	Quindío		509.640	174.231	170.054
66	Risaralda		839.597	277.932	273.259
68	Santander		2.008.841	647.157	608.376
70	Sucre		864.036	240.068	229.335
73	Tolima		1.228.763	423.353	406.884
76	Valle del Cauca		3.789.874	1.267.039	1.231.570
81	Arauca		239.503	75.261	70.994
85	Casanare		379.892	128.130	120.179
86	Putumayo		283.197	107.053	91.508
88	Archipiélago de San Andrés		48.299	16.354	16.197
91	Amazonas		66.056	16.290	15.422
94	Guainía		44.431	9.953	9.364
95	Guaviare		73.081	22.817	22.146
97	Vaupés		37.690	7.020	6.829
99	Vichada		76.642	19.162	17.699

**Figura 13. Censo nacional y por departamentos.**

Fuente: (DANE, 2018)

De la misma manera, se obtuvo los datos relacionados al departamento de Cundinamarca detallado por sus municipios. Dicha información se muestra en la Figura 14.

DANE INFORMACIÓN PARA TODOS		El futuro es de todos Gobierno de Colombia							
Censo Nacional de Población y Vivienda - CNPV 2018									
Total de Unidades de Viviendas censadas según condición de ocupación, hogares y población censada a nivel nacional, departamental y municipal 2018									
TOTAL 2018									
Concepto			Unidades de Vivienda según Condición de Ocupación				Total		
Código DIVIPO LA	NOMBRE DEPARTAMENTO	NOMBRE MUNICIPIO	Total unidades de vivienda con personas ausentes	Total unidades de vivienda de uso temporal	Total unidades de vivienda desocupadas	Total unidades de vivienda con personas presentes	Unidades de vivienda	Hogares	Población
25001	Cundinamarca	Agua de Dios	9	943	456	3.922	5.330	4.146	10.742
25019	Cundinamarca	Albán	2	581	319	2.127	3.029	2.137	6.136
25035	Cundinamarca	Anapoima	82	3.907	564	4.521	9.074	4.586	12.241
25040	Cundinamarca	Anolaima	35	1.094	574	4.858	6.561	4.880	12.204
25053	Cundinamarca	Arbeláez	0	1.104	392	3.347	4.843	3.441	10.005
25086	Cundinamarca	Beltrán	2	103	129	641	875	655	1.720
25095	Cundinamarca	Bituima	6	292	108	892	1.298	902	2.224
25099	Cundinamarca	Bojacá	9	222	182	2.989	3.402	3.027	9.674
25120	Cundinamarca	Cabrera	4	148	76	1.373	1.601	1.442	4.512
25123	Cundinamarca	Cachipay	1	1.037	224	3.481	4.743	3.568	9.274
25126	Cundinamarca	Cajicá	117	295	2.413	25.280	28.105	26.416	81.111
25148	Cundinamarca	Caparrapi	216	454	795	3.996	5.461	4.131	10.301
25151	Cundinamarca	Caqueza	1	755	1.125	5.470	7.351	5.501	15.594
25154	Cundinamarca	Carmen de Carupa	1	382	1.150	2.280	3.813	2.425	7.345
25168	Cundinamarca	Chaguani	1	239	140	1.234	1.614	1.315	3.323
25175	Cundinamarca	Chía	60	718	2.253	40.162	43.193	43.642	129.613
25178	Cundinamarca	Chipaque	7	238	314	2.666	3.225	2.815	8.633
25181	Cundinamarca	Choachi	6	808	566	3.453	4.833	3.567	10.397
25183	Cundinamarca	Chocontá	63	885	1.167	5.907	8.022	6.010	19.825
25200	Cundinamarca	Cogua	1	631	130	6.164	6.926	6.588	21.102
25214	Cundinamarca	Cota	32	172	679	9.589	10.472	9.855	31.868
25224	Cundinamarca	Comaná	2	224	366	2.032	2.624	2.082	7.011

Figura 14. Resultados del censo en Cundinamarca.

Fuente: (DANE, 2018)

Para dar alcance al objetivo planteado también es necesario recopilar la información de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá correspondiente al Plan Maestro de Abastecimiento del año 2016 donde el objetivo principal del contrato de Consultoría consistía en la “Actualización de las Proyecciones de la Distribución Espacial de la Población y Demanda de Agua de la Ciudad de Bogotá y los Municipios Vecinos Considerando el Plan de Pérdidas y las Necesidades Regulatorias” realizado por INGETEC INGENIEROS CONSULTORES.

En las Figuras 15 hasta la 18 se muestra la información obtenida a partir del documento de la consultoría para la actualización del plan maestro de acueducto.



Figura 15. Documento de la consultoría.

Fuente: (INGETEC, 2016)

PROYECCIÓN GLOBAL DE LA DEMANDA DE AGUA BOGOTÁ Y MUNICIPIOS	
Establece la demanda global para la EAB-ESP en términos de producción y facturación para Bogotá y municipios (incluidos APS de Soacha y Gachancipá)	
<a href="#">DEMANDA AGREGADA m3/segundo</a>	<a href="#">ESCENARIOS ACTIVOS</a>
Demanda de producción	<i>Escenarios modelo de demanda: Económico Bogotá bajo; Municipios no incluye puntos de suministro proyectados, no incluye proyectos especiales; Escenario IANC Bogotá constante</i>
Bogotá	
Municipios	
Demanda Facturada	<a href="#">Actividad económica</a>
Bogotá	Según clase de uso
Municipios	<i>Económico Bogotá bajo</i>
<a href="#">DEMANDA FACTURADA m3/año</a>	<a href="#">Municipios</a>
Bogotá	<i>Municipios no incluye puntos de suministro proyectados, no incluye proyectos especiales</i>
	<a href="#">Agua no contabilizada</a>
<a href="#">Usuarios 2012-2014 Por aps, Clase de Uso</a>	<i>Escenario IANC Bogotá constante</i>
<a href="#">PARÁMETROS CONSUMO RESIDENCIAL Y NO RESIDENCIAL</a>	
Bogotá	
<a href="#">Dotación Demanda Residencial</a>	
<a href="#">Demanda No Residencial</a>	
<a href="#">Dinámica no residencial según modelo</a>	
<a href="#">PROYECCIONES DE POBLACIÓN</a>	

Figura 16. Demanda de agua.

Fuente: (INGETEC, 2016)

POBLACIÓN PROYECTADA BOGOTÁ Y MUNICIPIOS DEL ESTUDIO										
Municipios	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Bogotá	7.495.938	7.576.400	7.652.860	7.725.280	7.793.518	7.857.785	7.918.078	7.974.421	8.026.957	8.074.390
<b>Municipios</b>	<b>1.132.600</b>	<b>1.181.082</b>	<b>1.228.065</b>	<b>1.278.103</b>	<b>1.331.128</b>	<b>1.388.714</b>	<b>1.449.469</b>	<b>1.513.316</b>	<b>1.580.264</b>	<b>1.647.293</b>
Soacha	499.246	532.870	559.160	587.158	616.798	644.321	673.332	703.790	735.696	764.300
Gachancipá	13.340	13.563	13.835	14.125	14.432	14.717	15.018	15.334	15.665	16.027
Chía	123.657	125.574	128.695	132.019	135.538	138.806	142.250	145.866	149.654	153.799
Cajicá	59.684	61.644	64.015	66.540	69.213	71.695	74.311	77.058	79.935	83.084
Sopó	27.294	27.556	27.958	28.386	28.839	29.259	29.702	30.167	30.654	31.187
Tocancipá	31.257	31.486	32.401	33.376	34.460	35.517	36.686	37.975	39.393	41.022
La Calera	32.717	33.674	35.325	37.084	38.946	40.675	42.497	44.410	46.414	48.607
Mosquera	83.719	86.594	89.421	92.432	95.620	106.879	118.747	131.207	144.259	158.542
Funza	85.197	87.403	90.971	94.771	98.794	102.530	106.468	110.602	114.932	119.671
Madrid	77.762	79.606	81.518	83.554	85.710	87.712	89.822	92.037	94.357	96.896
Cota	31.239	32.671	34.882	37.236	39.728	42.042	44.482	47.043	49.726	52.662
Tenjo	21.238	21.515	21.900	22.310	22.744	23.147	23.572	24.018	24.485	24.996
Anapoima	14.439	14.703	15.214	15.759	16.336	16.871	17.435	18.028	18.649	19.328
La Mesa	31.811	32.223	32.770	33.353	33.970	34.543	35.147	35.781	36.445	37.172
<b>Bogotá+Municipios</b>	<b>8.628.538</b>	<b>8.757.482</b>	<b>8.880.925</b>	<b>9.003.383</b>	<b>9.124.646</b>	<b>9.246.499</b>	<b>9.367.547</b>	<b>9.487.737</b>	<b>9.607.221</b>	<b>9.721.683</b>
Escenario Alternativo										
										Crecimiento
Municipios	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2013-2030
Bogotá	8.117.613	8.156.815	8.192.209	8.224.032	8.252.528	8.277.935	8.300.493	8.320.445	8.338.031	0,56%
<b>Municipios</b>	<b>1.715.984</b>	<b>1.786.050</b>	<b>1.857.198</b>	<b>1.929.141</b>	<b>2.001.594</b>	<b>2.072.151</b>	<b>2.142.615</b>	<b>2.212.718</b>	<b>2.282.224</b>	
Soacha	793.578	823.404	853.650	884.191	914.903	950.277	985.536	1.020.544	1.055.181	4,02%
Gachancipá	16.397	16.774	17.157	17.543	17.932	18.379	18.825	19.268	19.706	2,20%
Chía	158.042	162.364	166.747	171.173	175.624	180.750	185.860	190.933	195.953	2,62%
Cajicá	86.307	89.590	92.919	96.281	99.662	103.556	107.437	111.291	115.104	3,67%
Sopó	31.733	32.289	32.853	33.422	33.995	34.654	35.311	35.964	36.610	1,67%
Tocancipá	42.773	44.646	46.640	48.754	50.986	53.686	56.512	59.458	62.518	4,03%
La Calera	50.852	53.139	55.458	57.800	60.155	62.867	65.571	68.255	70.911	4,38%
Mosquera	173.161	188.054	203.157	218.407	233.743	238.386	243.014	247.609	252.156	6,29%
Funza	124.521	129.462	134.473	139.533	144.621	150.481	156.322	162.122	167.860	3,84%
Madrid	99.495	102.143	104.828	107.539	110.265	113.405	116.535	119.643	122.718	2,55%
Cota	55.667	58.728	61.832	64.967	68.119	71.750	75.369	78.962	82.517	5,45%
Tenjo	25.519	26.052	26.592	27.138	27.687	28.319	28.949	29.574	30.193	1,99%
Anapoima	20.023	20.731	21.449	22.174	22.903	23.743	24.580	25.411	26.233	3,41%
La Mesa	37.916	38.674	39.443	40.219	40.999	41.898	42.794	43.684	44.564	1,91%
<b>Bogotá+Municipios</b>	<b>9.833.597</b>	<b>9.942.865</b>	<b>10.049.407</b>	<b>10.153.173</b>	<b>10.254.122</b>	<b>10.350.086</b>	<b>10.443.108</b>	<b>10.533.163</b>	<b>10.620.255</b>	

**Figura 17. Población proyectada de Bogotá y municipios de estudio.**

Fuente: (INGETEC, 2016)

VIVIENDAS CENSALES PROYECTADAS BOGOTÁ Y MUNICIPIOS DEL ESTUDIO										
Municipios	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Bogotá	2.209.749	2.271.900	2.323.429	2.371.785	2.416.868	2.458.736	2.497.423	2.533.004	2.565.616	2.594.948
<b>Municipios</b>	310.500	329.450	348.508	368.812	390.349	413.344	437.609	463.119	489.408	516.324
Soacha	136.307	147.694	157.280	167.546	178.485	189.001	200.135	211.877	224.036	235.461
Gachancipá	3.058	3.170	3.293	3.424	3.561	3.693	3.830	3.973	4.124	4.288
Chía	36.503	37.673	39.211	40.823	42.506	44.117	45.789	47.518	49.262	51.162
Cajicá	16.572	17.466	18.488	19.566	20.696	21.776	22.898	24.061	25.222	26.494
Sopó	7.186	7.353	7.560	7.776	8.002	8.222	8.451	8.689	8.933	9.196
Tocancipá	7.715	7.850	8.157	8.484	8.843	9.200	9.590	10.018	10.481	11.008
La Calera	12.593	13.146	13.972	14.845	15.764	16.629	17.534	18.477	19.461	20.542
Mosquera	20.775	21.884	23.004	24.194	25.452	28.916	32.632	36.603	40.812	45.495
Funza	23.040	24.554	26.481	28.500	30.600	32.611	34.666	36.763	38.760	40.955
Madrid	14.394	15.153	15.971	16.859	17.816	18.779	19.798	20.864	21.966	23.119
Cota	7.922	8.507	9.333	10.242	11.236	12.223	13.285	14.418	15.613	16.905
Tenjo	6.426	6.578	6.763	6.955	7.156	7.347	7.544	7.747	7.959	8.188
Anapoima	6.371	6.576	6.893	7.232	7.590	7.934	8.296	8.675	9.063	9.489
La Mesa	11.638	11.846	12.102	12.366	12.642	12.896	13.161	13.436	13.716	14.022
<b>Bogotá+Municipios</b>	2.520.249	2.601.350	2.671.937	2.740.597	2.807.217	2.872.080	2.935.032	2.996.123	3.055.024	3.111.272
										Crecimiento
Municipios	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2012-2030
Bogotá	2.621.401	2.645.154	2.666.400	2.685.333	2.702.147	2.717.027	2.730.154	2.741.699	2.751.825	1,13%
<b>Municipios</b>	544.062	572.417	601.274	630.500	659.976	689.188	718.378	747.421	776.221	
Soacha	247.285	259.407	271.785	284.367	297.105	311.461	325.886	340.317	354.705	5,15%
Gachancipá	4.438	4.591	4.744	4.897	5.050	5.219	5.387	5.553	5.717	3,47%
Chía	53.118	55.102	57.106	59.124	61.146	63.400	65.646	67.875	70.078	3,65%
Cajicá	27.844	29.217	30.607	32.008	33.414	34.994	36.571	38.137	39.691	4,83%
Sopó	9.463	9.734	10.011	10.290	10.573	10.884	11.196	11.509	11.820	2,79%
Tocancipá	11.584	12.203	12.862	13.566	14.312	15.200	16.137	17.121	18.150	4,93%
La Calera	21.585	22.641	23.708	24.776	25.847	27.064	28.272	29.464	30.636	4,98%
Mosquera	50.338	55.344	60.493	65.756	71.108	73.236	75.349	77.441	79.507	7,59%
Funza	43.207	45.459	47.703	49.934	52.143	54.605	57.035	59.427	61.776	5,43%
Madrid	24.279	25.438	26.586	27.716	28.817	29.991	31.123	32.206	33.233	4,62%
Cota	18.230	19.577	20.934	22.290	23.634	25.121	26.575	27.985	29.342	7,28%
Tenjo	8.411	8.637	8.866	9.096	9.327	9.586	9.845	10.102	10.358	2,67%
Anapoima	9.950	10.424	10.911	11.407	11.910	12.476	13.047	13.620	14.194	4,53%
La Mesa	14.330	14.643	14.958	15.273	15.590	15.951	16.309	16.664	17.014	2,13%
<b>Bogotá+Municipios</b>	3.165.463	3.217.571	3.267.674	3.315.833	3.362.123	3.406.215	3.448.532	3.489.120	3.528.046	
Escenario Alternativo										

**Figura 18. Viviendas censadas proyectadas de Bogotá y municipios de estudio.**

Fuente: (INGETEC, 2016)

Una vez recopilados los datos del Plan Maestro de Abastecimiento y los resultados entregados por el DANE, se procede a realizar el análisis de ellos en forma conjunta para determinar si la población proyectada en el Plan Maestro de Abastecimiento cumple con lo expuesto en su informe ejecutivo proyectado correspondiente al año 2018. A continuación, en la Figura 19 se presenta el análisis realizado a los Municipios con los cuales se tiene convenio de venta de agua en bloque.

Total de Población, Hogares y Unidades de Viviendas con personas presentes censadas a nivel nacional, departamental y municipal 2018					PLAN MAESTRO ABASTECIMIENTO		DIFERENCIA	
NOMBRE DEPARTAMENTO	NOMBRE MUNICIPIO	Población censada	Hogares censados	Unidades de Viviendas censadas con personas presentes	Población proyectada Bogotá y municipios del estudio	Viviendas censales proyectadas Bogotá y municipios del estudio	Población proyectada - Población censada	Viviendas proyectadas - Viviendas censadas
Bogotá, D.C.	Bogotá, D.C.	7.181.469	2.514.482	2.345.190	7.918.078	2.497.423	736.609	-17.059
<b>MUNICIPIOS</b>		<b>1.376.470</b>	<b>456.042</b>	<b>431.917</b>	<b>1.449.469</b>	<b>437.609</b>	<b>72.999</b>	<b>-18.433</b>
Cundinamarca	Cajicá	81.099	26.416	25.280	74.311	22.898	-6.788	-3.518
Cundinamarca	Chía	129.625	43.642	40.162	142.250	45.789	12.625	2.147
Cundinamarca	Funza	90.852	29.935	28.755	106.468	34.666	15.616	4.731
Cundinamarca	Gachancipá	16.633	5.401	5.071	15.018	3.830	-1.615	-1.571
Cundinamarca	La Calera	28.501	9.349	9.212	42.497	17.534	13.996	8.185
Cundinamarca	Madrid	109.696	35.557	33.267	89.822	19.798	-19.874	-15.759
Cundinamarca	Mosquera	128.895	41.631	38.559	118.747	32.632	-10.148	-8.999
Cundinamarca	Soacha	645.205	210.423	201.982	673.332	200.135	28.127	-10.288
Cundinamarca	Sopó	24.838	7.834	7.559	29.702	8.451	4.864	617
Cundinamarca	Tocancipá	39.416	12.964	10.674	36.686	9.590	-2.730	-3.374
Cundinamarca	<b>Tenjo</b>	20.386	7.147	6.189	23.572	7.544	3.186	397
Cundinamarca	<b>Anapoima</b>	12.241	4.586	4.521	17.435	8.296	17.423	3.710
Cundinamarca	<b>Cota</b>	31.868	9.855	9.589	44.482	13.285	12.614	3.430
Cundinamarca	<b>La Mesa</b>	29.444	11.302	11.097	35.147	13.161	5.703	1.859
<b>Bogotá + Municipios</b>		<b>8.557.939</b>	<b>2.970.524</b>	<b>2.777.107</b>	<b>9.367.547</b>	<b>2.935.032</b>	<b>809.608</b>	<b>-35.492</b>

**Figura 19. Análisis de los datos recopilados.**

Fuente: (DANE, 2018)

En relación con lo antes expuesto, fue posible observar que existe un aumento de población en algunos municipios censados en comparación al Plan Maestro de Abastecimiento, por tanto, es necesario informar al Jefe de División de Planeación y Control las cifras que están generando diferencia para tomar las decisiones correspondientes al caso.

En este sentido, se debe dar a conocer esta información a la Dirección de Abastecimiento y verificar si el servicio proyectado y el que está siendo entregado es óptimo para seguir abasteciendo la Ciudad y los Municipios; de lo contrario se deben proceder a investigar los resultados entregados por el DANE y examinar cuáles fueron las consecuencias por las cuales las cifras aumentaron respecto al Plan Maestro establecido por INGETEC.

Dado los resultados y la sobreestimación encontrada fue necesario recurrir a buscar información de forma directa al Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para verificar si los datos entregados eran reales dado que estas cifras generarían cambios en el Plan Maestro de Abastecimiento.

Esta sobreestimación consistente en varios estudios, revela que la dinámica poblacional tuvo un comportamiento superior al esperado en algunos municipios, dado a las limitaciones y deficiencias ya que no hubo un precenso o preconteo de viviendas, lo que impone problemas sobre el trabajo de campo y hace muy difícil la evaluación de este conteo. Igualmente, no se actualizó la cartografía para el operativo del Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) 2018, sino que se utilizó la actualización hecha para 2015, impactando la cobertura del censo. (DANE, 2018)

Además, El largo periodo de recolección de datos del censo (10 meses) complejiza la definición de un momento censal representativo, afecta algunas variables, especialmente las de medición de dinámica demográfica básicas para las proyecciones de población y conlleva a problemas de comparación. (DANE, 2018)

Incluso, los sistemas de monitoreo y control, bien diseñados en teoría, no funcionaron adecuadamente. El Censo presentó varios problemas relacionados con el diseño del aplicativo, el soporte de conectividad, la declaración de la información, la preservación de conceptos básicos y, por ende, la estandarización y la integración con las otras bases de datos, entre otros. (DANE, 2018)

Como consecuencia a lo antes expuesto, fue posible encontrar que los datos tienen inconsistencias difíciles de manejar y las cuales fueron halladas una vez realizado el censo, dada la información y aclaración obtenida por el personal del DANE se llegó a la conclusión que se seguiría trabajando con las cifras expuestas en el Plan Maestro de Abastecimiento del año 2016 y que no existe un comportamiento superior el cual requiera una evaluación técnica inmediata.

En conclusión, frente la evidencia recaudada es posible establecer que existen muchos errores en cuanto al Censo realizado, lo cual genera comportamientos y consecuencias para las Ciudades y Municipios en cuanto a su economía. Por tanto, se recomienda que al utilizar la información entregada por entidades como el DANE en lo posible tener una base de datos o un Plan Maestro que soporte a definir.

***3.1.1.2 Actualizar gráficos de extensión de la demanda de agua al año 2050 para la Ciudad de Bogotá y los municipios vecinos.*** Una vez recibida la información por parte de la Dirección de Abastecimiento y la División del Centro de Control se unen los datos de demanda proyectada, demanda real y Oferta de agua potable del sistema optimizado, proyectando una gráfica hasta el año 2050 con el fin de verificar la extensión de demanda de agua y llevar un

control del agua suministrada por las plantas de tratamiento. El software empleado para realizar la proyección fue Excel, teniendo en cuenta que varios de los datos ya existen en la base de datos de la EAAB-ESP.

Los datos de caudal y presión de cada uno de los puntos principales establecidos en la Ciudad y Municipios son suministrados por la División de Centro de Control, dicha información es entregada a la División de Operación y Mantenimiento para que sean ellos quienes realicen los cálculos necesarios. Esta información es netamente confidencial y por ende no es posible acceder a la base de datos de la División antes mencionada. Una vez sea requerida alguna información de caudal o presión únicamente son entregados los datos solicitados, en algunas circunstancias los datos de caudal o presión se hayan realizado un promedio de acuerdo a las mediciones completas de un día bien sea por minutos o por hora.

Los datos de la demanda proyectada se encuentran establecidos en el Plan Maestro, los datos de demanda real y los de oferta de agua potable fueron suministrados por la Dirección de Abastecimiento y los datos de oferta guía se toma como base la demanda real dividida en 0.9 (este valor ya está establecido por normatividad de la empresa). El tipo de grafico es de tipo lineal.

De esta manera, en la Figura 20 se muestra la extensión de la demanda de agua a lo largo de los años. Y en la Figura 21 se observa la variación del caudal a través del tiempo.



De este modo, se busca representar los caudales ha obtener para los proximos años, tiendo como base la demanda proyectada hasta el año 2050, la oferta guía busca mostrar la cantidad de caudal que se debería proporcionar con el paso del tiempo. En lo que ha corrido durante el primer semestre del año 2019 la demanda real se ha mantenido por de bajo de la oferta guía y se espera que al finalizar el año no sobrepase dicha proyección.

La División de Planeación y control busca tomar como base los resultados obtenidos en el grafico con el fin de prever alguna aumento o disminucion del caudal que se pueda presentar en cualquier momento, tambien se pretende tener una guía grafica respecto al caudal que proporciona cada una de las plantas mencionadas en la figura 22 para llevar un control adecuado respecto a la proyeccion y si en algun momento el oferta real sobrepasa la oferta guía, se debe realiza un plan de contingencia para suplir el caudal adicional.

En cuanto a lo abordado anteriormente, es posible concluir que la informacion obtenida de las graficas no son tan completas pero son guias rapidas para verificar el estado de oferta real comparado con la oferta guía y si en algun momento se presentan inconsistencias en los datos se debe recurrir a la División de Centro de Control y a la Dirección de Abatecimiento de la EAAB-ESP con el fin de requerir datos completos y más reales.

Por ultimo. Se obtuvo la grafica donde se detalla la información del suministro del agua y el compromiso del servicio. Lo anterior se muestra en la Figura 22.

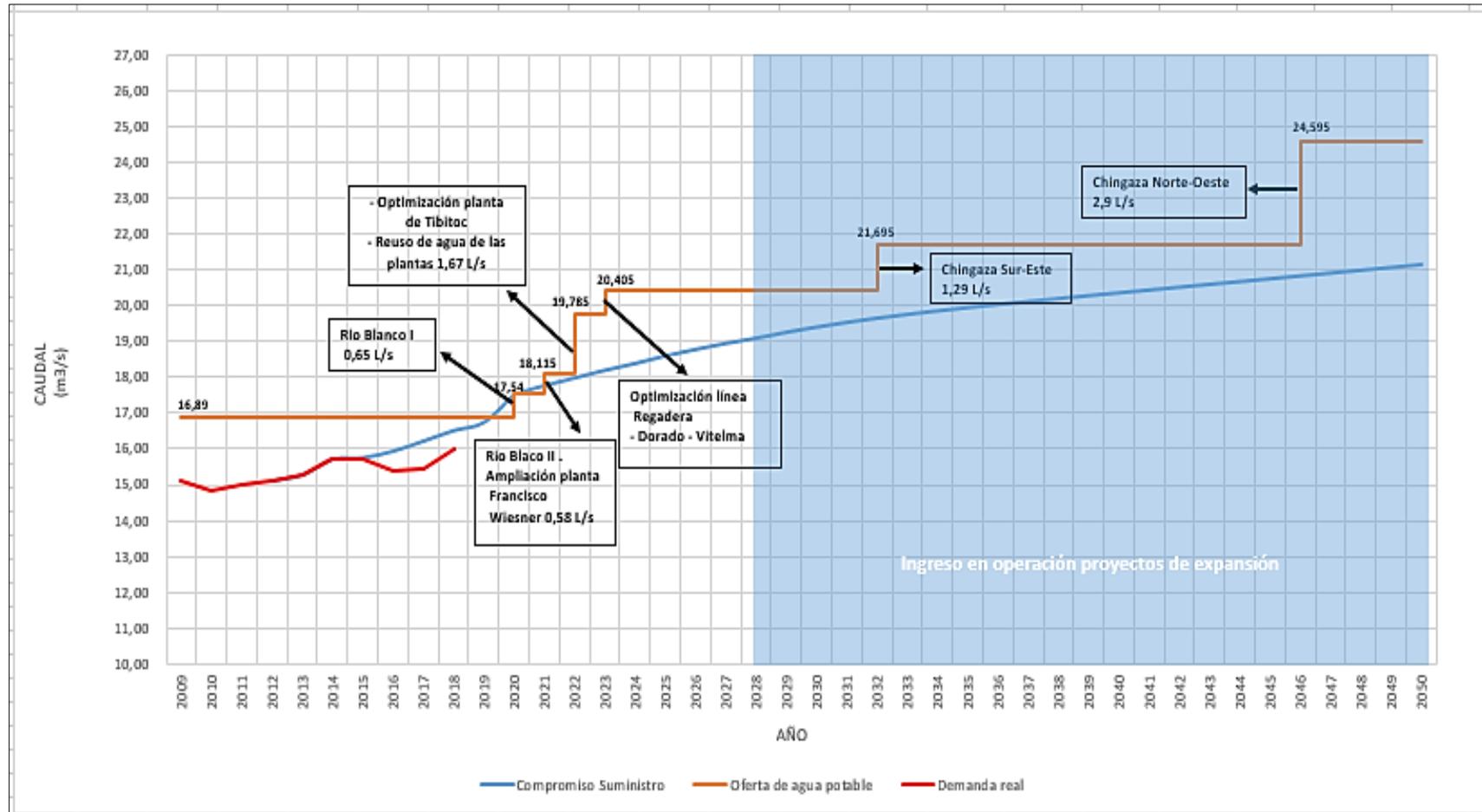


Figura 22. Compromiso suministro – Oferta de agua potable – Demanda real. Software Excel

Fuente: Autor (2019)..

**3.1.1.3 Respuesta oficio a la empresa de Servicio Públicos de Cajicá- EPC: Plan Maestro Municipio de Cajicá.** De acuerdo al Plan Maestro entregado por la Empresa de Servicios Públicos de Cajicá (EPC) correspondiente a la “Estimación de Capacidad Excedentaria de los subsistemas de transporte para el suministro de agua a municipios vecinos”, solicitan emitir comentarios desde el punto de vista técnico de parte de la dirección Red Matriz Acueducto de acuerdo al informe entregado para tener un adecuado manejo del suministro de agua entregada por parte de la EAAB-ESP. En la Figura 23 y 24 se muestra el oficio por el cual se realizó la solicitud.

Con el fin de dar alcance al Plan Maestro entregado por la EPC se realizan comentarios correspondientes a la información contenida en cada uno de los tomos.

Cajicá, Febrero 04 de 2019

Ingeniero:  
**MAURICIO JIMENEZ**  
 Director de red matriz  
 Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá  
 Avenida Calle 24 # 37 - 15  
 Bogotá



**REF: Radicación plan maestro de acueducto del municipio de Cajicá**

Respetado ingeniero

Reciba un cordial saludo, por medio de la presente la Empresa de Servicios Públicos de Cajicá S.A. E.S.P. se permite realizar entrega formal del plan maestro de acueducto del municipio de Cajicá, el cual se encuentra actualizado al 31 de diciembre de 2018 dentro de los requerimientos técnicos y legales correspondientes, documento que servirá como herramienta de planeación estratégica en el desarrollo de las obras necesarias para satisfacer la necesidades de los nuevos suscriptores y/o usuarios del municipio con proyección al año 2043.

Se anexan 7 informes, distribuidos en 4 tomos del plan maestro de acueducto, de los que se destacan del tomo II el documento de Modelación hidráulica y de calidad y del tomo III el documento Oferta hídrica superficial, los cuales abarcan a cabalidad los requerimientos del oficio 2541001-2018-3904 de la Dirección de Red Matriz.

**Tomo I**

Levantamiento de información  
 Análisis de micro medición

32 folios  
 50 folios

**Tomo II**

Modelación hidráulica y de calidad  
 Planeación estratégica

92 folios  
 245 folios

**Tomo III**

Geoanalítica  
 Oferta hídrica superficial  
 Análisis espacio temporal de daños

37 folios  
 88 folios  
 40 folios

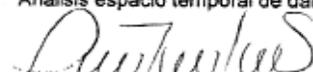
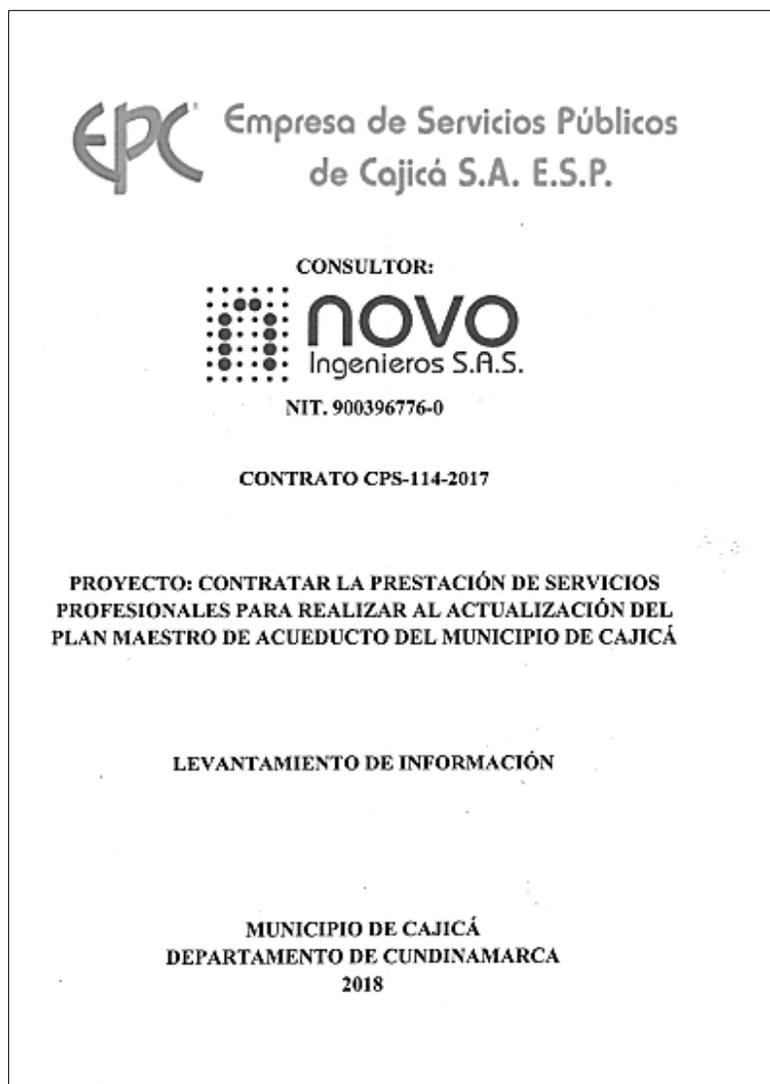
  
**LEIDY MARCELA TORRES SANCHEZ**



Figura 23. Solicitud Empresa de Servicios Públicos de Cajicá.

Fuente: Usuario del sistema (2019).



**Figura 24. Plan Maestro EPC.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

El análisis realizado al tomo I se observa que presenta información detallada sobre recopilación y análisis de información del Municipio, donde incluye información tal como: Planes Maestros, estudios de población y demanda de agua, Plan de Desarrollo y otros.

El tomo II, presenta información relacionada con la simulación hidráulica, en donde el Consultor realizan un modelo tomando como punto de suministro de agua, el mismo punto de

salida de la EAAB-ESP, obteniendo como resultado que existe zonas de baja presión e igualmente se indica que la infraestructura actual no tiene tanques de almacenamiento.

Además, contiene una planeación estratégica en el cual realizaron un análisis detallado de diferentes alternativas para definir el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado.

Por último, en el tomo III presentan un análisis de consumos sobre estratos socioeconómicos, oferta hídrica de aguas superficiales y subterráneas, daños de las redes de Acueducto del Municipio.

Como conclusión se obtuvo que el Plan Maestro de Cajicá estima datos cercanos a los planteados en el Plan Maestro de Abastecimiento de la EAAB-ESP y como alternativa de suministro deciden continuar con el suministro de agua a través de la infraestructura de la EAAB-ESP, dado que los costos son menores y las fuentes de abastecimiento lo permiten. Se considera necesario implementar la construcción de una estación de bombeo, línea de impulsión y un tanque de almacenamiento.

En relación a esta solicitud se realizó la respectiva respuesta, tal y como se muestra en las Figuras 25 hasta la 28.



**MEMORANDO INTERNO**

2541001-2019- **0824**

Bogotá: **09 MAR. 2019**

*Carolina*  
11 MAR. 2019  
02:42pm  
DFF

14-02

**PARA:** Julio Cesar Pinzón Reyes  
Director Apoyo Comercial

**DE:** Mauricio Jiménez Aldana  
Director Red Matriz Acueducto

**ASUNTO:** Respuesta oficio Empresa de Servicios Públicos de Cajicá Radicación E-2019-012778 de fecha 4 de febrero de 2019. Plan Maestro Municipio de Cajicá.

Dando alcance a nuestros memorandos N° 2541001-2018-3904 de fecha 5 de diciembre de 2018 y N° 2541001-2018-4215 de fecha 31 de diciembre de 2018, atentamente nos permitimos anexar el oficio del asunto, en el cual la Empresa de Servicios Públicos del municipio de Cajicá, (EPC) presenta los estudios del Plan Maestro del Acueducto de Cajicá, para lo cual emitimos los siguientes comentarios desde el punto de vista técnico, con el objeto de que a través de su Dirección se complemente la respuesta y se entregue directamente a EPC teniendo en cuenta el informe de "Estimación de Capacidad Excedentaria de los subsistemas de transporte para el suministro de agua a municipios vecinos" entregado a la Gerencia Corporativa de Servicio al Cliente mediante memorando 2541001-2018-4029 de fecha 18 de diciembre de 2018:

El estudio del Plan Maestro de Acueducto de Cajicá fue realizado por Novo Ingenieros S. A. S.

**Comentarios Tomo I:**

Presenta un capítulo de recopilación y análisis de la información correspondiente al municipio de Cajicá, donde incluye la siguiente información: Planes Maestros, estudios de población y demanda de agua, Plan de Desarrollo y otros.

Presenta un capítulo de análisis de micromedición para el periodo comprendido entre los años 2008 y 2014. Para el año 2017 registra 25.183 usuarios, de los cuales 6.613 suscriptores cuentan con sistema de medición telemétrica, y el consumo facturado es de 129 L/s que corresponde al 89.6 % con respecto al caudal entregado por la EAAB que fue de 144 L/s; el 81 % de este consumo corresponde al sector residencial y el 19% al sector No Residencial. Se observa que el consumo total facturado en los últimos 10 años pasó de 55 L/s a 129 L/s, es decir, tuvo un crecimiento del 134 %. De



SC701-1

Av. Calle 24 # 37-15. Código Postal: 111321. Bogotá D.C. - Colombia  
PBX: (571) 3447000 www.acueducto.gov.co  
MPPD0801F01-01



Página 1 de 4

Figura 25. Primera parte del memorando.

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

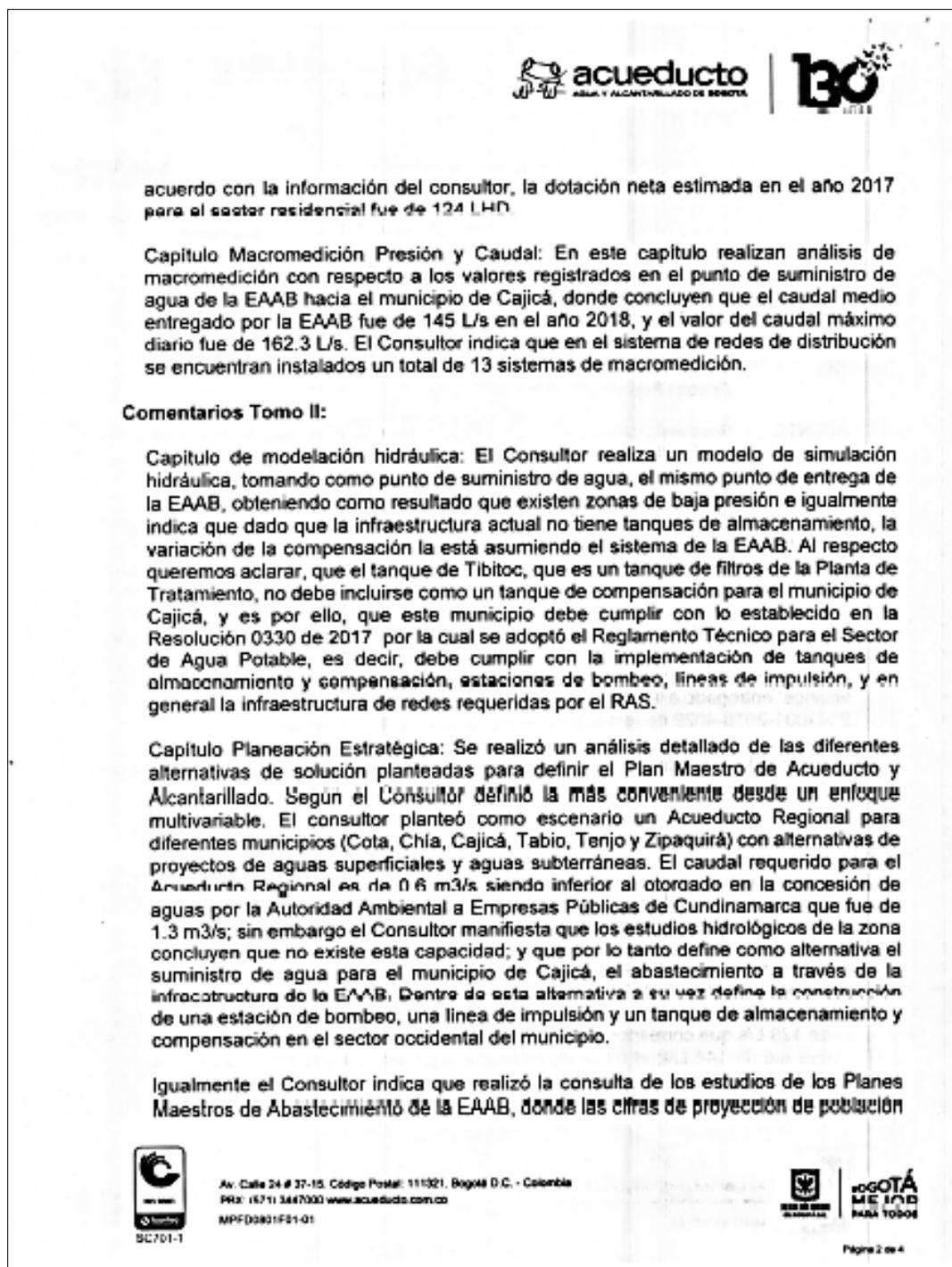


Figura 26. Segunda parte del memorando.

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)




y demanda de agua, son cercanas a las estimadas por el consultor: Proyección EAAB para el año 2030: Población 115.104 habitantes y un caudal de 290 L/s; Proyección Consultor: 126.206 habitantes y un caudal de 315 L/s, y para el año 2043 proyecta un caudal de 437 L/s.

**TOMO III**

En este tomo se presenta información sobre análisis de consumos sobre estratos socioeconómicos, análisis de oferta hídrica de aguas superficiales y subterráneas, y análisis de daños de las redes de acueducto del municipio de Cajicá.

**Conclusiones:**

De acuerdo con la información presentada por la Empresa de Servicios Públicos de Cajicá se concluye lo siguiente:

De acuerdo con la información del consultor, la dotación neta estimada en el año 2017 para el sector residencial fue de 124 LHD, y proyecta la demanda con una dotación bruta constante de 160 LHD. Con base en estos valores, se evidencia unas pérdidas de 22%, cuyo valor es diferente al Índice de Agua No Contabilizada registrado para el año 2017 del municipio fue del 10.4 %, este último valor consideramos que es aceptable. Por lo tanto EPC debe realizar la correspondiente aclaración, y realizar el correspondiente ajuste.

No obstante lo anterior, el caudal promedio entregado por la EAAB en el año 2018 al municipio de Cajicá fue de 149 L/s; el Consultor del Plan Maestro del municipio de Cajicá estima una proyección de la demanda de agua para el municipio de Cajicá de 315 L/s para el año 2030, cuyo valor es cercano al estimado por el Plan Maestro de Abastecimiento de la EAAB que es de 290 L/s, es decir, un 9% mayor al del PMA de la EAAB, para lo cual se deberá realizar un monitoreo del comportamiento futuro de la proyección de la demanda de agua.

El Consultor realiza una proyección de la población de 126.206 habitantes para el año 2030, que también es cercano al valor de la proyección de la población realizada por la EAAB en los estudios del PMA que es de 115.204 habitantes.

El consultor definió como alternativa de suministro de agua para el municipio de Cajicá, continuar con el suministro de agua a través de la infraestructura de la EAAB,



Av. Calle 24 # 37-15. Código Postal: 111321. Bogotá D.C. - Colombia  
 PSN: (571) 3447000 www.acueducto.com.co  
 MPFD3831F31-01  
 SC701-1





Página 3 de 4

Figura 27. Tercera parte del memorando.

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

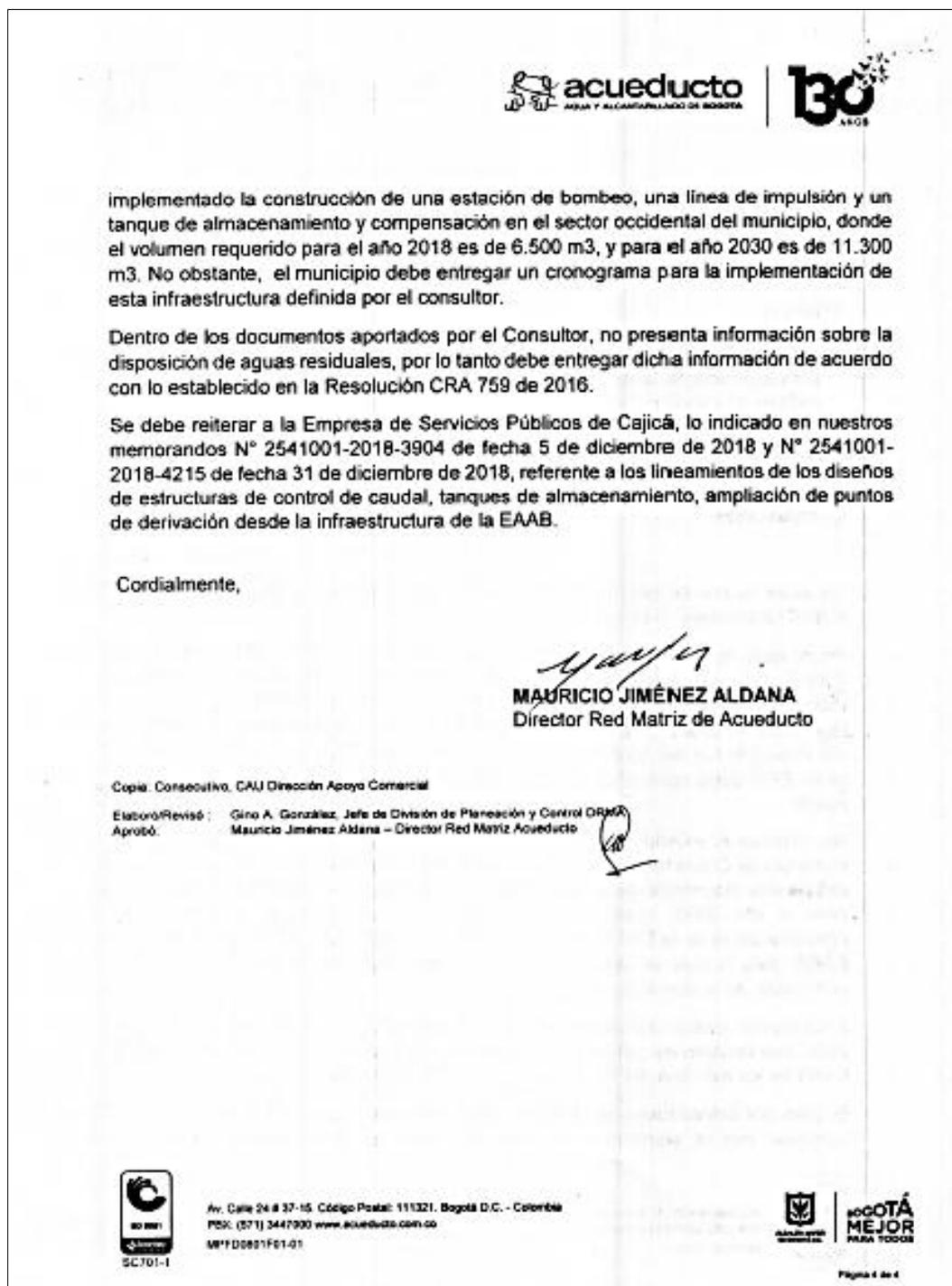


Figura 28. Cuarta parte del memorando.

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

#### ***3.1.1.4 Apoyo en la elaboración de respuesta para el Estudio Mínimo Costo:***

***Urbanización Bosque Residencial Arboretto y Agua Potable Interveredal de La Calera.*** De acuerdo a los estudios de Mínimo Costo entregados por Aguas de Bogotá S.A - ESP a la División de Planeación y Control, solicitan se emitan comentarios desde el punto de vista técnico por parte de la Dirección Red Matriz Acueducto de acuerdo al informe entregado. Por ello, se consultó la información pertinente, la cual se muestra en las Figuras 29 y 30.

A partir de la información suministrada, se brindó apoyo en la elaboración de la respuesta ante la solicitud presentada, en ella se evaluaron las alternativas contempladas para determinar cuál era la infraestructura más adecuada y de mínimo costo que garantizara el servicio para el suministro de agua. También, fue necesario buscar en la base de datos oficios antes dirigidos a la Empresa de Servicios Públicos de Cajicá con el fin de tener una información de base.

### **ESTUDIO MINIMO COSTO: Urbanización Bosque Residencial Arboretto**

De acuerdo al estudio de mínimo costo realizado por Aguas de Bogotá S.A. ESP. Desde el 30 de junio de 2010 la EAAB suministra el agua bajo la modalidad de venta en bloque a Aguas de Bogotá, y ésta a su vez realiza la distribución y comercialización del agua a la Urbanización Bosque Residencial Arboretto, ubicada en la zona rural del Municipio de la Calera, específicamente en la Vereda Camino al Meta. La urbanización tiene 164 viviendas con una población total de 796 habitantes y un consumo medio de 1.47 l/s.

De igual forma, Aguas de Bogotá estudio (3) tres escenarios de abastecimiento en las cuales se debe establecer la opción de mínimo costo para suministrar el agua a la Urbanización Bosque Residencial Arboretto. La primera alternativa planteada es continuar con el suministro de agua potable mediante la compra de Agua en Bloque a la EAAB siendo esta una alternativa viable ya que no requiere la construcción de ninguna infraestructura adicional dado que consta de la planta de tratamiento weisner, conducción, estación de bombeo, conducción de tubería de 12" en HD al tanque 1, tanque de almacenamiento 1, estación de bombeo tanque 2. La segunda alternativa planteada es suministrar el agua mediante una captación proyectada en el Embalse San Rafael, ubica a 1.8 km de la zona interveredal de la calera. Para esta alternativa es necesario la construcción de una nueva infraestructura conformada por: Estructura de captación, Planta de Tratamiento, estación de bombeo, línea de conducción (aprox a 1.7km) y aun tanque del almacenamiento (aprox 900m3), lo cual genera costos de inversión necesarias. La tercera alternativa

**Figura 29. Información obtenida del documento técnico.**

Fuente: Pasante (2019).

(aprox 900m3), lo cual genera costos de inversión necesarias. La tercera alternativa planteada es suministrar el agua mediante una captación proyectada en el Rio Blanco, ubicada a 18 km de la zona interveredal de la calera. Para esta alternativa es necesario la construcción de una nueva infraestructura conformada por: Estructura de captación, Línea de aducción, Planta de Tratamiento, estación de bombeo, línea de conducción (aprox a 18km) y aun tanque del almacenamiento (aprox 900m3). Siendo una alternativa inviable para atender a una población de cerca de 10.000 habitantes, que son los que se esperan atender.

Una vez realizado el estudio de costos de las alternativas anteriormente mencionadas, Aguas de Bogotá concluyó que la alternativa de menor costo es la alternativa 1 dado que garantiza que es una opción de mínimo costo en relación a su inversión inicial, siendo esta la más recomendable para garantizar el suministro de agua para la prestación del servicio de acueducto.

**Figura 30. Segunda parte del resumen del documento técnico recibido.**

Fuente: Pasante (2019).

Actualmente, la EAAB-ESP se encuentra realizando estudios y diseños de la ampliación del sistema Red Matriz de Acueducto Interveredal La Calera, con el fin de poder suministrar agua a las veredas ubicadas al occidente del Municipio. En las Figuras 31 hasta la 34 se muestra los apartados del oficio elaborado.

**MEMORANDO INTERNO**

2541001-2019-

Bogotá;

**PARA:** JULIO CESAR PINZÓN REYES  
Director Apoyo Comercial

**DE:** Mauricio Jiménez Aldana  
Director Red Matriz Acueducto

**ASUNTO:** Respuesta Memorando N° 3040001-2019-0483, Oficio Radicación E-2019-022997 de Aguas de Bogotá SA – ESP, Suministro de agua urbanización Bosque Residencial Arboretto. Respuesta Memorando N° 3040001-2019-0485, oficio E-2019-008157 suministro de agua a la vereda Camino al Meta, El Hato, El Libano, El Salitre y San Rafael de la zona rural del municipio de La Calera

En relación con los memorandos del asunto en los cuales solicita nuestro concepto técnico con respecto al oficio N° E-2019-022997 de Aguas de Bogotá, quienes actualmente están suministrando el servicio de acueducto a la urbanización Bosque Residencial Arboretto, como también con respecto al oficio E-2019-008157 donde Aguas de Bogotá manifiesta que quiere prestar el servicio de acueducto a las veredas Camino al Meta, El Hato, El Libano, El Salitre y San Rafael de la zona rural del municipio de La Calera, nos permitimos presentar los siguientes comentarios desde el punto de vista técnico, referente a la infraestructura de red matriz de acueducto:

**Respuesta oficio N° E-2019-022997 (Arboretto):**

Según lo indicado en el oficio del asunto, la EAAB suministra el agua bajo la modalidad de venta en bloque a Aguas de Bogotá desde el 30 de junio de 2010; este suministro se realiza desde una infraestructura compuesta por una Estación de Bombeo (Número 1), una línea de impulsión hasta el tanque N°1 (Tanque de Paso), una línea de impulsión desde el tanque N° 1 hasta el tanque N° 2; a partir de este tanque se le entrega el agua a Aguas de Bogotá, quien a su vez realiza la distribución y comercialización del agua para la urbanización Bosque Residencial Arboretto, ubicada en la zona rural del Municipio de la Calera, específicamente en la Vereda Camino al Meta. La urbanización tiene 164 viviendas con una población total de 796 habitantes y un consumo medio de 1.47 l/s.

Aguas de Bogotá presenta un estudio de abastecimiento de agua para la urbanización Bosque Residencial Arboretto, donde plantean 3 alternativas de costo mínimo. La primera

**Figura 31. Primera parte de la respuesta Bosque Residencial Arboretto.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

alternativa planteada es continuar con el suministro de agua potable mediante la compra de Agua en Bloque a la EAAB.

La segunda alternativa planteada consiste en la construcción de un sistema independiente de captación, tratamiento de agua potable, y distribución. Básicamente consiste en realizar una captación en el Embalse San Rafael, una Planta de Tratamiento de Agua Potable, una estación de bombeo, una línea de impulsión (aprox 1.7km), y un tanque del almacenamiento (aprox 900m<sup>3</sup>).

La tercera alternativa planteada también consiste en la construcción de un sistema independiente de captación, tratamiento de agua potable y distribución. Básicamente consiste en realizar una captación en el Rio Blanco (aprox 18 km de longitud), una Planta de Tratamiento de Agua Potable, una estación de bombeo, una línea de impulsión, y un tanque del almacenamiento (aprox 900m<sup>3</sup>).

Aguas de Bogotá concluyó que la alternativa de menor costo corresponde a la alternativa N° 1, siendo esta la más recomendable para garantizar el suministro de agua para la prestación del servicio de acueducto.

Es importante indicar que desde el punto de vista técnico, es inviable también considerar la Alternativa N° 2, dado que el Embalse San Rafael pertenece a la EAAB, y fue construido para atender el suministro a la ciudad de Bogotá en caso de contingencias que se puedan presentar en los túneles de Chingaza, como también para atender la ciudad de Bogotá en los periodos de mantenimiento de los mismos túneles.

Aguas de Bogotá no presenta información de la disposición y tratamiento de aguas Residuales.

#### **Respuesta oficio N° E-2019-008157 (veredas Calera):**

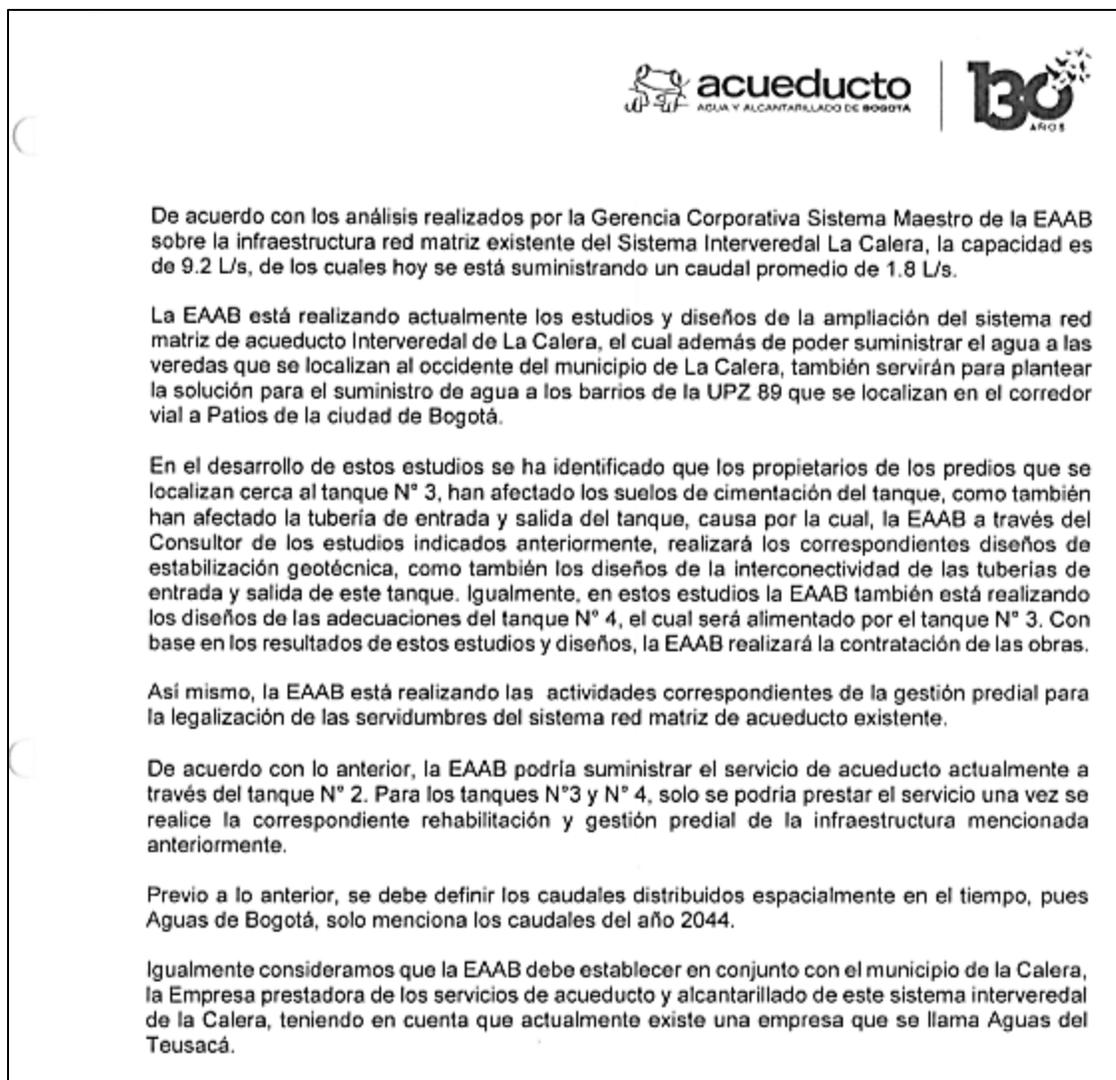
Aguas de Bogotá plantea realizar el suministro de agua a través de Caudales de Colombia SAS – ESP a las veredas Camino al Meta, El Hato, El Libano, El Salitre y San Rafael de la zona rural del municipio de La Calera, para una población estimada hacia el año 2044 de 8.432 habitantes y un caudal medio total de 18.5 l/s. La Estimación del crecimiento poblacional es gradual con los siguientes valores:

Año	2019	2024	2029	2034	2039	2044
Población	1.169	1.654	2.400	3.567	5427	8.432

Aguas de Bogotá considera las mismas tres alternativas indicadas en el caso anterior, y también define que la mejor alternativa consiste en realizar el suministro de agua a través de la infraestructura de la EAAB, compuesta por 4 tanques de almacenamiento, dos líneas de impulsión y dos redes de distribución.

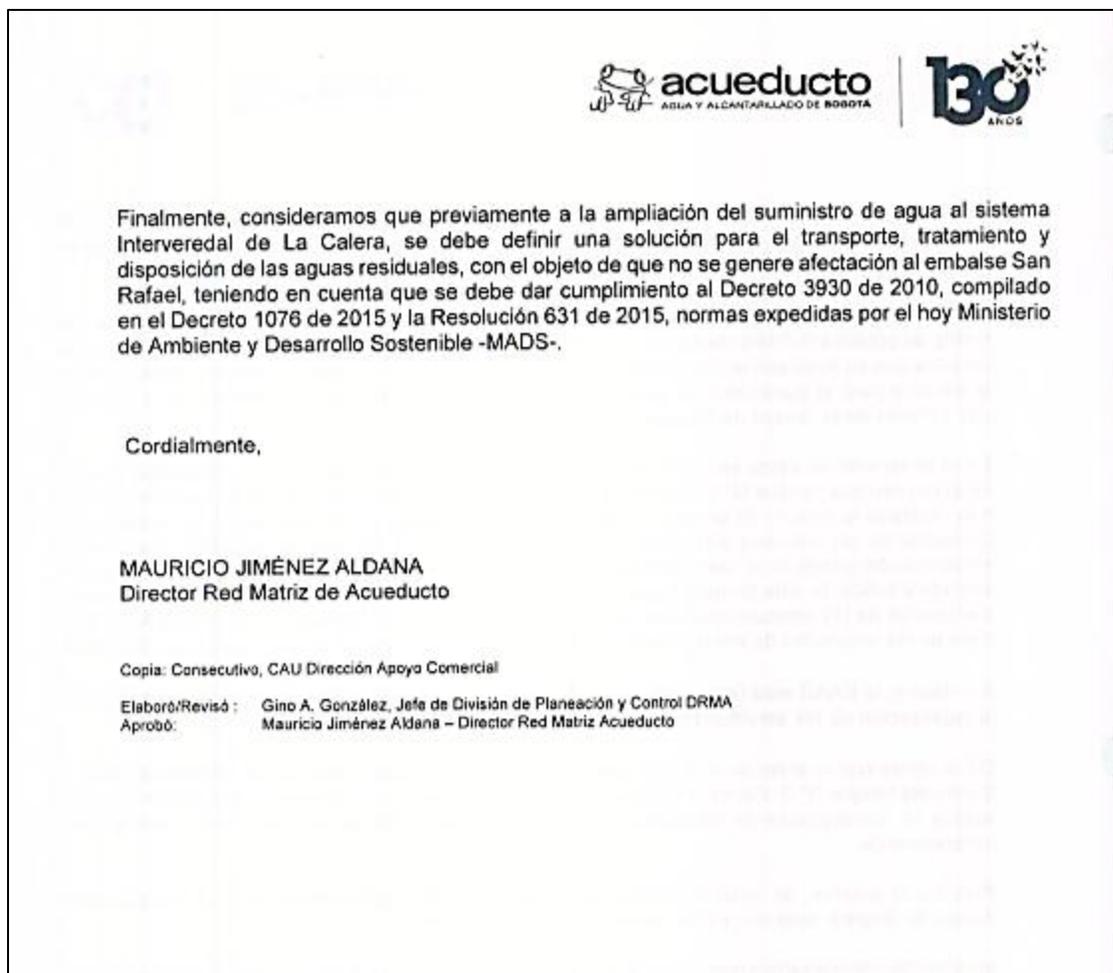
**Figura 32. Segunda parte de la respuesta Bosque Residencial Arboretto.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)



**Figura 33. Tercera parte de la respuesta Bosque Residencial Arboretto.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)



**Figura 34. Última parte de la respuesta Bosque Residencial Arboretto.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

En relación con lo antes expuesto, se concluye que los diferentes Municipios que utilizan el suministro de venta de agua en bloque de la EAAB-ESP, hacen entrega de Estudios o Plan Maestro en donde se vea reflejado el estado actual de las redes de acueducto y la demanda de población de los mismo. Adicionalmente, en ellos son contempladas alternativas que son puestas en estudio, estas con el fin para garantizar un mejor servicio de suministro de agua. No obstante, se requiere que dentro de los estudios entregados se incluya información sobre el tratamiento de aguas residuales.

***3.1.1.5 Recolección de información para dar respuesta técnica a solicitud de la Empresa de servicios públicos de Cajicá (EPC) para la ampliación de una derivación para cumplir con el suministro de agua.*** De acuerdo a solicitudes realizadas por la EPC, como se muestra en la Figura 35, se ha llevado a cabo una serie de procesos continuos y con ello solicitan aclaración para establecer si la conexión propuesta debe tener posibilidad de servicio desde la línea matriz bien sea, desde la línea Tibitoc-Usaquen de 60” o línea Tibitoc-Casablanca de 72”.

También, la EPC hace entrega del Plan Maestro de Alcantarillado correspondiente a la Etapa I y II del Centro de Cajicá y el estudio de la Optimización PTAR Calahorra para que la Dirección Red Matriz Acueducto emita un concepto desde el punto de vista técnico.

Cajicá, 13 de mayo de 2019

Ingeniero:  
**MAURICO JIMENEZ ALDANA**  
 Director de red matriz de acueducto  
 Av calle 24# 37 -15  
 Bogotá  
 Contacto: 3447000  
 www.acueducto.com.co

**EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE CAJICÁ**

Salida N°: EPC 1360-2019  
 Fecha: 14 MAYO 2019 Hora: 07:55  
 ASUNTO: SOLICITUD INFORMACION TÉCNICA Y  
 FOLIOS: 3 ANEXOS: 65

ISO 9001  
 ICONFAC  
 INC-CERESOMSA

Asunto: Radicado E-2019-034861, solicitud información técnica y económica CRA No 759

Cordial Saludo,

Dando alcance al radicado número 304001-2019-0856, la empresa de Servicios Públicos de Cajicá se permite dar respuesta en los siguientes términos:

1. Para la conexión mediante un solo punto planteada, solicitamos se pueda establecer si se realizará la red de 60" o de 72" y si el diseño lo adelantara directa la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá (EAAB) o la Empresa de Servicios Públicos de Cajicá S.A. E.S.P (EPC).
2. Dando alcance a la solicitud sobre la información de la disposición de aguas residuales del municipio, la EPC se permite adjuntar los estudios realizados tanto para la adecuación de las redes de alcantarillado como de funcionamiento y optimización de las plantas de tratamiento con las que cuenta actualmente la EPC, las cuales se alinean al desarrollo del plan maestro de alcantarillado.

Cordialmente,

*Leidy Marcela Torres Sanchez*  
**LEIDY MARCELA TORRES SANCHEZ**  
 DIRECTOR DE ACUEDUCTO

Revisó: Juana B. Lovera González, Director de alcantarillado.  
 Revisó: Octavio Munar Rodríguez, Director de acueducto.  
 Proyectó: Pedro Contreras, Profesional Universitario.  
 Revisó: ASECONSULTORIA SAS

Se anexa 1 cd  
 Se anexa 64 Fojos

MIT 632 002 386-5  
 empresa\_epc@yahoo.es  
 empresa\_epc@epccajica.gov.co  
 www.epccajica.gov.co  
 Teléfonos: 8662845-8786531  
 Calle 3 Sur No. 1-07 Segundo Piso  
 Centro Municipal, Cajicá, Cundinamarca

**CAJICÁ, NUESTRO COMPROMISO**

Figura 35. Oficio recibido por la empresa de Servicios Públicos de Cajicá.

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

En relación a la información solicitada se muestra el Plan Maestro en su etapa I y II. Dicha información se presenta en las Figura 36.



**CONSTRUCCIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN  
DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL  
CENTRO URBANO DE CAJICÁ  
CUNDINAMARCA ETAPA I.**



**ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO  
ETAPA II**

	CONVENIO EPC-CI-085-2017	CPS-100-2018
OBJETO	Aunar esfuerzos técnicos y administrativos para contratar los estudios y diseños plan maestro alcantarillado fase II, municipio de Cajicá.	Estudios y diseños plan maestro de alcantarillado etapa II, municipio de Cajicá.
DURACIÓN	Doce (12) meses	Nueve (09) meses
VALOR	\$324.984.704,00	\$324.887.850,00
FECHA DE INICIO	10 de noviembre de 2017	26 de enero de 2018
ESTADO ACTUAL	En ejecución	En ejecución

**DELIMITACIÓN DEL AREA DE INFLUENCIA PMA II**



MIT 031.011.286.6  
 empresa\_epc@epccajica.gov.co  
 empresa\_epc@epccajica.gov.co  
 www.epccajica.gov.co  
 Teléfono: (54) 324 4700001  
 Calle 3 Sur No. 1-07 Segundo Piso  
 Centro Multimed, Cajicá, Cundinamarca

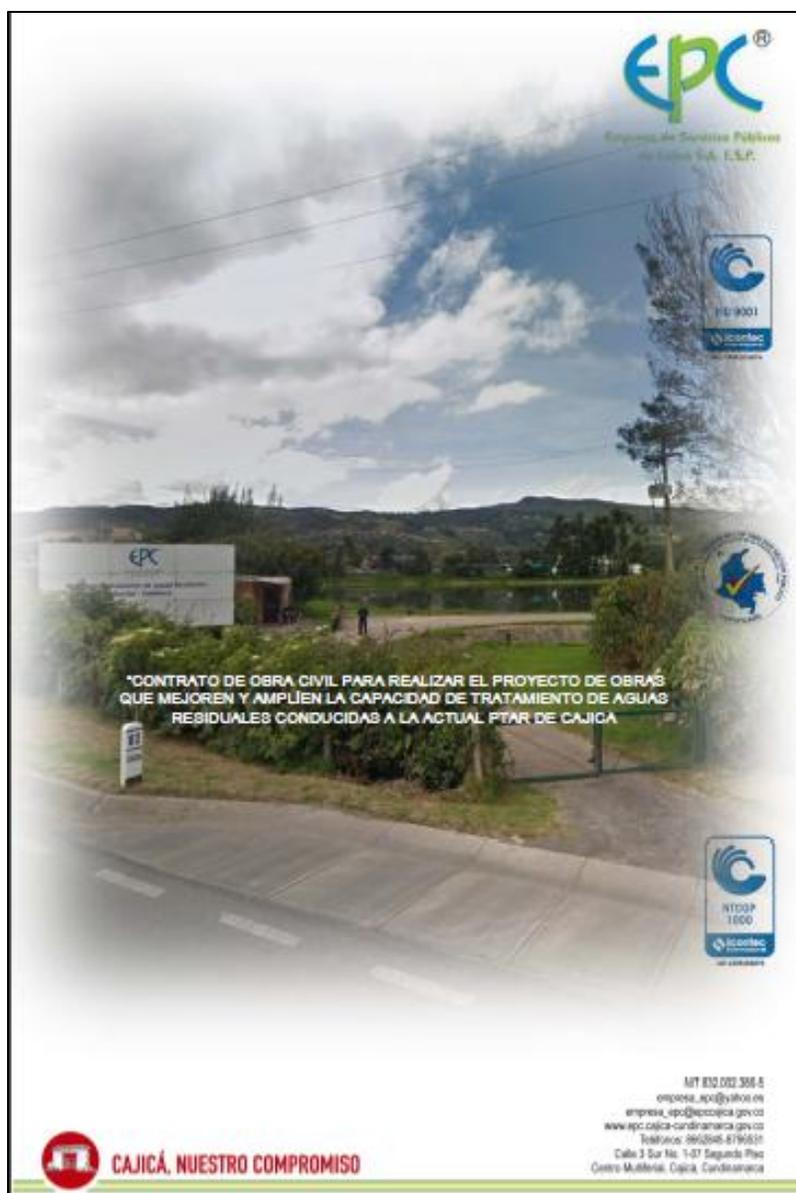




**Figura 36. Plan Maestro Etapa I y II.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

Por otra parte, se muestra el contrato de obra para realizar el proyecto de obras que mejoren y amplíen la capacidad de tratamiento de aguas residuales conducidas a la actual PTAR de Cajicá. Esto se muestra en la Figura 37.



**Figura 37. Optimización PTAR Calahorra - EPC.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

Con el fin de dar alcance al numeral 1 de la comunicación recibida fue necesario revisar la base de datos para verificar cuales habían sido las pautas entregadas anteriormente a la EPC respecto al aumento de capacidad que estaban solicitando y cuál sería el punto conexión.

Así mismo, teniendo los estudios entregados por la EPC se debe realizar una lectura de ellos y verificar si contempla lo expuesto en la comunicación, luego de esto es necesario presentar comentarios técnicos respecto a la información planteada.

Dentro de los estudios se encontró que los caudales de diseño de la PTAR son bajos en comparación con los caudales proyectados para el suministro de agua potable en el Plan Maestro de Cajicá, es por esto que se requiere una aclaración de ello, puesto que no estarían cumpliendo con lo establecido por el RAS o las normas de la EAAB-ESP.

Por último, se realizó el oficio que daría respuesta a las solicitudes presentadas. Este se muestra en las Figuras 38 y 39.




**MEMORANDO INTERNO**

2541001-2019- **1785**

Bogotá; 28 MAYO 2019

03:10pm  
 28 MAYO 2019  
 Caraduce  
 DE  
 1A-02

**PARA:** JULIO CESAR PINZÓN REYES  
Director de Apoyo Comercial

**DE:** MAURICIO JIMÉNEZ ALDANA  
Director Red Matriz Acueducto

**ASUNTO:** Radicado N° E-2019-053971. Solicitud información técnica y económica CRA 759. Oficio Empresa de Servicios Públicos de Cajicá S.A. E.S.P.

En respuesta a la comunicación del asunto, por medio del cual la empresa de Servicios Públicos de Cajicá S.A. E.S.P remite el oficio E-2019 -053971, en donde hace entrega de información técnica y económica CRA 759; nos permitimos remitir concepto técnico respecto a la información entregada, con el fin de que a través de su Dirección se dé respuesta a la Empresa de Servicios Públicos de Cajicá S.A. E.S.P:

*Pregunta N° 1*

1. "Para la conexión mediante un solo punto planteada, solicitamos se pueda establecer si se realizará la red de 60" o de 72" y si el diseño lo adelantara directamente la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá (EAAB) o la Empresa de Servicios Públicos de Cajicá S.A. E.S.P (EPC)"

- Respuesta N° 1: Para la conexión propuesta, se debe tener la posibilidad de servicio desde las dos (2) redes matrices provenientes de la planta de Tibitoc, línea Tibitoc-Usaquen de  $\phi$  60" y línea Tibitoc-Casablanca de  $\phi$  72"; lo anterior para que el suministro no se afecte, en caso que una de ellas se encuentre en mantenimiento o fuera de operación. Por lo cual se debe garantizar el suministro para el Municipio de Cajicá desde las dos líneas.

El diseño de la ampliación o la nueva salida de la red matriz requerida por el Municipio de Cajicá debe ser realizado con costos de la Empresa de Servicios Públicos de Cajicá S.A. E.S.P con las normas vigentes de la EAAB.



Av. Calle 24 # 37-15 Código Postal: 111321 Bogotá D.C. - Colombia  
 PBX: (571) 3447000 www.acueducto.com.co  
 MPYD0831F01-01



BOGOTÁ  
MEJOR  
PARA TODOS

Página 1 de 2

Figura 38. Respuesta para dar alcance a oficio recibido de la EPC.

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)



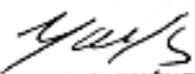

**Pregunta N° 2**

2. "Dando alcance a la solicitud sobre la información de la disposición de aguas residuales del municipio, la EPC se permite adjuntar los estudios realizados tanto para la adecuación de las redes de alcantarillado como de funcionamiento y optimización de las plantas de tratamiento con las que cuenta actualmente la EPC, las cuales se alinean al desarrollo del plan maestro de alcantarillado."

- Respuesta N° 2: El estudio de aguas residuales presentado requiere aclaración en cuanto a los valores de los caudales de diseños de la PTAR Calahorra dado que presenta un caudal de diseño de 115 L/s y un caudal de optimización de 66.11 L/s, lo anterior teniendo en cuenta que los caudales proyectados para el suministro de agua potable, en el plan maestro del municipio de Cajicá, estima una demanda de agua de 315 L/s para el año 2030, es decir, el caudal previsto de tratamiento de aguas residuales, es menor al caudal proyectado de suministros.

Adicionalmente solicitamos que EPC debe entregar respuesta al comunicado N° 2541991-2019-1422 del 2 de Mayo de 2019 en cuanto a la entrega de los diseños de las Estructuras de Control Hidráulico y tanque de almacenamiento propuesto.

Cordialmente,



**MAURICIO JIMÉNEZ ALDANA**  
Director Red Matriz de Acueducto

Anexo: Oficio E-2019-053971 1 CD, 55 Folios

Elaboró/Revisó: Gino A. González, Jefe de División de Planeación y Control DRMA  
Aprobó: Mauricio Jiménez Aldana – Director Red Matriz Acueducto



52 1000  
SC701-1

Ax. Calle 24 # 37-15 Código Postal: 111321, Bogotá D.C. - Colombia  
PBX: (571) 3447000 www.acueducto.com.co  
MPPD0601F01-01



Figura 39. Continuación respuesta para dar alcance a oficio recibido de la EPC.

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

En conclusión, se hace necesario que los estudios entregados por las empresas contemplen todo lo establecido en las normas/especificaciones de la EAAB-ESP. De esta manera, se podrán llevar a cabo todas las obras que estén propuestas en dichos estudios.

El aporte hecho como pasante se basó en realizar lectura del contenido antes mencionado y de ello realizar una serie de comentario con respecto a las pautas entregas que correspondían a verificar si el caudal proyectado para el tratamiento de aguas residuales es óptimo con respecto al caudal de agua potable proyectado en el Plan Maestro de Cajicá.

**3.1.1.6 Consulta de las normas 330 de 2017 (RAS) – 759 de 2016 (CRA).** Se busca hallar la capacidad respaldo, excedentaria, la vulnerabilidad y los planes de contingencia para un sistema de acueducto, con el fin de mantener actualizados los estudios de proyección de la demanda de agua y formular planes de expansión y densificación para la ciudad de Bogotá y los municipios vecinos.

Sea hace necesario recurrir a las normas antes mencionadas para verificar si existe forma alguna de determinar por medio de fórmulas la capacidad de respaldo, la excedentaria y la vulnerabilidad de un sistema de acueducto.

Por ello, se consultó a los documentos técnicos y normativas nacionales para soportar los conceptos emitidos. Estos se muestran en las Figuras 40 hasta la 46.



Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio

República de Colombia

COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO

“RESOLUCIÓN CRA No. 759 de 2016”

(15 de junio de 2016)

*“Por la cual se establecen los requisitos generales aplicables a los contratos que suscriban los prestadores de servicios públicos domiciliarios de acueducto y/o alcantarillado, para el uso e interconexión de redes y para los contratos de suministro de agua potable e interconexión; se señala la metodología para determinar la remuneración y/o peaje correspondiente y se establecen las reglas para la imposición de servidumbres de interconexión”.*

LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO - CRA

En ejercicio de las facultades legales, en especial de las conferidas por el numeral 9 de artículo 73, artículo 74 y numeral 39.4 del artículo 39 de la Ley 142 de 1994 y los Decretos 2882 y 2883 de 2007, modificado este último por el Decreto 2412 de 2015, y

**CONSIDERANDO:**

Que la Constitución Política de 1991, en sus artículos 333 y 334, prevé que la actividad económica y la iniciativa privada son libres, dentro de los límites del bien común; así mismo, que el Estado, por mandato de la ley, impedirá que se obstruya o se restrinja la libertad económica;

Que de conformidad con el artículo 365 *ibidem*, los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado y es deber de éste asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional;

Que, en el mismo sentido, el artículo 366 *ídem*, dispone que el bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Así, la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable se convierten en un objetivo fundamental de su actividad;

Que, a su turno, la Ley 142 de 1994 *“Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones”*, en su artículo 1, dispone que su ámbito de aplicación se restringe a la prestación de *“...los servicios públicos de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible, telefonía pública fija básica conmutada y la telefonía local móvil en el sector rural; a las actividades que realicen las personas prestadoras de servicios públicos de que trata el artículo 15 de la presente Ley, y a las actividades*

**Figura 40. Resolución CRA 759 DE 2016.**

Fuente: (CRA, 2016)

**ARTÍCULO 7. EXCEDENTES DE CAPACIDAD DEL SISTEMA.** Todos los prestadores de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y/o alcantarillado, calcularán la capacidad excedentaria en cada una de las actividades pertenecientes a sus subsistemas de suministro y transporte de agua potable, así como en los subsistemas de transporte, tratamiento y/o disposición final de aguas residuales.

Para esto, deberán definir la capacidad instalada máxima en cada actividad, los compromisos de suministro existentes en el momento del cálculo, incluyendo la demanda propia, así como la capacidad de respaldo del sistema, considerando los siguientes criterios:

1. Capacidad máxima.

Prestadores del servicio de acueducto:

- Para cada uno de los componentes o actividades de los subsistemas de suministro y transporte, se deberá calcular la capacidad máxima de diseño (Caudal Medio Diario – QMD - o Caudal Máximo Horario – QMH -, según el componente o actividad), de acuerdo con las disposiciones y recomendaciones del Reglamento Técnico para el sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.
- Para el caso de los subsistemas de suministro, deberá calcularse la capacidad máxima de tratamiento o suministro de agua potable. Adicionalmente, deberá explicitarse si los límites de la concesión de agua otorgada por la autoridad ambiental, impiden el aprovechamiento de la capacidad máxima de diseño de los componentes del subsistema.
- Para el caso de los subsistemas de transporte, deberá calcularse la capacidad máxima de transporte, en puntos distribuidos a lo largo de las líneas principales de estos subsistemas.

Prestadores del servicio de alcantarillado:

- Para cada uno de los componentes o actividades de los subsistemas de transporte, tratamiento y/o disposición final de aguas residuales, se deberá calcular la capacidad máxima de diseño (Caudal Medio Diario – QMD - o Caudal Máximo Horario – QMH -, según el componente o actividad), de acuerdo con las disposiciones y recomendaciones del Reglamento Técnico para el sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.
- Específicamente para el caso del subsistema de tratamiento y/o disposición final de aguas residuales, deberá calcularse la capacidad máxima de tratamiento o disposición final de agua. Adicionalmente, deberá explicitarse si los términos de los permisos de vertimiento otorgados por la autoridad ambiental, impiden el aprovechamiento de la capacidad máxima de diseño de los componentes del subsistema.
- Para el caso de los subsistemas de transporte, deberá calcularse la capacidad máxima, en puntos distribuidos a lo largo de las líneas principales de dichos subsistemas.

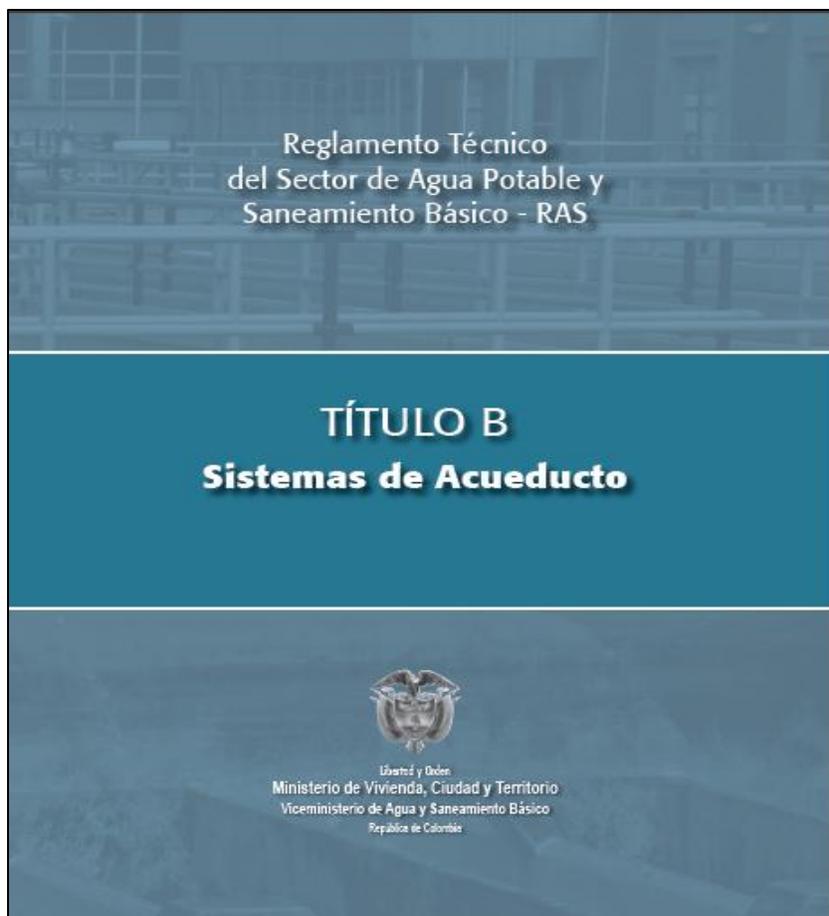
Figura 41. Continuación de la Resolución CRA 759 DE 2016.

Fuente: (CRA, 2016)

<p>2. Compromisos de suministro.</p> <p>Los prestadores calcularán sus compromisos de suministro, teniendo en cuenta la demanda actual y futura (caudal medio diario de operación o caudal máximo horario de operación, actual y futuro, según corresponda, para cada componente o actividad), incluyendo la demanda asociada a contratos de suministro de agua potable y/o de interconexión de acueducto y/o alcantarillado existentes.</p> <p>3. Capacidad de respaldo.</p> <p>Los prestadores deben calcular la capacidad de respaldo de cada componente de su sistema, la cual corresponde a aquella que, en caso de mantenimiento, caso fortuito o fuerza mayor, el prestador utilizará con el fin de atender un nivel de demanda mínima de su sistema. Esta capacidad debe determinarse con base en los</p> <p style="text-align: right;">12</p>
<p>Hoja 13 de la Resolución 759 de 2016 <i>"Por la cual se establecen los requisitos generales aplicables a los contratos que suscriban los prestadores de servicios públicos de acueducto y/o alcantarillado, para el uso e interconexión de redes y para los contratos de suministro de agua potable e interconexión; se señala la metodología para determinar la remuneración y/o peaje correspondiente y se establecen las reglas para la imposición de servidumbres de interconexión"</i>.</p> <p>análisis de vulnerabilidad y el plan de contingencias que se deben desarrollar de acuerdo con los criterios del Reglamento Técnico para el sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y lo establecido en la Resolución MVCT 0154 de 2014, o la que la modifique, adicione, sustituya o derogue.</p> <p>4. Capacidad excedentaria.</p> <p>A partir de la capacidad máxima, los compromisos de suministro de cada componente o actividad (considerando la variación temporal de la demanda) y la capacidad de respaldo calculada, los prestadores deben estimar la capacidad excedentaria para cada componente o actividad, que potencialmente podría ser utilizada por un beneficiario. En todo caso, dicha disponibilidad estará sujeta a los resultados de los estudios a los que se refiere el artículo 4 de la presente resolución.</p>

Figura 42. Continuación de la Resolución CRA 759 DE 2016.

Fuente: (CRA, 2016)



**Figura 43. Título B, sistemas de acueductos.**

Fuente: (RAS , 2000)

## 10.2.2 Análisis de la vulnerabilidad del sistema

El análisis de la vulnerabilidad se debe basar en la estructura operacional del sistema de acueducto, donde cada elemento va a ser determinante en la vulnerabilidad global del sistema (captación, aducción, plantas de tratamiento, conducción, tanques, redes primarias, redes secundarias, zonas de servicio).

De esta manera, para consolidar el análisis de la vulnerabilidad se deben seguir los siguientes lineamientos:

1. Definición de los elementos funcionales de los sistemas.
2. Determinación de la importancia funcional de cada uno de los elementos de los sistemas.
3. Diagnóstico físico y operativo de cada uno de los sistemas. Estado estructural, capacidad sísmo resistente, estabilidad geotécnica, grado de corrosión, ajustes requeridos electromecánicos, estado de deterioro de materiales, personal operativo (cantidad, capacitación y capacidad de reacción), estado de la operación, niveles de servicio, capacidades de conducción, niveles de supervisión y control, manuales de operación y contingencias.
4. Identificación de las vulnerabilidades, según el diagnóstico físico y operativo de cada uno de los elementos del sistema.
5. Valoración de las vulnerabilidades identificadas, que se puede realizar mediante una ponderación de la capacidad total del sistema distribuida en cada uno de los elementos y teniendo en cuenta las posibilidades de suplencia.

**Figura 44. Análisis de la vulnerabilidad del sistema.**

Fuente: (RAS , 2000)

## 10.3.3 Planes de contingencia

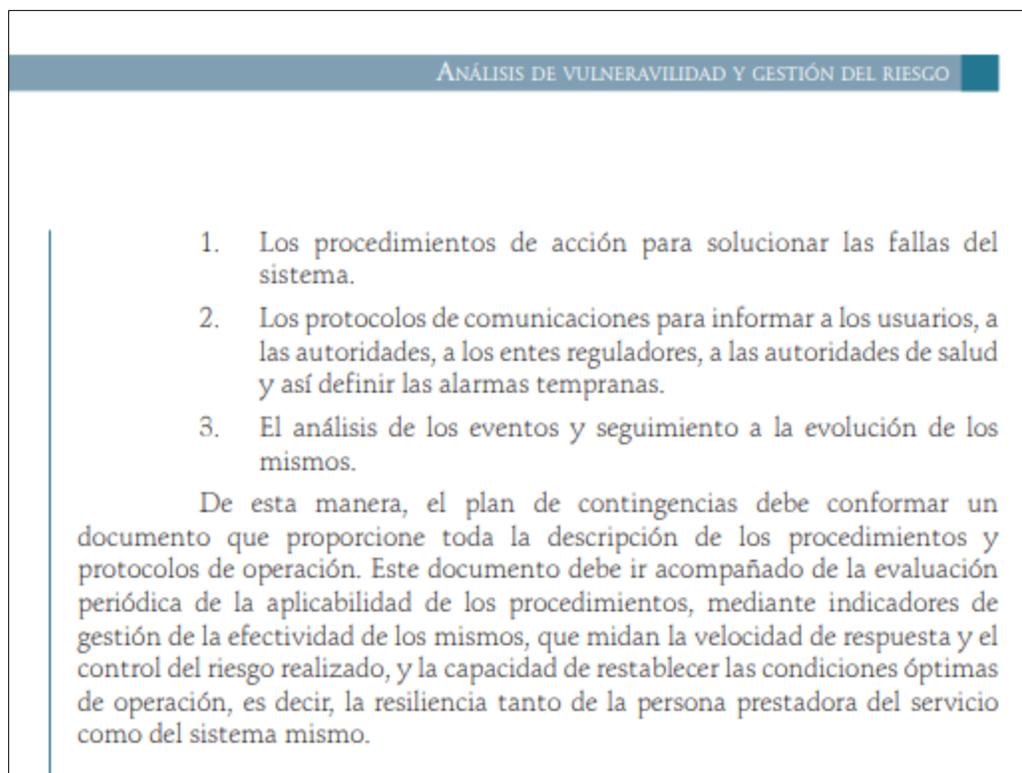
Como elemento final de la gestión del riesgo, se debe estructurar un plan de contingencias, como el elemento operativo de corto plazo que apoye las medidas de control de largo plazo que se deben ejecutar y por lo tanto debe tener en cuenta todos los agentes presentes en la operación y servicio del sistema: usuarios, comunidad en general, autoridades, persona prestadora del servicio y regulador.

Los planes de contingencias son una colección articulada de procedimientos estrictamente definidos que determinan las acciones, reacciones, protocolos de comunicaciones ante eventos de amenazas y fallas del sistema.

En esencia hay tres elementos críticos que deben reunir los planes de contingencia:

**Figura 45. Planes de contingencia.**

Fuente: (RAS , 2000)



**Figura 46. Continuación de planes de contingencia.**

Fuente: (RAS , 2000)

En relación con lo antes expuesto, se encontró que no existe forma de determinar un valor exacto para los parámetros antes mencionados y que se deben estimar de acuerdo a los criterios mencionados en las normas.

De igual manera, desde el Centro de Control se han estado realizando procedimientos y cálculos con el fin de poder encontrar la forma de hallar un valor exacto para determinar la capacidad de respaldo y la capacidad excedentaria.

Es de mencionar que la Dirección Red Matriz Acueducto que hace parte de la Gerencia Corporativa del Sistema Maestro realizó un Plan Maestro para la Mitigación de las

Vulnerabilidades Identificadas en el Sistema de Acueducto, dados los eventos que se venían presentando en los sistemas de abastecimiento de la EAAB-ESP fue necesario crear el Plan Maestro para tomar acciones cuando sea necesario.

**3.1.1.7 Resolución 759 de 2016 Artículo 4: Requisitos Generales, Artículo 7: Excedentes de Capacidad del Sistema y Artículo 8: Reporte, Publicación y Envío Información.** Desde la Dirección de Apoyo Técnico emiten un oficio en el que solicitan respuesta a las observaciones planteadas en el mismo, correspondientes al artículo 4, 7 y 8 de la Resolución 759 de 2016.

Con el fin de dar alcance a lo antes mencionado, se debe buscar en la base de datos los oficios antes dirigidos a la Dirección de Apoyo Técnico y remitir una respuesta a lo solicitado. También, se tiene como base la consulta realizada a la resolución 330 del 2017 y a la 759 del 2016.

En las Figuras 47 hasta la 50, se muestran cada uno de los oficios involucrados en el área de la red matriz de acueducto.




**MEMORANDO INTERNO**

3040001-2019-1139

Bogotá, 12 de junio de 2019

**PARA:** MAURICIO JIMÉNEZ ALDANA  
Director Red Matriz Acueducto

**DE:** JULIO CESAR PINZÓN REYES  
Director Apoyo Comercial

**ASUNTO:** Solicitud respuesta del memorando interno 3010001-2019-0772, radicado 14 de mayo del 2019, Gerencia Corporativa de Sistema Maestro: Observaciones: Capacidad Excedentaria Subsistema de Transporte, Literal c) Artículo 4, REQUISITOS GENERALES, Artículo 7, EXCEDENTES DE CAPACIDAD DEL SISTEMA, Y Artículo 8. REPORTE, PUBLICACIÓN Y ENVÍO DE INFORMACIÓN. De la Resolución CRA 759 del 2016

093179 JUN 14 2019 *Practica*  
DIR. RED MATRIZ 15:13

Respetado Ingeniero,

Por medio de la presente muy cordialmente solicitamos a la mayor brevedad posible la respuesta a nuestro memorando interno descrito en el asunto.

Adicionalmente, al revisar el documento de Capacidad Excedentaria Subsistema de Transporte, remitida por ustedes con memorando interno 2541001-2018-4029, vemos que el mismo no cumple con el estructuramiento, descrito en el Literal c) Artículo 4, REQUISITOS GENERALES (Res CRA 759/16) y Artículo 7, EXCEDENTES DE CAPACIDAD DEL SISTEMA (Res CRA 759/16), lo cual es un requerimiento del regulador, el no cumplirlo puede acarrear observaciones, solicitudes de ajustes y en el peor de los casos sanciones por esta circunstancia también podría acarrear sanciones para la EAAB por la no publicación en el SUI y en la página web de la EAAB como indica Artículo 8. REPORTE, PUBLICACIÓN Y ENVÍO DE INFORMACIÓN (Res CRA 759/16).



Av. Calle 24 # 37-15 Código Postal 111221 Bogotá D.C. - Colombia  
PBX: (571) 3447330 www.acueducto.com.co  
MRFD0801F01-02

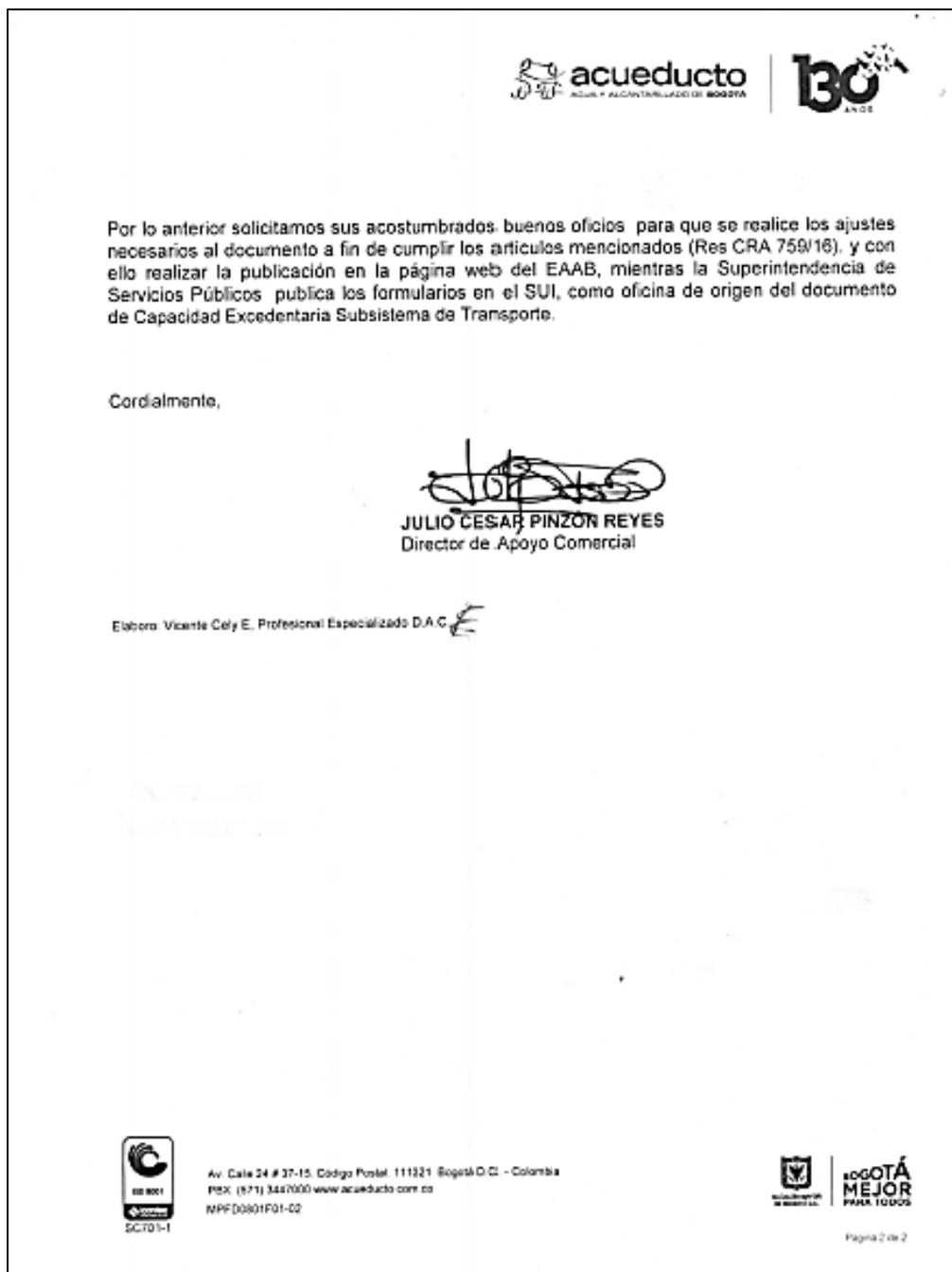




Página 1 de 2

**Figura 47. Oficio de solicitud de la Dirección Apoyo Técnico.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)



**Figura 48. Continuación oficio de solicitud de la Dirección Apoyo Técnico.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

En el oficio antes mencionado reiteran que la Dirección Red Matriz no está cumpliendo con el estructuramiento de la capacidad excedentaria de los subsistemas de transporte que se

describen en la norma 759 del 2016 y es por esto, que se da respuesta con base a los lineamientos planteados en ella, puesto que el artículo 7 menciona que la capacidad excedentaria se estima de acuerdo a la capacidad máxima y la capacidad de respaldo y se menciona que todos los parámetros se encuentran en el informe técnico “Estimación de la Capacidad Excedentaria de los subsistemas de transporte para el suministro a Municipios.

El apoyo brindado para la realización de esta respuesta se basa en lo leído y planteado en la actividad anterior.



**acueducto**  
AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ



**BO**  
AGUIRRE

MEMORANDO INTERNO

2541001-2019- 2 0 4 9

Bogotá, 19 JUN. 2019

*Feo*

*Orta*

20 JUN. 2019

*allo*

4-02

**PARA:** JULIO CESAR PINZÓN REYES  
Director de Apoyo Comercial

**DE:** MAURICIO JIMÉNEZ ALDANA  
Director Red Matriz Acueducto

**ASUNTO:** Respuesta Memorando Interno N° 3040001-2019-1139, Observaciones:  
Capacidad Excedentaria Subsistema de Transporte, Literal c) Artículo 4.

En relación con el memorando del asunto, en donde mencionan que tras realizar una revisión de Capacidad Excedentaria de los Subsistemas de Transportes, se identifica que este documento no cumple con el estructuramiento descrito en el literal c del artículo 4 de la resolución CRA 759 de 2016, nos permitimos informar lo siguiente:

Actualmente, la Dirección Red Matriz Acueducto se encuentra haciendo la respectiva revisión a las observaciones realizadas en el memorando 3010001-2019-0772 de 14 de mayo de 2019. No obstante, solicitamos nos aclaren por qué mencionan en el memorando del asunto que no estamos cumpliendo con el estructuramiento descrito en la Resolución CRA 759 de 2016.

El literal C del artículo 4 establece que: *"El proveedor debe contar con excedentes de capacidad en su sistema, con el fin de permitir el suministro de agua potable y/o la interconexión de sistemas de acueducto y/o alcantarillado, para lo cual se deberán tener en cuenta las reglas previstas en el artículo 7 de la presente resolución"*

A su vez el artículo 7 establece que los Excedentes de Capacidad de Transporte se deben estimar a partir de: La Capacidad Máxima, Los Compromisos de Suministro y la Capacidad de Respaldo de cada Subsistema; todos estos parámetros se encuentran estimados dentro del informe técnico "Estimación de la Capacidad Excedentaria de los Subsistemas de Transporte para el Suministro a Municipios."



SC701-1

Av. Calle 24 # 37-15. Código Postal: 111321. Bogotá D.C. - Colombia

PBX: (571) 3447000 [www.acueducto.com.co](http://www.acueducto.com.co)

MPFD3931F31-01

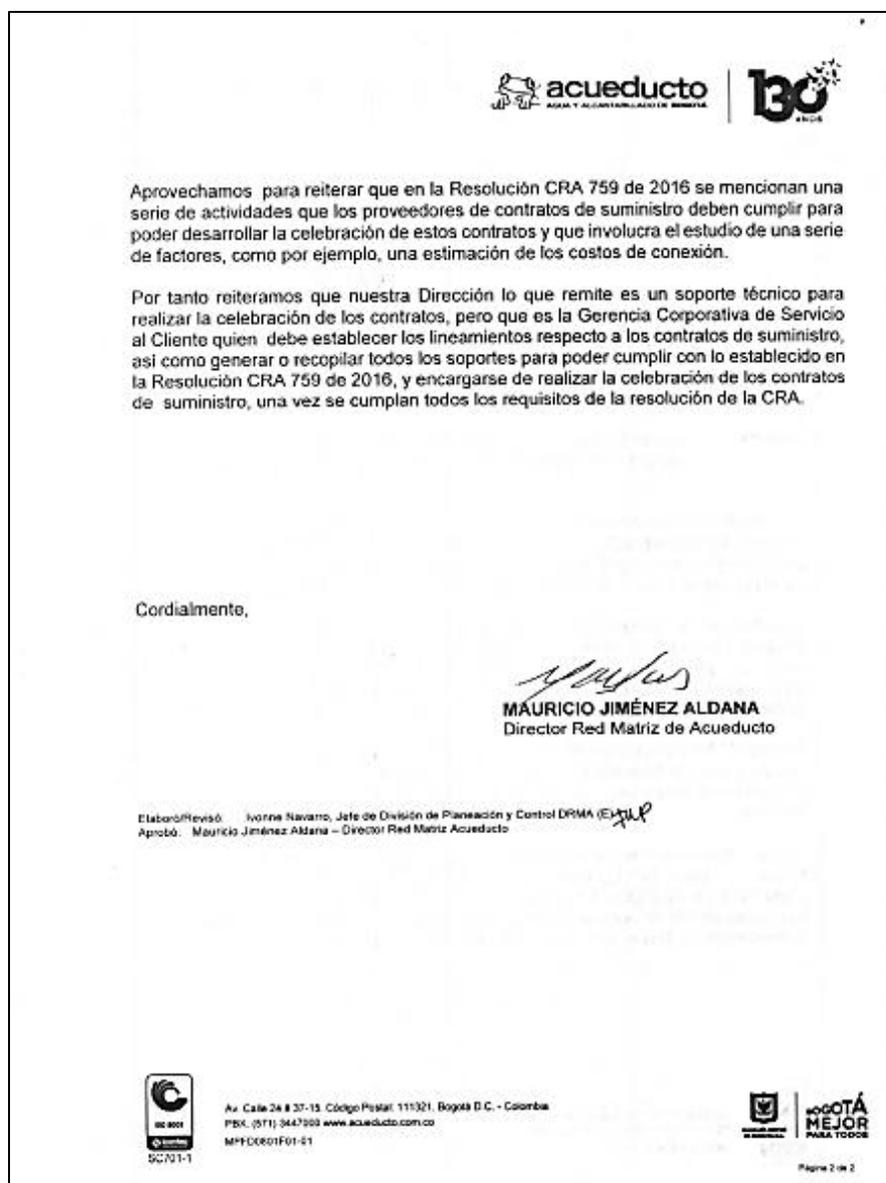


BOGOTÁ  
MEJOR  
PARA TODOS

Página 1 de 2

Figura 49. Respuesta a observaciones planteadas.

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)



**Figura 50. Continuación respuesta a observaciones planteadas.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

**3.1.1.8 Municipios de Occidente: Caudal – Presión.** Se solicita recopilar los datos correspondientes al mes de abril y mayo de los Municipios de Occidente: Caudal (Funza – Mosquera – Madrid) y Presión (Glorieta Funza Mosquera - Funza – Planta Mosquera – Cementerio Mosquera – Mosquera 3 – Madrid) para verificar su estado e informar a la División del Centro de Control y División Planeación y Control.

Con el fin de dar soporte a una demanda recibida de los Municipios de Occidente, es necesario recopilar datos de caudal de las 3 salidas principales del municipio y para los datos de todas las salidas que hacen parte de la línea de 42” de la Red Matriz de Acueducto. Para dar alcance a lo anterior, se solicitó a la División de Operación y Mantenimiento los datos del mes de Abril y los primeros días del mes de mayo, puesto que la solicitud recibida solicitaba aclaración de lo que había sucedido en el tiempo antes mencionado y cuál era la razón de ello.

Los datos recibidos corresponden a cada una de las salidas y son un reporte de cada hora evidenciada en ellas, esto fue con el fin de visualizar cuáles eran las horas de mayor demanda y así dar a conocer porque se estaba presentando un aumento en el suministro del agua. En este sentido, los datos fueron graficados con el fin de obtener una visualización de dicho aumento.

El apoyo que se brindó fue recopilar toda la información necesaria para realizar las gráficas requeridas con el fin de demostrar y tener respaldo de lo que estaba sucediendo en lo que concierne a la demanda recibida.

Los datos de caudal obtenidos se muestran en la Figura 51.

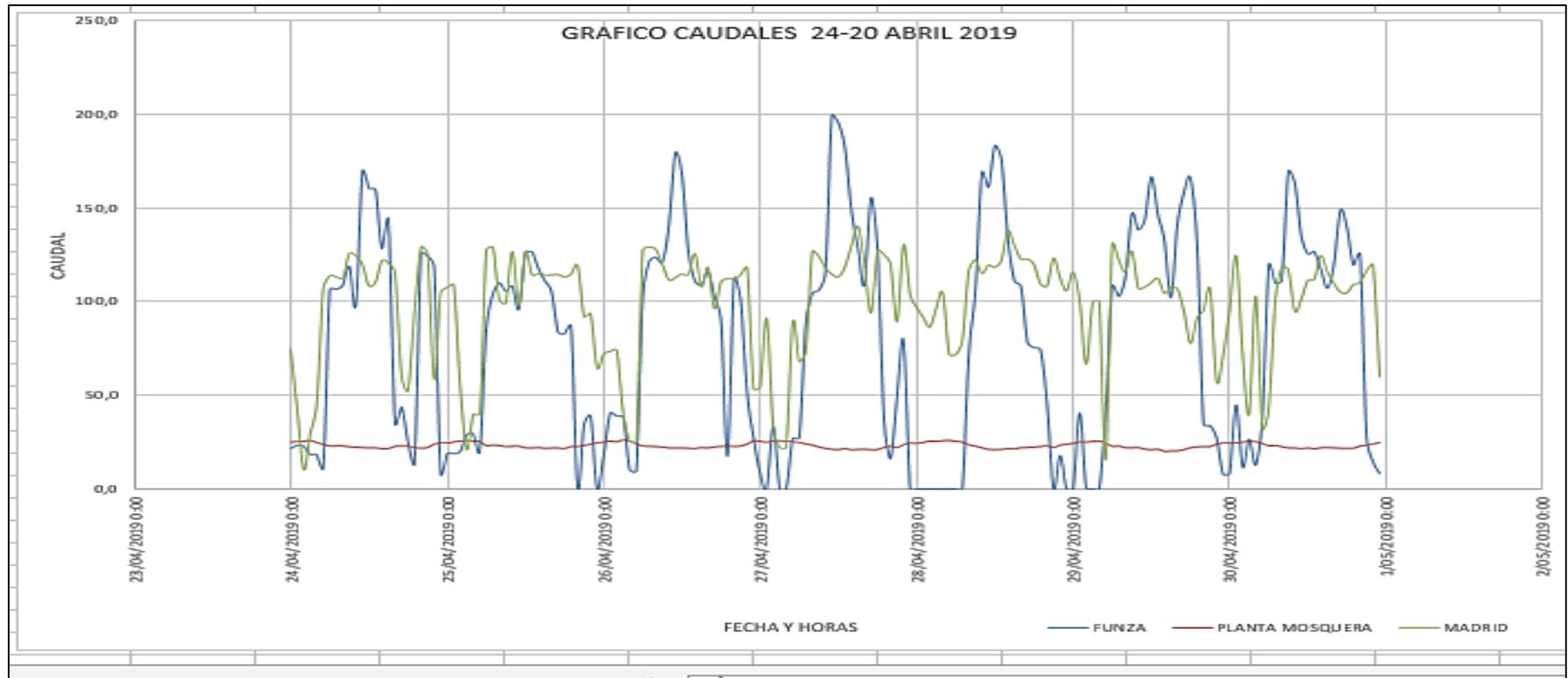
	FUNZA	PLANTA MOSQUERA	MADRID
24/04/2019 0:00	21,7	25,3	74,4
24/04/2019 1:00	23,3	25,6	42,7
24/04/2019 2:00	22,8	25,8	9,9
24/04/2019 3:00	18,3	26,2	29,3
24/04/2019 4:00	18,3	25,1	45,1
24/04/2019 5:00	11,1	24,0	106,7
24/04/2019 6:00	106,7	23,1	113,6
24/04/2019 7:00	106,7	23,1	113,0
24/04/2019 8:00	108,9	23,1	112,5
24/04/2019 9:00	118,9	22,7	125,7
24/04/2019 10:00	98,3	22,4	124,4
24/04/2019 11:00	169,4	22,2	119,7
24/04/2019 12:00	160,6	22,1	108,1
24/04/2019 13:00	160,0	22,1	110,1
24/04/2019 14:00	128,3	21,6	121,8
24/04/2019 15:00	143,3	21,7	120,5
24/04/2019 16:00	35,0	22,9	115,3
24/04/2019 17:00	43,9	23,1	60,0
24/04/2019 18:00	25,0	23,1	52,2
24/04/2019 19:00	13,9	22,2	94,6
24/04/2019 20:00	126,1	21,9	129,1
24/04/2019 21:00	124,4	22,2	125,0
24/04/2019 22:00	118,9	24,2	58,3
24/04/2019 23:00	8,3	24,8	104,6
25/04/2019 0:00	18,0	24,8	107,4

TO MODO FILTRAR

**Figura 51. Datos de Caudal municipios de Occ.**

Fuente: Autor (2019).

En relación a estos datos se obtuvo la gráfica de caudales en función del tiempo. Ella se muestra en la Figura 52..



**Figura 52. Gráfico de Caudal municipios de Occ.**

Fuente: Autor (2019).

Como resultado, se obtuvo que los días en los que se presenta mayor demanda de agua son los fines de semana, en este caso los días 27 y 28 de Abril, teniendo mayor demanda Funza, seguido de Madrid y por último la Planta de Mosquera, dado que es el mayor de tiempo en el que lo usuarios permanecen en casa y utilizan el servicio de agua con más frecuencia.

Los datos con los cuales se obtuvo la gráfica de la distribución de presiones se muestran en la Figura 53.

FECHA	HORA	PRESIÓN					
		GLORIETA FUNZA MOSQUERA	FUNZA	PLANTA MOSQUERA	CEMENTEREO MOSQUE	MOSQUERA	MADRI
24/04/2019 0:00	12:00:00 a,m,	57,1	50,10	48,40	58,9	52,2	49,1
24/04/2019 1:00	1:00:00 a,m,	56,8	53,60	52,90	54,3	51,9	52,1
24/04/2019 2:00	2:00:00 a,m,	60,7	55,60	55,40	56,2	55,8	53,2
24/04/2019 3:00	3:00:00 a,m,	59,7	56,60	56,50	57,3	53,9	54,9
24/04/2019 4:00	4:00:00 a,m,	59,9	56,90	54,40	56,9	54,8	54,1
24/04/2019 5:00	5:00:00 a,m,	55,7	53,10	47,90	53,1	49,4	48,5
24/04/2019 6:00	6:00:00 a,m,	49,0	43,00	39,30	46,2	42,1	41,7
24/04/2019 7:00	7:00:00 a,m,	48,8	41,70	39,00	44,4	42,0	39,9
24/04/2019 8:00	8:00:00 a,m,	47,8	41,70	41,20	45,1	41,4	41,4
24/04/2019 9:00	9:00:00 a,m,	46,9	39,70	40,20	44,7	41,0	39,3
24/04/2019 10:00	10:00:00 a,m,	46,3	40,10	38,30	43,3	39,5	37,8
24/04/2019 11:00	11:00:00 a,m,	43,5	33,60	36,70	40,5	36,9	36,7
24/04/2019 12:00	12:00:00 p,m,	43,4	34,50	37,10	40,3	37,4	36,4
24/04/2019 13:00	1:00:00 p,m,	42,5	34,20	37,70	40,1	36,5	36,4
24/04/2019 14:00	2:00:00 p,m,	42,8	37,10	37,80	40,1	36,6	35,4
24/04/2019 15:00	3:00:00 p,m,	43,0	34,40	35,30	40,0	36,5	34,6
24/04/2019 16:00	4:00:00 p,m,	46,1	42,80	37,10	43,1	40,1	38,5
24/04/2019 17:00	5:00:00 p,m,	45,6	42,10	38,50	45,7	42,2	42,8
24/04/2019 18:00	6:00:00 p,m,	46,7	44,50	39,30	42,4	42,1	38,5
24/04/2019 19:00	7:00:00 p,m,	46,1	43,00	37,70	43,2	40,5	39,0
24/04/2019 20:00	8:00:00 p,m,	42,1	34,60	36,50	39,4	36,0	33,8
24/04/2019 21:00	9:00:00 p,m,	43,6	36,00	37,20	41,1	36,7	35,8
24/04/2019 22:00	10:00:00 p,m,	48,8	40,70	41,50	46,3	42,7	43,1
24/04/2019 23:00	11:00:00 p,m,	52,9	48,70	45,10	48,8	46,3	44,9
25/04/2019 0:00	12:00:00 a,m,	55,3	50,80	49,20	51,2	48,7	45,2
25/04/2019 1:00	1:00:00 a,m,	57,9	52,80	53,30	53,5	50,2	48,0
25/04/2019 2:00	2:00:00 a,m,	59,7	55,00	55,10	56,2	54,4	52,9
25/04/2019 3:00	3:00:00 a,m,	62,0	55,60	56,70	56,9	54,7	54,8
25/04/2019 4:00	4:00:00 a,m,	59,3	56,80	54,90	58,9	55,8	55,7
25/04/2019 5:00	5:00:00 a,m,	58,2	55,10	49,10	55,8	52,8	52,7
25/04/2019 6:00	6:00:00 a,m,	48,7	44,90	39,70	46,1	41,7	40,1
25/04/2019 7:00	7:00:00 a,m,	49,3	42,20	39,70	45,5	42,7	40,3

Figura 53. Datos de Presión municipios de Occ.

Fuente: Autor (2019).

Posteriormente, se realizó la gráfica de la presión en los diferentes municipios. En la Figura 54 se muestra la variación de los mismos.

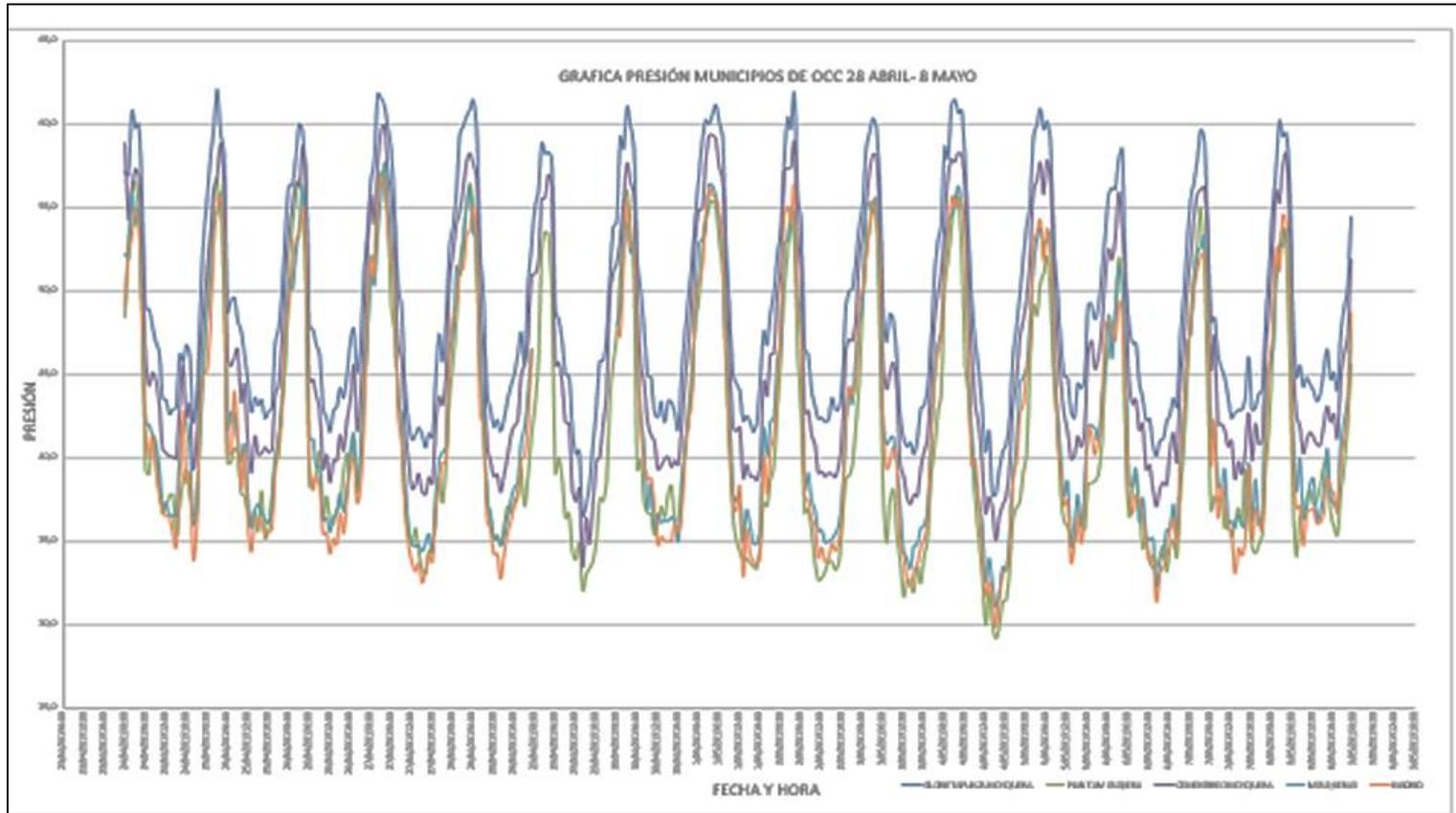


Figura 54. Gráfico de Presión municipios de Occ.

Fuente: Autor (2019).

Como resultado, se obtuvo que los días en los que se presentan presiones bajas son los fines de semana, en este caso los días 27 y 28 de Abril y 4 y 5 de Mayo entre las 12 y 6 de la tarde, teniendo menores presión el municipio de Madrid y la Planta Mosquera, dado que es el mayor de tiempo en el que lo usuarios permanecen en casa y utilizan el servicio de agua con más frecuencia.

**3.1.1.9 Calidad del Agua: Color y Turbiedad.** Se requiere hacer una revisión de la Calidad del Agua del mes de Mayo de acuerdo a los datos entregados por la División de Operación y Mantenimiento. Desde la División de Centro de Control solicitan revisar el estado (COLOR – TURBIEDAD) en el que se encuentran las aguas que están siendo entregadas a los Municipios de Occidente dado que se están presentando muchas lluvias y se observan datos no muy comunes desde el Centro de Control.

Con el fin de dar alcance a la solicitud recibida, es necesario recopilar algunos datos de color y turbiedad del mes de mayos correspondientes a las 3 salidas principales de los municipios de Occidente.

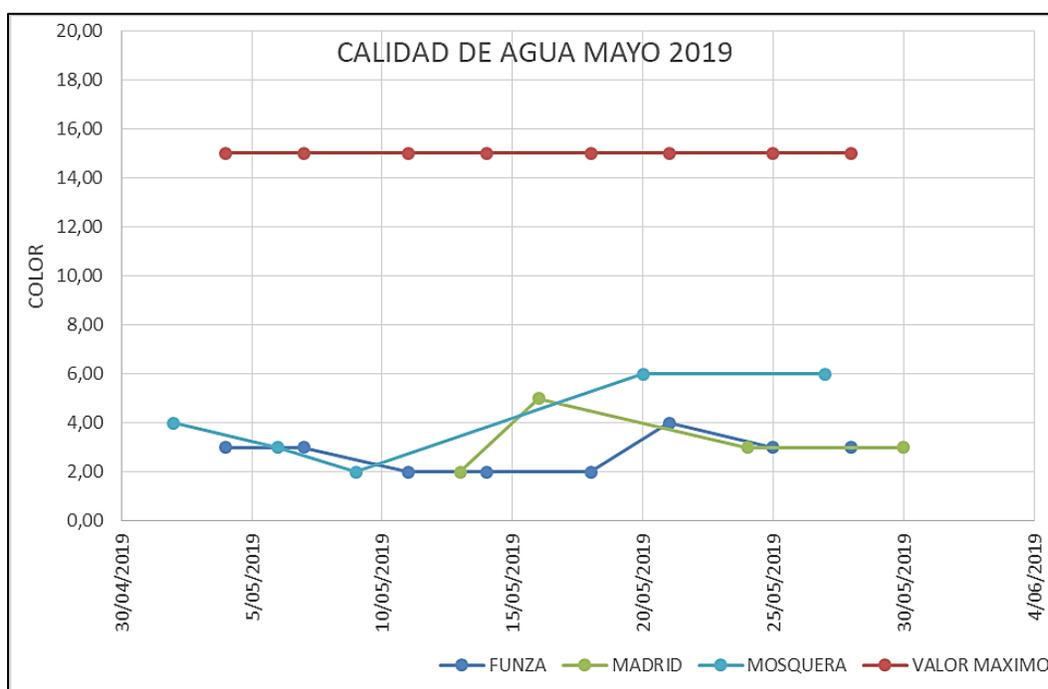
La empresa dentro de sus normas tiene establecido que el valor máximo permitido de color aparente es 15 y para turbiedad el valor mínimo permitido es 0,1 y para valor máximo 2.

Los datos obtenidos para verificar la calidad del agua se muestran en las Figuras 55 hasta la 58.

COLOR APARENTE			15	15	15	15	15	15	15	15
VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO		4/05/2019	7/05/2019	11/05/2019	14/05/2019	18/05/2019	21/05/2019	25/05/2019	28/05/2019
0,0	15,0	FUNZA	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00	4,00	3,00	3,00
			13/05/2019	16/05/2019	24/05/2019	30/05/2019				
		MADRID	2,00	5,00	3,00	3,00				
			2/05/2019	6/05/2019	9/05/2019	20/05/2019	27/05/2019			
		MOSQUERA	4	3	2	6	6			

**Figura 55. Datos de Color.**

Fuente: Autor (2019).



**Figura 56. Gráfico de Color.**

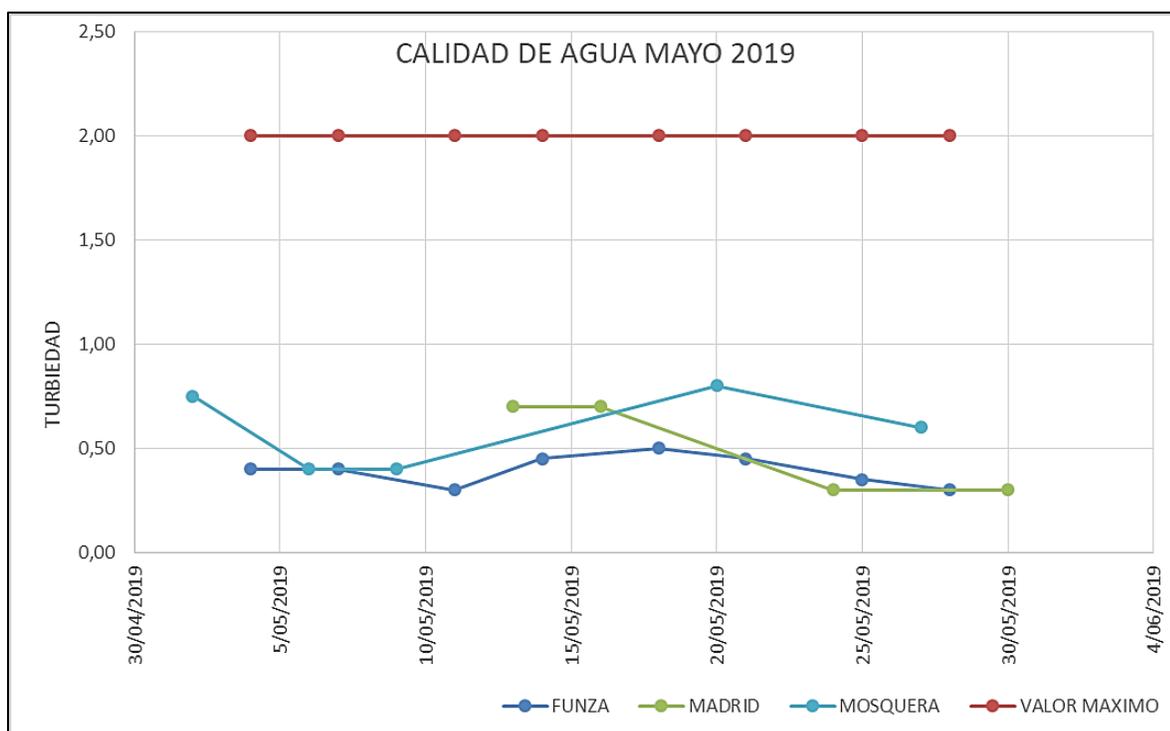
Fuente: Autor (2019).

De esta manera, se obtiene que la calidad del agua con relación al color se encuentra por debajo del límite permitido, por tanto, no existen inconsistencias las cuales deban ser atendidas de forma inmediata, pero es necesario seguir llevando un control adecuado principalmente del municipio de Mosquera quien es el que representa un valor alto al final del mes de mayo.

TURBIEDAD			2	2	2	2	2	2	2	
VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO		4/05/2019	7/05/2019	11/05/2019	14/05/2019	18/05/2019	21/05/2019	25/05/2019	28/05/2019
0,1	2,0	FUNZA	0,40	0,40	0,30	0,45	0,50	0,45	0,35	0,30
0,1	2,0		13/05/2019	16/05/2019	24/05/2019	30/05/2019				
0,1	2,0	MADRID	0,70	0,70	0,30	0,30				
			2/05/2019	6/05/2019	9/05/2019	20/05/2019	27/05/2019			
		MOSQUERA	0,75	0,4	0,4	0,8	0,6			

**Figura 57. Datos de Turbiedad.**

Fuente: Autor (2019).



**Figura 58. Grafica de Turbiedad.**

Fuente: Autor (2019).

Así mismo, se obtuvo que la calidad del agua con relación a la turbiedad se encuentra entre los límites establecidos por norma, por tanto, no existen inconsistencias las cuales deban ser atendidas de forma inmediata, pero es necesario seguir llevando un control adecuado principalmente del municipio de Mosquera quien es el que representa un valor alto al final del mes de mayo.

En conclusión, es posible establecer que el aumento de color o turbiedad del agua presentado en los municipios se vea reflejado por las lluvias presentadas durante el mes y que los datos antes mencionados no generan emergencias o inconsistencia en el suministro de agua.

**3.1.2 Brindar apoyo técnico a la actualización del modelo hidráulico del Sistema Matriz de Acueducto, para realizar una correcta operación y control de la infraestructura y generar proyecciones de expansión, redensificación, solución y análisis de posibles eventos de vulnerabilidad.** A continuación, se muestra el desarrollo del segundo objetivo.

**3.1.2.1 Plan parcial: Solicitud de conexión.** La Dirección Servicios Acueducto y Alcantarillado Zona 5, emite oficio en el que solicitan se dé respuesta a una solicitud de conexión a la Red Matriz San Carlos - Zona 5 Parque San José – El Tuso del Municipio de Soacha, para ello es necesario recopilar información para dar alcance a dicha petición.

Con base a lo antes mencionado, es necesario revisar el plan parcial del Parque San Jose – El Tuso y para conocer cuántas solicitudes de conexión han sido aprobadas y verificar si es viable admitir el aumento de presión y caudal para la red local y si es posible construir una salida para uso provisional, es de aclarar que las conexiones se aprueban de acuerdo a la demanda proyectada, el área de servicio y la salida. Estas solicitudes de muestran en la Figura 59.




**MEMORANDO INTERNO**

3532002-2019-0228  
Bogotá, D.C., marzo 28 de 2019

**PARA:** ING. MAURICIO JIMENEZ ALDANA  
Director Red Matriz Acueducto

DIR. RED MATRIZ 17486  
USUARIA S.  
08/12/26 MARZO 2019

**DE:** Dirección Servicios Acueducto y Alcantarillado Zona 5

**Asunto:** Memorando interno 3531001-2019-0382 / Radicación E-2019-026912 / Solicitud de viabilización de TPO y alternativas de conexión, para la prestación del servicio de acueducto, del proyecto Parques de San José – Municipio de Soacha, (antes el Tusó) / Municipio de Soacha / Zona 5

Respetado Ingeniero Jiménez:

En atención del derecho de petición de la radicación E-2019-026912 del 7 de marzo de 2019, remitido a la División Servicio Acueducto Zona 5, mediante la comunicación interna 353131001-2019-0382 (anexo), el Sr. Arturo España quien se identifica como representante del proyecto del asunto, solicita:

"que la Zona 5 le consulte a la Dirección Red Matriz la modificación de la condición de operación del sistema, de tal manera que incremente la presión y caudal en la red local y pueda suplir la demanda de 624 Unidades Habitacionales, de manera temporal (Qmh = 4.96 m3). Por otro lado verificar con esa Dirección la viabilidad de construir una salida derivada de la Línea San Carlos de 16", para la acometida provisional del Proyecto, que garantice la demanda de las Unidades Habitacionales mencionadas, cuyos costos estarían a cargo del Proyecto."

Por lo anterior, es necesario el concepto de la Dirección Red Matriz Acueducto, para dar respuesta oportuna al derecho de petición, consolidado desde la Dirección Servicio Acueducto y Alcantarillado Zona 5.



Av. Calle 24 # 37-15 Código Postal 111321 Bogotá D.C. - Colombia  
PSX: (571) 3447000 www.acueducto.com.co  
MPFD0801F31-01



**Figura 59. Oficio de solicitud de la Dirección Servicios Acueducto y Alcantarillado Zona 5.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

Para llevar a cabo la solicitud, se dio a conocer que actualmente, se tiene previsto para el año 2020 la Construcción de un sistema red matriz denominado el Vínculo, en el que el Parque San José-El Tusó, hará parte del sistema antes mencionado.

Luego de recibida la dicha solicitud, se procedió a elaborar el oficio de respuesta, cual se detalla en las Figuras 60 y 61.




MEMORANDO INTERNO

2541001-2019- 1393

Bogotá, 29 ABR. 2019

19

**PARA:** Ing. William Pineda Roa  
Director Servicio Acueducto y Alcantarillado Zona 5

**DE:** Mauricio Jiménez Aldana  
Dirección Red Matriz Acueducto.

**ASUNTO:** Su memorando 3532002-2019-0228, Parque de San José- Municipio de Soacha antes el Tuso - Solicitud de Conexión a la Red Matriz San Carlos - Zona 5.

De acuerdo con el memorando del asunto en el cual solicita la modificación de la condición de operación del sistema de suministro de la línea Matriz San Carlos del Municipio de Soacha, de tal manera que incremente la presión y el caudal en la red local y pueda suplir la demanda de 624 unidades habitacionales, como también estudiar la viabilidad de construir una salida derivada de la línea San Carlos, nos permitimos informar lo siguiente:

**Solicitud No. 1**

"Se incremente la presión y el caudal en la red local y pueda suplir la demanda de 624 unidades habitacionales, de manera temporal"

**Respuesta Solicitud No. 1:**

La línea San Carlos está regulada por el gradiente hidráulico del tanque Cazucá, por lo tanto, con esta condición operacional no se puede incrementar el gradiente de presión hidráulica y por esta razón se tiene previsto construir el sistema red matriz El Vínculo, que está compuesto por un sistema de bombeo, línea de impulsión y un tanque de almacenamiento con sus respectivas líneas de distribución.

**Solicitud No. 2**

"por otro lado verificar con esa Dirección la viabilidad de construir una salida derivada de la línea San Carlos de 16"

26 ABR. 2019

Anot  
29 ABR. 2019  
4.30



Av. Calle 24 # 37-15, Código Postal: 111321, Bogotá D.C. - Colombia  
PBX: (571) 3447000 www.acueducto.com.co  
MPF00801F01-01



Página 1 de 2

Figura 60. Respuesta a la solicitud de servicio.

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

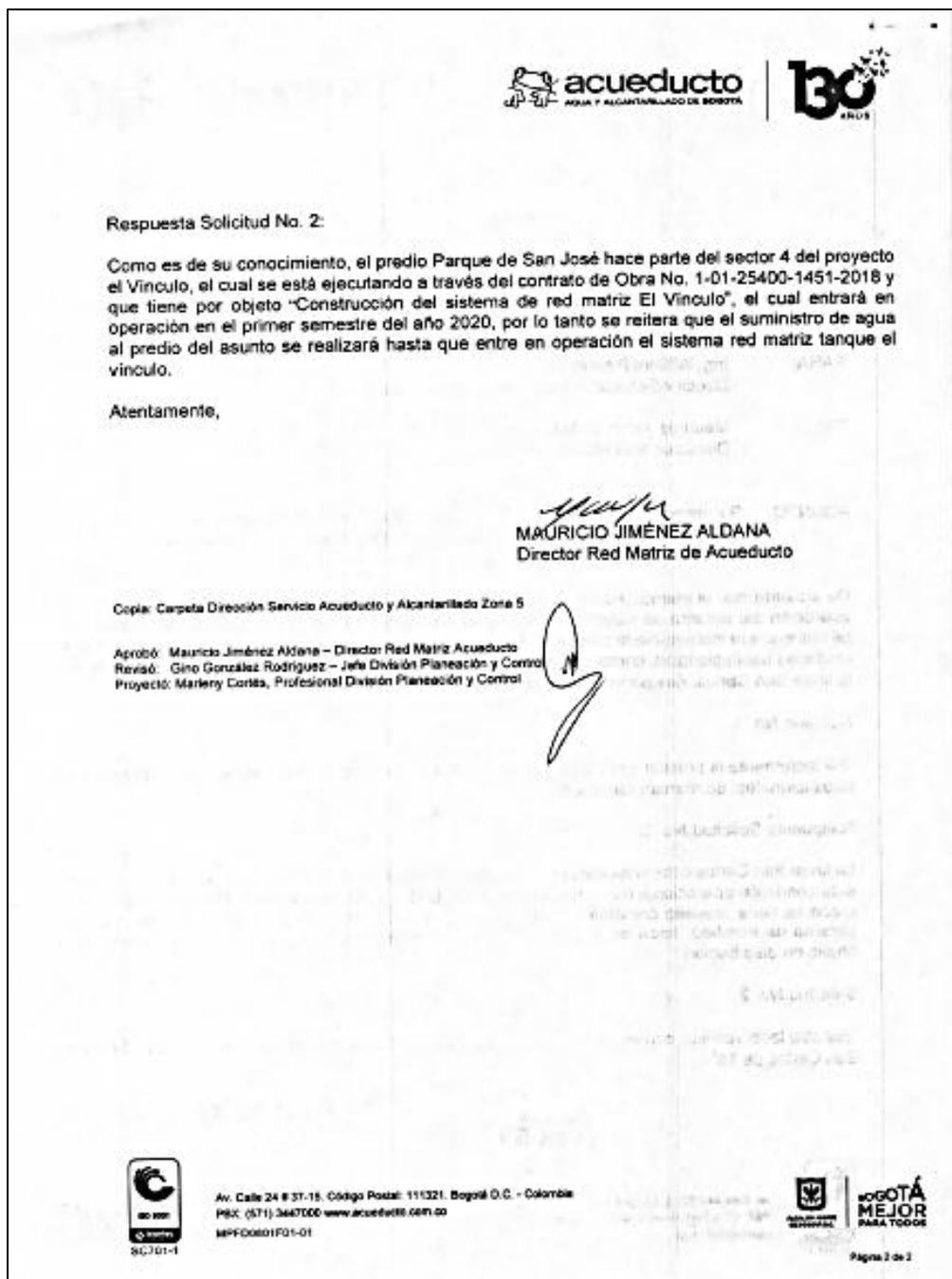


Figura 61. Continuación respuesta a la solicitud de servicio.

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

El apoyo brindado para la realización de dicha respuesta fue recopilar toda la información existente con el fin de tener argumentos y realizar comentarios respecto al mismo, fue necesario requerir el uso del software para validar el área de servicio.

**3.1.2.2 Plan Parcial de Renovación Urbana AC 13 Carrera 37 / Localidad de Puente Aranda / Zona 3.** Se recibe un oficio de la Dirección de Apoyo Técnico en el cual solicitan que sea validado si es posible obtener una factibilidad de servicio y es viable aprobar el caudal requerido correspondiente al informe de población entregado. Una vez dada la información por parte de la Dirección de Apoyo Técnico, se debe verificar: El sector en el que se encuentra ubicado el predio, Área de Servicio, la salida a la que pertenece y el diámetro.

Dada las condiciones antes mencionadas, se procede a verificar en el modelo hidráulico si es viable la posibilidad del servicio requerido. Para ello, se considera que, si el caudal actual más el caudal requerido es menor al caudal futuro correspondiente al Plan Maestro de Abastecimiento, entonces es posible concluir, que la infraestructura matriz existente puede suministrar el caudal requerido por este predio, para llevar a cabo lo anterior, se utilizó el software ArcGIS, Excel y Epanet.

También, es necesario considerar que la presión máxima establecida para considerar una posibilidad de servicio por parte de la EAAB-ESP es de 15 a 20 mca. La solicitud de la Dirección Apoyo Técnico se muestra en la Figura 62.




**MEMORANDO INTERNO**

3050001-2019-0652

Bogotá D.C., 29 de marzo de 2019

**PARA:** Ing. Mauricio Jiménez A., Director Red Matriz Acueducto

**DE:** Ing. Isela Sarmiento F., Profesional Especializado, Dirección Apoyo Técnico

**ASUNTO:** Memorando interno 2541001-2019-0978 / Radicación E-2019-026900/ Factibilidad de Servicio / Plan Parcial de Renovación Urbana AC 13 Carrera 37 / Localidad de Puente Aranda / Zona 3.

En atención al memorando interno 2541001-2019-0978 en el que solicita se informe la cantidad de población flotante que ocuparán los 2.000 m<sup>2</sup> de comercio para el Plan Parcial de Renovación Urbana AC 13 Carrera 37, me permito relacionar el cálculo del caudal requerido con base en la información suministrada por el promotor:

- Unidades de vivienda: 6000 viviendas. Se adopta ocupación de 4 Hab/viv y dotación de 110 l/hab-día para un caudal medio de 30.6 l/s.
- Comercio: 2.000 m<sup>2</sup>. Se adopta 20 l/m<sup>2</sup>-día para un caudal de 0.46 l/s.

Por lo anterior solicitamos se valide el caudal de 31.06 l/s para el Plan Parcial de Renovación Urbana AC 13 Carrera 37.

Cordialmente,



**ISELA SARMIENTO FRANCO**  
 Profesional Especializado  
 Dirección de Apoyo Técnico  
 Gerencia Corporativa de Servicio al Cliente

**Copia:** Consecutivo, Folder del Plan de Regularización y Manejo

**Elaboró:** Natalia Posada P.

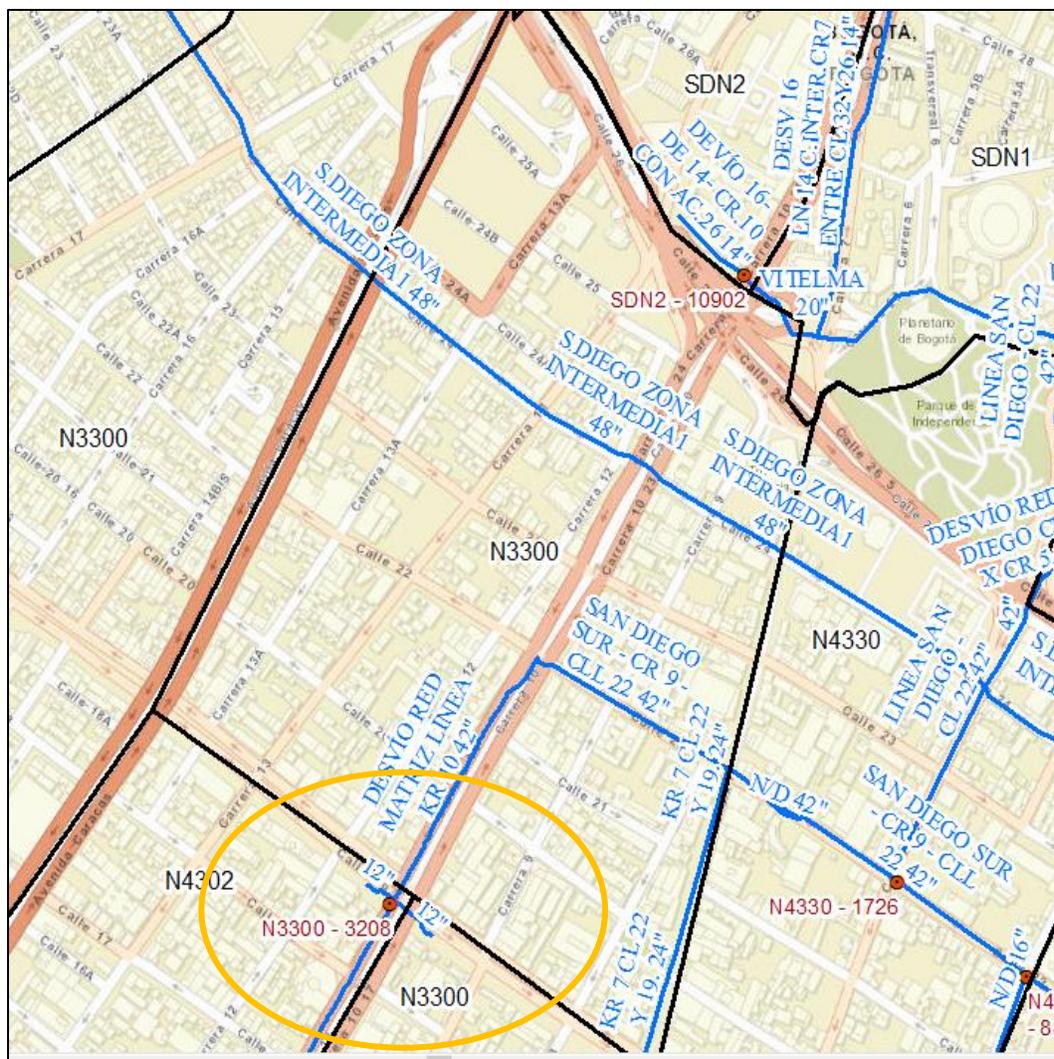
001727 MAR29 2019 C. DAVOIDA S.  
 DIR. RED MATRIZ 17:06

**Figura 62. Oficio recibido desde la Dirección Apoyo Técnico.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

Por otra parte, se muestra el área de servicio y los detalles de la red matriz, el software empleado es ArcGIS. Esta información se presenta en la Figura 63.

En ArcGIS, la nomenclatura N3300 está asociado al área de servicio (Zona-Sector) y los números es el ID del nodo en el modelo hidráulico (Epanet).



**Figura 63. Ubicación del área de servicio.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

Posteriormente se realizó el cálculo del caudal requerido de acuerdo a los datos recibidos, teniendo en cuenta los parámetros estipulados por la RAS 2000 y las normas que rigen en la EAAB-ESP. Lo anterior se plasma en la Figura 64.

hab/vivienda	4										
l/hab/día flot	68		A_comercio (m2)	A_oficinas (m2)	#Viviendas	hab_perm	hab_flot	#Locales	Camas_Hosp	Q(l/s)	
l/hab/día perm	110									0.00	
l/m2/día oficinas	20										
l/m2/día comercio	6										
s/día	86400										
L/Local/día	100										
L/cama/día	800										

Tipo de instalación	Consumo de agua
Oficinas (cualquier tipo)	20 L/m2/día
Locales comerciales	6 L/m2/día
Mercados	100 L/local/día
Lavanderías de autoservicio	40 L/kilo de ropa seca
Clubes deportivos y servicios privados	150 L/asistente/día
Cines y teatros	6 L/asistente/día

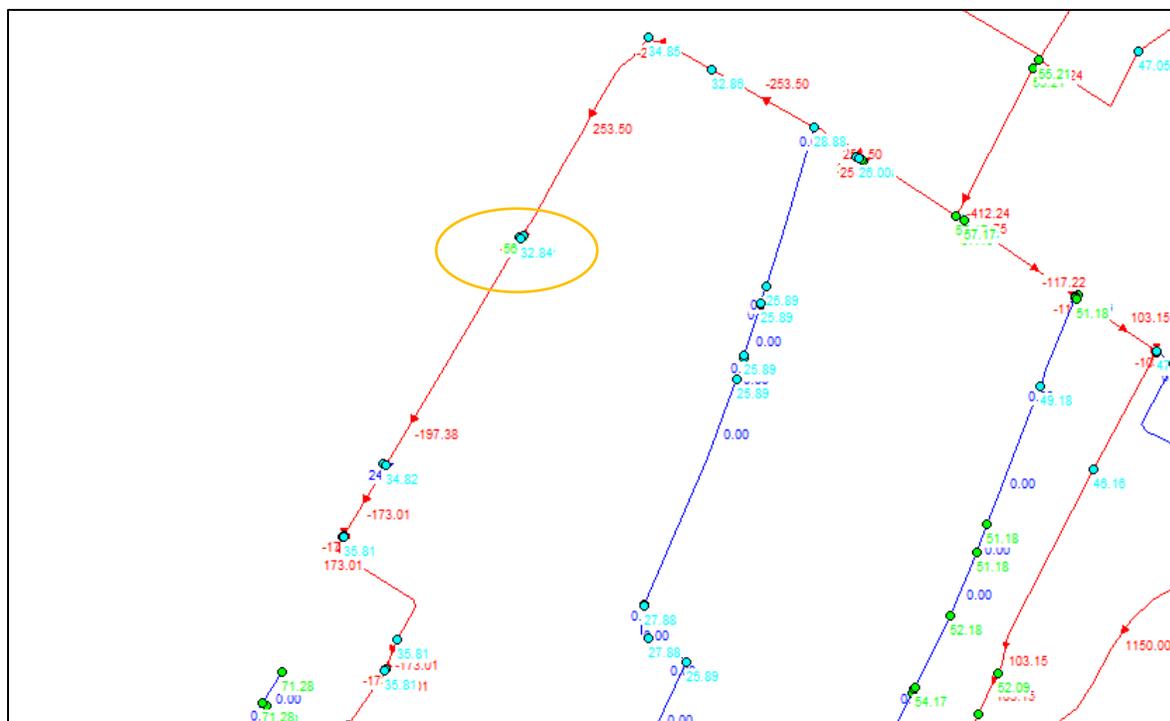
Tipo de instalación	Consumo de agua	
Salud	Hospitales, clínicas y centros de salud	800 L/cama/día
	Orfanatos y asilos	300 L/huésped/día
Seguridad	Cuarteles	150 L/persona/día
	Cárceles	150 L/interno/día

**Figura 64. Tabla de datos utilizados para hallar el caudal requerido.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

De acuerdo al estudio planteado en el oficio recibido de la Dirección de Apoyo Técnico se procede a emplear los datos correspondientes y se incluyen en la hoja de cálculo anterior, como resultado se obtiene el cálculo del caudal necesario para abastecer el Plan Parcial, una vez se tiene el valor se procede a ingresar dicho resultado en el modelo hidráulico, con el fin de obtener resultados óptimos que permitan dar una posibilidad de servicio.

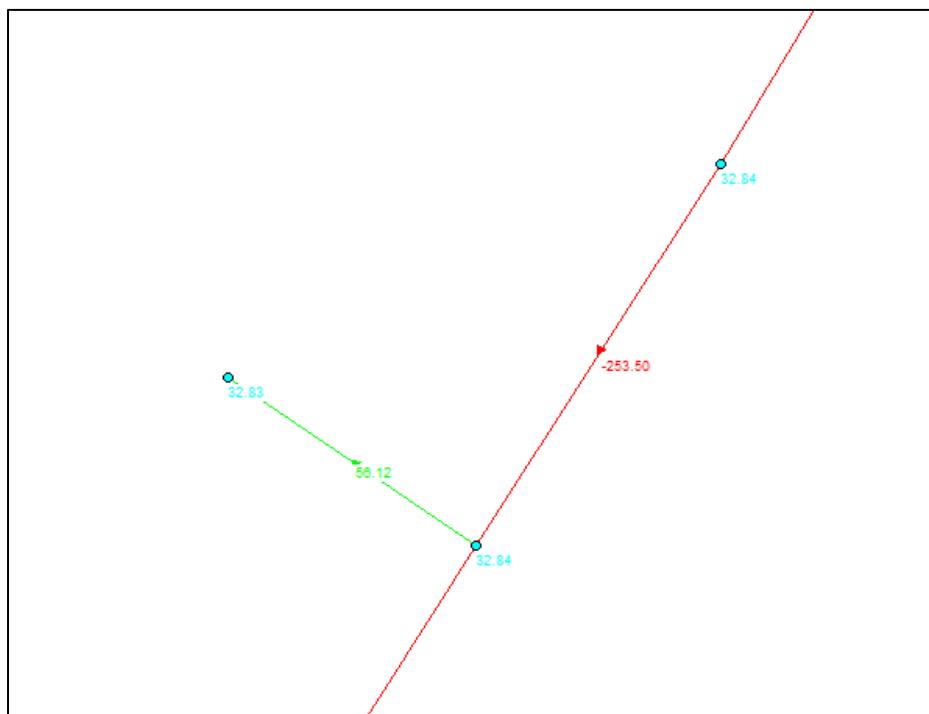
Dentro del análisis expuesto anteriormente, a continuación, se muestra detalladamente la línea matriz de 42'' y la salida de 12'' correspondiente el predio antes mencionado. Es de aclarar, que la zona encargada la encargada de abastecer el Plan Parcial de Renovación por medio de sus redes menores. El software empleado es Epanet. Esta información se presenta en las Figuras 65 y 66.



**Figura 65. Red Matriz con su respectiva área de servicio y salida. Epanet.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

La línea roja representa la línea matriz existente de 42" y los puntos o nodos sobre la línea representan la presión y en el centro de las tuberías se encuentra el caudal calculado.



**Figura 66. Caudal y Presión dada al requerimiento. Software Epanet.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

En conclusión, se obtuvo que es posible entregar una factibilidad de servicio al Plan de Renovación Urbana, dado que cumplía con los parámetros establecidos por la EAAB-ESP.

Paralelamente a los análisis anteriores, se realizó el oficio de respuesta ante los requerimientos. La presente se muestra en las Figuras 67 y 68.

	
<b>MEMORANDO INTERNO</b>	
2541001-2019- <b>1182</b>	
Bogotá, <b>04 ABR. 2019</b>	
<b>PARA:</b>	Luis Francisco Castiblanco González Dirección de Apoyo Técnico
<b>DE:</b>	Mauricio Jiménez Aldana Director Red Matriz Acueducto
<b>ASUNTO:</b>	Respuesta Memorando 3050001-2019-URB-0652. Plan Parcial de Renovación Urbana AC 13 Carrera 37 / Localidad de Puente Aranda / Zona 3
<p>En respuesta al memorando del asunto, por medio de la cual solicitan concepto técnico respecto a los requerimientos de ampliación o refuerzo de las redes matrices de acueducto que podrían ser utilizadas para abastecer al Plan Parcial de Renovación Urbana AC 13 Carrera 37, nos permitimos informar lo siguiente:</p> <p>En la información remitida en el oficio del asunto, el promotor del proyecto planea utilizar el predio para 6.000 viviendas, asumiendo 4 habitantes por vivienda, daría una población permanente de 24.000 personas. Adicionalmente, se planea un área comercial de 2.000 m<sup>2</sup>.</p> <p>Teniendo en cuenta la información anterior, los consumos históricos de la ciudad de Bogotá, el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, Título B, numeral 2.5, la norma NTC 1500 Código Colombiano de Fontanería, y las pérdidas calculadas de la EAAB, para la población permanente se supondrá una dotación bruta de 110LHD, lo que daría un caudal medio diario de 30.5 l/s. Para el área comercial se supone un consumo de 20 l/m<sup>2</sup>/día por indicación de la Dirección Apoyo Técnico de la GCSC, lo cual da una demanda de 0.5 l/s, para un total de caudal medio diario de 31.0 L/s.</p> <p>El Plan Parcial de Renovación Urbana AC 13 Carrera 37 se encuentra ubicado entre la Avenida Calle 12B y la Avenida Calle 13, y entre las Carreras 37 y 38. Este predio hace parte del sector hidráulico S-11 de la Zona 3, y en particular, del área de servicio de la línea matriz "Avenida Quito – Santa Lucía" de 36 pulgadas, que a la altura de la Calle 12 con Carrera 36, cuenta con una derivación en 12 pulgadas desde donde se le suministra agua a la unidad operativa a la cual pertenece el predio de interés.</p>	

**Figura 67. Respuesta dirigida a la Dirección de Apoyo Técnico.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)



**Figura 68. Continuación respuesta dirigida a la Dirección de Apoyo Técnico.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

El apoyo brindado en la realización de la respuesta fue calcular si era posible aprobar el caudal requerido para el Plan Parcial y verificar en el modelo hidráulico si el caudal no sobrepasaba los límites del caudal futuro.

### ***3.1.2.3 Plan Parcial de Renovación Urbana La Merced / Localidad Santa Fe / Zona 2.***

Se recibe un oficio de la Dirección de Apoyo Técnico en el cual solicitan factibilidad de servicio para el Plan Parcial de Renovación Urbana y si es posible entregar el caudal requerido de acuerdo al informe de población entregado. Una vez dada la información por parte de la Dirección de Apoyo Técnico, se debe verificar: El sector en el que se encuentra ubicado el predio, Área de Servicio, la salida a la que pertenece y el diámetro.

Dada las condiciones antes mencionadas, se procede a verificar en el modelo hidráulico si es viable la posibilidad del servicio requerido. Para ello, se considera que, si el caudal actual más el caudal requerido es menor al caudal futuro correspondiente al Plan Maestro de Abastecimiento, entonces es posible concluir, que la infraestructura matriz existente puede suministrar el caudal requerido por este predio, para llevar a cabo lo anterior, se utilizó el software ArcGIS, Excel y Epanet.

También, es necesario considerar que la presión máxima establecida para considerar una posibilidad de servicio por parte de la EAAB-ESP es de 15 a 20 mca. La solicitud de la Dirección Apoyo Técnico se muestra en las Figuras 69 y 70.

**MEMORANDO INTERNO**

3050001-2019-URB-0839

Bogotá D. C., 16 de mayo de 2019

**PARA:** Ing. Carlos Alberto Jaime Aguirre, Director Servicio Acueducto y Alcantarillado Zona 2.  
Ing. Mauricio Jiménez A., Director Red Matriz Acueducto  
Ing. Diego Gutiérrez Bohórquez., Director Red Troncal Alcantarillado (E)  
Dr. Alberto Rojas, Director Gestión Ambiental  
Dra. Adriana del Pilar León Castilla, Director Bienes Raíces

**DE:** Ing. Isela Sarmiento F., Profesional Especializado, Dirección Apoyo Técnico

**ASUNTO:** Radicación E-2019-050768 / Factibilidad de Servicio / Plan Parcial de Renovación Urbana La Merced / Localidad Santa Fe / Zona 2.

El señor Álvaro Mejía Pavony mediante radicación del asunto, solicita Factibilidad de Servicio para el Plan Parcial de Renovación Urbana La Merced el cual se encuentra delimitado aproximadamente así:

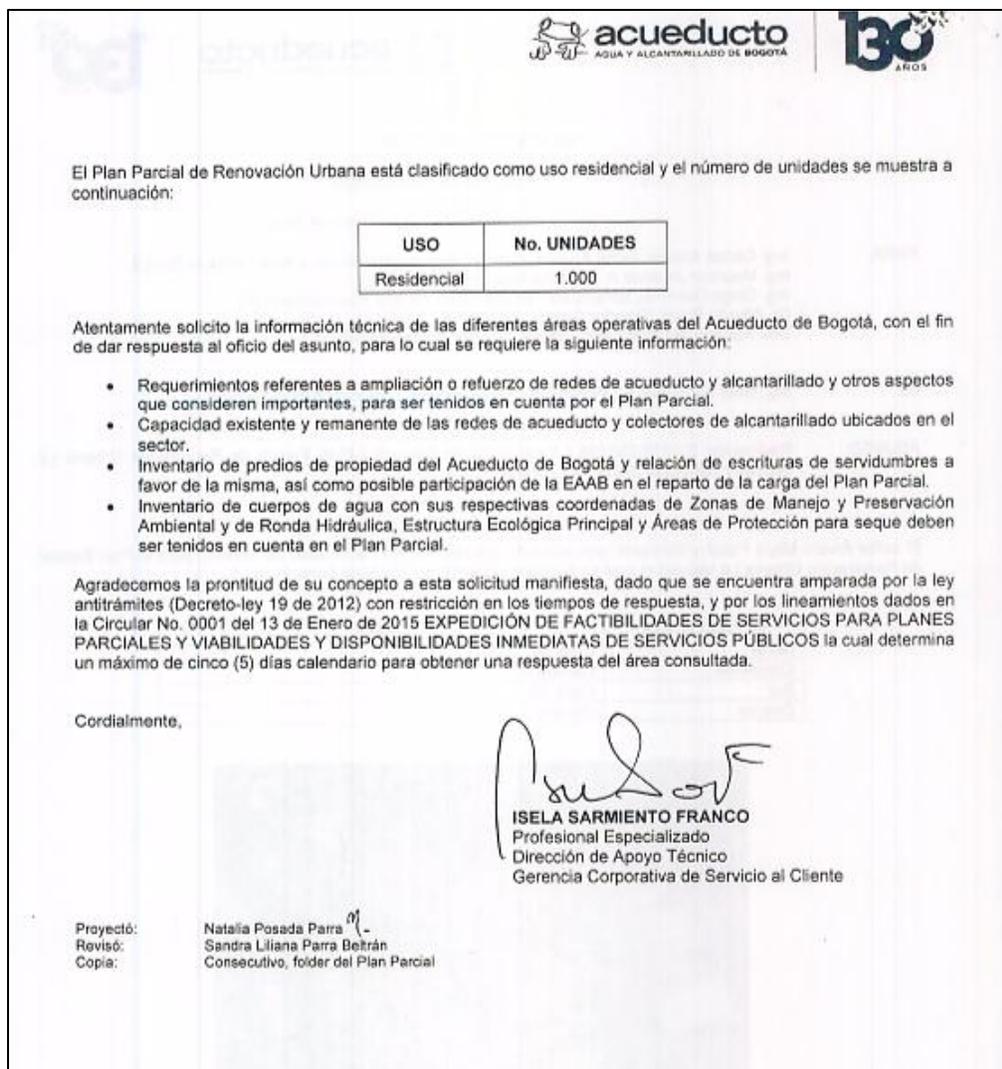
DELIMITACION	LIMITE
Norte	Calle 34.
Occidente	Carrera 6.
Sur	Calle 33.
Oriente	Carrera 5.



33-255-407017-0-30-001/19

**Figura 69. Oficio recibido desde la Dirección Apoyo Técnico.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)



**Figura 70. Continuación del Oficio recibido desde la Dirección Apoyo Técnico.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

Dentro del análisis expuesto anteriormente, a continuación, se muestra la línea matriz de 42” y la salida de 12” correspondiente el predio antes mencionado. Es de aclarar, que la zona encargada la encargada de abastecer el Plan Parcial de Renovación por medio de sus redes menores

En ArcGIS, la siglas SDN1 está asociado al área de servicio ( Zona, Sector) y la nomenclatura 670 es el ID del nodo en el modelo hidráulico (Epanet)

Ahora bien, en la Figura 71 se muestra el área de servicio y la distribución de la red matriz.

El software utilizado es ArcGIS.

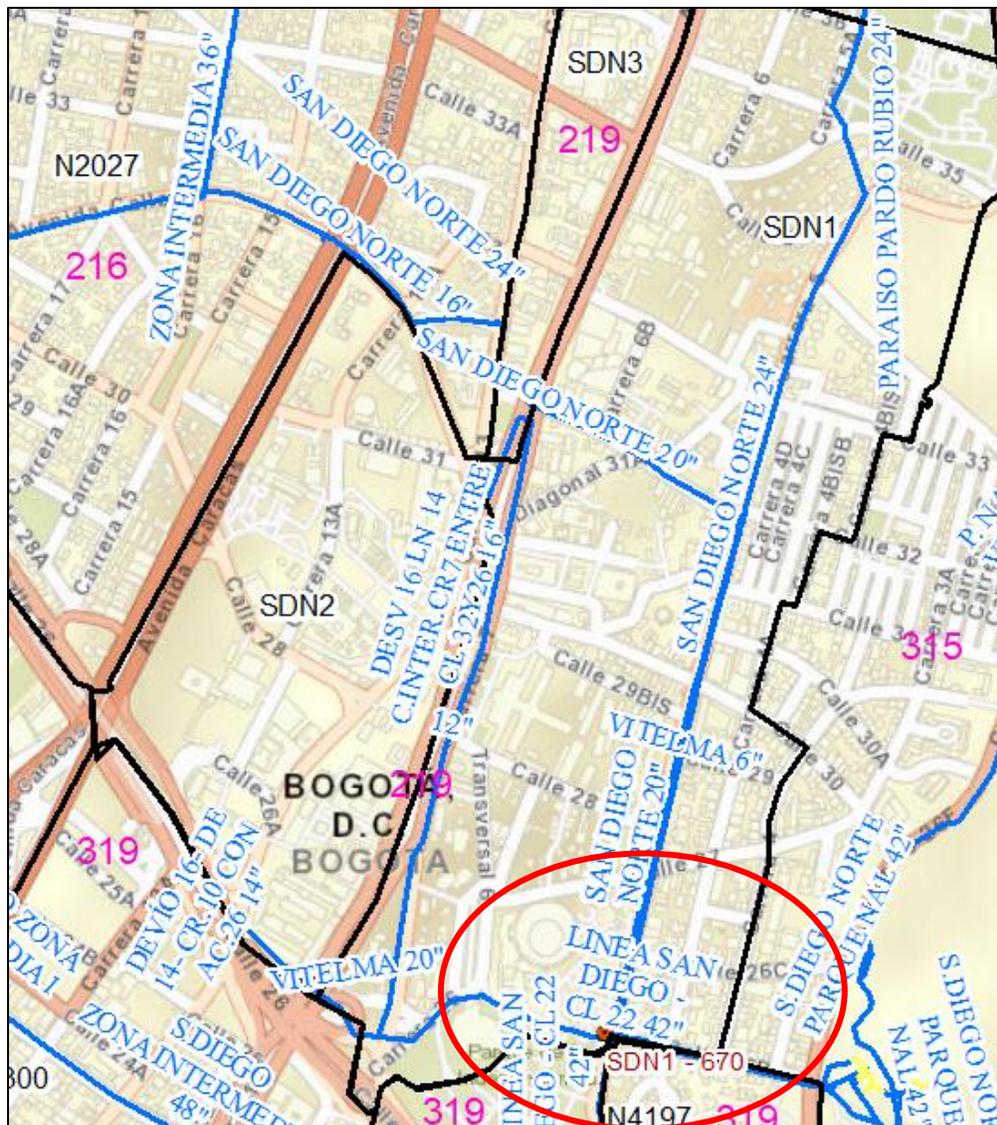


Figura 71. Red Matriz con su respectiva área de servicio y salida. Software Epanet.

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

Posteriormente se realizó el cálculo del caudal requerido de acuerdo a los datos recibidos, teniendo en cuenta los parámetros estipulados por la RAS 2000 y las normas que rigen en la EAAB-ESP. Lo anterior se plasma en la Figura 72.

hab/vivienda	4										
l/hab/día flot	68		A_comercio (m2)	A_oficinas (m2)	#Viviendas	hab_perm	hab_flot	#Locales	Camas_Hosp	Q(l/s)	
l/hab/día perm	110									0.00	
l/m2/día oficinas	20										
l/m2/día comercio	6										
s/día	86400										
L/Local/día	100										
L/cama/día	800										

Tipo de instalación	Consumo de agua
Oficinas (cualquier tipo)	20 L/m2/día
Locales comerciales	6 L/m2/día
Mercados	100 L/local/día
Lavanderías de autoservicio	40 L/kilo de ropa seca
Clubes deportivos y servicios privados	150 L/asistente/día
Cines y teatros	6 L/asistente/día

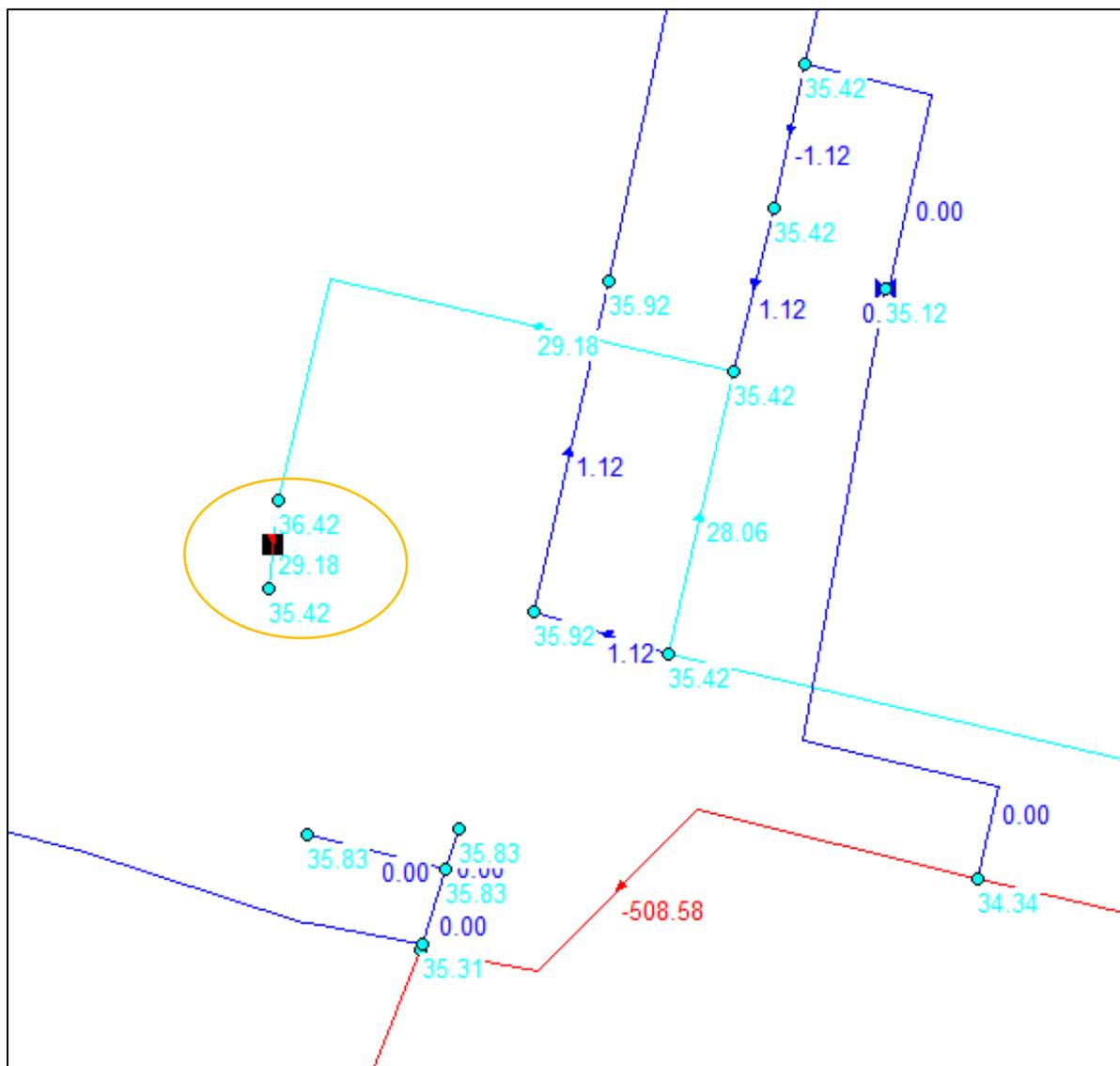
  

Tipo de instalación	Consumo de agua	
Salud	Hospitales, clínicas y centros de salud	800 L/cama/día
	Orfanatos y asilos	300 L/huésped/día
Seguridad	Cuarteles	150 L/persona/día
	Cárceles	150 L/interno/día

**Figura 72. Tabla de datos utilizados para hallar el caudal requerido.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

De acuerdo al estudio planteado en el oficio recibido de la Dirección de Apoyo Técnico se procede a emplear los datos correspondientes y se incluyen en la hoja de cálculo anterior, como resultado se obtiene el cálculo del caudal necesario para abastecer el Plan Parcial, una vez se tiene el valor se procede a ingresar dicho resultado en el modelo hidráulico, con el fin de obtener resultados óptimos que permitan dar una posibilidad de servicio, esto se refleja en la Figura 73.



**Figura 73. Red Matriz con su respectiva área de servicio y salida. Epanet.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

La línea verde representa la línea matriz existente de 42" y los puntos o nodos sobre la línea representan la presión y en el centro de las tuberías se encuentra el caudal calculado. En conclusión, se obtuvo que es posible entregar una factibilidad de servicio al Plan de Renovación Urbana, dado que cumplía con las normas establecidos por la EAAB-ESP.

A continuación, se muestra el oficio de respuesta ante la solicitud presentada. Esta se detalla en la Figura 74.

MEMORANDO INTERNO	
	2541001-2019- <b>1790</b>
	Bogotá, 28 MAYO 2019
PARA:	Luis Francisco Castiblanco González Dirección de Apoyo Técnico
DE:	Mauricio Jiménez Aldana Director Red Matriz Acueducto
ASUNTO:	Respuesta Memorando 3050001-2019-URB-0839. Plan Parcial de Renovación Urbana La Merced / Localidad de Santa Fe / Zona 2
<p>En respuesta a la comunicación del asunto, por medio de la cual solicitan concepto técnico respecto a los requerimientos de ampliación o refuerzo de las redes matrices de acueducto que podrían ser utilizadas para abastecer al Plan Parcial de Renovación Urbana La Merced, nos permitimos informar lo siguiente:</p> <p>De acuerdo con la información remitida en el oficio del asunto, el promotor del proyecto planea utilizar el predio para 1.000 viviendas. Teniendo en la norma técnica NS 031 de la EAAB, para la población permanente se supondrá una dotación bruta de 110 LHD y un total de 4 habitantes por vivienda, con lo cual el caudal medio diario requerido por el predio sería de 5,09 l/s.</p> <p>Por otra parte, el Plan Parcial de Renovación Urbana La Merced se encuentra ubicado entre la Calle 33 y la Calle 34, y entre la Carrera 5 y la Carrera 6. Este predio hace parte del sector hidráulico S-19 de la Zona 2, y en particular, del área de servicio de la línea matriz San Diego Norte de 24 pulgadas, que a la altura de la Calle 26B con Carrera 5 (costado occidente) cuenta con una derivación en 12 pulgadas desde donde se le suministra agua a la unidad operativa a la cual pertenece el predio de interés.</p> <p>Al revisar la capacidad máxima de la infraestructura matriz mencionada anteriormente, así como el consumo actual estimado para su área de servicio, se concluye que la infraestructura matriz existente puede suministrar el caudal requerido por este predio. Sin embargo, la Zona 2 deberá revisar la capacidad de las redes menores de acueducto del sector de interés, con el fin de determinar si son suficientes para asegurar el suministro de agua al predio.</p> <p>Cordialmente,</p> <div style="text-align: right;">   <b>MAURICIO JIMÉNEZ ALDANA</b>            Director Red Matriz de Acueducto         </div>	
Copia: CAU Dirección Apoyo Técnico Revisó/Aprobó: Gino Alexander González Rodríguez, Jefe División Planeación y Control DRMA Elaboró: Kevin Vargas, Ingeniero División Planeación y Control DRMA <div style="text-align: right;">  </div>	

**Figura 74. Respuesta dirigida a la Dirección de Apoyo Técnico.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

El apoyo brindado en la realización de la respuesta fue calcular si era posible aprobar el caudal requerido para el Plan Parcial y verificar en el modelo hidráulico si el caudal no sobrepasaba los límites del caudal futuro.

**3.1.3 Apoyar el análisis de los estudios y diseños del proyecto de rehabilitación Fase 3 Tibitoc-Casablanca, con el fin de optimizar la ejecución del proyecto por parte de la EAAB-ESP.**

*3.1.3.1 Resumen de los 15 productos del proyecto: Estudios y Diseños para la construcción, conexión y puesta en operación de la nueva conducción del tramo 3 de la línea Red Matriz Tibitoc.* Debido a que los estudios ya se encontraban listos y era lo que principalmente se iba a abordar durante el desarrollo de la pasantía, se tuvo que realizar una lectura de cada uno de los productos, con el fin estar informada del contenido de cada uno de ellos y poder realizar actividades asignadas relacionadas con el proyecto en mención.

En las Figuras 75 y 76, se detalla la información suministrada por la entidad, para su posterior estudio.



**Figura 75. Documento del estudio.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

PRODUCTOS DE LA CONSULTORÍA	
PRODUCTO No. 01	RECOPIACIÓN, REVISIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE
PRODUCTO No. 02	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E INVESTIGACIÓN Y SOLUCIÓN DE INTERFERENCIAS
PRODUCTO No. 03	PLANTEAMIENTO Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA
PRODUCTO No. 04	ESTUDIO PREDIAL
PRODUCTO No. 05	ESTUDIOS Y DISEÑOS GEOTÉCNICOS
PRODUCTO No. 06	ESTUDIOS Y DISEÑOS HIDRÁULICOS
PRODUCTO No. 07	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA INTERCONEXIÓN INTEGRAL DEL SISTEMA DEL TRAMO 3 DE LA LÍNEA MATRIZ
PRODUCTO No. 08	ESTUDIOS Y DISEÑOS MECÁNICOS Y DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
PRODUCTO No. 09	ESTUDIOS Y DISEÑOS ESTRUCTURALES Y MODELACIÓN ISST
PRODUCTO No. 10	PLAN DE MANEJO DE TRAFICO - PMT
PRODUCTO No. 11	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL, ANÁLISIS DE RIESGOS Y GESTIÓN SOCIO AMBIENTAL
PRODUCTO No. 12	PLANES DE CONTINGENCIA Y DE GESTIÓN DE ACTIVOS
PRODUCTO No. 13	SUBTRAMO SUR – ESTUDIOS, DISEÑOS DETALLADOS Y ESTRUCTURACIÓN DEL PROCESO DE CONTRATACIÓN Y ASESORÍA DEL MISMO
PRODUCTO No. 14	SUBTRAMO NORTE - MANIJA AVENIDA BOYACÁ Ø 60" ESTUDIOS, DISEÑOS DETALLADOS Y ESTRUCTURACIÓN DEL PROCESO DE CONTRATACIÓN
PRODUCTO No. 15	INFORME FINAL

**Figura 76. Detalle de los productos del estudio.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

De acuerdo a lo leído fue posible establecer que la EAAB-ESP dentro de su Plan Maestro de Acueducto ha venido realizando estudios y diseños para la rehabilitación de la tubería Tibitoc-Casablanca de 2 m de diámetro de tipo Prestressed Concrete Cylinder Pipe (PCCP), que consiste en un tubo de cilindro de Hormigón Pretensado ( Acero Embebido en Concreto), a lo largo de sus 53 Km de longitud, y así garantizar la continuidad de operación de una de las líneas troncales

de mayor importancia en el suministro de agua a la ciudad y a los municipios vecinos. Para su ejecución se contempló una rehabilitación en tres fases por trayectos, priorizados por su vulnerabilidad, por su importancia, desde el punto de vista de red de distribución y por sus facilidades de construcción, entre otros aspectos. En la Figura 77 se muestra los tramos a intervenir.



**Figura 77. Programa de rehabilitación.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

En el estudio se ha recomendado ejecutar dicho proyecto en 3 etapas: a) Fase 1: Rehabilitación de la actual tubería Tibitoc- Casablanca en el subtramo sur comprendido entre la Av. Boyacá-cruce Av. El Ferrocarril (Calle 39 A sur), b) Fase 2: Instalación de Manija en tubería de 60" instalada en zanja y/o tubería hincada, por toda la Av. Boyacá (subtramo norte), con una

longitud cercana a los 12,4 km, y c) Fase 3: Rehabilitación de la actual tubería Tibitoc-Casablanca en el subtramo norte, comprendido entre la Av. Boyacá- Calle 80 y la Av. Boyacá-cruce Av. El Ferrocarril (Calle 39 A sur), con una longitud de 16,4 km. es importante tener en cuenta que el Tramo 3 transcurre por corredores de gran importancia vial para la ciudad, los cuales cuentan con altas tasas de tráfico liviano y pesado, y en donde adicionalmente, el Distrito prevé realizar en el mediano plazo la construcción de nuevas troncales de Transmilenio y de la primera línea del Metro de Bogotá. Lo mencionado se muestra en la Figura 78.



**Figura 78. Fases del proyecto.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

La contratación de la fase 1 y 2 se han declarado desiertas debido a que las entidades no cuentan con la capacidad jurídica, financiera, organizacional y experiencia establecida en el pliego de condiciones.

El Producto 3 de esta consultoría tuvo como objetivo general el planteamiento y análisis de alternativas a nivel de factibilidad que permitiera definir la mejor opción para la nueva conducción del Tramo 3 de la línea Tibitoc – Casablanca y realizar recomendaciones a la EAAB para su ejecución. Se planteó el esquema conceptual de solución para la totalidad de la línea y para cada uno de los subtramos estipulados en los términos de referencia, se evaluaron los costos y demás factores que contribuyan a dilucidar cuál es la mejor alternativa, se presentaron los resultados a la EAAB y se seleccionó en consenso con la EAAB y la Interventoría el tipo de solución que se llevó al nivel diseño detallado y documentos de licitación. El resumen del estudio se detalla en la Figuras 79 y 80.

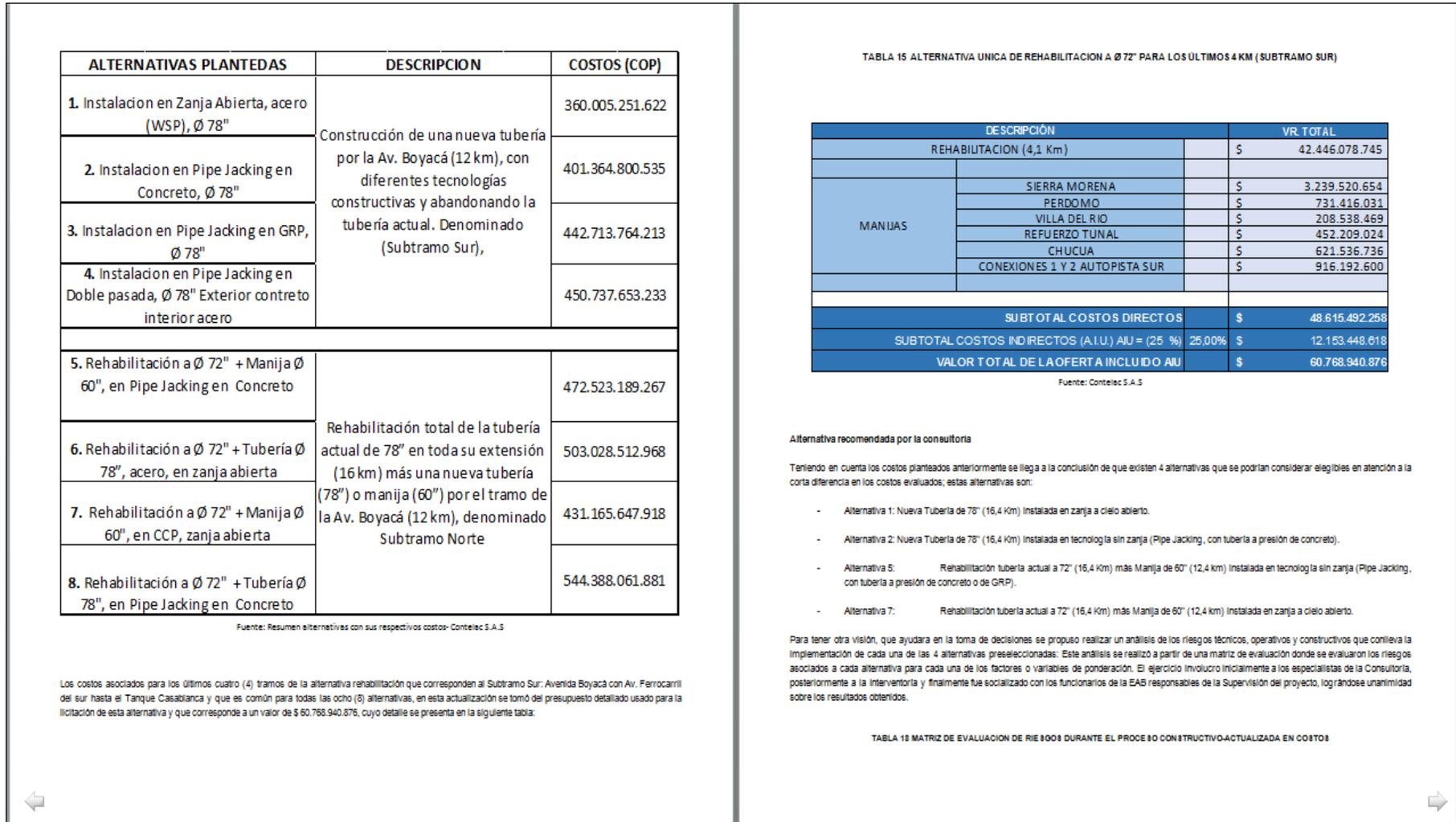


Figura 79. Resumen de información del estudio.

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

ALTERNATIVAS PLANTEDAS	DESCRIPCION	COSTOS (COP)
1. Instalacion en Zanja Abierta, acero (WSP), Ø 78"	Construcción de una nueva tubería por la Av. Boyacá (12 km), con diferentes tecnologías constructivas y abandonando la tubería actual. Denominado (Subtramo Sur),	360.005.251.622
2. Instalacion en Pipe Jacking en Concreto, Ø 78"		401.364.800.535
3. Instalacion en Pipe Jacking en GRP, Ø 78"		442.713.764.213
4. Instalacion en Pipe Jacking en Doble pasada, Ø 78" Exterior concreto interior acero		450.737.653.233
5. Rehabilitación a Ø 72" + Manija Ø 60", en Pipe Jacking en Concreto	Rehabilitación total de la tubería actual de 78" en toda su extensión (16 km) más una nueva tubería (78") o manija (60") por el tramo de la Av. Boyacá (12 km), denominado Subtramo Norte	472.523.189.267
6. Rehabilitación a Ø 72" + Tubería Ø 78", acero, en zanja abierta		503.028.512.968
7. Rehabilitación a Ø 72" + Manija Ø 60", en CCP, zanja abierta		431.165.647.918
8. Rehabilitación a Ø 72" + Tubería Ø 78", en Pipe Jacking en Concreto		544.388.061.881

**Figura 80. Información del estudio.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

La Consultoría, en base a los criterios técnico, operativos y constructivos analizados en la matriz de evaluación, recomienda la implementación de la Alternativa 5: “Rehabilitación tubería actual a 72" (16,4 Km) más Manija de aproximadamente 60" (12,4 km); en el diseño definitivo se evaluarán los distintos tramos para determinar el tipo de tecnología a emplear en cada uno de ellos (zanja abierta o pipe Jacking).

Una vez seleccionada la alternativa se plantean comentarios de cada uno de estos tramos a intervenir.

Comentarios generales Subtramo Norte Manija Ø 60”: Gran parte del proyecto transcurre por sectores con uso de carácter e infraestructura pública compuesto por zonas de reserva vial (Av. del ferrocarril de Occidente, Av. Alsacia, avenidas construidas (El Dorado, La Esperanza, Centenario, Américas y 1ro. de Mayo), zonas de control ambiental (Urbanizaciones: Tarragona, La Esperanza, Modelia, La Felicidad, Villa Alsacia, Las dos avenidas) y zonas de cesión al distrito, circunstancia que de alguna manera indica tácitamente una legalización de la servidumbre, así está en algunos sectores no cumple el ancho de veinte metros (19 m) de la norma N-139 reglamentada conforma al diámetro de la tubería existente. Conforme a la información estipulada en este informe, la EAB pueda evaluar la actividad a realizar para la no negociación del corredor futuro de la tubería en este subtramo norte.

Si bien es cierto que existe una norma técnica que regula la implementación de la franja sobre las tuberías de acueducto, se debe tener presente que este proyecto es muy particular y que sobre el corredor existen desarrollos que aunque no afectan la tubería de manera directa y no se encuentran sobre la misma, no impiden que se desarrollen actividades de operación y mantenimiento y se cuenta con áreas suficientes para estas actividades.

Comentarios generales Subtramo Norte Rehabilitación tubería existente: Gran parte del proyecto transcurre por sectores con uso de carácter e infraestructura pública compuesto por zonas de reserva vial (Av. del ferrocarril de Occidente, Av. Alsacia, avenidas construidas (El Dorado, La Esperanza, Centenario, Américas y 1ro. de Mayo), zonas de control ambiental (Urbanizaciones: Bonanza, Acapulco, Palo Blanco, El Laurel, San Joaquín, Dorado Norte, La Europa, La Cabaña, Normandía, La Esperanza Norte, Carlos Lleras Restrepo, Franco, Montevideo, Nueva Villa Alsacia, Marsella, Hipotecho, Provivienda, Nueva York) por el costado oriental de la citada Avenida.

Si bien es cierto que existe una norma técnica que regula la implementación de la franja sobre las tuberías de acueducto, se debe tener presente que este proyecto es muy particular porque la tubería hace hoy parte de la infraestructura de la Avenida Boyacá.

En el mes de abril y mayo la empresa de Acueducto y Alcantarillado dio apertura a los procesos de selección de la Fase 2 y 3, el día de la presentación de la Fase 2 hicieron presencia diversas empresas nacionales e internacionales de las cuales se espera que al final del proceso hagan entrega de varias propuestas para llevar a cabo el proceso de contratación. En las Figuras 79 y 80 se puede apreciar de manera general el programa de rehabilitación y los tramos a intervenir.

El objetivo de la actividad 3.1.3.1 fue llevar a cabo una lectura de los estudios, con el fin de entender y comprender de que se trataba el proyecto en mención.

**3.1.3.2 Recopilación de información con respecto a los Tramos y cronograma para la presentación del proyecto Manija 60” ante la Secretaria Distrital de Movilidad.** Se recopiló la información necesaria para realizar la presentación en la que se daría a conocer tipo de instalación a utilizar, ubicación de pozos, cronograma y plan de manejo de tránsito que correspondiente a la construcción de la Fase II: Manija 60”.

Para dar alcance a la actividad antes mencionada, se recopiló la información del Producto 14: SUBTRAMO NORTE - MANIJA AVENIDA BOYACÁ Ø 60”, de donde se extrajo la información relacionada con la tecnología constructiva a utilizar en cada uno de los sectores establecidos para la construcción del Tramo. Y el producto 10: PLAN DE MANEJO DE TRAFICO - PMT en cual se encuentra contemplado la ubicación de cada uno de los pozos de inspección. También, fue necesario recopilar el cronograma de actividades planteada para la construcción de la Manija 60”.

Dicha información se detalla en las Figuras 81 y 82.

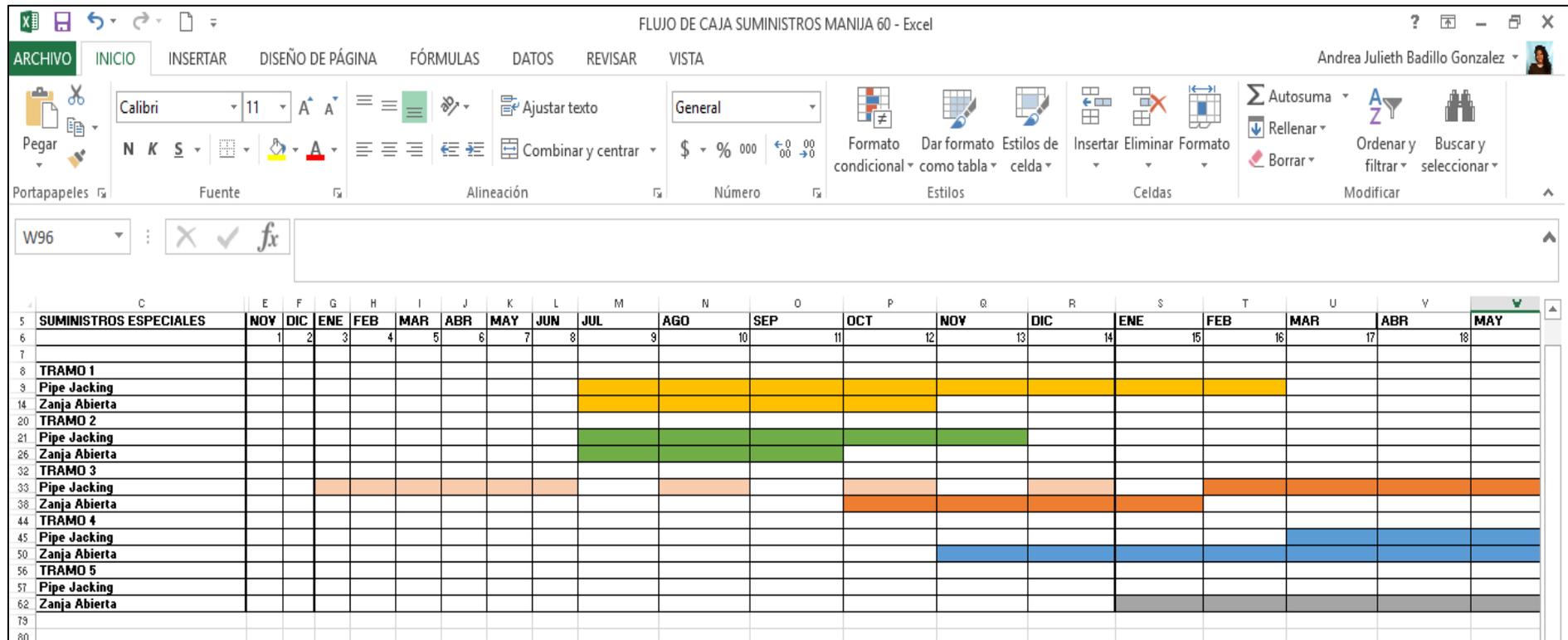


Figura 81. Cronograma de actividades 1.

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)



El apoyo brindado fue crear una ayuda de memoria para realizar la presentación ante la secretaria de movilidad, para ello se tomó la localización detalla de la manija y se ubicaron los pozos de inspección proyectados en el diseño. En la Figura 83 se muestra el informe técnico.

**CONTRATO DE CONSULTORÍA**  
**No. 1-02-25400-00923-2015**

**“ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN, CONEXIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN DE LA NUEVA CONDUCCIÓN DEL TRAMO 3 DE LA LINEA RED MATRIZ TIBITOC – CASABLANCA Y SUS OBRAS COMPLEMENTARIAS”**



**MANIJA Ø60”**

**ABRIL 2019 |**

acueducto  
MPTD000107-01

BO  
2019

COGOTÁ  
MEJOR  
PARA TODOS

**Figura 83. Presentación del proyecto.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

A continuación, se muestra la ubicación de los 23 pozos planteados en el diseño inicial, adicionalmente, el tiempo en meses que se llevara a cabo la construcción de ello, también contiene el detalle de algunos de los pozos, dado que cada uno de ellos cuenta con una ubicación y una construcción diferente.

Los puntos negros representan la cantidad de pozos a construir y sobre ellos es posible observar un rectángulo de color con el que se pretende indicar cuál sería el tiempo contemplado para la construcción de cada uno de ellos, de acuerdo al tipo de tecnología a utilizar (Zanja Abierta o Pipe Jacking). Dicha información se muestra en las Figuras 84 y 85.

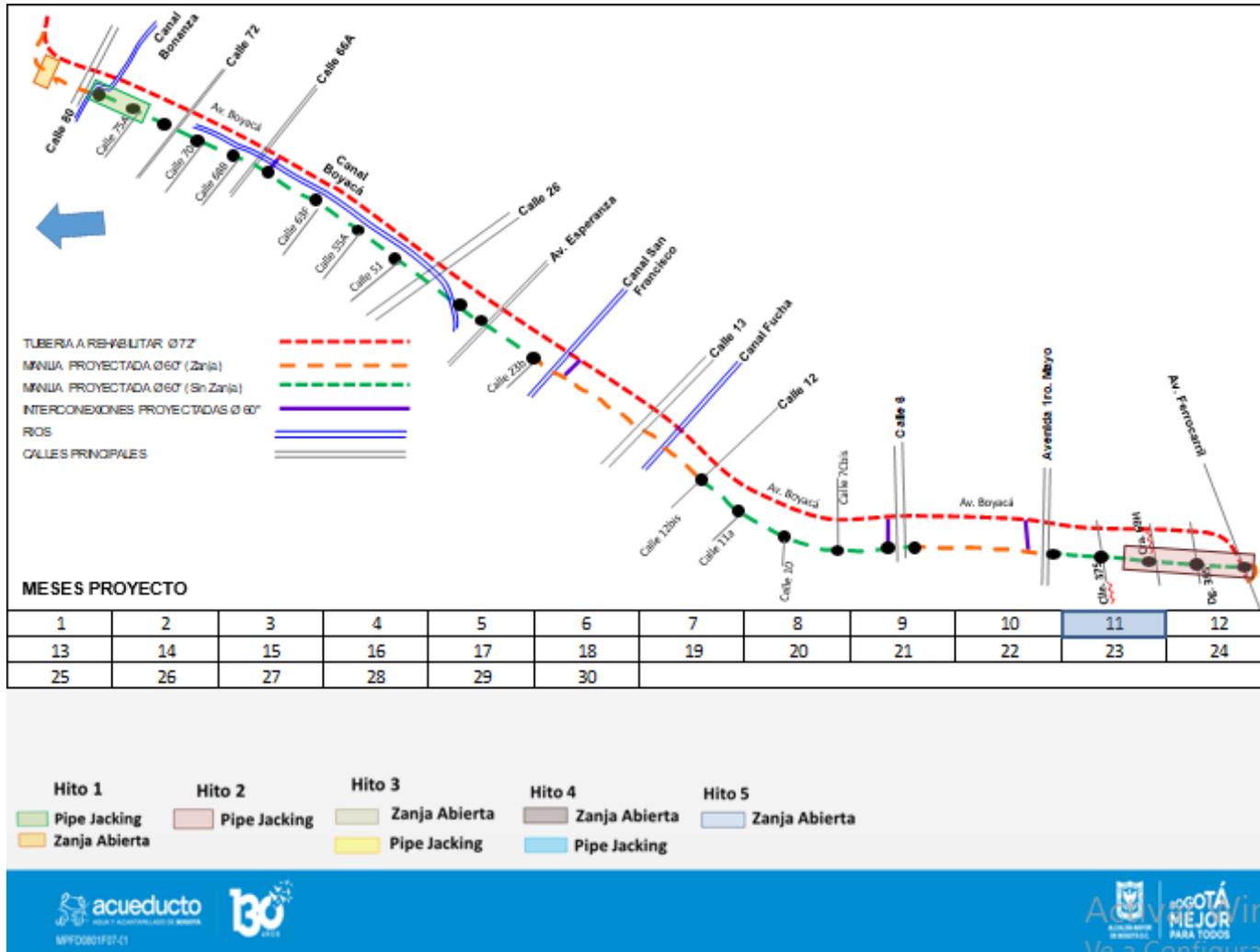


Figura 84. Detalles de los tramos y tecnología a utilizar con tiempo de operación.

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

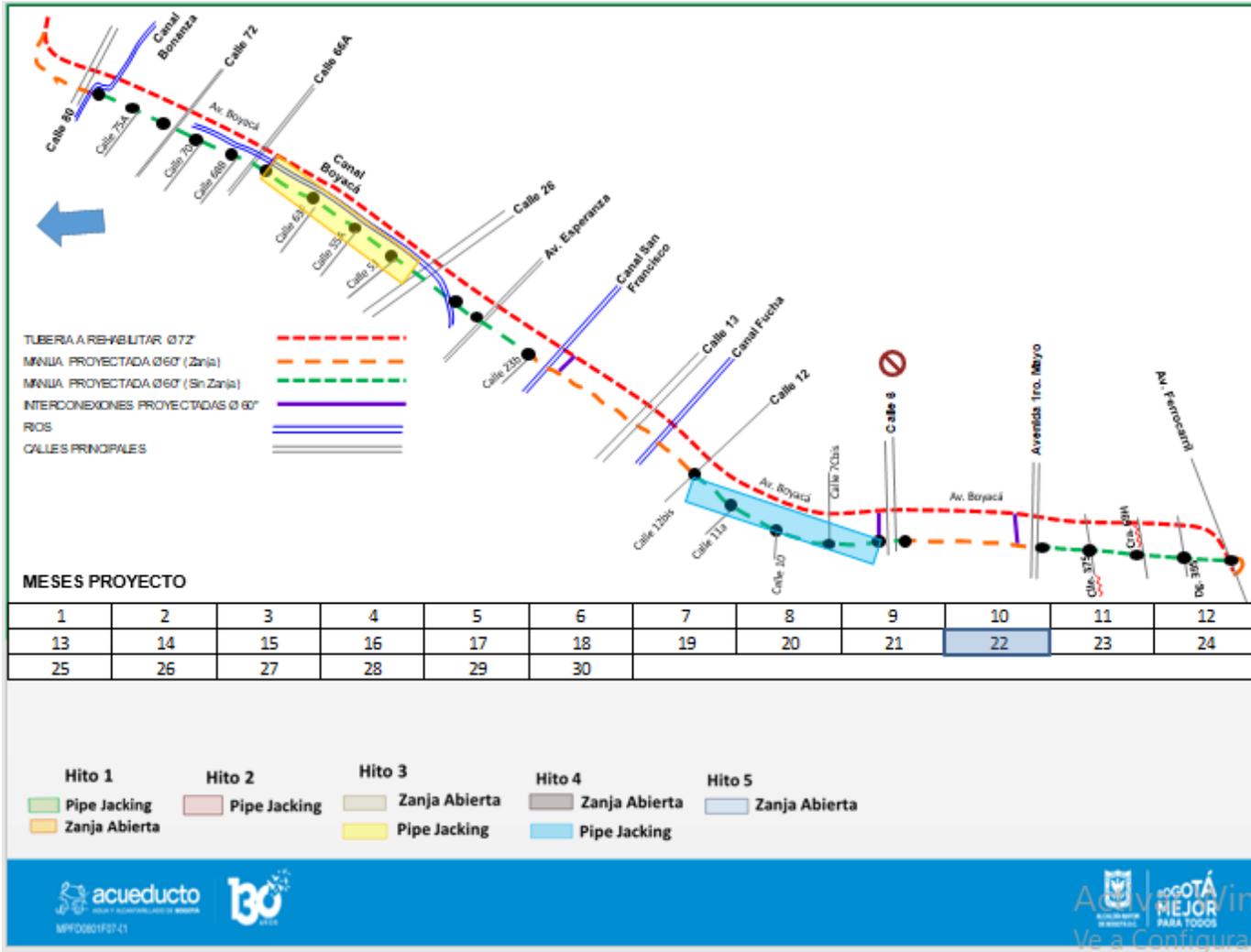


Figura 85. Detalles de los tramos y tecnología a utilizar con tiempo de operación.

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

La Figuras 86 y 87 se muestra la ubicación de un de los pozos a construir en el proyecto manija 60 y sus detalles.

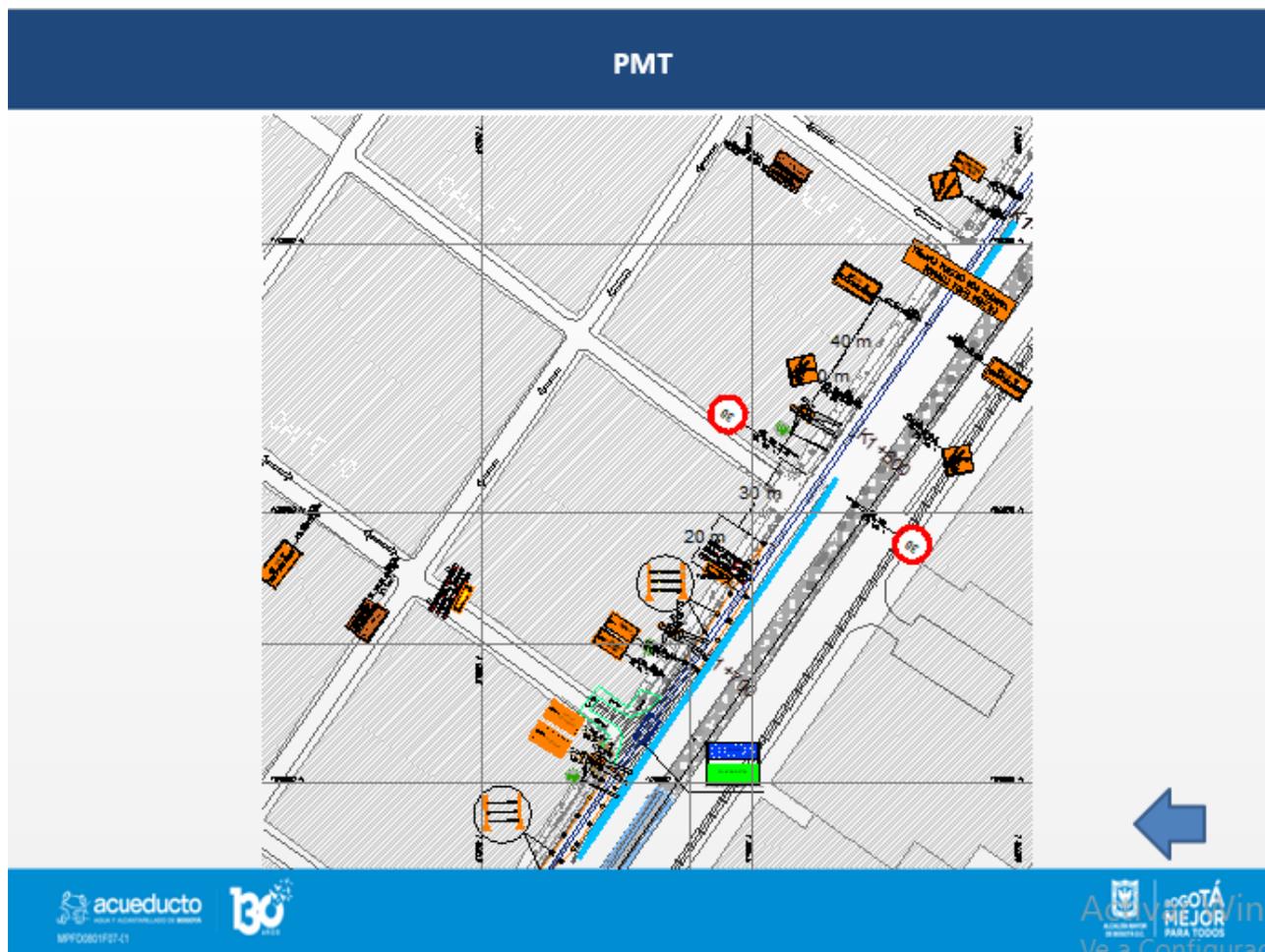
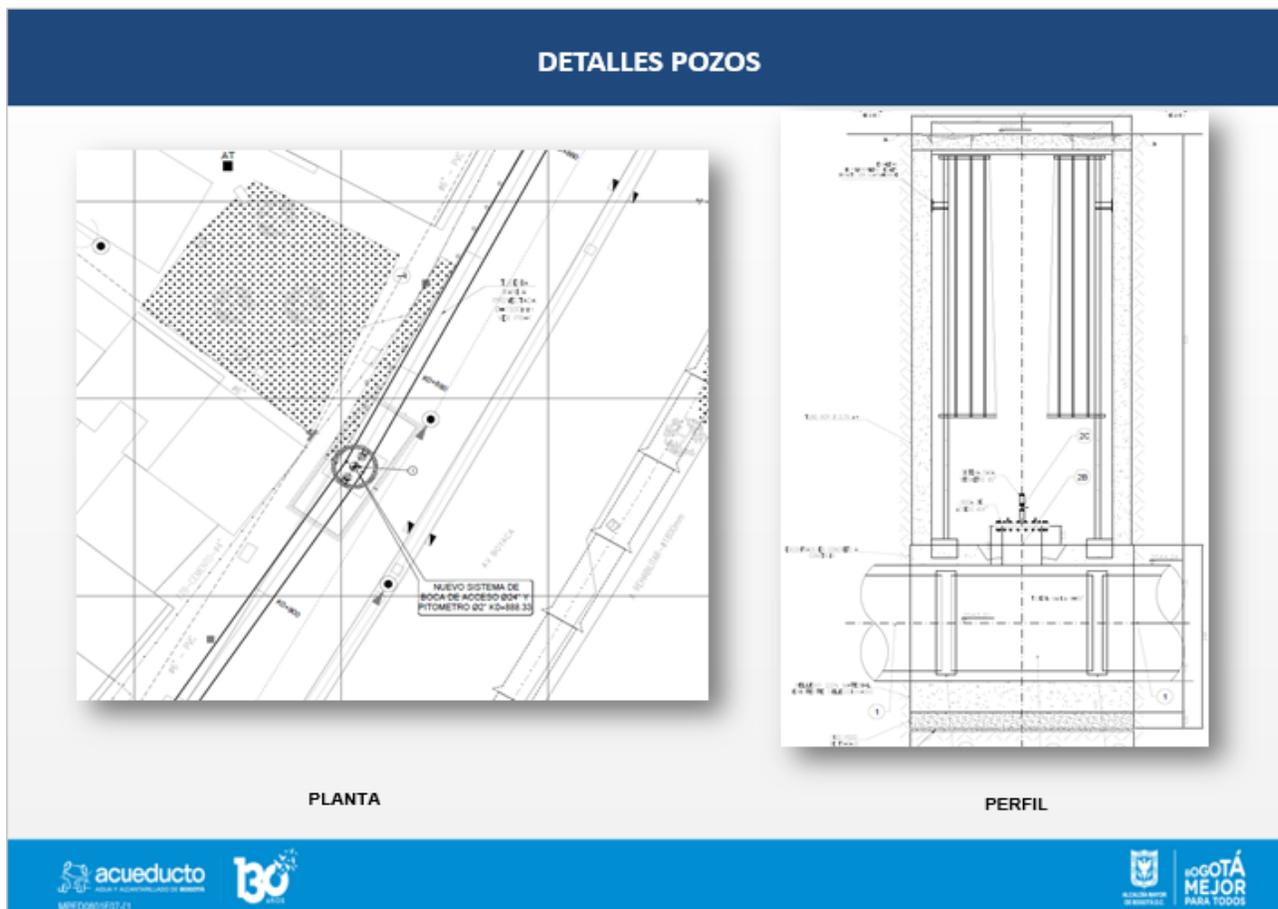


Figura 86. Información del estudio PMT – Ubicación de pozos.

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)



**Figura 87. Detalle de pozos.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

El fin de la realización de la ayuda de memoria, se debe a que desde la Secretaria de Movilidad estaban solicitando conocer el Plan de Manejo de Transito diseñado para la Construcción del proyecto Manija 60”. Es por esto, que se decidió dar a conocer la información por este medio y que si existía alguna duda estar prestos a resolverla. Es de mencionar, que el diseño aquí expuesto puede estar sometido a cambios cuando el proyecto sea puesto en ejecución.

**3.1.3.3 Verificar la localización detallada de los hitos correspondientes a la Fase II: Manija 60” Inicio Manija – Calle 66A (Interconexión 1) hasta la Avenida 1 Mayo (Interconexión 4) – Fin Manija.** Es necesario verificar dichas abscisas e hitos puesto que se deben anexar a la solicitud de contratación y debe existir una última revisión de ello para que no existan inconvenientes en cuanto al trámite.

Dada las condiciones antes mencionadas, se debe tomar cada una de las abscisas y chequear si lo planteado en el gráfico corresponde a los datos del diseño. Adicionalmente, el Jefe de División de Planeación y Control, solicito al pasante apoyo en una presentación en la que era necesario a conocer los hitos con sus respectivas abscisas y el tiempo de inicio para cada una de ellos.

Para dar alcance a la actividad indicada fue necesario recopilar la información necesaria y realizar un análisis de lo solicitado.

La localización general de la Manija se muestra en la Figura 88.

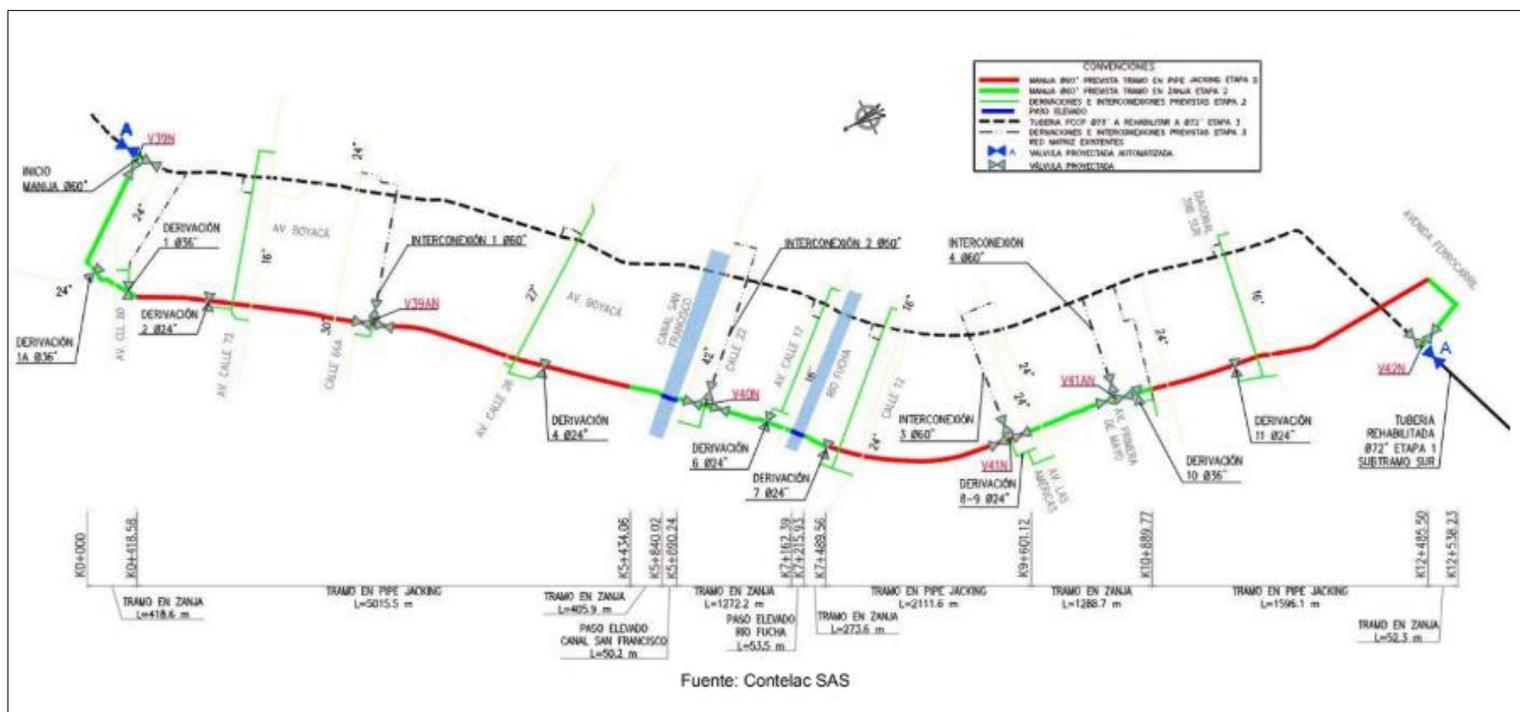


Figura 88. Localización detallada manija 60".

Fuente: (INGETEC, 2016)

La manija 60" se encuentra dividida en 5 tramos los cuales los comprenden tecnología en Zanja Abierta y Pipe Jacking para un total de 12.5 Km más los 2 pasos elevados de 103 cm. Dicha información se muestra en la Tablas 3 y 4.

**Tabla 3***Hitos de la manija*

HITO NO.	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	AL MES NO.
1	Tramo Inicio Manija – Interconexión 1 (Calle 66A)	2,3	17
2	Tramo Interconexión 4 (1 de Mayo) – Fin Manija	1,6	16
2	Tramo Interconexión 1 (Calle 66A) - Interconexión 2 (Calle 22)	3,6	28
3	Tramo Interconexión 2 (Calle 22) - Interconexión 3 (Av. Américas)	3,6	24
4	Tramo Interconexión 3 (Av. Américas) - Interconexión 4 (1 de Mayo)	1,4	26

**Nota.** La tabla muestra los hitos de acuerdo a la localización. Fuente: Autor (2019).

**Tabla 4***Determinación de longitudes-Abscisas de zanja abierta y Pipe Jacking*

SECTOR	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	TECNOLOGÍA
1	K0+000.00	K0+418.58	Zanja Abierta
2	K0+418.58	K5+434.06	Sin Zanja – Pipe Jacking
3	K5+434.06	K5+840.02	Zanja Abierta
4	K5+840.02	K5+890.24	Paso Elevado - Canal San Francisco
5	K5+890.24	K7+162.39	Zanja Abierta
6	K7+162.39	K7+215.93	Paso Elevado – Canal Fucha
7	K7+215.93	K7+489.56	Zanja Abierta
8	K7+489.56	K9+601.12	Sin Zanja – Pipe Jacking
9	K9+601.12	K10+889.77	Zanja Abierta
10	K10+889.77	K12+485.50	Sin Zanja – Pipe Jacking
11	K12+485.50	K12+538.23	Zanja Abierta

**Nota.** La tabla muestra las Abscisas manija 60” de acuerdo a localización. Fuente: Autor (2019).

**3.1.3.4 Estudio de mercado.** Es necesario hacer un estudio de mercado correspondiente a proyectos realizados bajo suelos blandos, distancias entre pozo y pozo de 400m y que se encuentren bajo el nivel freático para el proyecto Fase II Manija 60. La actividad asignada consistía en recopilar toda la información existente de proyectos que en sus estudios de suelos tuvieran características similares a las requeridas para nuestro proyecto Manija, con el fin de dar a conocer esta información a la Gerente Corporativa del Sistema Maestro y a la Dirección de Contratación y Compras que son quienes aprobarían los Términos de Referencia.

A continuación, se presentan proyectos realizados en otros países que cumplen con los parámetros antes mencionados. La información obtenida se muestra en las Figuras 89 hasta la 92.

**Project Profile: MICROTUNNELING**



---

**Little Patuxent Parallel Interceptor Sewers 11**  
Columbia, MD



**PROJECT OVERVIEW AND CHALLENGES**

This project involved the construction of six tunnels, totaling 1,600'. The tunnels passed under Maryland State and Howard County roads on three phases of Howard County's Little Patuxent Parallel Interceptor project. 60" of jacked steel casing was used to install 36 to 42" of fiberglass reinforced carrier pipe for a gravity sewer. Subsurface conditions ranged from alluvial deposits of gravel and cobbles to residual soils to mixed face conditions to 25,000+ psi rock. All of the tunnels were below the groundwater table.




**PROJECT INFORMATION - 507**

---

**OWNER:**  
Howard County  
9250 Bendix Road  
Columbia, MD 21045  
Wes Daut, Engineer  
410.313.6194

**ENGINEER:**  
Dewberry and Davis  
3106 Lord Baltimore Drive #110  
Baltimore, MD 21244  
Thomas Dallapala, 410.265.9500

**CONTRACTOR:**  
W.F. Wilson and Sons, Inc.

**COMPLETION DATE:**  
8/29/2011

**GEOLOGY:**  
Residual Soils, Alluvium, Boulders,  
Cobbles, Gravel

**EXCAVATION METHOD:**  
Herrckenicht MTBM 60" Ø

**MINING DIMENSIONS:**  
205' x 60" & 394' x 60" Ø

**FINAL LINING:**  
36" & 30" Fiber Reinforced Pipe

**FOR MORE INFORMATION:**  
Eric Eisold, Vice President  
410.970.8300  
eeisold@bradshawcc.com  
Refer to Project 507

**Figura 89. Estudio de mercado.**

Fuente: (INGETEC, 2016)

**Project Profile: MICROTUNNELING**



---

**Piney Branch Sewer Interceptor Upgrade - Phase 1**  
Waldorf, MD

**PROJECT INFORMATION - 505**

---

**OWNER:**  
Charles County Maryland  
200 Baltimore Street  
La Plata, MD 20646  
301.645.0689

**ENGINEER:**  
KCI Technologies  
936 Ridgbrook Road  
Sparks, MD 21152  
John Kovacs, 410.316.7800

**CONTRACTOR:**  
American Infrastructure

**COMPLETION DATE:**  
8/31/2011

**GEOLOGY:**  
Silt, Clay, Sand

**EXCAVATION METHOD:**  
Herronknecht MTBM 60" Ø

**MINING DIMENSIONS:**  
1,600' x 60" Ø

**FINAL LINING:**  
42" PVC

**FOR MORE INFORMATION:**  
Michael Wanhatalo, Project Manager  
410.970.8300  
mwanhatalo@bradshawcc.com  
Refer to Project 505



**PROJECT OVERVIEW AND CHALLENGES**

Bradshaw Construction completed five tunnels, totaling 1600', by microtunneling below lakes, swamps, and roadways. The tunnels were for Charles County's Piney Branch Sewer Interceptor Phase 1. 60" jacked steel casing was used to install 42" PVC carrier pipe for a gravity sewer. Subsurface conditions included silt, clay, and sand. Bradshaw Construction also installed five steel sheeted jacking shafts ranging from 18 to 23' deep. Access through lengthy haul roads on limited right of way due to the wetlands was the major challenge to installing the microtunnels.



**Figura 90. Estudio de mercado.**

Fuente: (INGETEC, 2016)

**Project Profile: MICROTUNNELING**



---

**River Road Interceptor**  
Prospect, KY



**PROJECT OVERVIEW AND CHALLENGES**

Bradshaw Construction completed 1,133 foot microtunnel of 96 inch steel casing in a single drive for the Metropolitan Sewer District, located just outside of Louisville, KY. The tunnel was a contractor bid alternate design from (6) separate tunnels to (1) cost-effective large, long tunnel. A 42 inch fiberglass sewer and 30 inch PVC force main were installed within the casing and grout backfilled in place. The microtunnel was mined through clays and silts well below the water table as it crossed a major roadway and twice under Harrod's Creek. Project challenges included unexpected fat clays, flotation prevention beneath Harrod's Creek, site flooding, and underground surveying. The complexities of long microtunnel drives can be overcome with proper planning.




**PROJECT INFORMATION - 527**

---

**OWNER:**  
Louisville & Jefferson County  
Metropolitan Sewer District  
John Loechle  
502-540-6209  
john.loechle@louisvillemad.org

**ENGINEER:**  
Jacobi, Toombs & Lanz, Inc.  
Michael Harris  
502-636-1835

**CONTRACTOR:**  
Flynn Brothers Contracting, Inc.

**COMPLETION DATE:**  
10/29/2013

**GEOLOGY:**  
Clay & Silts

**EXCAVATION METHOD:**  
RASA DH-1500 MTBM

**MINING DIMENSION I:**  
1,133' x 96"Ø

**FINAL LINING:**  
30" Polyvinyl Chloride Pipe  
42" Fiberglass Reinforced Pipe

**FOR MORE INFORMATION:**  
Eric Eisold, Vice President  
410-970-8300  
eeisold@bradshawcc.com  
Refer to Project 527

Figura 91. Estudio de mercado.

Fuente: (INGETEC, 2016)

Proyecto	Material	Diámetro	Longitud	Presión	Año de instalación	Fabricante
Elk Grove Biological Nutrient Removal	RCCP	96"	3115 ft	25 psi	2016	THOMPSON
Venice, City Los Angeles- Premier Service Corp	RCCP	54"	10378 ft	88 psi	2017	THOMPSON
Rhine Crossing/Shell Connect	RCCP	2000 mm	2440 m	3 bares		GOLLWITZER
Berlin Water Utility Company	RCCP	1000 mm	950 m	16 bares		GOLLWITZER
Pforzheim (Alemania)	GRP	1600 mm	370 m		2011	HOBAS
Offenbach (Alemania)	GRP	2000 mm	395 m		2008	HOBAS
Dresden (Alemania)	GRP	2200 mm	275 m		2004	HOBAS
Zurich (Suiza)	GRP	1800 mm	770 m		2009	HOBAS
Basilea (Suiza),	GRP	1300 mm	433 m		2009	HOBAS
Varsovia (Polonia)	GRP	3000 mm	6000 m		2011	HOBAS
Venecia (Italia)	GRP	1720 mm	351 m		2009	HOBAS
San Ciro	GRP	1280 mm	110 m	6 bares	2013	HOBAS
Emisario submarino Varna	GRP	860 mm	420 m	6 bares	2013	HOBAS
Costa oro Australia	GRP	718 y 969 mm	1525 m	6 y 1 bares	2013	HOBAS
Groningen	GRP	1000 y 1500 mm	2400 m	6 y 1 bares	2007	HOBAS
Hawái	GRP	1500 y 450 mm	8000 m	10 y 1 bares	2000-2009	HOBAS
Night Cap Water Treatment Plant	GRP	1490 mm	850 m	16 bares	2017	FLOWTITE
Craigieburn Low Flow Pipeline	GRP	900 mm	111 m	16 bares	2017	FLOWTITE
Drouin, Wet Weather Reliever,	GRP	506 mm	616 m	6 bares	2017	FLOWTITE
West Sacramento Forcemain	RCCP	60"	350 m	57 psi	2006	AMERON
West Sacramento Forcemain	RCCP	66"	249 m	49 psi	2006	AMERON
Howe Avenue Transmission Main (City of Sacrament, USA)	RCCP	54"	442 m	176 psi		AMERON
American River Crossing, (City of Sacrament, USA	RCCP	48"	326 m	174 psi		AMERON
Export Pipeline Project, (City of Los Angeles, USA)	RCCP	36"	313 m	150 psi		AMERON

**Figura 92. Resumen de Estudio de mercado.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

También, se recopiló la información sobre proyectos de la EAAB-ESP a cargo de la Gerencias Corporativa del Sistema Maestro, que cumple con los parámetros establecidos. Dicha información se muestra en la Figura 93.

N°	TIPO	OBJETO
N° ICSM-533-2006	Invitación Pública	Diseño y Construcción del interceptor Río Bogotá Fucha-Tunjuelo y Obras Complementarias de Conexión entre el pondaje de amortiguación localizado cerca de la desembocadura del Río Fucha al Río Bogotá y la futura estación elevadora del Tunjuelo, para transportar las aguas residuales de la cuenca del Río Fucha y los caudales en ruta de
ICSM-0731-2009	Invitación Pública	Diseño, Construcción y Puesta en Operación de un Túnel, bajo la modalidad llave en mano, para el Sistema de Alcantarillado Troncal Tunjuelo – Canoas – Río Bogotá.
ICSM-650-2007	Invitación Pública	Diseño y Construcción del Interceptor Tunjuelo Bajo y Obras Complementarias de Conexión.

**Figura 93. Resumen de Estudio de mercado.**

Fuente: (EAAB-ESP, 2019)

Como resultado de lo antes expuesto, el aporte realizado a la empresa fue entregar un resumen correspondiente a la información investigada.

Estudio de mercado – manija 60’’: Una vez realizado el estudio a diferentes empresas las cuales han realizado proyectos de microtúnel se encontró que varios de ellos se encuentran ubicados en áreas complejas que tienen diversas características geotécnicas; varios de los proyectos se encuentran debajo de la capa freática y se extiende a través de arenas limosas sueltas a densas, arcillas cohesivas, grava, aluvión grueso, adoquines y suelos blandos; también es posible encontrar suelos en piedra de arcilla, roca dura y cantos rodados debajo del nivel freático.

El material utilizado en varios de estos proyectos es RCCP y PVC utilizando técnicas Pipe Jacking siendo una técnica de instalación de tuberías sin zanja (*trenchless*) utilizada para hincar horizontalmente tuberías de acero de diferentes diámetros; este método es utilizado dada las características y ubicación de las estructuras como vías, cuerpos de agua, edificaciones, etc.

Las empresas que realizan estos proyectos se esfuerzan por aplicar la tecnología de tunelización más adecuada a cada proyecto en función de su finalidad, condiciones de subsuelo y restricciones superficiales. El equipo de las compañías tiene la capacidad para construir cualquier tipo de túnel en cualquier condición del suelo, tanto por encima como por debajo de la mesa de agua. Desde pequeños túneles de placas minadas a mano, de caja de madera y de revestimiento a grandes túneles revestidos de NATM; de pequeños orificios guiados por tubo piloto a grandes túneles de resorte y de perforación de túnel (TBM); desde el secuestro de tubería convencional a la microtunelización de lodos (MTBM) hasta los túneles de TBM de equilibrio de la presión terrestre (EPB); y de perforación a mano extraído y explosión a las máquinas de perforación de túneles de roca (TBMs) Estas proporcionan soluciones de construcción de túneles y civiles pesados para municipios, agencias y propietarios privados.

**3.1.4 Elaborar un artículo para una revista donde se trate el tema sobre la demanda de agua para la Ciudad de Bogotá y los municipios vecinos.** El desarrollo de Bogotá D.C ha estado sujeta a procesos de densificación y re densificación, que ha conllevado a nuevos proyectos y desarrollos en la infraestructura de servicios públicos domiciliarios para satisfacer las necesidades mínimas de los nuevos usuarios sin que se vean afectados los existentes en los sectores circundantes.

Para ello se estudiará el origen de las redes de acueducto en el mundo, como se desarrollaron en Colombia y cuáles han sido sus diversos impactos en la sociedad tomando como ejemplo el proyecto de Rehabilitación del Tramo 3 de la línea Tibitoc-Casablanca, Bogotá.

El propósito de este artículo es hacer una descripción detallada sobre las posibles afectaciones que tendrá el proyecto de rehabilitación del Tramo 3 de la línea Tibitoc-Casablanca, la cual corresponde a una conducción de gran diámetro que hace parte de la Red Matriz Acueducto de la EAAB. Estará sustentada en algunos historiadores (Fernández Casado, 2008), (Menéndez Pidal, 1906), (Villaveces, 2012) y los autores (CDM Smith, 2013), (Consortio Tibitoc, 2006) y (Jiménez, 2017). El artículo se encuentra en el Apéndice B del presente informe.

## Capítulo 4. Diagnostico Final

Durante el desarrollo de la pasantía se buscó brindar apoyo constante a la División de Planeación y Control de la Dirección Red Matriz Acueducto, que se encontraba a cargo del Ingeniero Gino Alexander Gonzalez Rodríguez. Debido a la carencia de personal y al exceso de proyectos que se encontraban en maduración era necesario apoyar el seguimiento de los mismo.

El trabajo realizado permitió brindar apoyo a la División de Planeación y Control de la Dirección Red Matriz Acueducto de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP); en donde se buscó conocer, analizar y recopilar información de tipo técnico sobre la infraestructura existente del Sistema Matriz, los procesos de distribución de agua potable que conforman el Sistema Matriz de la Ciudad de Bogotá y los municipios vecinos con los cuales se tiene convenios de venta de agua en bloque.

De igual manera, se tuvo el primer contacto con el mundo laboral, en el que fue posible relacionarme con las diferentes partes interesadas en la ejecución del proyecto, y a partir de esto hacer un diagnóstico personal respecto a lo experimentado durante el tiempo de la academia.

Durante el transcurso de las pasantías, se realizó un aporte importante el cual permitió redactar un artículo relacionado con las afectaciones derivadas de la implementación del proyecto denominado Rehabilitación Fase 3 Tibitic- Casablanca correspondiente a la ampliación de la Red Matriz de Acueducto.

## Capítulo 5. Conclusiones

Con el seguimiento continuo realizado a los estudios de población y proyección de demanda de los Municipios con los que se tiene convenio de agua de venta en bloque, se buscó obtener una visión de lo que cada uno de los municipios tiene proyectado para el año 2030 o bien sea 2050 dentro de su Plan Maestro, también fue posible dar argumentos técnicos respecto a lo planteado en los estudios y lo correspondiente a la normatividad de la EAAB-ESP. Continuamente, se realiza un seguimiento a cada uno de los municipios con el fin de tener un control adecuado respecto al suministro de agua potable y los caudales de diseño de la PTAR.

A través del análisis realizado a los datos entregados por el censo, es posible deducir que no hay censo perfecto, dado siempre va a estar expuesto a inconsistencias que en su momento no son vistas, pero una vez realizado y comparado tienden a aparecer diversas fallas en la realización del mismo. Es de aclarar, que existen dificultades para el DANE cuando existen factores tales como orden público, resistencia por parte de actores sociales, situaciones operativas y Conflictos en límites de las entidades territoriales (departamentos y municipios). Aunque también se tienen aciertos con los cuales se logró registrar el número de identificación de cada persona, lo cual permitió luego mejorar la calidad de algunas variables a través del cruce con información externa.

El apoyo brindado a la actualización del modelo hidráulico del Sistema Matriz de Acueducto fue necesario para mantener una correcta operación y control de la infraestructura con el fin de generar proyectos de expansión, solución y análisis de posibles eventos de

vulnerabilidad. También era necesario tenerlo actualizado para dar respuesta a nuevas posibilidades de servicio de Acueducto de acuerdo a las solicitudes recibidas, siendo necesario tener claridad del predio, área de servicio, línea y salida; esto con el fin de verificar los caudales sugeridos.

Con el fin de tener una visión más a fondo correspondiente al proyecto de rehabilitación Fase 3 Tibitoc-Casablanca, se realizó un apoyo a los estudios y diseños que lo conforman, donde se pudo obtener de manera detallada como está constituido y en qué condiciones se encuentra la red, también se describió de manera organizada la configuración de la tubería teniendo en cuenta parámetros como el material, el diámetro y los daños presentados en los últimos años en la Red Matriz de Acueducto.

Es necesario tener presente en la gestión del tiempo de los proyectos, la secuencia de actividades y el modo en que se ejecutará el proyecto para desarrollar el cronograma de actividades y así tener un mejor control de la programación de obra.

Los grandes proyectos siempre tienden a ocasionar afectaciones durante el desarrollo de las Obras, es por esto que es fundamental cumplir con las normas establecidas y con los estudios Predial, Geotécnicos, Hidráulicos Mecánicos, Estructurales, Plan de Manejo de Transito (PMT), Plan de Manejo Ambiental (PMA) que son requeridos para culminar cualquier proyecto con éxito.

El aporte realizado permitió brindar una descripción detallada sobre las posibles afectaciones que tendrá el proyecto de rehabilitación del Tramo 3 de la línea Tibitoc-Casablanca, la cual corresponde a una conducción de gran diámetro que hace parte de la Red Matriz Acueducto de la EAAB, este artículo está sustentada en algunos historiadores nacionales e internacionales.

El apoyo realizado en la División de Planeación y Control, permite al estudiante desarrollar diversas habilidades, anexo a esto, fue posible participar en la realización de la solicitud de un trámite de contratación pública “Obra Civil – Construcción – Mantenimiento de Redes – Construcción de Redes”. La cual es la Obra más grande e importante para la Dirección Red Matriz Acueducto y para el desarrollo del Plan de Desarrollo Distrital.

Los procesos que se llevan a cabo dentro de la División de Planeación y Control son una enseñanza que amplía el conocimiento en cuanto a los proyectos de Red Matriz en la Ingeniería Civil correspondientes al suministro de agua.

Los maestros que obtuve en mi escuela de formación práctica sin duda alguna dejan una gran enseñanza para mi vida como profesional.

## Capítulo 6. Recomendaciones

Es conveniente que todas las empresas pongan en marcha la implementación de un sistema de información geográfico aprovechando los avances y ventajas que esta trae, como la referenciación y recolección de la información asociada a los elementos de las redes de acueducto.

Es necesario tener un marco censal actualizado, con la cartografía lo más cercana posible a la fecha de realización del censo. Implementación de un pre-censo.

Se debe contar con una infraestructura tecnológica robusta que permita la transmisión de la información en tiempo real, de tal manera que pueda realizarse el monitoreo y control de la calidad de la información en línea para lograr tener una mejor precisión en los próximos Censos.

Es vital realizar y mantener actualizados los estudios de proyección de la demanda de agua para la ciudad de Bogotá y los municipios vecinos, para formular los planes de expansión y densificación de acueducto y alcantarillado.

Mantener una relación cordial durante el desarrollo de las pasantías para favorecer futuros estudiantes de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña para que pueda realizar su práctica o pasantía en esta gran escuela de formación.

## Referencias

- Bessac. (2019). *Principio general de funcionamiento de un microtunel*. Obtenido de <http://www.bessac.com.mx/bessac/Microtuneles>
- Calderón, O., Ceballos, Y., & Martínez, D. (2017). *Diseño del Sistema de Seguridad y Salud en el trabajo de DAM CONSTRUCCIONES, según el estándar OHSAS 18001:2007 y el decreto 1072 de 2015*. Tesis de Especialización, Universidad de Manizales, Manizales.
- Congreso de Colombia. (2011). *Ley 1474 de 2011*. Bogotá.
- CRA. (2016). *Alcaldia Bogotá*. Obtenido de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/listados/tematica2.jsp?subtema=30709&cadena=c>
- DANE. (2018). *Departamento Administrativo Nacional de Estadística*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/>
- Distrital, J. (2000). *Alcaldia de Bogotá*. Obtenido de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4636>
- EAAB-ESP. (2019). *Division de planeacion y control (DRMA)*. Obtenido de [https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB/!ut/p/z1/04\\_iUIDg4tKPAFJABpSA0fpReYllmemJJZn5eYk5-hH6kVFm8RaGwb7B5h5GBv7mRi4Gno6urhZmxiZBHp6m-176UfgVFGQHKgIA9xI6Pg!!/](https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB/!ut/p/z1/04_iUIDg4tKPAFJABpSA0fpReYllmemJJZn5eYk5-hH6kVFm8RaGwb7B5h5GBv7mRi4Gno6urhZmxiZBHp6m-176UfgVFGQHKgIA9xI6Pg!!/)
- Epanet. (2017). *Blog del agua*. Obtenido de <https://blogdelagua.com/tematica/abastecimiento/que-es-epanet/>

IDEAM. (2019). *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*. Obtenido de

<http://www.ideam.gov.co/>

INGETEC. (2016). *Actualización de las Proyecciones de la Distribución Espacial de la Población y Demanda de Agua de la Ciudad de Bogotá y los Municipios Vecinos Considerando el Plan de Pérdidas y las Necesidades Regulatorias*. Bogotá.

Jiménez, M. (2017). *Proyecto de rehabilitación del tramo 3 de la línea tibitoc-casablanca*. Bogotá.

Ministerio de desarrollo. (2000). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico*. Informe técnico , Bogotá.

Minvivienda. (2000). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento basico*. Bogotá.

RAS . (2000). *Resolución 0330 del 2017*. Bogotá.

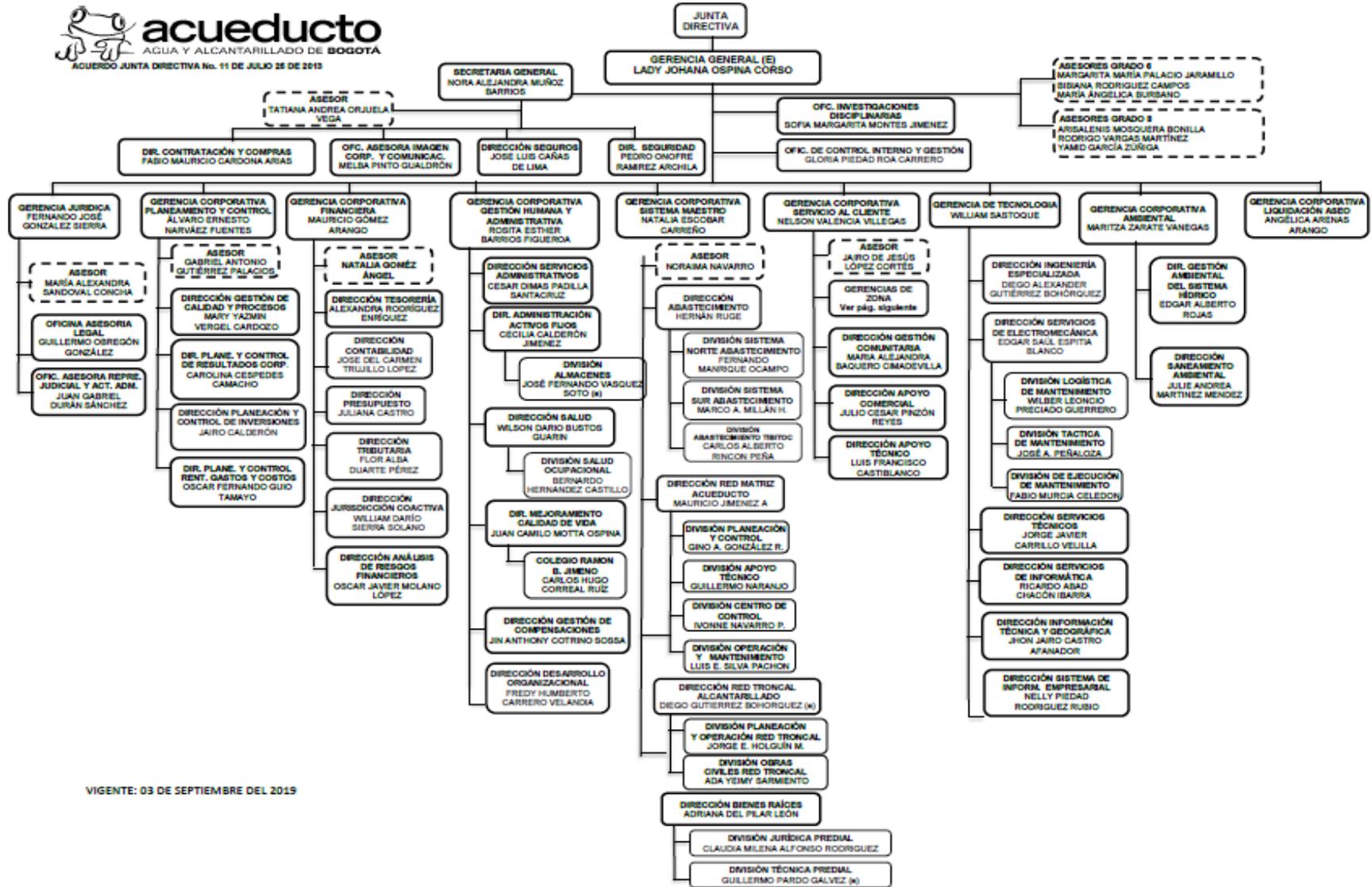
SIAC. (2019). *Sistema de Información Ambiental Colombiano*. Obtenido de

<http://www.siac.gov.co/>

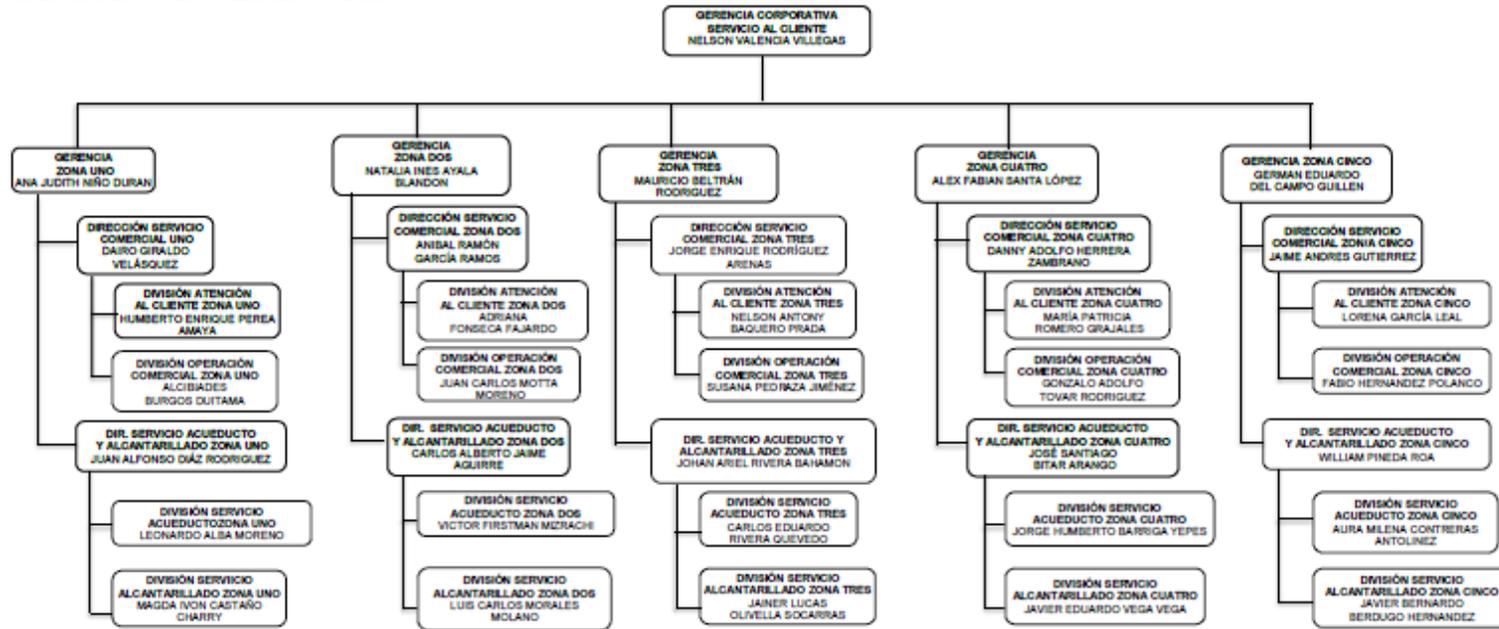
UTEL. (2017). *Utel blog*. Obtenido de <https://www.utel.edu.mx/blog/dia-a-dia/retos-profesionales/que-es-la-consultoria-especializada/>

# Apéndices

Apéndice A. Estructura Organizacional.



VIGENTE: 03 DE SEPTIEMBRE DEL 2019



## Apéndice B. Artículo propuesto.

### AFECCIONES DERIVADAS DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL TRAMO 3 DE LA LÍNEA TIBITOC-CASABLANCA, BOGOTÁ

### AFFECTS ARISING FROM THE REHABILITATION PROJECT ON SECTION 3 OF THE TIBITOC-CASABLANCA LINE, BOGOTA

Est. Ingeniería Civil. Andrea Julieth Badillo González

Universidad Francisco de Paula Santander. Facultad de Ingenierías. Ingeniería Civil.  
Vía Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña, Norte de Santander. E-mail:  
[ajbadillo@ufps.edu.co](mailto:ajbadillo@ufps.edu.co)

**Resumen:** El desarrollo de Bogotá D.C ha estado sujeta a procesos de densificación y re densificación, que ha conllevado a nuevos proyectos y desarrollos en la infraestructura de servicios públicos domiciliarios para satisfacer las necesidades mínimas de los nuevos usuarios sin que se vean afectados los existentes en los sectores circundantes.

Para ello se estudiará el origen de las redes de acueducto en el mundo, como se desarrollaron en Colombia y cuáles han sido sus diversos impactos en la sociedad tomando como ejemplo el proyecto de Rehabilitación del Tramo 3 de la línea Tibitoc-Casablanca, Bogotá.

El propósito de este artículo es hacer una descripción detallada sobre las posibles afectaciones que tendrá el proyecto de rehabilitación del Tramo 3 de la línea Tibitoc-Casablanca, la cual corresponde a una conducción de gran diámetro que hace parte de la Red Matriz Acueducto de la EAAB. Estará sustentada en algunos historiadores (Fernández Casado, 2008), (Menéndez Pidal, 1906), (Villaveces, 2012) y los autores (CDM Smith, 2013), (Consortio Tibitoc, 2006) y (Jiménez, 2017).

**Palabras clave:** Agua, Redes de acueducto, Impacto, Afectaciones, Línea Tibitoc-Casablanca

**Abstract:** The development of Bogotá D.C. has been subject to processes of densification and re-densification, which has led to new projects and developments in the infrastructure of domiciliary public services to satisfy the minimum needs of new users without affecting the existing ones in the surrounding sectors.

For this purpose, the origin of the aqueduct networks in the world will be studied, as they were developed in Colombia and what have been their diverse impacts on society, taking as an example the Rehabilitation Project of Section 3 of the Tibitoc-Casablanca line, Bogotá.

The purpose of this article is to provide a detailed description of the possible effects of the rehabilitation project of Section 3 of the Tibitoc-Casablanca line, which corresponds to a large-diameter pipeline that is part of the EAAB Aqueduct Matrix Network. It will be supported by some historians (Fernández Casado, 2008), (Menéndez Pidal, 1906), (Villavacas, 2012) and the authors (CDM Smith, 2013), (Consorcio Tibitoc, 2006) and (Jiménez, 2017).

**Keywords:** Water, Aqueduct networks, Impact, Affectations, Tibitoc-Casablanca line.

## 1. INTRODUCCIÓN

El agua como elemento vital para la sobrevivencia del ser humano, ha sido manipulada desde tiempos atrás para el abastecimiento y uso en las diferentes tareas agrícolas y domésticas. Lo que ha conllevado al diseño y creación de redes de acueducto que conducen el agua desde su nacimiento a las plantas de tratamiento para su posterior distribución a los usuarios (Poupeau, F., y González Andricain, C., pp 12-13.)

Los romanos desde hace más de veinte siglos construyeron las primeras redes de acueducto y alcantarillado para canalizar las aguas de los manantiales y cascadas a las ciudades o poblaciones que hacían parte de sus diferentes administraciones para cubrir la necesidad que las familias tenían.

Para edificar dichas redes, (Adam, 1989) se enfrentaron a diversos desafíos como la estructura de los terrenos, las grandes distancias de las zonas de captación, los recursos económicos y de gente para la construcción de grandes

túneles, puentes que llevaban agua y demás elementos arquitectónicos y estructurales que complementaban el acueducto.

En la ampliación tan acelerada que ha tenido la ciudad de Bogotá, la red de acueducto y alcantarillado se ha extendido en la misma proporción para adecuarse a las necesidades que tiene la población. Desde que se construyeron los primeros conductos para transportar el agua a las diferentes viviendas, el gobierno distrital a la mano con la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP), han amado esfuerzos en proyectar e implementar diversas obras en los diversos sectores que tiene la ciudad.

Sin embargo, dichas obras generan afectaciones, bien sea ambientales, económicas, sociales o de otra índole en el entorno donde se desarrollan.

Para comprender el funcionamiento de las redes de acueducto y cuáles son las afectaciones que causaría,

se toma como ejemplo al proyecto de rehabilitación del Tramo 3 de la línea Tibitoc-Casablanca, la cual corresponde a una conducción de gran diámetro que hace parte de la Red Matriz Acueducto de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP), y que actualmente es utilizada para realizar la distribución de la zona occidental de la ciudad de Bogotá y a siete municipios vecinos, a los cuales se les suministra agua por medio de la modalidad de Venta de Agua en Bloque.

De acuerdo a la información de los documentos investigados en la EAAB-ESP, se hace una descripción de cómo fue la concepción y desarrollo del proyecto de rehabilitación de la línea y sus características, debido a que actualmente se encarga de abastecer a una población aproximada de 4 millones de habitantes, es pertinente hablar sobre las posibles afectaciones que trae consigo la construcción de esta obra.

## 2. ANTECEDENTES

Dada la importancia del agua en la naturaleza y de su aporte a las diferentes tareas que el ser humano realiza, se hace necesario diseñar diversos mecanismos para su transporte. (Andrea J. Badillo, 2019).

Para construir dichas redes, los romanos, se enfrentaron a diversos desafíos como la estructura de los terrenos, las grandes distancias de las zonas de captación, los recursos económicos y de gente para la construcción de grandes túneles y puentes que llevaban agua y demás elementos arquitectónicos y estructurales que complementaban el acueducto. (Canal Educa, 2016).

La mayor parte del recorrido se hacía por canales, en general cubiertos, que se construían por las laderas de los montes, siguiendo la línea de pendiente deseada (generalmente pequeña, del orden del 0,004 %), y se situaban cada cierto tiempo cajas de agua o arcas de agua, pequeños depósitos que servían para regular el caudal o decantar los sólidos, normalmente arena, que las aguas pudieran arrastrar (Adam, J.P. 1989.)

Con la construcción de las redes de acueducto vino un incremento en los impuestos a los ciudadanos de las grandes provincias que pertenecieron al imperio para financiar la construcción de las redes de acueducto, demanda de personal lo que incidió en conquistar nuevos territorios para tener los esclavos y/o trabajadores suficientes. Como también, los recursos financieros que no sólo permitieran la construcción sino su conservación. (Canal Educa, 2016)

En muchas ocasiones, estos acueductos romanos continuaron en uso durante la Edad Media e incluso en tiempos modernos, gracias a arreglos y restauraciones. Y, por supuesto, se continuaron haciendo nuevos. (Aquavidasena, 2018)

Las soluciones aplicadas a los acueductos romanos se siguieron usando sin modificaciones sustanciales hasta el siglo XIX. En el siglo XX, los progresos en la producción de cementos, el armado del hormigón con acero, los nuevos materiales y técnicas en la construcción de conductos y la posibilidad de construir potentes estaciones de bombeo revolucionaron las conducciones de agua y simplificaron su adaptación al terreno (Aquavidasena, 2018)

Con el pasar del tiempo, se logra entender la importancia del saneamiento y las redes de distribución de agua potable, sucediéndose un cambio considerable. En Colombia, dichas redes de acueducto son de construcción relativamente reciente.

En el siglo XX se comienzan a construir las primeras redes de acueducto y alcantarillado de manera artesanal, permitiendo que la gente de las ciudades pudiese tener agua en sus hogares, aunque la calidad del agua no fuese la mejor. (Montoya E, 2016)

Para lograr dichas mejoras y adaptarse a las nuevas tecnologías en el área de la ingeniería y construcción, la EAAB-ESP ha estado ampliando y mejorando la estructura de la red de acueducto y alcantarillado, que se construyó hace más de 100 años en la ciudad de Bogotá.

### Metodología

La investigación tiene un carácter descriptivo porque se da a conocer los impactos y/o afectaciones que dicho proyecto causaría en el entorno donde se edifica. Y además, se detalla el proceso de construcción del proyecto de Rehabilitación del Tramo 3 de la línea Tibitoc-Casablanca, que involucra la tecnología de Zanja Abierta y la tecnología Sin Zanja (Pipe Jacking).

### 1. Afectaciones

En el proyecto de Rehabilitación del Tramo 3 de la línea Tibitoc-Casablanca, se realizaron estudios y diseño con el fin de mitigar las consecuencias que podrían generar las obras en las zonas donde se construirá. (Contrato de Consultoría: “Estudios y Diseños para la construcción, conexión y puesta en operación de la nueva

conducción del tramo 3 de la línea red matriz tibitoc – casablanca y sus obras complementarias”)

Para conseguir el objetivo, se definió la localización de los pozos de trabajo (bocas de entrada y salida) de la tuneladora, para el caso de los tramos con tecnologías sin zanja. En el caso en que se adopte la metodología de zanja abierta, se aplicó este mismo procedimiento. (Contrato de Consultoría: “Estudios y Diseños para la construcción, conexión y puesta en operación de la nueva conducción del tramo 3 de la línea red matriz tibitoc – casablanca y sus obras complementarias”)

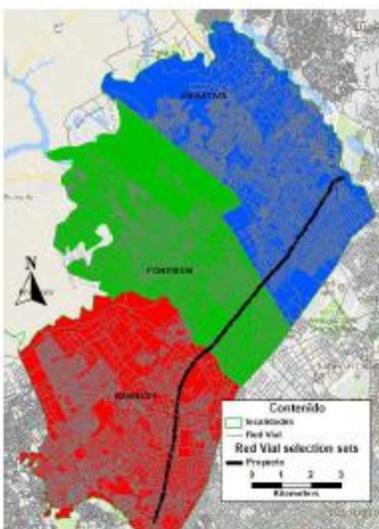


Imagen 1. UBICACIÓN DEL PROYECTO DENTRO DE LAS LOCALIDADES DE BOGOTÁ

Fuente: Contrato de Consultoría

“Lo anterior con el fin de mitigar al máximo el impacto sobre el tráfico vial y peatonal; la afectación a cuerpos hídricos y sus rondas; la accesibilidad a industrias y comercio; obstaculización de bocacalles; localización de instituciones educativas y religiosas; localización actual de paraderos del sistema integrado de transporte o de algún tipo de entidad de interés cultural, entre otros” (EAAB-ESP, 2019)

Como parte del trabajo, en la zona de intervención se realizó la suspensión del servicio de agua para generar el aislamiento necesario, previa revisión, ajustes, mantenimiento y/o cambio de las válvulas que presenten paso de agua, que puedan interferir el normal desarrollo de los trabajos dentro del plazo establecido para la realización de los mismos. (EAAB-ESP, 2019)

Cumplido el tiempo de 24 horas, se abasteció a los usuarios afectados mediante carro tanques conforme lo dispuesto en las normas SISTEC NS-023 “EMPATES DE TUBERÍAS EN REDES DE ACUEDUCTO” Y NS-102 “REQUISITOS MÍNIMOS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN CARROTANQUES” (EAAB-ESP, 2019)

La gráfica siguiente muestra los datos obtenidos por Contelac SAS, donde aparecen cuáles son los barrios, el caudal y la población que se verá afectada del sub tramo sur, en la rehabilitación que se llevará a cabo.

**TABLA 1 - CAUDAL Y POBLACIÓN AFECTADA DURANTE LA REHABILITACIÓN DEL SUBTRAMO SUR**

Localización	Qm d (l/s)	Población Atendida Estimada (habitantes)
Sierra Morena	635.5	462,364
Candelaria la Nueva	13.1	9,420
Refuerzo Tunal-San Francisco	284.9	204,608
Perdomo-Madelenia	32.9	23,619
Refuerzo Autopista Sur (16" x 2 de 24")	256.9	184,495
Derivación hacia el sur por 36"	932.8	669,867
La Chucua	85.0	61,046
Refuerzo Tunal-San Francisco 24" sobre Av. Boyacá	267.2	191,914
Villa de Río	20.2	14,513

Fuente: Contelac SAS

En lo referente al subtramo norte, y de acuerdo con las visitas de campo y la revisión documental que se realizó sobre los predios residenciales y comerciales que se encuentran ubicados sobre la Avenida Boyacá costado oriental, se puede concluir que trece (13) predios, podrían tener algún tipo de afectación durante la ejecución de la obra civil debido a las interconexiones y derivación de la tubería.

**TABLA 2 - CONSOLIDADO DE  
PREDIOS SE AFECTARON POR LA  
OBRA CIVIL EN EL SUBTRAMO  
NORTE**

N°	Propietario	Localidad	Barrio	Dirección Catastral
1	DADEP	Fontibón	Franco	AK 72 23A 84
2	DADEP	Fontibón	Franco	AK 72 23A 90
3	Fabio Orlando Rodríguez	Engativá	Dorado Norte	AK 72 65B 72/70
4	Maria Muñoz de Plazas y Leticia Plazas	Engativá	Dorado Norte	AK 72 65B 64/60
5	Jaime	Engativá	Dorado Norte	AK 72 65B 60/56
6	Nally Janeth Silva Muñoz	Engativá	Dorado Norte	AK 72 65B 48
7	Gabriel Cortes Rodríguez, Cecilia Cortes Rodríguez y Margarita Cortes Rodríguez	Engativá	Dorado Norte	AK 72 66 48

8	Flor María Bello de Torres y Alfonso Torres Aya	Engativá	Dorado Norte	AK 72 66 38
9	Nally Bibiana Lancheros Ruiz y Fredy Alonso Cardona Ríos	Engativá	Dorado Norte	AK 72 66 30
10	Magdalena Ramos Cruz, Mónica Lucía Sánchez Ramos y Tatiana Ángel García Sánchez	Engativá	Dorado Norte	AK 72 66 22
11	Blanca Liliana Huertas Torres y Ana Tukia Torres Pardo	Engativá	Dorado Norte	AK 72 66 16
12	Ferreobras del Norte S.A.S.	Engativá	Dorado Norte	AK 72 66 04
13	Salvador Rincón Castillo	Engativá	Dorado Norte	AK 72 66 66

Fuente: Contelac SAS

Los barrios del área de influencia directa e indirecta pertenecen al estrato 2, 3, 4 y 5, los cuales cuentan con todos los

servicios públicos domiciliarios. En cuanto a la población, se observan todos los rangos de edad, el uso de las viviendas es residencial, comercial, industrial y mixto.

En cuanto a los impactos de movilidad, se mitigará mediante acciones de contingencia que permitan la óptima circulación del tráfico en las zonas donde se desarrollará la obra.

## 2. Estudio de caso

La ciudad de Bogotá, ha estado sujeta a procesos de densificación y re densificación, que conllevan a nuevos proyectos y desarrollos en la infraestructura de servicios públicos domiciliarios para satisfacer las necesidades mínimas de los nuevos usuarios sin que se vean afectados los existentes en los sectores circundantes.

Así lo expresa la gerente de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá en una entrevista realizada el 30 de junio de 2018 por El Tiempo, medio de prensa: “yo diría al revés: la Empresa ha sido lineamiento y planeador del desarrollo urbano, no solo de Bogotá sino de los municipios vecinos a los que vendemos”.

Debido al crecimiento tan acelerado que ha tenido la ciudad, la EAAB-ESP tiene el compromiso de ampliar la red de acueducto para cumplir con la demanda que en estos momentos tiene Bogotá.

Cumpliendo con ese propósito, surge el proyecto de Rehabilitación del Tramo 3 de la línea Tibitoc-Casablanca, la cual corresponde a una conducción de gran diámetro que hace parte del Sistema Red Matriz de Acueducto de la EAAB-ESP, y que actualmente es utilizada para realizar la distribución de la zona occidental de la ciudad de Bogotá y a

siete municipios vecinos, a los cuales se les suministra agua por medio de la modalidad de Venta de Agua en Bloque.

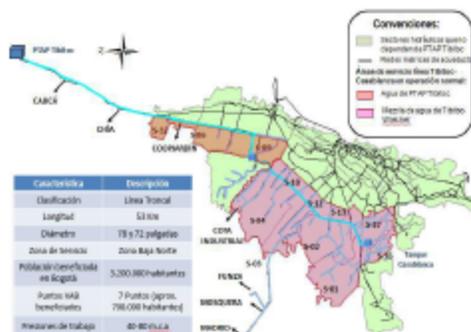


Imagen 3. Línea PTAP Tibitoc- Tanque Casablanca

### Características y descripción de la Línea Tibitoc-Casablanca:

Aquí (Jiménez, M. 2017) se describen algunas características de la Línea Tibitoc-Casablanca.

- La tubería Tibitoc-Casablanca tiene un diámetro de 78 pulgadas y es de tipo PCCP (por sus siglas en inglés, Prestressed Concrete Cylinder Pipe).
- Este tipo de tubería está conformada por un cilindro de acero embebido en concreto, al cual se le enrolla helicoidalmente un alambro de alta resistencia, que a su vez es revestido con una capa de mortero de cemento para protegerlo contra la corrosión.
- La línea inicia en la planta Tibitoc, ubicada en el municipio de Tocancipá, y atraviesa de norte a sur toda la ciudad, pasando por el corredor de la Autopista Norte

hasta llegar a la Calle 129, por donde se deriva hacia al occidente hasta el cruce de la Avenida Boyacá, vía por la cual se mantiene hasta llegar a la Avenida Ferrocarril del Sur.

- La línea continúa por este corredor hasta llegar al cruce de la Autopista Sur con Avenida Ciudad de Villavicencio, por donde sube hacia el occidente hasta llegar a la Diagonal 72, en donde se desvía hasta llegar al Tanque Casablanca, ubicado en la localidad Ciudad Bolívar.

En resumen y como se puede observar, la línea Tibitoc-Casablanca estará encargada del suministro de agua en una gran parte de la zona occidental de la ciudad.

En el norte abastece a los municipios de Chía y Cajicá y a los sectores hidráulicos S-06, S-09 y S-32, que corresponden a la parte occidental de la localidad de Usaquén, la zona oriental de la localidad de Suba y a la parte nor-occidental de la localidad de Barrios Unidos. Dicha área de servicio es abastecida con agua proveniente de la planta Tibitoc.

Por otra parte, la línea Tibitoc-Casablanca también atiende al área que está comprendida entre la calle 80 (al norte) y el tanque Casablanca (al sur) y entre la Avenida 68 (al oriente) y el río Bogotá (al occidente), con una mezcla de agua proveniente de las plantas Tibitoc y Wiesner, teniendo en cuenta que a la altura de la Calle 127, la tubería Tibitoc-Casablanca se conecta con otra línea proveniente del Tanque Nuevo Suba, el cual es abastecido por la planta Wiesner (EAAB-ESP, 2019)

La zona descrita anteriormente comprende los sectores hidráulicos S-01, S-02, S-03, S-04, S-10, S-12, S-13, S-36 y S-37, los cuales corresponden a las localidades de Engativá, Fontibón, Kennedy y Bosa, y parcialmente a las localidades de Tunjuelito, Ciudad Bolívar y Puente Aranda. (EAAB-ESP, 2019)

Adicionalmente, de esta tubería se abastecen los municipios de Mosquera, Funza, Madrid, y se tiene previsto a futuro la conexión de los municipios de Anapoima, Cota, Tenjo y La Mesa. En total, para el año 2017, la línea abastece a una población de alrededor de 4 millones de habitantes.

El proyecto de Rehabilitación de la línea Tibitoc-Casablanca tuvo tres fases divididas en tramos para lograr su terminación. Se describen en la siguiente imagen:

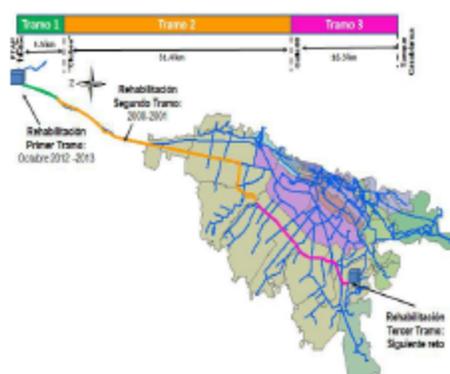


Imagen 4. Tramos de la línea Tibitoc-Casablanca.

El tramo 1 comprende desde la planta de Tibitoc hasta el sitio denominado los Clubes, aledaño a la Hacienda Hato grande, (abscisas: K0+000 a K5+000, aproximadamente). El tramo

2, comprende desde este sitio hasta la calle 80 con Avenida Boyacá abscisas: K5+000 a K35+793, aproximadamente) y el tramo 3, de una longitud aproximada de 16,4 km, desde la calle 80 hasta el tanque de Casablanca, sitio final de la línea (Tomado de PRODUCTO 10 PLAN DE MANEJO DE TRÁFICO - PMT – SUBTRAMO NORTE MANIJA, p 27).

El tramo de mayor prioridad correspondía al Tramo 2, a lo largo del cual se presentaron todas las fallas de la tubería y en donde se definió que era necesario la construcción de dos manijas en 24 pulgadas y una de 36 pulgadas, para que operando en conjunto con la otra línea que sale de la planta Tibitoc (línea Tibitoc-Usaquén de 60 pulgadas), se logrará garantizar la continuidad del servicio en toda el área de servicio (Jiménez, M, 2017 p 5).

Y en cuanto al tramo 3 está comprendido entre la Calle 80 y el Tanque Casablanca, y pasa por los corredores de la Avenida Boyacá, Avenida Ferrocarril del Sur y Avenida Ciudad de Villavicencio. A lo largo de este recorrido, se cuenta con 5 válvulas manposa en línea de 60 pulgadas, que no cierran herméticamente; por lo que actualmente no es posible realizar un aislamiento de subtramos, condición que dificulta cualquier actividad de mantenimiento y que imposibilita la ejecución de inspecciones internas (Jiménez, M, 2017 p 6).

Dada la complejidad de construcción y los impactos que estos generarían en el terreno, se optó por usar la tecnología sin Zanja Abierta usando tubería Pipe Jacking para culminar el tramo 3 de la línea Tibitoc-Casablanca.

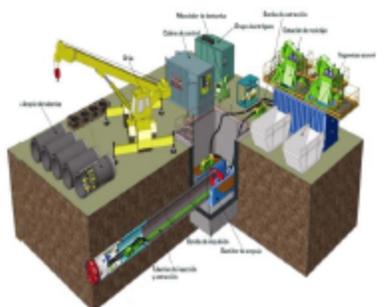
**¿Qué es la Tecnología sin zanja**  
o Tecnologías sin zanja “TT” (Trenchless

Technologies)? *Es el uso de máquinas de tamaño reducido para la instalación de servicios en túneles de diámetro limitado, está al alza desde hace algunas décadas. Se ha llamado a este conjunto de técnicas 'tecnologías sin zanja', ya que permiten eliminar las molestísimas zanjas en las ciudades.* (Interempresas, 2019)

Para la mitigación de los impactos que las obras generarán en las zonas donde se llevará a cabo el proyecto de rehabilitación, se usará la *tecnología sin zanja*, ya que esta tiene como finalidad la construcción o instalación de dichos conductos sin recurrir a zanjas; sin embargo, normalmente es necesaria la excavación de un foso de entrada y un foso de salida para los equipos a utilizar.

Las metodologías que se destacan en la tecnología sin zanja abierta son: Hincado de Tubería (Pipe Jacking – PJ), Perforación Horizontal con tubo Sin-fin (Horizontal Auger Boring – HAB), Perforación Dirigida Horizontal (Horizontal Directional Drilling – HDD), Pipe Ramming, Compaction Method, Microtunneling o microtuneladoras (Astrgroup, 2018)

Imagen 5. Gráfico 3. Esquema típico de obra.  
Fuente: Maldonado, (2010).



Para el tercer tramo del proyecto de rehabilitación, la tubería que se consideró a utilizar como complemento de la tecnología sin zanja abierta fue la siguiente:

- Tubería de acero WSP fabricada en Colombia según norma AWWA C-200, con revestimiento interior y exterior de mortero de cemento, presión de trabajo de 150 psi, para instalar en zanja, con unión espiga campana con doble empaque de caucho, longitud de tubo de seis (6) metros.
- Tubería de concreto reforzado tipo RCCP, para pipe jacking fabricada en Colombia bajo norma AWWA C-300 de concreto de 6500 psi espesor de pared 8" mejorada según norma ASCE 2700, Pt = 150 psi, L=2,50m, con unión espiga campana con doble empaque de caucho.
- Tubería de fibra de vidrio reforzado, para pipe jacking, fabricada en Europa bajo

norma ISO 10639, rigidez SN con unión simple con empaque de caucho, Di=2,0m, Pt = PN10, l = 3,0m.

- Para la rehabilitación de la tubería existente, tubería de acero WSP fabricada en Colombia bajo norma AWWA C-200, con revestimiento interior y exterior de mortero de cemento Di =2000mm, Pt=150 psi, con unión soldada, l = 7,0m (Tomado de PRODUCTO No. 15 INFORME FINAL p 342-343).

Teniendo en cuenta la importancia que tiene el tramo 3 de esta obra y lo que representa para la ciudad, se dividió en 3 etapas:

- a) Fase 1: Rehabilitación de la actual tubería Tibitoc- Casablanca en el subtramo sur comprendido entre la Av. Boyacá-cruce Av. El Ferrocarril (Calle 39 A sur),
- b) Fase 2: Instalación de Manija en tubería de 60" instalada en zanja y/o tubería hincada, por toda la Av. Boyacá (subtramo norte), con una longitud cercana a los 12,4 km, y
- c) Fase 3: Rehabilitación de la actual tubería Tibitoc-Casablanca en el subtramo norte, comprendido entre la Av. Boyacá- Calle 80 y la Av. Boyacá-cruce Av. El Ferrocarril (Calle 39 A sur), con una longitud de 12,4 km (Tomado de PRODUCTO No. 15 INFORME FINAL p 282).

La división realizada entre el Subtramo Norte y Sur correspondió a que, por solicitud del Instituto de Desarrollo

Urbano y la Secretaría de Movilidad, se requería dar prioridad a la rehabilitación del Subtramo Sur, teniendo en cuenta que la tubería actualmente pasa por los corredores de la Avenida Ferrocarril del Sur y la Avenida Ciudad de Villavicencio, en donde se prevé construir Troncales de Transmilenio en el corto plazo.

Hasta el momento, las contrataciones de las fases 1 y 2 se han declarado desiertas debido a que las entidades no cuentan con la capacidad jurídica, financiera, organizacional y experiencia establecida en el pliego de condiciones.

Como conclusiones de este trabajo, se pueden considerar las siguientes:

- El agua como elemento vital ha sido manipulado desde siempre mediante diversas tecnologías y con el apoyo de ingenieros.
- La densificación y re-densificación de las ciudades han sido los factores de mayor exigencia para la construcción y ampliación de las redes de acueducto.
- Los impactos que estas obras ocasionan en la población pueden ser mitigados a través de planes de contingencia bien elaborados que involucren aspectos medioambientales, socioeconómicos y movilidad.
- Para la rehabilitación de la línea Tibitoc-Casablanca

se desarrollarán diversos planes de control y contingencia que minimizarán las afectaciones en la población y el tráfico de la ciudad por donde pasará la obra.

- El uso de tecnologías sin zanja abierta con el complemento de la metodología de tubería Pipe Jacking, logrará que haya un avance rápido en las obras, permitiendo que las afectaciones sean mínimas.
- La ingeniería como estudio y práctica ha brindado diversas soluciones para un bienestar mejor y cómodo en beneficio de la sociedad.
- La Dirección

#### REFERENCIAS

- Poupeau, F., y González Andricain, C. (2010). *Modelos de gestión de agua en los Andes*, Ed. Artes&Memories6, 12-13.
- Adam, J.P., (1989). "El agua" *La construcción romana* Editorial de los Oficios, León, España.
- Informe de gestión, IDU. *Proyecto Troncal Avenida Boyacá*, Diciembre 2015.
- Jiménez, M., *Proyecto de Rehabilitación del Tramo 3 de la Línea Tibitoc-Casablanca*, Septiembre 2017.
- Loaiza, M.A., *Alcantarillas y Aguas para Bogotá 1870-1924. Del caos sanitario a la transformación de espacios públicos y privados*, Febrero 2015.

Tecnología sin zanja (2017), Valladolid, España, *Astgrupo.com*. Recuperado desde: <http://astgrupo.com/blog/tecnologia-sin-zanja/>

Interempresas, Obras Públicas (2015), Vermeer España, *Interempresas.net*. Recuperado desde: <https://www.interempresas.net/ObrasPublicas/Articulos/148004-La-tecnologia-del-pipe-jacking-Ventajas-sobre-los-tuneles-de-dovelas-de-mediano-diametro.html>

PRODUCTO 10 PLAN DE MANEJO DE TRÁFICO - PMT – SUBTRAMO NORTE MANIJA. EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ. E.S.P. (2018), Bogotá D.C., *Estudios y diseños para la construcción, conexión y puesta en operación de la nueva conducción del Tramo 3 de la línea Red Matriz Tibitoc – Casablanca y sus obras complementarias*, 3-4.

Consorcio Tibitoc 2006. (2006). *Estudios y diseños para la rehabilitación de la línea de la red matriz de 78" Tibitoc – Casablanca*. Bogotá.

PRODUCTO No. 15 INFORME FINAL, (2018), Bogotá D.C., *Estudios y diseños para la construcción, conexión y puesta en operación de la nueva conducción del Tramo 3 de la línea Red Matriz Tibitoc – Casablanca y sus obras complementarias*

Canal Educa, 2016. *El agua en la antigua Roma*. [PDF file] Disponible en <https://www.canaleduca.com/wp-content/uploads/2016/09/el-agua-en-la-antigua-Roma-publicacion.pdf>.

Montoya E, 2016. *Los acueductos y sistemas de distribución de agua comunitarios en el área rural de Bogotá y la gobernanza del agua en la ciudad*. Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.).