

ACTUACIÓN ESTRATÉGICA (AE) CIUDADELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO (CEC)

PROYECTO ESTRUCTURANTE DEL POT
PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (POT) DE BOGOTÁ, D.C.
Decreto 555 de 2021

03

ANEXO DISEÑO CONCEPTUAL EAAB



Fuente: SDHT

Bogotá, D.C., diciembre de 2023

1020001-S-2023-306346

Bogotá, 15 de noviembre de 2023

Doctor

FELIPE EDGARDO JIMÉNEZ ÁNGEL

Secretario Distrital de Planeación

Carrera 30 # 25-90 Pisos 5, 8, 13 / SuperCade Piso 2

servicioalciudadanogel@sdp.gov.co

Bogotá D.C.

Asunto: Respuesta a “Remisión de Información Actuaciones Estratégicas AE para formulación”. Radicado SDP 2-2023-102528 No. Radicación EAAB E-2023-092717 del 14 de septiembre de 2023. Diseños Conceptuales Red Matriz de Acueducto AE Ciudadela Educativa y del Cuidado.

Respetado Doctor Felipe Edgardo Jiménez Ángel:

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB ESP recibió de parte de la Secretaría Distrital de Planeación, mediante oficio con radicado EAAB E-2023-092717 del 14 de septiembre de 2023, información relacionada con los insumos requeridos para los análisis y diseños conceptuales de las redes matrices de acueducto y redes troncales de alcantarillado, necesarios para la formulación de las Actuaciones Estratégicas priorizadas por parte de la Secretaría Distrital de Planeación.

La información referida fue cargada y compartida mediante el siguiente Drive:

<https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1ceNxQD9JiZ8OLmDVIWm5b3m2HrQFSQWY>

Así mismo, se informó por parte de la Secretaría Distrital de Planeación que el orden establecido para la formulación de las Actuaciones Estratégicas priorizadas y así mismo para avanzar en el proceso de las que queden en curso de formulación, es el siguiente:



SC701-1

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

MPFD0801F02-05



1. Distrito Aeroportuario – Engativá
2. Ciudadela Educativa y del Cuidado
3. Zona Industrial de Bogotá ZIBO
4. Calle 72
5. 20 de Julio
6. Borde Usme
7. Chapinero
8. Pieza Reencuentro
9. Porvenir
10. Distrito Aeroportuario – Fontibón
11. Chucua la Vaca

A partir de la información recibida, la EAAB ESP, a través de la Dirección de Red Matriz de Acueducto y la Dirección de Red Troncal de Alcantarillado, procedió a iniciar los ejercicios de análisis relacionados con la capacidad de las infraestructuras de servicios públicos existentes en el área de cada una de las primeras diez (10) Actuaciones Estratégicas mencionadas, con el fin de identificar el comportamiento que tendrían las mismas con las demandas adicionales que generaría cada una de las propuestas urbanísticas, así como identificar los proyectos que se requerirían ejecutar para garantizar la adecuada prestación del servicio.

En el marco de este proceso, el presente documento presenta las principales condiciones a tener en cuenta en relación con el proceso de formulación de la Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado. De manera inicial, se remite la información correspondiente a las infraestructuras de redes matrices de acueducto. Cabe anotar que, el pasado jueves 9 de noviembre de 2023, esta información fue compartida con el Arquitecto Jorge Alberto Valencia, miembro del equipo técnico de la Secretaría Distrital del Hábitat encargado de la formulación de la Actuación Estratégica, mediante comunicación preliminar, en aras de facilitar los insumos para el avance en sus tareas.

En lo relacionado con las infraestructuras de redes troncales de alcantarillado sanitario y drenaje pluvial, en la actualidad el equipo de la Dirección de Red Troncal de Alcantarillado de la EAAB viene finalizando el ejercicio de análisis y diseño conceptual correspondientes. En este sentido, una vez se finalice esta parte del ejercicio, la EAAB ESP dará alcance al presente documento.

1. REDES MATRICES DE ACUEDUCTO.

De acuerdo con la información entregada por la Secretaría Distrital del Hábitat y por parte de la Secretaría Distrital de Planeación, la cual a su vez está contenida en el Drive de Actuaciones Estratégicas creado por parte de la Secretaría Distrital de Planeación, y con base en los lineamientos dados en las diferentes reuniones y comunicaciones relacionadas con las proyecciones de vivienda y otros tipos de usos para la Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado, en el marco del Decreto 555 del 2021 (POT de Bogotá 2021), se elaboró un Informe Técnico y una Presentación con el respectivo análisis de ingeniería a nivel



SC701-1

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

MPFD0801F02-05



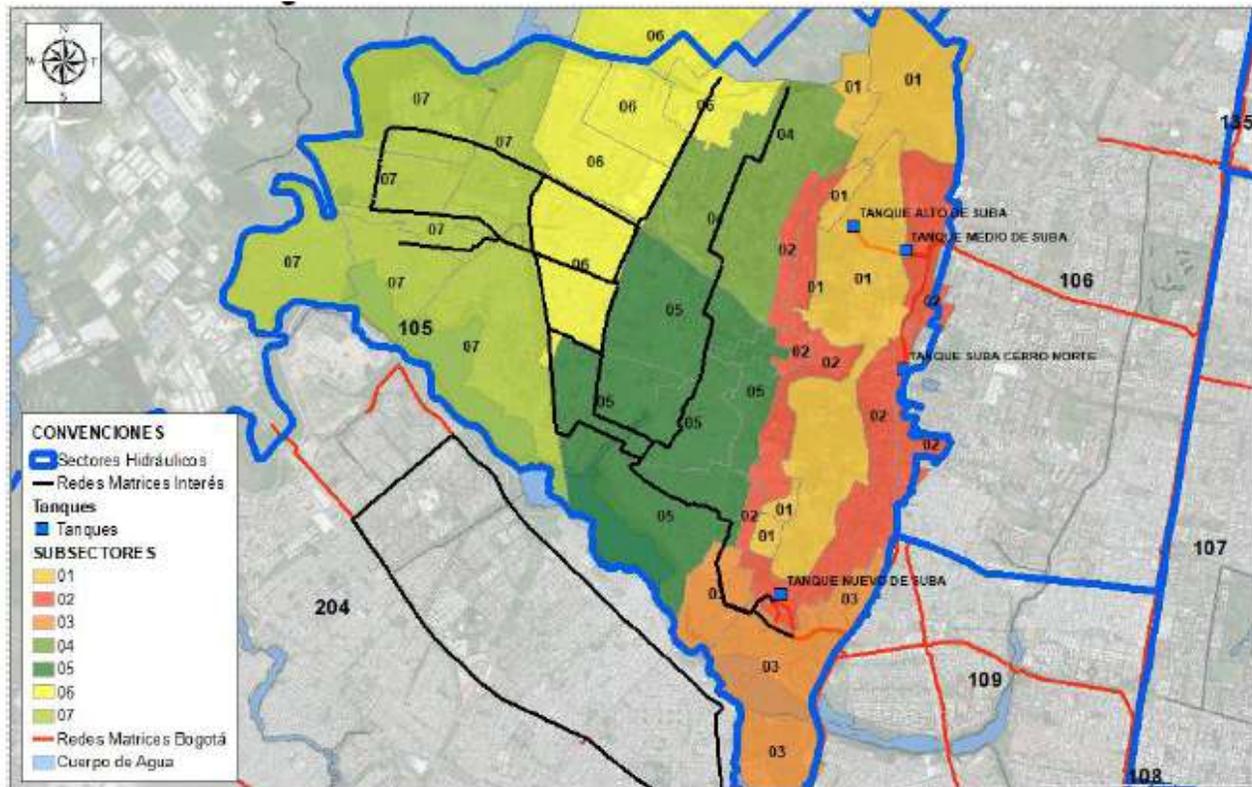
conceptual llevado a cabo por la Dirección Red Matriz de Acueducto de la EAAB ESP, el cual contiene la evaluación de capacidad de infraestructura existente y los refuerzos de Red Matriz de Acueducto requeridos por la entrada en servicio de la demanda de agua prevista por la dicha Actuación Estratégica.

Es de anotar que el ejercicio incluyó un área localizada al sur del Humedal Juan Amarillo, la cual no estaba incluida inicialmente en la delimitación de la Actuación Estratégica llevada a cabo por parte del Decreto Distrital 555 de 2021.

En este sentido, la Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado se encuentra ubicada en áreas de influencia de la Zona Operativa 1 Sector 05 y de la Zona Operativa 2 Sector 04 de la EAAB ESP.

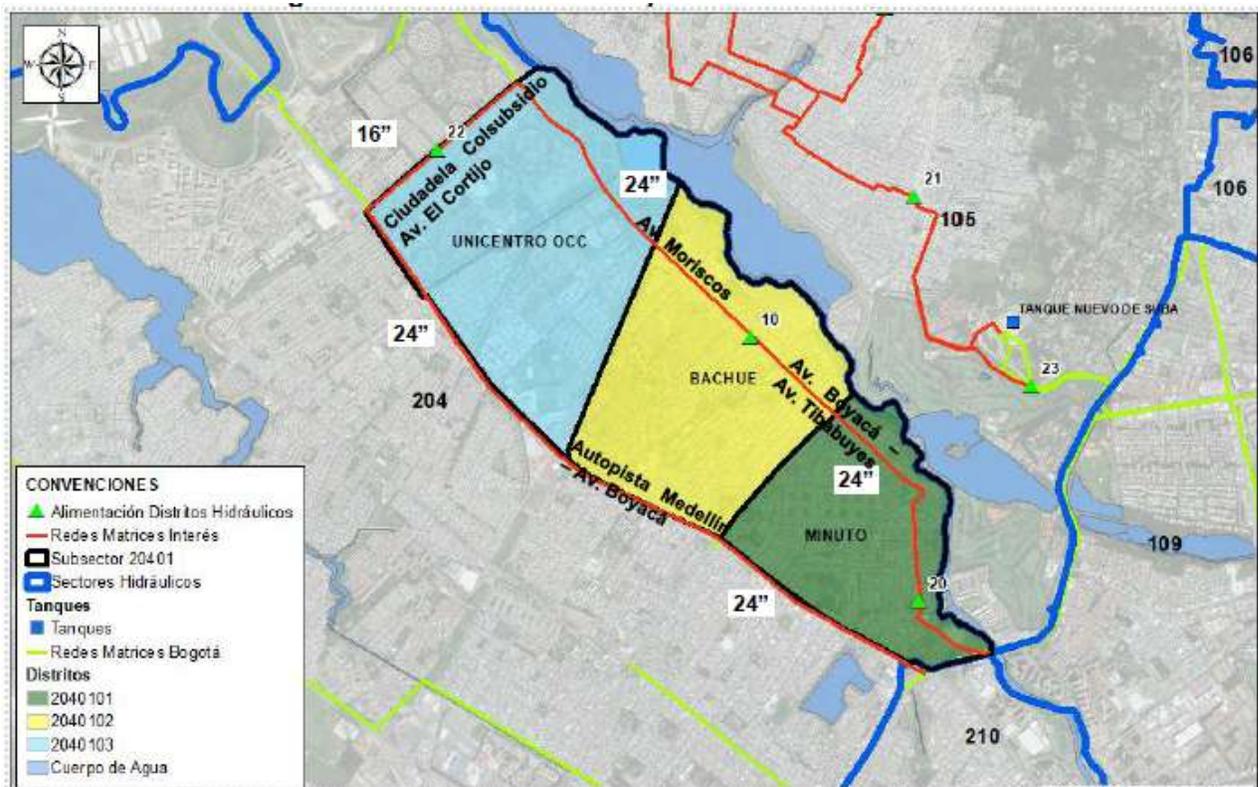
Para el caso del Sector 05 de la Zona 1, éste se alimenta de la línea Tibitoc – Casablanca por medio de una derivación de 24” en la calle 153 con Autopista Norte, que alimenta un cárcamo de bombeo que se localiza al occidente de la Av. Boyacá, a partir del cual, mediante bombeos se alimentan los tanques Medio Suba y Alto Suba.

Ilustración 1. Zona 1 EAAB ESP, Sectores Hidráulico y Líneas matrices. Fuente: DRMA EAAB ESP.



Por su parte, en relación con el Sector 04 de la Zona 2, corresponde específicamente al subsector hidráulico 20401, que a su vez está conformado por los distritos hidráulicos 2040101, 2040102 y 2040103, denominados Minuto, Bachué y Unicentro Occidente; es decir, un área que se localiza al norte del Sector Hidráulico S 04. La alimentación de esta área corresponde a dos líneas matrices de 24", denominadas inicialmente Av. Boyacá-Tibabuyes y aguas abajo denominada Av. Morisco, las cuales se encuentran localizadas al norte del subsector y son una derivación de la línea de 36" denominada Refuerzo No.10 Avenida Boyacá Calle 80, estas líneas alimentan los distritos de Minuto y Bachué. La otra línea de 24" corresponde a la línea Autopista Medellín – Av. Boyacá, la cual es una derivación de la línea de 78" Tibitoc – Casablanca y se encuentra localizada al sur del subsector hidráulico, esta línea alimenta el distrito Unicentro de Occidente.

Ilustración 2. Zona 2 EAAB ESP, Subsector 20401 y Líneas Matrices.



Para llevar a cabo las diferentes modelaciones, la información inicial para los diseños conceptuales fue la suministrada por parte de la Secretaría Distrital de Planeación – SDP. También se utilizaron como valores de entrada la información relacionada con proyecciones de población de acuerdo con el DANE, efectuadas para la ciudad de Bogotá de acuerdo con los resultados del censo del año 2018 e información de macro y micromedición asociada a consumos de agua dentro y en las áreas aferentes a las Actuaciones Estratégicas priorizadas.

Tabla 1. Viviendas proyectadas al interior de la AE Ciudadela Educativa y del Cuidado. Fuente: SDP – SDHT.

Ámbito	VIP	VIS	No VIS	Total
Unidad funcional 1 – ALO Norte	393	1163	8402	9958
Revitalización		8152		8152
Unidad funcional 2 – ALO Engativá		4042		4042
Total - vivienda nueva				14000
Total - vivienda revitalización				8152

Tabla 2. Población proyectada al interior de la AE Ciudadela Educativa y del Cuidado. Fuente: SDP – SDHT.

Ámbito	VIP	VIS	No VIS	Total
Unidad funcional 1 – ALO Norte	1258	3722	26886	31866
Revitalización		26086		26086
Unidad funcional 2 – ALO Engativá		12934		12934
Total, población por viviendas nuevas				44800
Total, población por revitalización				26086

Tabla 3. Áreas por equipamientos AE Ciudadela Educativa y del Cuidado. Fuente: SDP – SDHT.

Ámbito	Equipamientos en m ²						
	1	2	3	4	5	6	7
Unidad funcional 1 – ALO Norte	33500	19813	48600	59735	26000	11000	198.648
Unidad funcional 2 – ALO Engativá		13100	13650				26.750
Total, m ²							225.398
Equipamientos:							
1: Salud / 2. Cuidado / 3. Educación / 4. Universidad / 5. Biblioteca / 6. Justicia / 7. Total							

La proyección de demanda de agua fue calculada con base en la población proyectada y aplicando las dotaciones sugeridas en la norma de la EAAB-ESP, NS-031 V2: Estudios de Población y Demanda de Agua en Sectores Específicos de la Ciudad. Para este análisis conceptual se asumió una dotación bruta de 115 l/hab-día teniendo en cuenta una dotación establecida para el Estrato 3. Por su parte, para el cálculo de la dotación de los usos dotacionales, se utilizaron las dotaciones por equipamientos de manera específica. De esta forma fueron calculadas las dotaciones en l/día, para cada uno de estos desarrollos proyectados en la Actuación Estratégica.

Tabla 4. Demanda de agua proyectada para la AE Ciudadela Educativa y del Cuidado. Fuente: DRMA EAAB ESP.

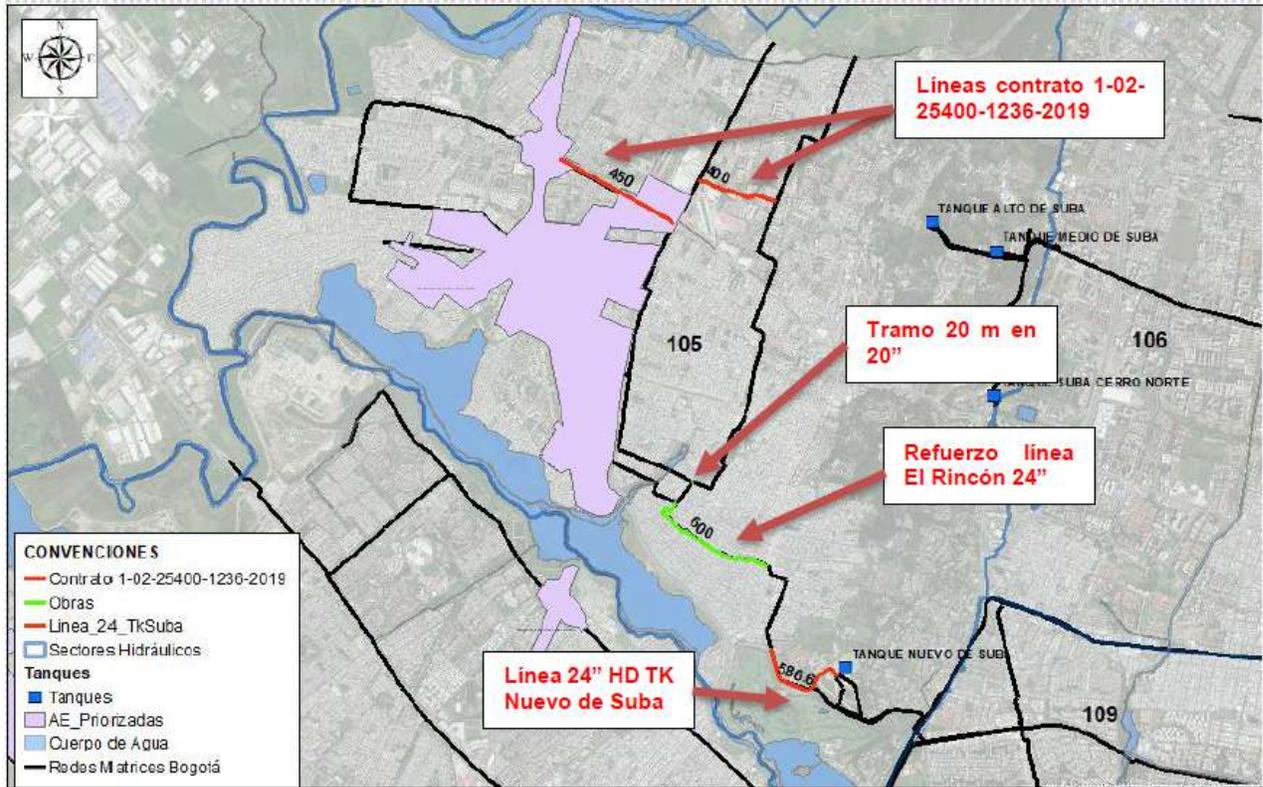
AMBITO	VIVIENDAS (UND)	DEMANDAS (L/S) VIV.	EQUIPAMIENTOS (HA)	DEMANDAS (L/S) EQUIPAMIENTOS.	TOTAL
ALO NORTE	18110	77.14	19.86	19.68	96.81
ALO ENGATIVÁ	4042	17.22	2.68	3.51	20.72
TOTAL					117.54

Las conclusiones obtenidas del análisis son las siguientes:

- De acuerdo con los resultados y análisis expuestos anteriormente, en los cuales se evaluaron tanto las condiciones actuales del sistema de red matriz en su topología y demanda, así como las condiciones futuras en cuanto a requerimientos de caudal para los sectores evaluados y para la AE Ciudadela Educativa y del Cuidado, se concluye que en la Zona norte de Engativá para el sector 204 y más específicamente el subsector 20401 no se requiere la construcción de obras adicionales para el escenario futuro planteado, sin embargo, si se deberá materializar una salida de la red matriz para el caso del área de la AE que se encuentra en el distrito hidráulico 2040103, la cual es posible proyectar en el punto localizado en la Av. Carrera 96 con Av. Calle 90, donde actualmente se encuentra una red menor de 12" PVC.
- Por su parte, para el sector 105 y más precisamente para los subsectores que hacen parte del área de servicio del tanque Nuevo de Suba, se requieren las siguientes obras que permitan mantener e incluso mejorar las condiciones de presión y velocidad que se tienen actualmente en el sistema:
 - Línea de 24" como refuerzo a la línea existente El Rincón de 30", en una longitud aproximada de 1140 metros y por el mismo corredor de la línea existente.
 - Renovación en tubería de 20" en una longitud de 20 metros que se encuentran actualmente en diámetro 16", localizados en la carrera 96A con calle 129C.
 - Construcción de dos (2) redes matrices las cuales corresponden a dos líneas de 16" y 18" en acero que se localizan en el sector 105 como se presenta en la siguiente imagen, y que se tiene contemplada la contratación de la obra en el año 2024, para ser construida en el año 2025.

- Habilitación de la línea de 24" desde el TK Nuevo de Suba hasta su conexión con la tubería de REFUERZO SUBA ZONA BAJA, en una longitud aproximada de 845.52 metros, y que entrará en operación en el año 2024.

Ilustración 3. Obras propuestas sector 105 – Refuerzo Línea El Rincón. Fuente: DRMA EAAB ESP.



- En cuanto al análisis de los costos preliminares, el valor preliminar de los estudios de ingeniería de detalle sería de \$425.077.263. El valor de la interventoría de los estudios sería de \$270.294.903. Por su parte, el valor estimado de las obras de optimización hidráulica sería de \$6.927.981.963. Todo lo anterior arroja un presupuesto total estimado de \$7.623.354.129.

Tabla 5. Estimación preliminar de las obras de optimización hidráulica del área de la AE Ciudadela Educativa y del Cuidado. Fuente: DRMA EAAB ESP

PRESUPUESTO A NIVEL CONCEPTUAL DE LA LÍNEA MATRIZ DE REFUERZO DEL SECTOR HIDRÁULICO S-05 DE LA LOCALIDAD DE SUBA		acueducto AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ		
Item:	OPTIMIZACIÓN HIDRÁULICA CIUDADELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO	GLB	Costo Líneas Matrices	\$ 3.996.065.323
			Costo Cámara de Ventosa (2 unidades)	\$ 113.445.576
			Costo Cámara de Purga (1 unidad)	\$ 93.094.105
			Costo cámara de Salida + Ventosa (2 unidades)	\$ 353.179.807
			SUBTOTAL ANTES DE AIU	\$ 4.555.784.811
			ADMINISTRACIÓN, IMPREVISTOS Y UTILIDAD	37% \$ 1.685.640.380
			COSTO OBRA CIVIL + AIU	\$ 6.241.425.191
			INTERVENTORÍA	IVA Incluido \$ 686.556.771
			COSTO TOTAL PROYECTO	\$ 6.927.981.963

El detalle del análisis llevado a cabo por parte de la DRMA de la EAAB ESP y de las recomendaciones sobre las alternativas de optimización que se consideran más eficiente para resolver las demandas que generaría la Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado, se puede encontrar en el Informe Técnico *ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS CONCEPTUALES DE LAS REDES MATRICES DE ACUEDUCTO REQUERIDOS PARA LAS ÁREAS Y PROYECTOS PRIORIZADOS POR LA ALCALDÍA DE BOGOTÁ Y QUE FORMAN PARTE DE LAS ACTUACIONES ESTRATÉGICAS DEFINIDAS EN EL POT VIGENTE DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ*, el cual se anexa a la presente comunicación.

2. REDES TRONCALES DE ALCANTARILLADO.

Como se anotó previamente, en la actualidad, la Dirección de Red Troncal de Alcantarillado de la EAAB ESP avanza en el proceso de análisis de la capacidad hidráulica de la infraestructura de alcantarillado sanitario y de drenaje pluvial del área de la Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado, modelación y diseño conceptual de alternativas. Una vez se cuente con el resultado de este ejercicio, se remitirá la información correspondiente.

Una vez expuestas las anteriores observaciones relacionadas con los Diseños Conceptuales de las redes matrices de acueducto a tener en cuenta en el proceso de formulación del proyecto Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado, en el marco del POT adoptado mediante el Decreto Distrital 555 de 2021, quedamos atentos a la revisión de la información suministrada y a cualquier solicitud adicional.

Por último, es necesario anotar que, dada la especificidad de los temas técnicos relacionados con la prestación del servicio público de acueducto y alcantarillado en el área de formulación del proyecto y con la planificación de la infraestructura correspondiente, se considera necesario que, durante el proceso de formulación de la propuesta definitiva, se puedan llevar a cabo mesas de trabajo específicas con el promotor del proyecto, con el fin de despejar posibles inquietudes específicas y de forma que la EAAB ESP pueda estar al tanto de la formulación de la iniciativa.

Por lo anterior, se ha dispuesto que la articulación y coordinación al interior de la EAAB-ESP de las diferentes actividades relacionadas con la formulación de las Actuaciones Estratégicas sean realizadas desde la Gerencia Corporativa de Planeamiento y Control, en cabeza de la Dra. María Lucía Flórez Jiménez (mflorezj@acueducto.com.co) y con la participación de la Dra. Luisa Fernanda González Mozo, Directora de Planeación y Control de Inversiones (lgonzalez@acueducto.com.co), y del Arquitecto León Darío Espinosa Restrepo (lespinosar@acueducto.com.co). Así, se propone que todas las convocatorias relacionadas con la participación de la EAAB ESP en el proceso de formulación de las Actuaciones Estratégicas sean canalizadas a través de la Gerencia de Planeamiento y Control, mediante los correos electrónicos mencionados anteriormente, de forma que, dependiendo de la temática a tratar, se pueda llevar a cabo al interior de la Empresa la correspondiente convocatoria de los profesionales competentes. En este sentido, quedamos atentos a cualquier solicitud de información adicional.

Cordialmente,



Firmado por NOEL
VALENCIA LOPEZ
el 15/11/2023 a las
21:09:25 COT

NOEL VALENCIA LÓPEZ.
Gerente General

ANEXO: Informe Técnico ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS CONCEPTUALES DE LAS REDES MATRICES DE ACUEDUCTO REQUERIDOS PARA LAS ÁREAS Y PROYECTOS PRIORIZADOS POR LA ALCALDÍA DE BOGOTÁ Y QUE FORMAN PARTE DE LAS ACTUACIONES ESTRATÉGICAS DEFINIDAS EN EL POT VIGENTE DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ

COPIA: Dr. JAIME ANDRÉS SÁNCHEZ BONILLA. Subdirector de Gestión del Suelo. Secretaría Distrital del Hábitat. Calle 52 # 13-64, Bogotá D.C. jaimе.sanchez@habitatbogota.gov.co

Aprobó: Nicolás Fernando Aparicio Alvarado . Asesor Gerencia General.
María Lucía Flórez Jiménez – Gerente Corporativo Planeamiento y Control
Diego Germán Montero Osorio – Gerente de Sistema Maestro

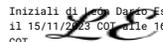
Aprobado por NICHOLAS FERNANDO
APARICIO ALVARADO
el 15/11/2023 a las 20:57:57 COT

Aprobado por MARTA LUCIA FLOREZ
JIMENEZ
el 15/11/2023 a las 19:33:59 COT

Revisó: Mauricio Jiménez Aldana – Director Red Matriz Acueducto

Leído por MAURICIO JIMENEZ
ALDANA
el 15/11/2023 a las 19:31:15 COT

Approved by DIEGO GERMAN
MONTERO OSORIO
on 15/11/2023 at 19:56:58 COT

Proyecto: León Darío E. 
Iniziali di León Darío Espinosa
el 15/11/2023 a las 16:28:15
COT



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

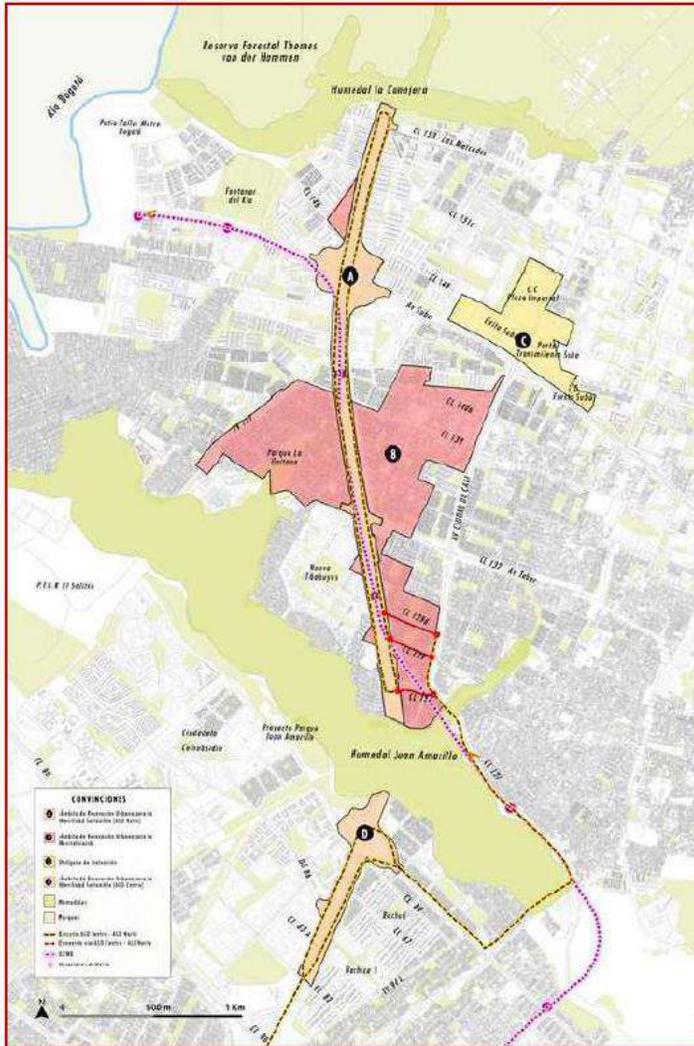


SC701-1

MPFD0801F02-05

ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS CONCEPTUALES DE LAS REDES MATRICES DE ACUEDUCTO REQUERIDOS PARA LAS ÁREAS Y PROYECTOS PRIORIZADOS POR LA ALCALDÍA DE BOGOTÁ Y QUE FORMAN PARTE DE LAS ACTUACIONES ESTRATÉGICAS DEFINIDAS EN EL POT VIGENTE DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ

Contrato de Consultoría No. 2-02-12300-1394-2023



Recopilación y Análisis de Información, Análisis de Alternativas Red Matriz.

Actuación Estratégica: CIUDADELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO

DOCUMENTO No. AQ-149-INF1-V2-CEC

NOVIEMBRE DE 2023



AQUADATOS S.A.S
NIT: 830.062.201-0
aquadatos@aquadatos.com
Av. 19 # 118 - 95 of 209
Tel: (57) (1) 6208805 - 620 8806
Fax: (57) (1) 6208721
Bogotá, Colombia

PROYECTO: Elaboración de los diseños conceptuales de las redes matrices de acueducto, requeridos para las áreas y proyectos priorizados por la Alcaldía de Bogotá y que forman parte de las actuaciones estratégicas definidas en el POT vigente de la ciudad de Bogotá.		
DIRECTOR DE PROYECTO: Germán Ernesto González Leal	CLIENTE: EAAB-ESP	CONTRATO No.: 2-02-12300-1394-2023

TITULO DEL DOCUMENTO:	RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN, ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS RED MATRIZ
CÓDIGO:	AQ-149-INF1-V1

ELABORÓ: Grupo de especialistas y auxiliares del proyecto.	REVISÓ:  Firmado por Germán Ernesto González Leal el 08/11/2023 a las 15:03:10 COT NOMBRE: Germán Ernesto González Leal CARGO: Director de proyecto	APROBÓ:  Firmado por Germán Ernesto González Leal el 08/11/2023 a las 15:03:11 COT NOMBRE: Germán Ernesto González Leal CARGO: Director de proyecto
FECHA: 03/11/2023	FECHA: 03/11/2023	FECHA: 06/11/2023

EAAB - ESP	
REVISÓ:  Firmado por LAURA CAROLINA VEGA PIÑA el 08/11/2023 a las 14:31:39 COT NOMBRE: Laura Carolina Vega Piña CARGO: Profesional de apoyo - División Planeación y Control DRMA	REVISÓ:  Firmado por RITHERT WALTER MAHECHA TORRES el 08/11/2023 a las 14:43:40 COT NOMBRE: Rithert Walter Mahecha Torres CARGO: Profesional Especializado - División Planeación y Control DRMA (supervisor designado EAAB-ESP).
FECHA: 08/11/2023	FECHA: 08/11/2023

EAAB - ESP		
<p>APROBÓ:</p>  <p>Firmado por GINO ALEXANDER GONZALEZ RODRIGUEZ el 08/11/2023 a las 15:28:34 COT</p> <p>NOMBRE: Gino Alexander González Rodríguez CARGO: Jefe de División Planeación y Control - DRMA</p>	<p>APROBÓ:</p>  <p>Firmado por MAURICIO JIMENEZ ALDANA el 08/11/2023 a las 15:53:49 COT</p> <p>NOMBRE: Mauricio Jiménez Aldana CARGO: Director Red Matriz Acueducto</p>	<p>APROBÓ:</p> <p>NOMBRE: María Lucía Flórez Jiménez CARGO: Gerente Corporativa de Planeamiento y Control</p>
<p>FECHA: 08/11/2023</p>	<p>FECHA: 08/11/2023</p>	

CUADRO DE CONTROL

Versión	Descripción Modificación
1	Elaboración del documento, versión inicial.
2	Ajuste de observaciones.
3	
4	

	Versión			
	1	2	3	4
Elaboró:	Grupo de especialistas y auxiliares del proyecto	Grupo de especialistas y auxiliares del proyecto		
Fecha:	25-10-2023	03-11-2023		
Revisó:	Germán González Director proyecto	Germán González Director proyecto		
Fecha:	26-10-2023	03-11-2023		
Aprobó:	Germán González Director proyecto	Germán González Director proyecto		
Fecha:	02-11-2023	06-11-2023		

SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DE AQUADATOS	
VERSIÓN DE LA PLANTILLA	FECHA DE VIGENCIA DE LA PLANTILLA
1	14/05/2021

CONTENIDO

1	ÍNDICE DE TABLAS	7
2	ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
3	INTRODUCCIÓN.....	11
4	ANTECEDENTES DEL PROYECTO	13
4.1	DECRETO 555 DE 2021 – PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL – POT - DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ	13
4.1.1	Objetivos del POT	13
4.1.2	Competencia del POT	13
4.1.3	Marco Legal de la Actuación Estratégica	13
4.2	ACTUACIONES ESTRATÉGICAS.....	13
5	CONSIDERACIONES TÉCNICAS DE LA ACTUACIÓN ESTRATÉGICA CIUDADELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO	16
5.1	MARCO LEGAL DE LA ACTUACIÓN ESTRATÉGICA	16
5.2	UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA ACTUACIÓN ESTRATÉGICA	16
5.3	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	17
5.4	OBJETIVOS DE LA ACTUACIÓN ESTRATÉGICA.....	19
5.5	DIRECTRICES GENERALES DE LA ACTUACIÓN ESTRATÉGICA.....	19
6	DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA Y CAPACIDAD EXISTENTE DE LA RED MATRIZ	25
6.1	INFRAESTRUCTURA RED MATRIZ EXISTENTE Y DEMANDA ACTUAL	25
6.1.1	Funcionamiento general de la zona 1[1] – Sector 105.....	25
6.1.2	Funcionamiento general de la zona 2 [2] – Sector 204.....	32
6.2	CARÁCTERÍSTICAS MODELO HIDRÁULICO.....	35
6.2.1	Topología de la red.....	36
6.2.2	Método de cálculo	38
6.3	OBRAS Y/O DISEÑOS DE RED MATRIZ EN EL SECTOR DE ESTUDIO.....	44
6.4	CRITERIOS HIDRÁULICOS DE ANÁLISIS PARA DIAGNÓSTICO Y DISEÑO	46
6.4.1	Capacidad	46
6.4.2	Presión máxima y mínima	46
6.4.3	Material	47
6.4.4	Velocidad mínima y máxima	47
6.4.5	Diámetro mínimo	47
6.4.6	Resumen criterios de evaluación hidráulica y acción requerida	47
6.5	EVALUACIÓN HIDRÁULICA ESCENARIO BASE	48



6.5.1	Resultados de velocidad y presión.....	49
6.5.2	Conclusiones escenario base	52
7	PROYECCIONES DE POBLACIÓN Y DEMANDA	53
7.1	INFORMACIÓN INICIAL POBLACIÓN Y DEMANDA.....	53
7.1.1	Viviendas y equipamientos proyectadas en la Actuación Estratégica	53
7.1.2	Censo y proyecciones de población según el DANE	54
7.1.3	Estimación de la población actual asociada al área de influencia de la Actuación Estratégica.....	55
7.1.4	Dotaciones otros usos en la Actuación Estratégica	56
7.2	PROYECCIONES DE POBLACIÓN	57
7.2.1	Estimación de la población proyectada en la Actuación Estratégica	57
7.2.2	Estimación de la población por sectores hidráulicos aferentes	58
7.3	PROYECCIÓN DE LA DEMANDA.....	62
7.3.1	Estimación de la demanda proyectada en la Actuación Estratégica	62
7.3.2	Demanda en los sectores hidráulicos	65
7.3.3	Distribución espacial de la demanda.....	66
7.4	MODELACIÓN HIDRÁULICA CON LA DEMANDA PROYECTADA.....	67
7.4.1	Resultados de velocidad y presión.....	68
7.5	PLANTEAMIENTO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	73
7.5.1	Conclusiones	80
8	PRESUPUESTO CONCEPTUAL	82
8.1	CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO DEL PRESUPUESTO	82
8.1.1	Sección de instalación de la tubería.....	82
8.1.2	Cámaras de purga, ventosa y otros accesorios	86
8.2	CÁLCULO DEL PRESUPUESTO	86
8.2.1	Presupuesto estudios de ingeniería de detalle	87
8.2.2	Presupuesto interventoría estudios de ingeniería de detalle	88
8.2.3	Presupuesto de obra e interventoría	89
9	ANEXOS.....	90
9.1	ANEXO 1: MEMORIAS DE CÁLCULO POBLACIÓN Y DEMANDA	90
9.2	ANEXO 2: MEMORIAS DE CÁLCULO HIDRÁULICO - SIMULACIONES	90
9.3	ANEXO 3: MEMORIAS DE CÁLCULO DE COSTOS Y PRESUPUESTO	90
9.4	ANEXO 4: plano planta perfil	90

1 ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1 Actuaciones Estratégicas.....	14
Tabla 5-1 Entidades consultadas recopilación de información.....	18
Tabla 5-2 Información recopilada.....	18
Tabla 5-3 Directrices generales Actuación Estratégica.....	20
Tabla 6-1 Distritos hidráulicos de interés Sector 105.....	31
Tabla 6-2 Distritos hidráulicos de interés Subsector 20401.....	35
Tabla 6-3 Información hidráulica recopilada.....	35
Tabla 6-4 Características red matriz S105.....	37
Tabla 6-5 Características red matriz S105.....	37
Tabla 6-6 Valores coeficientes C_1 , C_2 y C_3 y r_2	40
Tabla 6-7 Coeficientes de pérdidas menores por accesorios comunes.....	40
Tabla 6-8. Estimación de K_m	42
Tabla 6-9. Criterios de diagnóstico y diseño.....	48
Tabla 6-10. Caudal medio y máximo sector 105 y 204.....	48
Tabla 6-116 Tramos con velocidades superiores a 2,5 m/s – hora de máximo consumo.....	50
Tabla 6-12 Nodos críticos escenario actual o base.....	51
Tabla 6-13 Cuadro resumen variables hidráulicas.....	52
Tabla 7-1 Aprovechamientos urbanísticos Actuación Estratégica CEC.....	53
Tabla 7-2 Población proyectada Actuación Estratégica CEC.....	54
Tabla 7-3 Áreas por equipamientos Actuación Estratégica CEC.....	54
Tabla 7-4 Población proyectada por UPZ en Actuación Estratégica CEC.....	55
Tabla 7-5 Proporción caudal residencial y no residencial por Distrito Hidráulico de acuerdo con los datos de micro medición.....	56
Tabla 7-6 Dotaciones equipamientos, otros usos, Actuación Estratégica.....	57
Tabla 7-7 Proyecciones de población por UPZ según DANE, 2018 a 2024.....	58
Tabla 7-8 Población por UPZ proyección año 2038, método aritmético.....	59
Tabla 7-9 Población por UPZ proyección año 2038, método geométrico.....	60
Tabla 7-10 Población por UPZ proyección año 2038, método exponencial.....	61
Tabla 7-11 Población por UPZ proyección año 2039, método ajuste y extrapolación función logarítmica.....	62
Tabla 7-12 Demanda de agua en la Actuación Estratégica CEC – ALO NORTE.....	63
Tabla 7-13. Demanda de agua en la Actuación Estratégica CEC – Revitalización.....	64
Tabla 7-14. Demanda de agua en la Actuación Estratégica CEC – ALO ENGATIVÁ.....	64
Tabla 7-15. Demanda de agua en la Actuación Estratégica CEC.....	64
Tabla 7-16. Resumen caudales residenciales y no residenciales por Distrito Hidráulico escenario futuro 2038 – ALO NORTE.....	65
Tabla 7-17 Demanda actual y futura – Distritos hidráulicos S105.....	66
Tabla 7-18 Demanda actual y futura – Distritos hidráulicos S204.....	67
Tabla 7-19 Caudales medios proyectados.....	67
Tabla 7-20 Caudales medios proyectados S105 y S204.....	68
Tabla 7-21 Nodos con presiones inferiores a 30.0 mca – Escenario futuro.....	69
Tabla 7-22 Nodos críticos escenario futuro.....	72
Tabla 7-23 Nodos críticos escenario base y escenario futuro.....	80
Tabla 8-1 Tipos de relleno, según normas EAAB-ESP.....	84
Tabla 8-2 Ancho mínimo de zanja en función del diámetro de la tubería.....	85

Tabla 8-3 Ancho mínimo de zanja en función de la profundidad de la tubería	85
Tabla 8-4 Presupuesto de estudios de ingeniería de detalle	87
Tabla 8-5 Presupuesto de estudios de ingeniería de detalle	88
Tabla 8-6 Costo obras de optimización hidráulica AE Ciudadela Educativa y del Cuidado ...	89

2 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1 Localización Actuaciones Estratégicas	15
Figura 5-1 Localización Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado.....	17
Figura 5-2 Directrices y proyectos Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado	22
Figura 5-3 Directrices y proyectos Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado	24
Figura 6-1 Sectorización general Zona 1	26
Figura 6-2 Localización redes matrices principales.....	26
Figura 6-3 Localización línea Wiesner-Suba.....	27
Figura 6-4 Localización línea Tibitoc-Casablanca.....	28
Figura 6-5 Subsectores sector 5, Zona 1 EAAB-ESP-ESP	29
Figura 6-6 Subsectores hidráulicos de interés de S105	30
Figura 6-7 Distritos hidráulicos de interés de S105.....	30
Figura 6-8 Líneas matrices zonas de interés – S105	32
Figura 6-9 Sectorización general Zona 2	33
Figura 6-10 Subsector 20401 y líneas matrices de interés.....	34
Figura 6-11 Gradiente hidráulico Tanque Nuevo de Suba	38
Figura 6-12 Patrón de consumo sector 105	43
Figura 6-13 Patrón de consumo sector 204	43
Figura 6-14 Diseños red matriz – Línea 24” TK Nuevo de Suba – Refuerzo Suba Zona Baja	44
Figura 6-15 Localización General Tramo 1	45
Figura 6-16 Localización General Tramo 2	46
Figura 6-17 Velocidades sectores 105 y 204 – hora de máximo consumo Escenario Base ..	49
Figura 6-18 Velocidades sector 105 – hora de máximo consumo Escenario Base	50
Figura 6-19 Presiones sector 105 y 204 – hora de máximo consumo Escenario Base	51
Figura 7-1 Velocidades sectores 105 y 204 – hora de máximo consumo Escenario Proyectado + AE.....	68
Figura 7-2 Presiones sectores 105 y 204 – hora de máximo consumo Escenario Proyectado + AE.....	69
Figura 7-3 Gradiente hidráulico nodo crítico ID 885 – Sector 105.....	71
Figura 7-4 Gradiente hidráulico nodo crítico ID 268 – Sector 204	71
Figura 7-5 Tanque Nuevo de Suba – Comparación escenarios proyectados.....	72
Figura 7-6 Líneas 16” y 18” proyectadas contrato de consultoría 1-02-25400-1236-2019, línea de 24” HD de TK Nuevo Suba a Línea Refuerzo Suba Zona Baja	74
Figura 7-7 Obras propuestas sector 105 – Refuerzo Línea El Rincón.....	75
Figura 7-8 Obras propuestas sector 105 – Refuerzo Línea El Rincón.....	76
Figura 7-9 Puntos actuales de alimentación desde la red matriz y punto propuesto para la AE – S204	77
Figura 7-10 Resultados de velocidad Escenario Obras.....	78
Figura 7-11 Resultados de presión Escenario Obras – hora de máximo consumo	78
Figura 7-12 Nodo crítico ID 885 Sector 105 – Escenario Base y Escenario Obras	79
Figura 7-13 Nodo crítico ID 272 Sector 204 – Escenario Base y Escenario Obras	80
Figura 8-1 Condición de instalación en zanja.....	82
Figura 8-2 Rellenos propuestos para la instalación de la tubería	83



Figura 8-3 Perfil de cimentación en zanja, tuberías semi rígidas 83
Figura 8-4. Dimensiones mínimas para la recuperación del espacio público intervención sobre pavimento flexible 84

3 INTRODUCCIÓN

La dinámica y el crecimiento se generan principalmente por los desarrollos urbanísticos provistos dentro de la ciudad tomando en consideración las demandas de infraestructura en movilidad, servicios públicos, áreas de recreación, comercio e industria que se van generando acorde con el crecimiento económico de la región.

Los desarrollos urbanísticos y de equipamientos que necesita la ciudad generan demandas de servicios públicos, entre estos, el suministro de agua potable a través del sistema de acueducto existente. Adicionalmente, los cambios en el uso del suelo, la ocupación y redensificación de áreas ya consolidadas, hacen que se deba analizar la capacidad del sistema de suministro existente. Los crecimientos urbanísticos y las áreas de desarrollo deben obedecer a un crecimiento ordenado, planeado desde el punto de vista ambiental y sostenible que permita mejorar aspectos de calidad de vida en sus habitantes.

Por lo anterior, la Secretaría Distrital de Planeación – SDP, a través del Plan de Ordenamiento Territorial – POT vigente según el Decreto 555 de 2021 Artículo 480, mediante el mecanismo denominado “Actuaciones Estratégicas – AE”, priorizó el desarrollo de 8 zonas de la ciudad, áreas en las cuales se proyecta un incremento en las unidades habitacionales y desarrollos por concepto de comercio, equipamientos, servicios, etc.

Teniendo en cuenta estas áreas de desarrollo futuro, es obligación de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB-ESP evaluar el escenario actual y futuro de las redes matrices de acueducto en cuanto a disponibilidad del servicio, en un primer momento a nivel conceptual, tomando como área de estudio los diversos sectores, subsectores y/o distritos hidráulicos conexos a las áreas donde existirá la redensificación y/o redefinición del uso del suelo. La evaluación de la capacidad hidráulica permitirá conocer las áreas donde es suficiente la infraestructura del sistema de acueducto instalada o por el contrario identificar las zonas donde es insuficiente y por consiguiente será necesario proyectar obras de optimización tales como refuerzos hidráulicos en las redes matrices o infraestructura adicional de sistemas de bombeo o tanques de almacenamiento, para garantizar el adecuado suministro de agua potable desde el punto de vista de continuidad, cobertura y presiones.

Para cumplir con estos estudios técnicos, la EAAB-ESP ha identificado la necesidad de realizar estudios a nivel conceptual de la infraestructura de la red matriz con los nuevos requerimientos de la demanda y elaborar un diagnóstico del sistema de acueducto, formular las alternativas de solución y definir la mejor opción que se debe diseñar a nivel conceptual, garantizando el suministro de agua de los sectores de estudio.

Teniendo en cuenta los requisitos de contratación para proyectos de consultoría, la EAAB-ESP suscribió el Contrato No. 2-02-12300-1394-2023 a la firma Aquadatos SAS, para la elaboración de los diseños conceptuales de las redes matrices de acueducto, requeridos para

las áreas y proyectos priorizados por la Alcaldía de Bogotá, proyectos que forman parte de las Actuaciones Estratégicas definidas en el Decreto 555 de 2021.

De acuerdo con los Términos de Referencia elaborados por la EAAB-ESP, el contrato de consultoría comprende la elaboración de tres productos que conforman finalmente los diseños conceptuales requeridos para la continuidad del proyecto y que da respuesta a la solicitud de la Secretaría Distrital de Planeación – SDP. Estos productos tienen el siguiente contenido:

- Producto 1: Recopilación y Análisis de la Información Existente
- Producto 2: Análisis de Alternativas de Red Matriz de Acueducto a Nivel Conceptual
- Producto 3: Diseño a Nivel Conceptual de la Alternativa Seleccionada

Este documento dispone del contenido de los dos primeros productos: a) La recopilación y el análisis de la información, b) El análisis de las alternativas para la Red Matriz del sistema de acueducto, que puede suministrar agua a la Actuación Estratégica.

Por lo anterior y teniendo en cuenta el alcance de los Términos de Referencia, en este informe se desarrollan los siguientes numerales:

- Antecedentes del proyecto
- Consideraciones técnicas de la Actuación Estratégica
- Información inicial de la Actuación Estratégica
- Proyecciones de población y demanda
- Criterios y parámetros hidráulicos
- Análisis de la capacidad hidráulica
- Condiciones de operación de la Red Matriz
- Proyectos programados aferentes a la Actuación Estratégica
- Formulación y selección de alternativas

Este documento se presenta teniendo en cuenta el oficio de radicado 1-2023-75255 emitido por la Secretaría Distrital de Planeación – SDP a través de la EAAB-ESP de fecha 10 de octubre de 2023, en el cual se determinan el número de viviendas a desarrollar y de áreas a desarrollar en equipamientos para la Actuación Estratégica.

4 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

4.1 DECRETO 555 DE 2021 – PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL – POT - DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ

4.1.1 Objetivos del POT

Los objetivos del POT se centralizan en mejorar la calidad de vida de los habitantes de Bogotá, creando mecanismos y herramientas de planificación que permitan a futuro mejorar el acceso a las oportunidades y beneficios que se derivan del desarrollo de la ciudad en aspectos de crecimientos urbanísticos y equipamientos asociados a mejorar la calidad de los servicios públicos, el uso racional del suelo, la sostenibilidad ambiental, disminuir los riesgos naturales y la preservación del patrimonio.

4.1.2 Competencia del POT

El Plan de Ordenamiento Territorial – POT – es la herramienta de planificación más importante de la ciudad, define los lineamientos en crecimiento urbanístico en el periodo comprendido entre el año 2022 hasta el año 2035.

La aplicación del POT comprende la zona urbana y rural del Distrito Capital de Bogotá, el nuevo Plan de Ordenamiento tiene como lema: Bogotá Reverdece, en el cual se busca formular las herramientas de planeación con visión sostenible, de equidad y cuidado.

En desarrollo de la formulación y aplicación del POT, se creó el concepto de las Actuaciones Estratégicas, la cual define oportunidades de sostenibilidad y competitividad, de acuerdo con las políticas de desarrollo urbanístico mediante el cual se implementó el Plan de Ordenamiento Territorial.

4.1.3 Marco Legal de la Actuación Estratégica

Basados en las normas jurídicas y en las facultades legales y reglamentarias, la Secretaría Distrital de Planeación, a través de la Subsecretaría de Planeación Territorial y según el artículo 480 del Decreto Distrital 555 de 2021, se establece la Resolución 0074 del 13 de enero de 2023, mediante la cual se crea la Actuación Estratégica de Ciudadela Educativa y del Cuidado.

Bajo esta Resolución se adoptan las Directrices para la definición de lo público para la formulación de la Actuación Estratégica.

4.2 ACTUACIONES ESTRATÉGICAS

Las Actuaciones Estratégicas – AE – corresponden a intervenciones urbanas integrales en diversos lugares de la ciudad en donde puede confluir proyectos o estrategias de intervención,



consolidando un crecimiento integral ordenado que pueda ofrecer a sus habitantes áreas con disponibilidad de servicios en educación, salud, servicios, recreación y movilidad, muy cerca a su domicilio.

Mediante el Decreto 555 de 2021 el cual fórmula el Plan de Ordenamiento Territorial – POT, se proponen 25 áreas para el desarrollo de Actuaciones Estratégicas, planeadas para los próximos 15 años.

Siguiendo las definiciones del POT, las Actuaciones Estratégicas – AE - consolidan el Plan de Ordenamiento de la ciudad mediante la creación de incentivos que permitan consolidar zonas económicas y sectores adecuados para el desarrollo de viviendas dignas, aplicando las condiciones normativas que generen servicios de salud, educación y del cuidado.

De las 25 AE el POT priorizo 12, de las cuales 8 corresponden a estos diseños conceptuales. En la Tabla 4-1 se incluye la lista de las Actuaciones Estratégicas que hacen parte de este Proyecto.

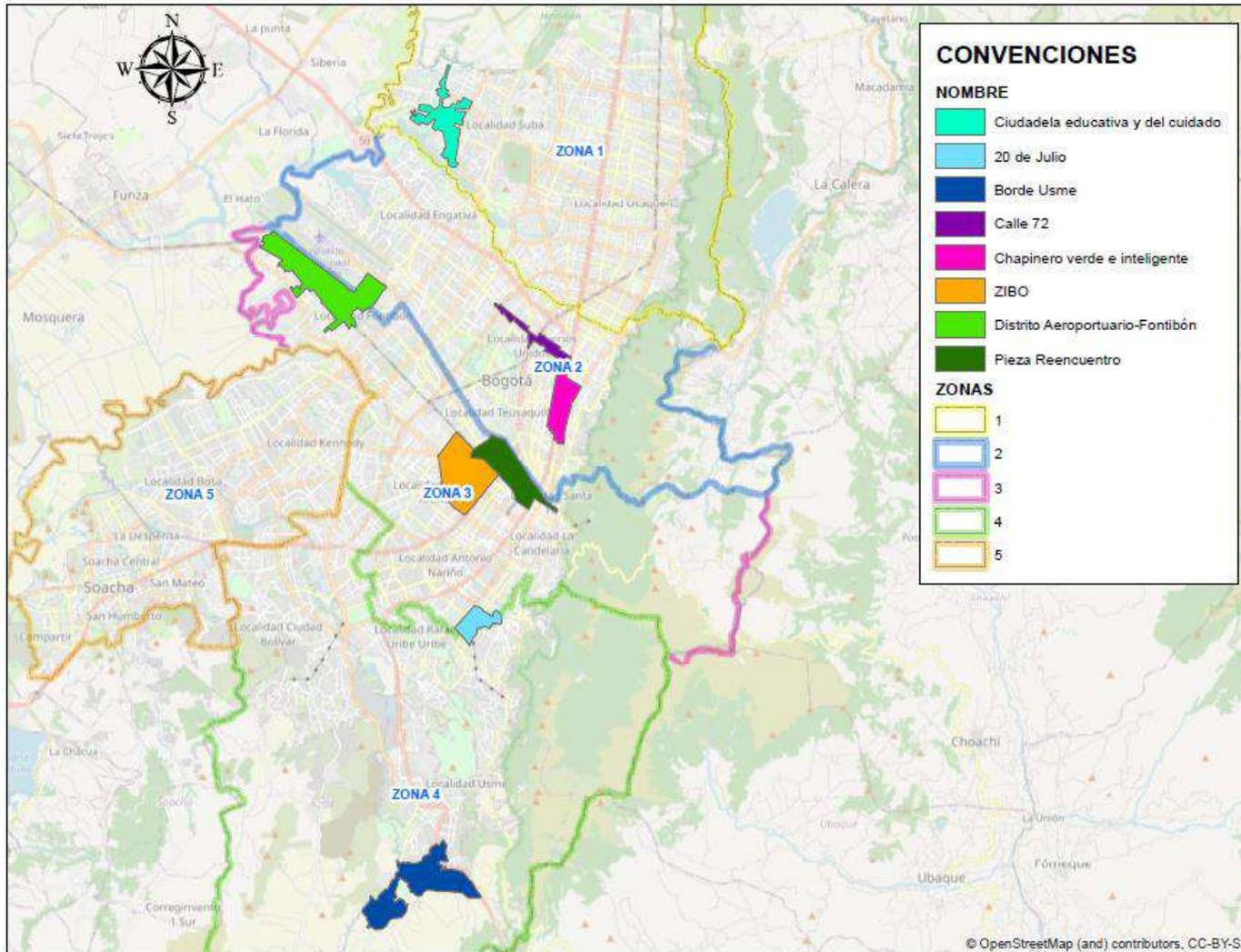
Tabla 4-1 Actuaciones Estratégicas

No.	Actuación Estratégica - AE	Unidad de Planeamiento Local - UPL
1	Ciudadela Educativa y del Cuidado	Suba, Rincón de Suba y Tibabuyes
2	Zona Industrial Bogotá - ZIBO	Puente Aranda
3	Calle 72	Barrios Unidos
4	20 de Julio	San Cristóbal
5	Borde Usme	Usme Entrenubes
6	Chapinero Verde e Inteligente	Chapinero
7	Pieza Reencuentro	Centro Histórico, Teusaquillo y Puente Aranda
8	Distrito Aeroportuario Fontibón	Fontibón

Fuente: EAAB-ESP, año 2023

El orden presentado en la Tabla anterior corresponde a la priorización que ha designado la Secretaría Distrital de Planeación – SDP. En la Figura 4-1 se presenta la localización geográfica de cada uno de los polígonos que conforman las Actuaciones Estratégicas indicadas, que hacen parte de estos estudios conceptuales.

Figura 4-1 Localización Actuaciones Estratégicas



Fuente: Secretaría Distrital de Planeación - SDP, año 2023

5 CONSIDERACIONES TÉCNICAS DE LA ACTUACIÓN ESTRATÉGICA CIUDADELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO

En este capítulo se presenta la localización del polígono que delimita la Actuación Estratégica – AE - Ciudadela Educativa y del Cuidado, se describen los componentes técnicos y el alcance definido por la Secretaría Distrital de Planeación – SDP.

5.1 MARCO LEGAL DE LA ACTUACIÓN ESTRATÉGICA

El Artículo 483 del Decreto Distrital 555 de 2021, el cual reglamenta el POT de la ciudad de Bogotá, define las condiciones para la condición y adopción de las Actuaciones Estratégicas, dentro de las cuales se definen las etapas de: a) Iniciativa, b) Directrices para la definición de lo público. c) Formulación y d) Fase de revisión y concertación.

Con base en la reglamentación del POT, la Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado esta normalizada mediante la Resolución 0074 del 13 de enero de 2023, en ejercicio de las facultades que le confiere la Secretaría Distrital de Planeación.

5.2 UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA ACTUACIÓN ESTRATÉGICA

La Ciudadela Educativa y del Cuidado pertenece a la Localidad de Suba, dentro de las Unidades de Planeamiento Local – UPL -: Tibabuyes, El Rincón de Suba y Suba. El área de la Actuación Estratégica está constituida por los siguientes límites:

- Por el norte: con la Reserva Distrital del Humedal La Conejera.
- Por el sur: con la Reserva Distrital del Humedal Juan Amarillo.
- Por el occidente y por el oriente: lindero de la reserva vial de la Avenida Longitudinal de Occidente – ALO norte.

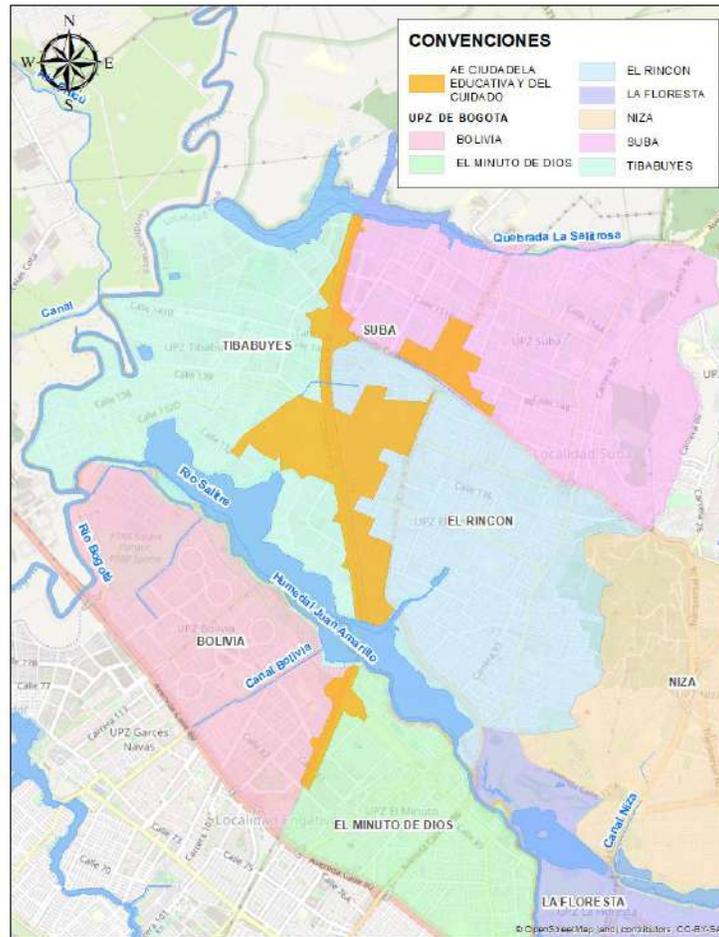
En la Figura 5-1 se presenta la localización de la Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado. Desde el punto de vista del servicio de acueducto, la ubicación de esta Actuación tiene injerencia directa con las siguientes UPZ a las que pertenece el área de servicio hidráulico señalado en el polígono de la Figura 5-1. Las siguientes son las Unidades de Planeamiento Zonal UPZ, que intervienen en la sectorización hidráulica de esta Actuación Estratégica.

- Casa Blanca Suba
- Bolivia
- Tibabuyes
- El Rincón
- Niza



- Suba
- El Minuto de Dios
- La Floresta

Figura 5-1 Localización Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado



Fuente: Aquadatos, año 2023

5.3 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

En la Tabla 5-1 se incluyen las Entidades a las cuales se ha solicitado información de la Actuación Estratégica, las cuales tienen alguna relación con el alcance técnico y el desarrollo de esta consultoría.

Tabla 5-1 Entidades consultadas recopilación de información

Entidad	Temas de consulta
Secretaría Distrital de Planeación – SDP	AE, urbanismo, población, áreas intervenidas, POT ¹ , UPL ²
Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB-ESP	Modelos hidráulicos, zonas de servicio, usuarios y consumos, shapes de diseños de red matriz, precios SAI, información cartográfica, sectorización hidráulica
Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE	Población, densidades de población, proyecciones de población
Curadurías Urbanas de Bogotá	Proyectos urbanísticos viabilizados, proyectos urbanísticos en proceso de aprobación
Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital	Información catastral de las áreas aferentes a las Actuaciones Estratégicas
Secretaría de Habitat - SDH	Actuaciones Estratégicas, socializaciones
Empresa de Renovación y Desarrollo Urbano de Bogotá – RenoBo	Alcance, contenido de las Actuaciones Estratégicas

Fuente: Aquadatos SAS, año 2023

De acuerdo con las investigaciones efectuadas por esta Consultoría, así como la información suministrada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB-ESP, se relaciona a continuación la información que ha sido recopilada para el desarrollo de los diseños conceptuales.

Tabla 5-2 Información recopilada

Entidad	Especialidad, tema	Información recopilada
Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital	Catastro, información predial, lotes	Información catastral de lotes, predios. Archivos tipo shp, manzanas, estratificación
Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE	Población, proyecciones de población	Datos del censo año 2018, proyecciones de población hasta el año 2035 y 2042. Proyecciones de hogares, viviendas por UPZ ³ y Localidad
Secretaría Distrital de Planeación – SDP	Proyecciones de población, directrices de planeación	Proyecciones hasta el año 2035 por UPZ ⁴ , densidades por hectárea, directrices de las AE
Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB-ESP	Hidráulica, información	Modelos hidráulicos, zonas de servicio, usuarios y consumos, shapes de diseños de red matriz,

¹ Plan de Ordenamiento Territorial

² Unidad de Planeamiento Local

³ Unidad de Planeamiento Zonal

⁴ Unidad de Planeamiento Zonal



Entidad	Especialidad, tema	Información recopilada
	técnica precios SAI	precios SAI, información cartográfica, sectorización hidráulica

Fuente: Aquadatos SAS, año 2023

En los siguientes numerales se incluye un resumen acerca de los objetivos y las directrices enfocadas por la Secretaría Distrital de Planeación, las cuales nos ayudarán a determinar las áreas de desarrollo, el uso del suelo y los posibles efectos sobre el sistema de acueducto; en principio, a nivel de la red matriz.

Estas definiciones se realizan de acuerdo con el documento: “Ciudadela Educativa y del Cuidado, Directrices para la Definición de lo Público, emitido por la Secretaría Distrital de Planeación, año 2022.

5.4 OBJETIVOS DE LA ACTUACIÓN ESTRATÉGICA

La Secretaría Distrital de Planeación – SDP, ha definido los objetivos de planeamiento a través de mecanismos o directrices que para el caso de la Ciudadela Educativa y del Cuidado tienen una vocación de articular desde aspectos urbanos y ambientales este sector de la ciudad ubicado en la Localidad de Suba y Engativá, teniendo en cuenta la provisión de espacio público y equipamientos híbridos y multifuncionales para la educación, la cultura y el cuidado; con el objetivo de promover la generación la actividad económica y de empleo.

La ubicación de esta Actuación es clave teniendo en cuenta que en esta área se están generando proyectos de infraestructura relacionados con la movilidad y el desarrollo urbanístico atraído; proyectos como la segunda línea del Metro, la Avenida Longitudinal de Occidente – ALO en el sector norte y el desarrollo de Áreas de Integración Modal – AIM, hacen que detonen procesos de revitalización de barrios ubicados en la Unidad de Planeamiento Local – UPL de Suba, Rincón de Suba y Tibabuyes. Así mismo, es importante actuar sobre la protección de los ecosistemas de los Humedales de Tibabuyes, La Conejera y Juan Amarillo.

En resumen y tomando los criterios y conceptos de la SDP, la vocación de la Actuación Estratégica es la centralidad urbana y ambiental del sector noroccidental de la ciudad de Bogotá, en busca de la consolidación de equipamientos híbridos e innovadores de alcance multiescalar de educación, cultura y cuidado, activando la actividad económica y de trabajo.

Para el cumplimiento de estos objetivos la Secretaría Distrital de Planeación – SDP – ha generado Directrices generales de planeamiento, las cuales se relacionan en el siguiente numeral.

5.5 DIRECTRICES GENERALES DE LA ACTUACIÓN ESTRATÉGICA

Conforme a los lineamientos de la SDP, de forma general se establecen cinco directrices básicas para el ordenamiento del área bajo el concepto de Actuaciones Estratégicas; a saber:

- Reverdecer
- Cuidado
- Movilidad sostenible
- Servicios públicos y ciudad inteligente
- Reactivación económica

La Tabla 5-3, resume el contenido aferente al desarrollo de cada una de estas directrices asociadas a la Ciudadela Educativa y del Cuidado, de las cuales resaltamos los usos para conocer las demandas de agua en cada uno de los polígonos que intervienen en la Actuación Estratégica.

Tabla 5-3 Directrices generales Actuación Estratégica

Directriz	Concreción, formulación
Reverdecer	<ul style="list-style-type: none"> • Integración ambiental y paisajística humedales Juan Amarillo, Tibabuyes y La Conejera. • Mejoramiento de espacio público existente y proyectar un área de espacio público efectiva por cada habitante
Cuidado	<p>Generación y recualificación de áreas para equipamientos híbridos en los siguientes sectores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nodo programático: Educación, cultura, integración social: <ul style="list-style-type: none"> 1 campus universitario 3 colegios completos 1 centro de formación 1 sede del SENA 1 biblioteca zonal 1 museo Muisca 2 aulas culturales • Nodo programático del sector cuidado <ul style="list-style-type: none"> 2 manzanas del Cuidado (2 jardines infantiles, 2 Centros Crecer, 2 Centros Día 1 hospital de 250 camas 4 centros de salud • Nodo programático del sector Gobierno <ul style="list-style-type: none"> 1 sede de la alcaldía local • Nodo programático del sector Seguridad <ul style="list-style-type: none"> 1 comisaria 1 estación de policía 1 estación de bomberos
Movilidad Sostenible	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de infraestructura social y del cuidado integrando la Reserva Vial de la ALO entre la calle 82 y los humedales de Juan Amarillo, Tibabuyes y La Conejera. • Desarrollo de la red de ciclo infraestructura, de tal forma que promueva modos de transporte ambientalmente sostenibles. • Desarrollo del sistema intermodal entre Transmilenio, Metro y SITP, mejorando las condiciones de acceso y conectividad.

Directriz	Concreción, formulación
Servicios Públicos y Ciudad Inteligente	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de estrategias para el mejoramiento de la capacidad de los sistemas de acueducto y alcantarillado, mediante la optimización o ampliación de estos servicios públicos. • Gestión inteligente del territorio, reducción de fuentes de energía convencional; promoción de soluciones de bajos consumos, bajas emisiones y energía eficiente.
Reactivación Económica	<ul style="list-style-type: none"> • Precisión de las Áreas de Integración Multimodal – AIM – y Proyectos de Renovación Urbana para la Movilidad Sostenible – PRUMS, en las estaciones 9 y 10 de la Segunda Línea del Metro. • Definición de alternativas para la ubicación de las unidades de vivienda nuevas y el mejoramiento de las existentes en los sectores noroccidental y occidental de la ciudad. • Generación de nuevas plazas de empleo permanentes asociados al desarrollo de equipamientos y usos complementarios de la Actuación Estratégica.

Fuente: Elaborado por Aquadatos SAS, a partir del documento: Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado Directrices para la Definición de lo Público, Secretaría Distrital de Planeación, diciembre de 2022

La directriz resaltada en color verde es la directamente involucrada con el objetivo de esta consultoría, por lo cual se requiere conocer el grado de desarrollo y de planeamiento de la Actuación Estratégica, especialmente en el ámbito de la directriz del “cuidado”, en la cual se proyectan desarrollos urbanísticos y de equipamientos sobre todo en los nodos programáticos de Educación y Salud, en los cuales se espera una densificación de la población y de los usos del suelo actuales.

La Figura 5-2 ubica espacialmente los proyectos definidos para la Directriz del Cuidado, teniendo en cuenta la formulación de la SDP, acorde con el contenido de la Tabla 5-3.

Figura 5-2 Directrices y proyectos Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado



Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, año 2023

De acuerdo con las Directrices definidas anteriormente, el desarrollo de la Actuación Estratégica se divide en cuatro ámbitos de gestión, así:

Primero → Ámbito de movilidad sostenible, integrando el desarrollo en el sector norte de la ALO, con la segunda línea del Metro.

Segundo → Ámbito de revitalización, articulando la reserva de la ALO norte mediante estrategias de protección a moradores y a las actividades económicas originales.

Tercero → Evaluación del Proyecto de Renovación Urbana para la Movilidad Sostenible – PRUMS, en el área aferente al Patio Portal de Transmilenio de Suba y las áreas contiguas ocupadas por centros comerciales de grandes superficies, tales como Supermercado Éxito, Centro Comercial Plaza Imperial y Fiesta Suba; los cuales constituyen grandes consumidores desde el punto de vista del servicio de acueducto.

Cuarto → Ámbito de evaluación como Proyecto de Renovación Urbana para la Movilidad Sostenible – PRUMS, en el área que comprende el tramo de la ALO Centro entre la calle 82 y el Humedal de Tibabuyes.

De acuerdo con los indicadores de la Secretaría Distrital de Planeación, las Directrices y ámbitos relacionados con desarrollos urbanísticos y de equipamientos principalmente en salud y educación tiene un plazo de ejecución de mediano y largo plazo, es decir hacia la culminación de los años 2029 y 2032, respectivamente.

De otra parte, según los documentos de la SDP, la Directriz asociada a Servicios Públicos y Ciudad Inteligente establece analizar las siguientes condiciones para la definición de proyectos urbanísticos; en este caso relacionados con el sistema de acueducto:

- Sistema de captación de agua para el uso asociado en las edificaciones de la Actuación Estratégica.
- Reforzar la red matriz de acueducto Línea El Rincón a 36”, instalada hoy en 30”, en una longitud aproximada de 1,2 kilómetros.
- Adecuación de las redes locales de acueducto, alcantarillado sanitario y pluvial de acuerdo con las condiciones técnicas definidas por la EAAB-ESP que garanticen la prestación de servicio para la población futura.

Las condiciones 2 y 3 hacen parte del objetivo de estos diseños conceptuales, en el componente de acueducto; como tal corresponden a las definiciones de la Actuación Estratégica legalmente constituida mediante el Decreto 555 del 2021 que legaliza el POT vigente de la ciudad.

La Figura 5-3 sintetiza los proyectos de servicios públicos y de ciudad inteligente, señalados anteriormente, de acuerdo con la información recopilada de la SDP.

Figura 5-3 Directrices y proyectos Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, año 2023



6 DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA Y CAPACIDAD EXISTENTE DE LA RED MATRIZ

En este capítulo se presenta la identificación de la infraestructura existente, alimentación de los sectores hidráulicos involucrados en la Actuación Estratégica, de ahora en adelante denominada (AE), la información y criterios utilizados para efectuar el análisis con base en el modelo hidráulico de Red Matriz, el cual fue revisado y actualizado en el mes de junio del presente año, según lo informado por la Dirección de Red Matriz de la EAAB-ESP, por último, se analizan las condiciones operativas que se podrían llegar a presentar en la actualidad y la condición futura con la incorporación de las AE, de esta manera se podrá establecer las modificaciones necesarias a implementar en el sistema.

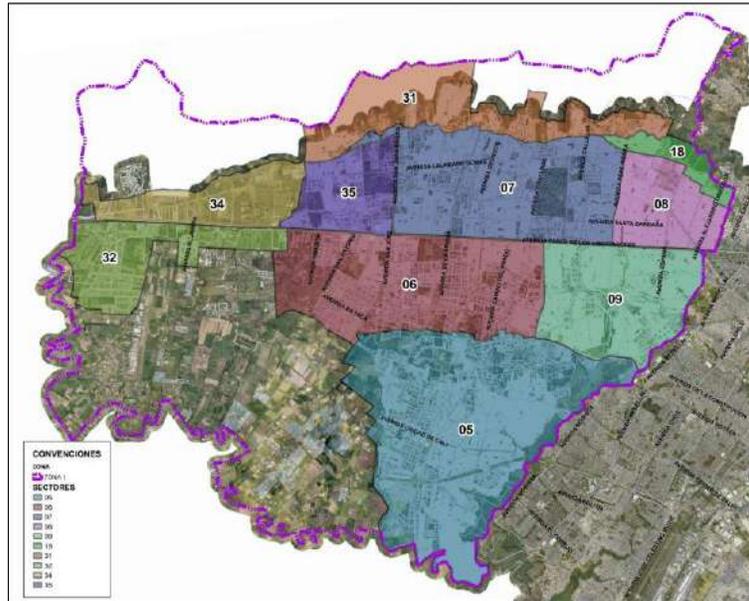
6.1 INFRAESTRUCTURA RED MATRIZ EXISTENTE Y DEMANDA ACTUAL

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, a continuación, se presenta un breve resumen del funcionamiento de la Zona 1, específicamente del sector cinco (05) que se localiza en la Localidad de Suba, así como de la Zona 2 sector 04 de la Localidad de Engativá. Lo anterior teniendo en cuenta que la localización de la Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado.

6.1.1 Funcionamiento general de la zona 1[1] – Sector 105

La Zona 1 es una de las cinco unidades en que se divide el área de servicio del acueducto de Bogotá, ubicada al norte de la ciudad, la cual opera de una forma independiente a las demás zonas de servicio limitando por el sur con las calles 88, 90, 93A, 95A, 125 y 126A en sentido oriente-occidente, por el occidente con la vía al Guavio y parte de los Cerros Orientales, por el oriente con la localidad de Suba carreras 161 y 153A y por el norte con los límites establecidos por el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) o CL 241 aproximadamente. La Zona 1 se encuentra dividida físicamente en diez sectores, tal y como se muestran a continuación, Ver Figura 6-1:

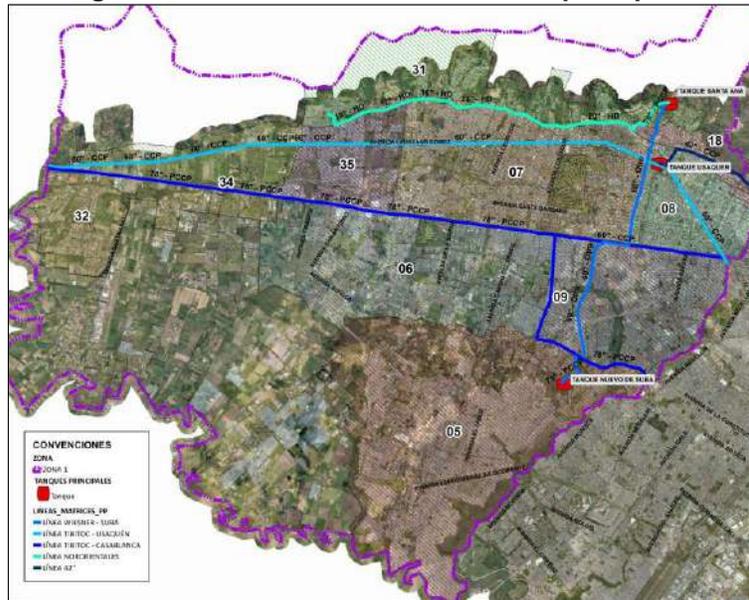
Figura 6-1 Sectorización general Zona 1



Fuente: Aquadatos SAS, extraído del documento P4 Inf.4 v.1 – Tomo I [1]

La Zona 1 hace parte de los Sistemas Tibitoc y del Sistema Chingaza conjuntamente denominados Sistema Básico. Esta zona es alimentada básicamente por las siguientes tuberías matrices. Ver (Figura 6-2):

Figura 6-2 Localización redes matrices principales

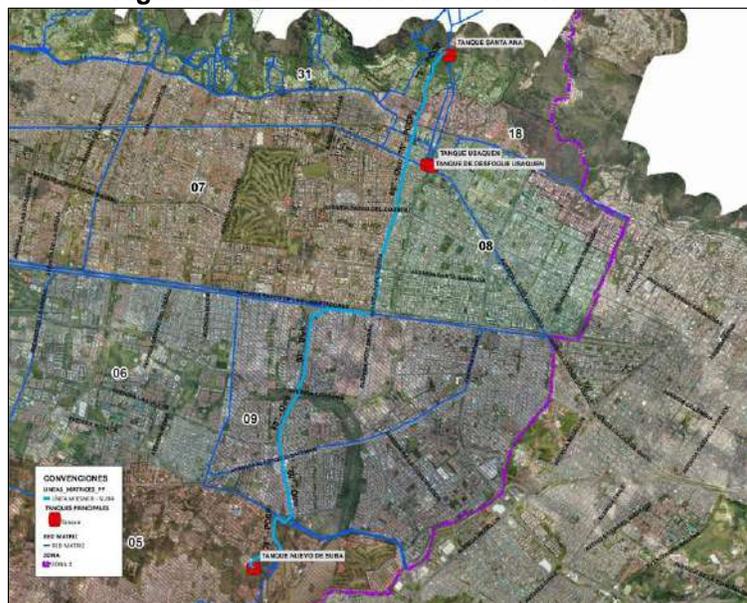


Fuente: Aquadatos SAS, extraído del documento P4 Inf.4 v.1 – Tomo I [1]

6.1.1.1 Línea Wiesner- Suba[1]

Inicia en Sistema Tanque Santa Ana, el cual recibe agua del Sistema Wiesner, a partir de Santa Ana la línea varía su diámetro entre 78 y 60 pulgadas, el tramo en 60 pulgadas se localiza principalmente entre la KR 11 y Avenida Boyacá (AK 72). Esta es una línea expresa que se dirige hasta el tanque Nuevo de Suba de 90.000 m³ de volumen, para alimentar el sector de Suba y la Zona Baja Norte. (Ver Figura 3 4).

Figura 6-3 Localización línea Wiesner-Suba



Fuente: Aquadatos SAS, extraído del documento P4 Inf.4 v.1 – Tomo I [1]

6.1.1.2 Línea Tibitoc – Casablanca[1]

La línea sale de la planta de Tibitoc y va paralela a la Autopista Norte o AK 45. Ingresa al área de servicio de la Zona 1 por la Autopista Norte con un diámetro de 72". Esta tubería matriz se divide en la CL 129 con Autopista Norte (AK 45), uno de sus ramales sigue por la Autopista Norte hasta la CL 92 con diámetro de 60" el cual termina en tapón. En la CL 92 existe una válvula (V24) que permite la conexión con la tubería matriz que alimenta la Zona Baja Sur. El otro ramal que se desprende de la CL 129 lo hace en un diámetro de 72". Este ramal se dirige por toda la CL 129 hasta la Avenida Boyacá (AK 72), tomando esta vía en sentido suroccidente y sale del área de servicio de la Zona 1 en la CL 93 para terminar en el tanque de Casablanca en el barrio Jerusalén. Ver Figura 6-4.

De la Línea Tibitoc - Casablanca se derivan gran cantidad de líneas matrices importantes para la Zona 1 en el proceso de distribución entre las que se cuentan:

- Línea de 16" de la CL 170

- Línea de 16" de la CL 183
- Línea de 24" del oriente de la Autopista Norte, entre CL 190 y CL 129
- Línea de 24" de la CL 153 a los tanques de suba
- Línea de 36" de Suba zona baja
- Línea de 24" de la CL 125A
- Línea de 36" y 30" de la Avenida Boyacá entre CL 125 A y CL 80

Figura 6-4 Localización línea Tibitoc-Casablanca



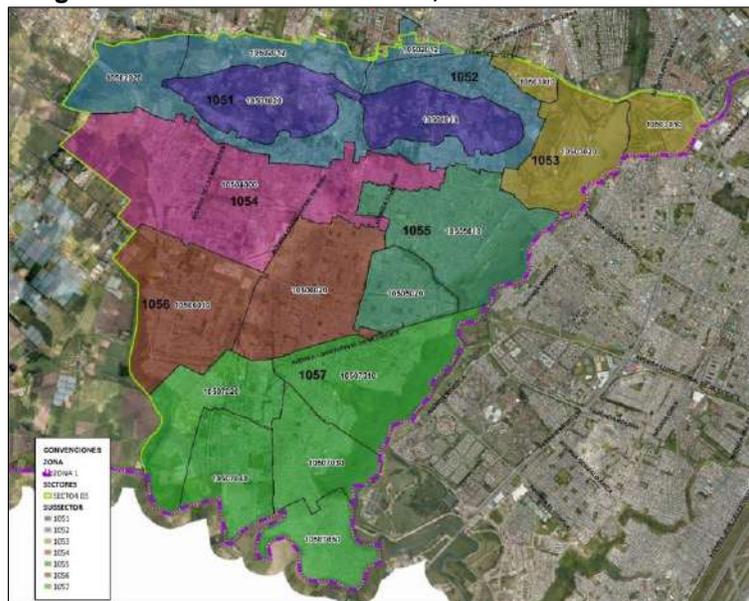
Fuente: Aquadatos SAS, extraído del documento P4 Inf.4 v.1 – Tomo I [1]

6.1.1.3 Sector 05 [1]

El sector 5 se localiza al occidente de la ciudad, más conocido como el sector de Suba, limita por el oriente en sentido sur-norte con la KR 72 entre la CL 93 y CL 129C y sigue por la KR 75 aproximadamente hasta llegar a la CL 170. Por el oriente limita con las áreas de desarrollo urbano de la localidad de Suba, aproximadamente en las intersecciones entre la CL 139 y KR 159B, CL 153A y KR 143B, DG 151 y KR 147, CL 154, KR 136D y CL159 en sentido sur-norte. Pertenece al área de servicio de la Zona Baja Norte por tomar el agua de la Planta F. Wiesner a través del sistema de líneas expresas, mediante la línea Wiesner-Suba que inicia aguas arriba del tanque de Santa Ana y de la planta de Tibitoc de la línea de 78", Tibitoc-Casablanca en condiciones normales.

Es el área más grande a nivel de sector de la Zona 1 con 2791 hectáreas y es también la zona con más número de usuarios y mayor kilometraje en redes de acueducto. Este sector se encuentra dividido en 7 subsectores.

Figura 6-5 Subsectores sector 5, Zona 1 EAAB-ESP-ESP



Fuente: Aquadatos SAS, extraído del documento P4 Inf.4 v.1 – Tomo I [1]

- Alimentación sector 05

Como se mencionó en el numeral 6.1.1.3, por un lado, el sector 5 se alimenta de la línea Tibitoc – Casablanca por medio de una derivación de 24” en la calle 153 con Autopista Norte, que alimenta un cárcamo de bombeo que se localiza al occidente de la Av. Boyacá, a partir del cual, mediante bombeos se alimentan los tanques Medio Suba y Alto Suba.

El tanque nuevo Suba se alimenta de la línea Wiesner – Suba (el diámetro de la tubería varía entre 1.5 m y 2.2 m), dando servicio a los subsectores 3, 4, 5, 6 y 7; estos sectores también pueden tener servicio con la derivación (24”) de la línea Tibitoc – Casablanca en la AK 72 con CL 125. En la Figura 6-6 se localizan los tres tanques de Suba que alimentan el Sector 105. Para este caso en particular y dada la localización de la AE Ciudadela Educativa y del Cuidado, la zona de interés para el proyecto corresponde a la zona o área de servicio del Tanque Nuevo de Suba (90.000 m³), la cual está compuesta por los subsectores hidráulicos 03, 04, 05, 06 y 07.

En la Figura 6-7 se pueden observar los 23 distritos hidráulicos que forman parte del área de interés del presente proyecto, así mismo, se presenta en la misma figura, los nodos de alimentación o salida desde la red matriz a cada uno de los distritos. Estos nodos identificados en la imagen corresponden a las entradas materializadas a los distintos distritos y por ende se constituyen como los nodos con demandas asignadas para la modelación hidráulica.

Figura 6-6 Subsectores hidráulicos de interés de S105

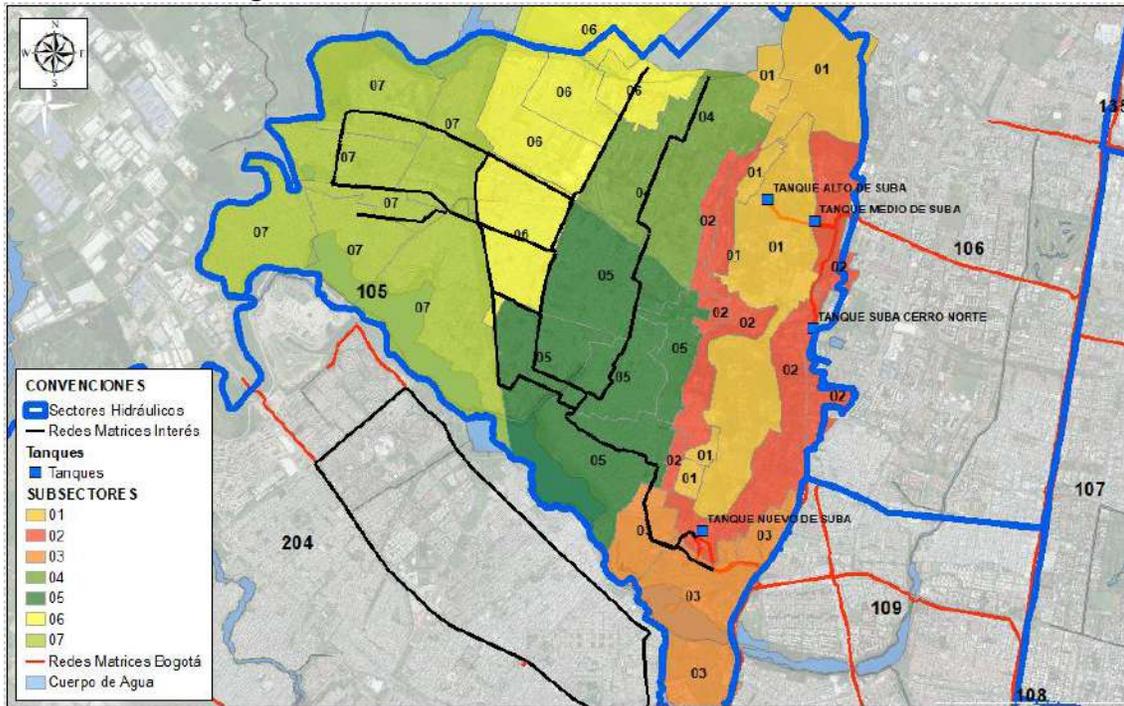
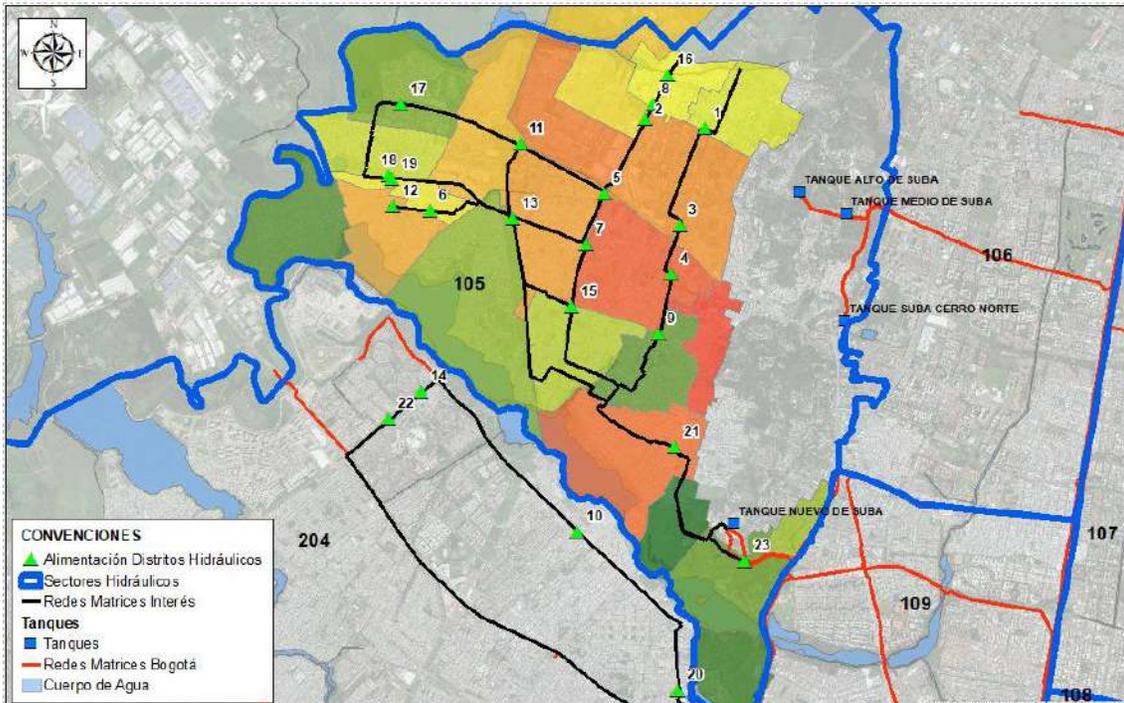


Figura 6-7 Distritos hidráulicos de interés de S105



Fuente: EAAB-ESP, Aquadatos SAS

La siguiente tabla presenta la relación de los distritos hidráulicos que forman parte del área de servicio del tanque Nuevo de Suba y por ende que son parte del análisis del presente proyecto. Así mismo, se presenta el nodo correspondiente a cada distrito hidráulico y su demanda base (año 2023) asignada de acuerdo con el modelo hidráulico recibido por parte de la EAAB-ESP.

Tabla 6-1 Distritos hidráulicos de interés Sector 105

ZONA	SECTOR_ID	SUBSECTOR	NÚMERO DISTRITO	CÓDIGO SECTOR	NOMBRE	NODO	DEMANDA BASE (l/s)
1	5	6	20	1050620	COSTA AZUL	7	67.33
1	5	5	30	1050530	LAGOS DE SUBA	15	45.38
1	5	4	20	1050420	PINAR	3	74.72
1	5	3	30	1050330	PLEYADES	23	19.16
1	5	3	10	1050310	LINDARAJA		
1	5	3	21	1050321	TANQUE NUEVO DE SUBA		
1	5	3	22	1050322	ANGEL		
1	5	7	50	1050750	BERLIN	19	46.8
1	5	5	22	1050522	CHORIZO PODRIDO	21	47.35
1	5	5	21	1050521	CHEQUERA		
1	5	5	12	1050512	D1	9	69.24
1	5	7	10	1050710	EL PESCADO	13	79.93
1	5	7	32	1050732	SAN PEDRO	12	39.46
1	5	7	42	1050742	CAFAM	18	41.11
1	5	7	41	1050741	CAMINOS DE LA ESPERANZA	17	32.59
1	5	7	20	1050720	CADE SUBA	11	68.39
1	5	7	31	1050731	EL COLEGIO	6	15.6
1	5	6	13	1050613	LAS MERCEDEZ	2	11.74
1	5	6	12	1050612	HOSPITAL SUBA	8	10.48
1	5	6	14	1050614	EXITO SUBA	5	58.83
1	5	5	11	1050511	POTRERO	4	62.48
1	5	6	11	1050611	CHORRILLOS	16	113.73
1	5	4	10	1050410	SALITRE	1	39.07

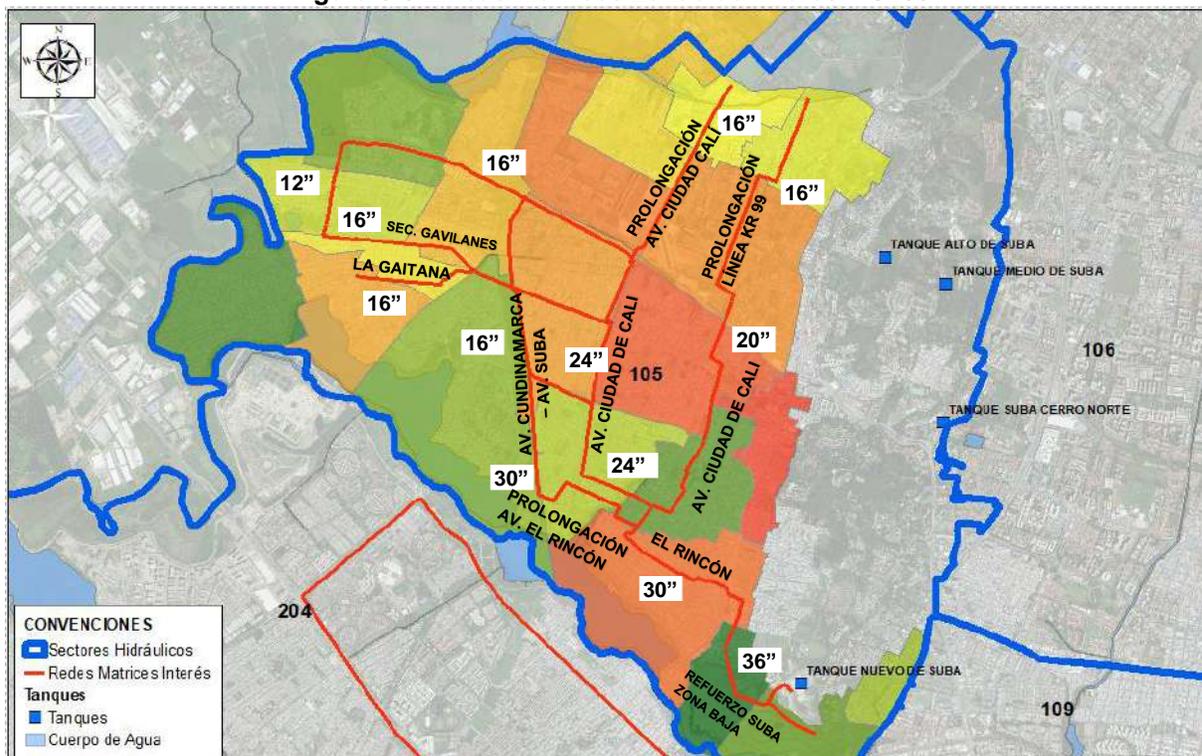
Fuente: EAAB-ESP, Aquadatos SAS

Dicho lo anterior, el sector evaluado presenta un caudal medio de 943.38 l/s y un caudal a la hora de máximo consumo de 1348.1 l/s de acuerdo con el patrón de consumo asignado.

La siguiente figura presenta las redes matrices que componen el área de servicio del tanque Nuevo de Suba (Subsectores 10503, 10504, 10505, 10506 y 10507). En la imagen siguiente se pueden observar que las redes matrices de esta zona tienen diámetros que varían entre 36" y 12".

Algunas de las líneas matrices del sector corresponden a la Línea Refuerzo Zona Baja (36"), la cual corresponde a la línea principal de alimentación a los subsectores mencionados y que proviene directamente del tanque Nuevo de Suba. Aguas abajo de esta línea se encuentra la Línea El Rincón (30"), la cual posteriormente continua en dos líneas de 30", siendo una de estas la Línea Prolongación Av. El Rincón (30") y la otra línea que conserva el nombre original de El Rincón, también en 30". Entre otras líneas se encuentran las líneas Av. Ciudad de Cali de 24" y 20". Líneas matrices como La Gaitana (16") y Sector Gavilanes (16") también forman parte de la alimentación de los subsectores descritos.

Figura 6-8 Líneas matrices zonas de interés – S105

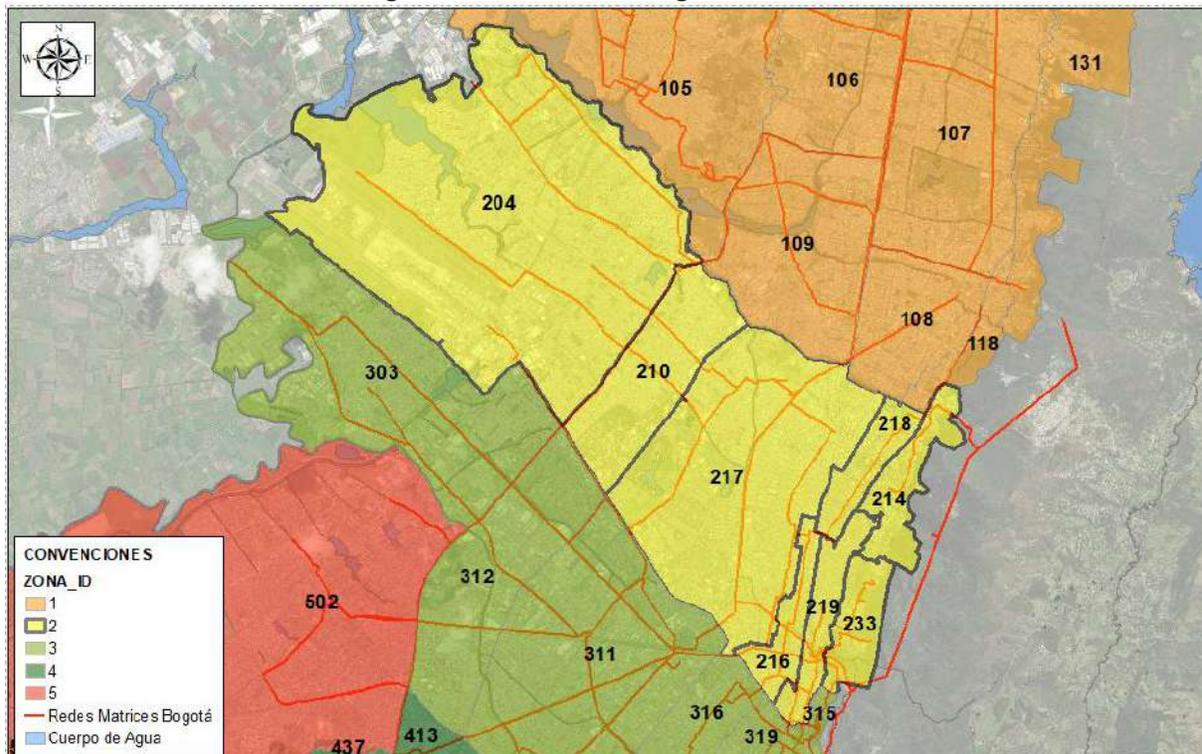


Fuente: EAAB-ESP, Aquadatos SAS

6.1.2 Funcionamiento general de la zona 2 [2] – Sector 204

La Zona 2 se ubica entre el norte y centro de la ciudad, la intersección entre el límite de servicio de la Zona 3 y la Diagonal 33 hasta la Carrera 4A; continúa hacia el sur por la Carrera 4A hasta la Calle 26; hacia el occidente por la Calle 26 (Av. El Dorado-Av. Jorge Eliécer Gaitán) hasta la AK 86 (Avenida Ciudad de Cali); hacia el sur por la AK 86 hasta la AC 24 (Avenida Luis Carlos Galán); hacia el occidente por la AC 24 hasta el Río Bogotá; hacia el norte por el Río Bogotá hasta la Avenida Calle 90 (Avenida Morisco); hacia el oriente por la AC 90 hasta la AK7 (Avenida Alberto Lleras Camargo); hacia el norte por la AK 7 hasta la Calle 96 (aprox.); hacia el oriente por la Calle 96 hasta el límite de servicio con zona 1; y, hacia el sur por el límite de servicio con zona 3 hacia hasta la Diagonal 33. La Zona 2 se encuentra dividida físicamente en ocho sectores hidráulicos, tal y como se muestran a continuación, Ver Figura 6-9 Sectorización general Zona 2.

Figura 6-9 Sectorización general Zona 2



Fuente: EAAB-ESP, Aquadatos SAS

6.1.2.1 Sector 04 [2]

Se localiza iniciando en la intersección entre la AK 72 (Avenida Boyacá) y la AC 26 (Avenida El Dorado-Avenida Jorge Eliécer Gaitán); continúa hacia el occidente por la AC 26 hasta la AK 85 (Avenida Ciudad de Cali); hacia el sur por la AK 85 hasta la AC 39 (Avenida Luis Carlos Galán-Avenida de la Esperanza); hacia el occidente por la AC 39 hasta el Río Bogotá; bordea el Río Bogotá hacia el norte hasta la AC 90 (Avenida Morisco); hacia el oriente por la AC 90 hasta la AK 72; y, hacia el sur por la AK 72 con la AC 26. Pertenece a la Zona de servicio de la Zona Baja Norte y se abastece de la línea de Ø 78" - 72" Tibitoc - Casablanca.

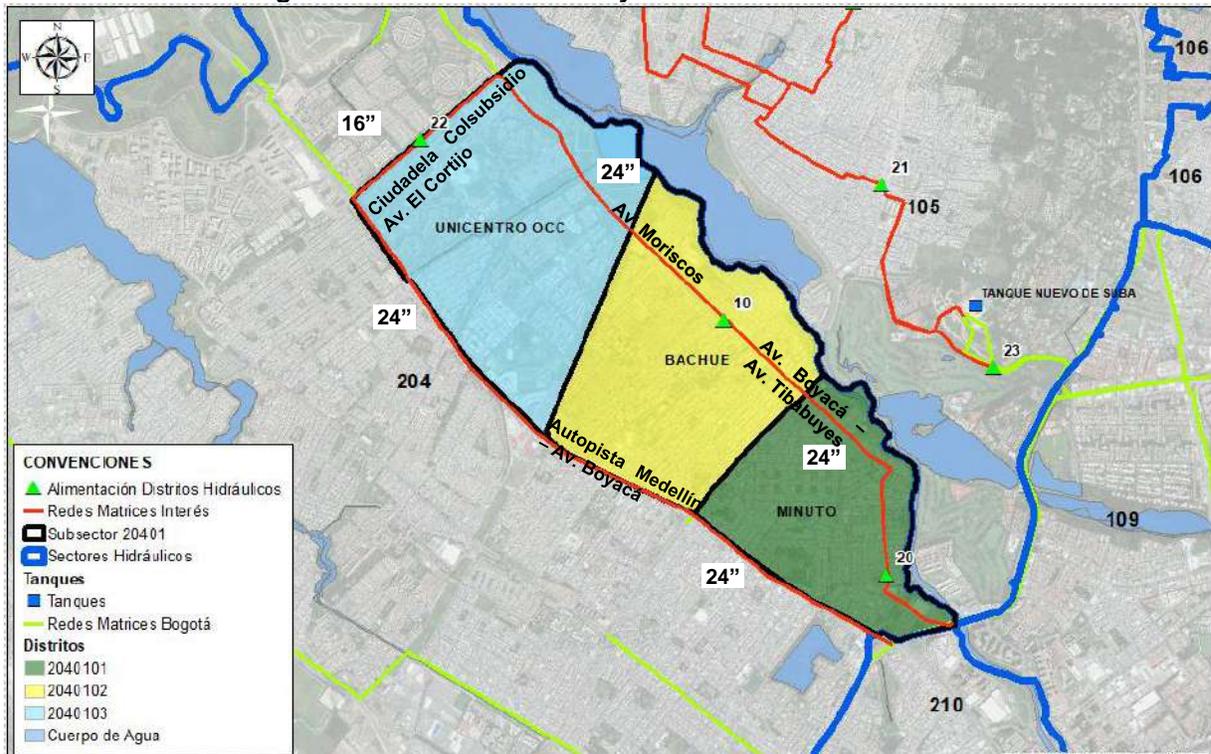
De acuerdo con la localización de la AE Ciudadela Educativa y del Cuidado, la zona de interés perteneciente al sector 04, corresponde específicamente al subsector hidráulico 20401, que a su vez está conformado por los distritos hidráulicos 2040101, 2040102 y 2040103, denominados Minuto, Bachué y Unicentro Occidente; es decir, un área que se localiza al norte del Sector Hidráulico S 04.

- Alimentación sector 04

Dicho lo anterior, la alimentación al subsector hidráulico 20401 corresponde a dos líneas matrices de 24", denominadas inicialmente Av. Boyacá-Tibabuyes y aguas abajo denominada Av. Morisco, las cuales se encuentran localizadas al norte del subsector y son una derivación de la línea de 36" denominada Refuerzo No.10 Avenida Boyacá Calle 80, estas líneas alimentan los distritos de Minuto y Bachué. La otra línea de 24" corresponde a la línea Autopista Medellín – Av. Boyacá, la cual es una derivación de la línea de 78" Tibitoc – Casablanca y se encuentra localizada al sur del subsector hidráulico, esta línea alimenta el distrito Unicentro de Occidente.

La siguiente figura presenta la localización del subsector hidráulico y de los tres distritos que hacen parte del área de análisis para el presente proyecto. Así mismo, se presenta la localización de los tres nodos que alimentan los distritos hidráulicos identificados.

Figura 6-10 Subsector 20401 y líneas matrices de interés



Fuente: EAAB-ESP, Aquadatos SAS

La siguiente tabla presenta la relación de los distritos hidráulicos que forman parte del área de interés. Así mismo, se presenta el nodo correspondiente a cada distrito hidráulico y su demanda base (año 2023) asignada de acuerdo con el modelo hidráulico recibido por parte de la EAAB-ESP.

Tabla 6-2 Distritos hidráulicos de interés Subsector 20401

ZONA	SECTOR_ID	SUBSECTOR	NÚMERO DISTRITO	CÓDIGO SECTOR	NOMBRE	NODO	DEMANDA BASE (l/s)
2	4	1	1	2040101	MINUTO	20	58.3
2	4	1	2	2040102	BACHUE	10	196.2
2	4	1	3	2040103	UNICENTRO OCC	22	61.2

Fuente: EAAB-ESP, Aquadatos SAS

Dicho lo anterior, el caudal medio actual de los tres distritos de interés corresponde a 315.7 l/s. Es importante mencionar que dada la ubicación del distrito hidráulico 2040800, localizado en la cola de servicio de la línea de 24" Av. Moriscos, esta demanda (149.8 l/s) también es considerada dentro de los análisis respectivos, sin embargo, y dado que la unidad de proyección de población es el Distrito Hidráulico, esta demanda del distrito 2040800 no se proyectó al escenario futuro año 2038. Dicho lo anterior, la demanda actual total evaluada para el escenario base corresponde a 465.5 l/s para el sector 204.

6.2 CARACTERÍSTICAS MODELO HIDRÁULICO

Dando alcance a los Términos de Referencia, en este numeral se desarrollan las consideraciones tenidas en cuenta para la incorporación de la Actuación Estratégica al modelo hidráulico de Red Matriz. Así las cosas, a continuación, se presenta la información recopilada, los parámetros de modelación hidráulica y la topología de la red. Adicionalmente, se presenta la estimación de la curva de consumo y los resultados.

En este sentido, a continuación, se resume la información base que permite revisar y/o actualizar el modelo hidráulico suministrado, para su posterior incorporación de la actuación estratégica.

Tabla 6-3 Información hidráulica recopilada

DOCUMENTO	FORMATO DOCUMENTO	FECHA DE EXPEDICIÓN	ENTIDAD QUE EMITE
Modelo hidráulico: *MH_AE_Priorizadas_v1[3]	Magnético	27/09/2023	DRMA EAAB-ESP-ESP
Información base Archivo tipo shp de los diseños de Red Matriz. Actualización del modelo teniendo en cuenta: <ul style="list-style-type: none"> Información de la tubería de 24" HD del TK Nuevo Suba a la tubería de REFUERZO SUBA ZONA BAJA de 36". Válvula sobre la tubería REFUERZO N° 10 AVENIDA BOYACA CALLE 80 -124 de 36" Diámetros de las tuberías denominadas REFUERZO GAVILANES. Incorporación en el modelo condición futura información referente a estudios y diseños tal como :	Magnético	Septiembre/ Octubre 2023	DRMA EAAB-ESP-ESP

DOCUMENTO	FORMATO DOCUMENTO	FECHA DE EXPEDICIÓN	ENTIDAD QUE EMITE
<ul style="list-style-type: none">Consultoría 1-02-25400-1236-2019: "ESTUDIOS Y DISEÑOS DETALLADOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LAS LÍNEAS MATRICES AVENIDA CENTENARIO, AV. CENTENARIO – ALSACIA Y REFUERZO AVENIDA CUNDINAMARCA – AVENIDA SUBA – FRENTE 3 SUBA TRAMO 1 Y AV. SUBA FRENTE 4 LÍNEA SUBA TRAMO 2".			

Fuente: Elaboración Propia.

El modelo hidráulico base suministrado por la Empresa, fue construido en el software libre EPANET⁵, software desarrollado por la EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos), que realiza simulaciones del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de tuberías a presión.

6.2.1 Topología de la red

Para la actualización topológica se consideró el modelo hidráulico *MH_AE_Priorizadas_v1*[3] y toda la información suministrada por la DRMA de la EAAB-ESP-ESP. Conforme a lo anterior, el modelo fue revisado y actualizado topológicamente, incluyendo la información referente a:

- Tubería de 24" HD del TK Nuevo Suba a la tubería de REFUERZO SUBA ZONA BAJA de diámetro 36". Esta línea no fue incluida en el escenario base puesto que la misma no está en funcionamiento actualmente, sin embargo, y como se explica más adelante la misma es considerada para el escenario de alternativas.
- Mantener válvula cerrada sobre la tubería REFUERZO N° 10 AVENIDA BOYACÁ CALLE 80 -124 de diámetro 36".
- Ajuste de los diámetros a 12" de las tuberías denominadas REFUERZO GAVILANES.
- Actualización topográfica de los nodos ID 882 y ID 371, de acuerdo con la información de topografía suministrada por la DRMA de la EAAB-ESP.

Para el escenario actual no se incorpora la información de redes que actualmente se encuentran en etapa de estudios y diseños. Para esta verificación no se realizó ninguna actualización adicional al modelo hidráulico.

De acuerdo con el modelo hidráulico recibido, las redes matrices del sector 105 presentan las siguientes características:

⁵ Para más información del software favor referirse al sitio <https://epanet.es/>

Tabla 6-4 Características red matriz S105

Diámetro (mm)	Longitud (m)	Porcentaje
900	1760.05	8%
750	3377.69	15%
600	2474.13	11%
500	2222.89	10%
400	9923.37	44%
300	2717.18	12%
Total (m)	22475.31	

Fuente: EAAB-ESP, Aquadatos SAS

Para el sector 204 y más específicamente para el subsector 20401, las redes matrices presentan las siguientes características:

Tabla 6-5 Características red matriz S105

Diámetro (mm)	Longitud (m)	Porcentaje
600	9685.43	88.82%
400	1206.89	11.07%
300	12.78	0.12%
Total (m)	10905.1	

Fuente: EAAB-ESP, Aquadatos SAS

6.2.1.1 Elevaciones

El modelo original contiene las elevaciones del terreno. La asignación de elevaciones se considera adecuada, salvo para los nodos con ID 882 y 371, para los cuales a partir de las curvas de topografía recibidas por parte de la DRMA de la EAAB-ESP se actualizan sus cotas topográficas a 2550.07 msnm y 2547.37 msnm respectivamente.

6.2.1.2 Tanque de almacenamiento

El modelo cuenta con información de tanques de almacenamiento, características físicas, curvas, entre otros. Teniendo en cuenta que la última actualización del modelo se realizó en el mes de junio del presente año, se conserva la información registrada.

El sector 105, específicamente los subsectores 03, 04, 05, 06 y 07, es alimentado directamente desde el Tanque Nuevo de Suba, el cual y de acuerdo con la información reportada en el modelo hidráulico recibido por parte de la EAAB-ESP, tiene una capacidad de almacenamiento de volumen útil de 40.825,39 m³ por módulo. La siguiente figura presenta el comportamiento actual del tanque de almacenamiento en el escenario base, mediante la variación del gradiente hidráulico en 48 horas de análisis.

Figura 6-11 Gradiente hidráulico Tanque Nuevo de Suba



Fuente: EAAB-ESP, año 2023

La cota base del tanque de acuerdo con el modelo hidráulico corresponde a 2610,0 msnm, la cota inicial corresponde a 2613,8 msnm y la cota máxima a 2617,60 msnm. Lo anterior indica que el nivel del tanque nunca disminuye por debajo de la cota inicial y su variación durante el día se da entre la cota inicial y la cota máxima de acuerdo con el tránsito de la curva de consumo. Dicho lo anterior y para este escenario, el tanque de almacenamiento se encuentra en un 70,4% lleno a la hora de máximo consumo.

El subsector 20401 no es alimentado exclusivamente por un tanque de almacenamiento, pues corresponde a un suministro combinado por el Sistema Wiesner y el Sistema Tibitoc, sin embargo, ambas zonas evaluadas tienen patrones de consumo asociados los cuales se describen en los siguientes numerales.

6.2.2 Método de cálculo

El modelo original y ajustado están basados en la ecuación de Darcy-Weisbach presentada a continuación:

$$H_L = f \cdot (L/D) \cdot (V^2/2g)$$

Donde:

H_L : Pérdida de energía en la longitud de la tubería [m].

f : Factor de fricción [adimensional].

L : Longitud de la tubería [m].

V : Velocidad media [m/s].

D : Diámetro interno de la tubería [m].

g : Aceleración de la gravedad=9.81 [m/s²].

El factor de fricción se estima a partir de la ecuación de Colebrook-White:

$$(1/\sqrt{f}) = -2 \left[\log \left(\frac{k_s}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right) \right]$$

Donde:

k_s : Coeficiente de rugosidad absoluta [m].

f : Factor de fricción [adimensional].

Re : Número de Reynolds [adimensional].

6.2.2.1 Determinación coeficiente rugosidad de Darcy-Weisbach (e, mm)

Es importante conocer el rendimiento hidráulico del sistema, no sólo cuando las tuberías son nuevas, sino también a lo largo de la vida útil de estos elementos. En las redes es habitual que la capacidad de transporte de estas disminuya con el tiempo. Para que la tubería recupere su capacidad original, es necesario aumentar la altura diferencial para compensar el aumento de la pérdida de carga por fricción debido a la reducción del diámetro de la tubería. Esto se debe al aumento de la rugosidad absoluta de la superficie interior de la tubería con el tiempo. Por lo tanto, para que estos sistemas de tuberías sigan siendo tan eficientes como lo eran originalmente, debe determinarse la variación de la rugosidad absoluta de estas tuberías con el tiempo. [4]

De acuerdo con el estudio "Effect of time on pipe roughness" [4], la variación de la rugosidad con el tiempo describe una función parabólica, la cual puede escribirse de la siguiente forma:

$$\frac{k_t}{k_0} = C_1 \left(\frac{t}{T} \right)^2 + C_2 \left(\frac{t}{T} \right) + C_3$$

Dónde,

C_1 , C_2 y C_3 , son coeficientes que varían con el material y calidad del agua (cruda o tratada). Estos valores, juntos con los coeficientes de correlación se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 6-6 Valores coeficientes C₁, C₂ y C₃ y r²

Type of Pipe	Water transmitted	C ₁	C ₂	C ₃	r ²
CCI	Filtered Water	10.533	1.523	1.084	0.999
CCI	Raw Water	34.744	3.701	1.400	0.998
CI	Filtered Water	23.920	-3.558	0.500	0.986
CI	Raw Water	43.602	-3.414	0.100	0.975
RC	Filtered Water	20.962	-6.933	1.801	0.873
RC	Raw Water	30.134	5.312	1.517	0.997
AC	Filtered Water	7.627	-0.171	1.211	0.994
AC	Raw Water	14.666	2.755	1.272	0.998
PVC	Filtered Water	0.302	0.274	0.993	0.991
PVC	Raw Water	13.655	0.000	1.336	0.994
S	Filtered Water	74.681	-5.436	1.311	0.999
S	Raw Water	168.050	7.564	-1.424	0.994

Fuente: Effect of time on pipe roughness. Yehia Abdelmonem, S.A. Ead and S.A. Shabayek.

Para el desarrollo del proyecto, es decir específicamente para las tuberías a proyectar, se les asigna un coeficiente de rugosidad de 0,24 correspondiente a tuberías en Hierro Dúctil/Acero tal como lo establece la normatividad vigente NS-033 “Criterios para diseño de red matriz”, Versión 1.3.de la EAAB-ESP.

6.2.2.2 Determinación coeficiente de pérdidas menores

Las pérdidas menores se estiman con la siguiente ecuación de cálculo:

$$H_m = k_m \cdot \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

Donde:

H_m : Pérdida menor por accesorio [m].

k_m : Coeficiente de pérdidas menores [adimensional].

V : Velocidad media [m/s].

g : Aceleración de la gravedad=9.81 [m/s²].

En la siguiente tabla se presentan los valores de coeficientes de pérdidas menores recopilados en diferentes referencias bibliográficas. En orden de importancia, el K_m seleccionado de un accesorio corresponde al presentado en el Título B del RAS y en caso de que el K_m de un accesorio no se encuentre en dicha referencia, se considera como el promedio de las referencias bibliográficas restantes.

Tabla 6-7 Coeficientes de pérdidas menores por accesorios comunes

Accesorio	Coeficientes de pérdidas menores K_m [adimensional]					
	RAS Título B 2010 [15]	López Cualla	WaterGems	Sotelo	NS-165 EAAB [17]	Seleccionado
Válvula de globo, completamente abierta	10	10	10	10	10	10

Accesorio	Coeficientes de pérdidas menores K_m [adimensional]					
	RAS Título B 2010 [15]	López Cualla	WaterGems	Sotelo	NS-165 EAAB [17]	Seleccionado
Válvula de mariposa, completamente abierta	5	5		5	5	5
Válvula de cheque, completamente abierta	2.5		4	2.5	2.5	2.5
Válvula de compuerta, completamente abierta	0.2	0.2	0.39	0.2	0.2	0.2
Válvula de compuerta, 3/4 abertura			1.1	1	1.15	1.08
Válvula de compuerta, 1/2 abertura			4.8	5.6	5.6	5.33
Válvula de compuerta, 1/4 abertura			27	24	24	25
Codo de radio corto 90	0.9		0.8		0.9	0.9
Codo de radio corto 60			0.35			0.35
Codo de radio corto 45	0.4		0.2		0.4	0.4
Codo de radio corto 22.5			0.1			0.1
Codo de radio corto 11.25			0.05			0.05
Codo de radio medio	0.8				0.8	0.8
Codo de gran radio	0.6				0.6	0.6
Te, en sentido recto	0.3	0.6	0.35	0.3	0.3	0.3
Te, a través de la salida lateral	1.8	1.3	1.28	1.8	1.8	1.8
Te salida bilateral		1.8				1.8
Unión	0.3			0.3	0.3	0.3
Ye de 45°, en sentido recto	0.3		0.3	0.3	0.3	0.3
Ye de 45°, salida lateral	0.8		0.5	0.8	0.3	0.8
Entrada recta a tope	0.5	0.5		0.5	0.5	0.5
Entrada con boca acampanada	0.1			0.1	0.1	0.1
Entrada con tubo entrante	0.9	1	0.78	0.9	0.9	0.9
Salida	1	1	1	1	1	1
Reducción gradual		0.15				0.15
Reducción D2/D1=0.2			0.08			0.08
Reducción D2/D1=0.5			0.07			0.07
Reducción D2/D1=0.8			0.05			0.05

Fuente: Aquadatos SAS

Para la proyección de alternativas, es decir, nuevas tuberías propuestas para el escenario de obras, se plantea la estimación de un coeficiente de pérdidas menores por metro, considerando las siguientes estimaciones:

- En promedio la longitud de una cuadra es de 100m, sin embargo, el ejercicio se realiza tomando como referencia una longitud de 1000 m.

- En mil metros de red matriz se estima contar con los siguientes accesorios: 2 tees sentido recto, 1 válvula mariposa completamente abierta, 4 codos de 22.5°, 4 codos de 45° y 16 uniones.

En este sentido, el K_m estimado corresponde a:

Tabla 6-8. Estimación de K_m

Accesorio	K_m	Cantidad	K_m total
Tee, en sentido recto	0.3	2	0.6
Válvula mariposa	5	1	5
Codo 45°	0.4	4	1.6
Codo 22.5°	0.1	4	0.4
Unión	0.3	16	4.8
Total (1000m)	-	-	12.4
Total (1m)	-	-	0.0124

Fuente: Aquadatos SAS

Es decir, que, de acuerdo con la estimación realizada en la tabla anterior, el K_m asignado a cada metro de tubería corresponde a 0.0124, valor que será utilizado en el modelo hidráulico que representa el escenario futuro o de obras.

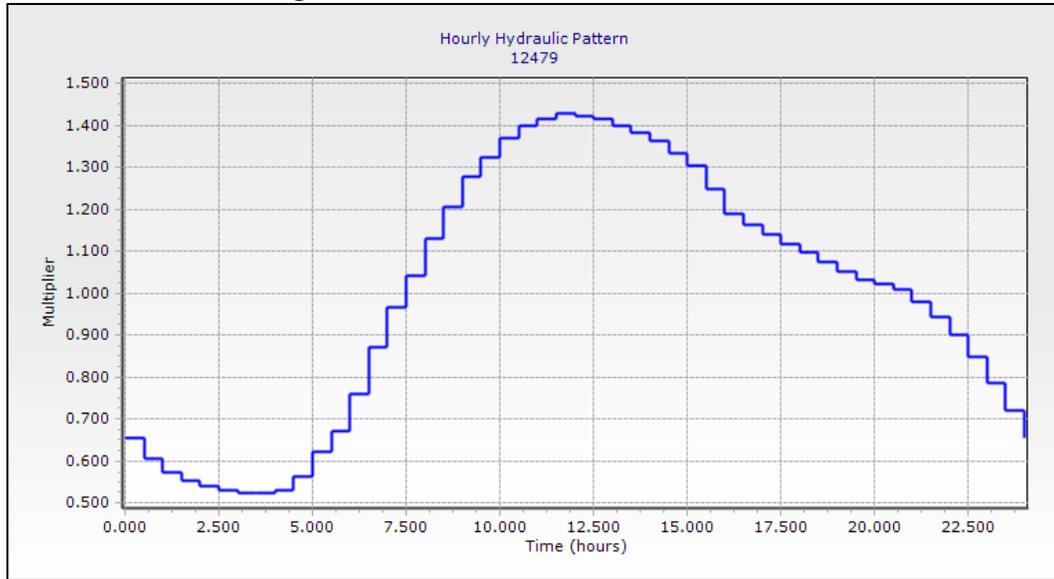
6.2.2.3 Curva de consumo

Una curva o patrón de consumo es una serie de factores multiplicadores relacionados con una hora del día que representa la variación de la demanda de los usuarios. Para una modelación hidráulica en periodo extendido, el programa de modelación emplea el multiplicador correspondiente a cada hora para aplicarlo a la demanda base (promedio) de cada nodo, y de esta manera calcula la demanda correspondiente a cada hora del día.

De este modo, es de esperarse que en horas de baja demanda el valor de los multiplicadores sea menor que 1, y en horas de demanda alta sean mayores que 1. El promedio de los multiplicadores debe ser igual a 1 para que el patrón se encuentre balanceado.

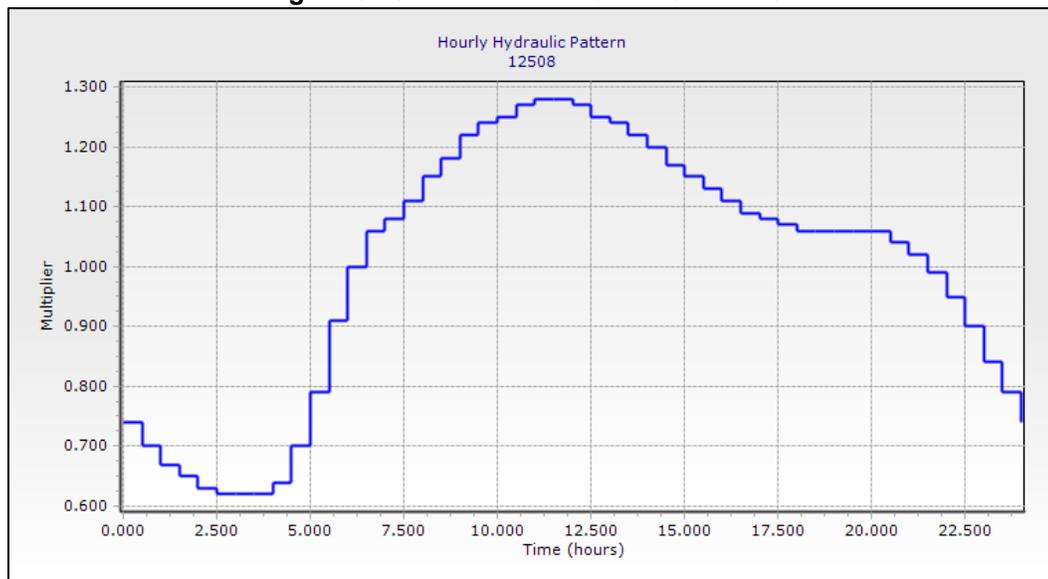
El modelo hidráulico original contiene varias curvas de consumo, pero para los sectores de análisis se encuentran dos curvas, la 12508 (sector 204) y la 12479 (sector 205). Las siguientes figuras presentan las curvas de consumo asociadas a los sectores 105 y 204, en las cuales se puede observar que la hora de máximo consumo para el sector 105 se presenta a las 11:30 am y entre las 11:00 am y 12:00 pm para el sector 204, así mismo, se observa que la hora de mínimo consumo del sector 105 corresponde a las 3:30 am y para el sector 204 se encuentra entre las 2:30am y las 4:00 am.

Figura 6-12 Patrón de consumo sector 105



Fuente: EAAB-ESP, año 2023

Figura 6-13 Patrón de consumo sector 204



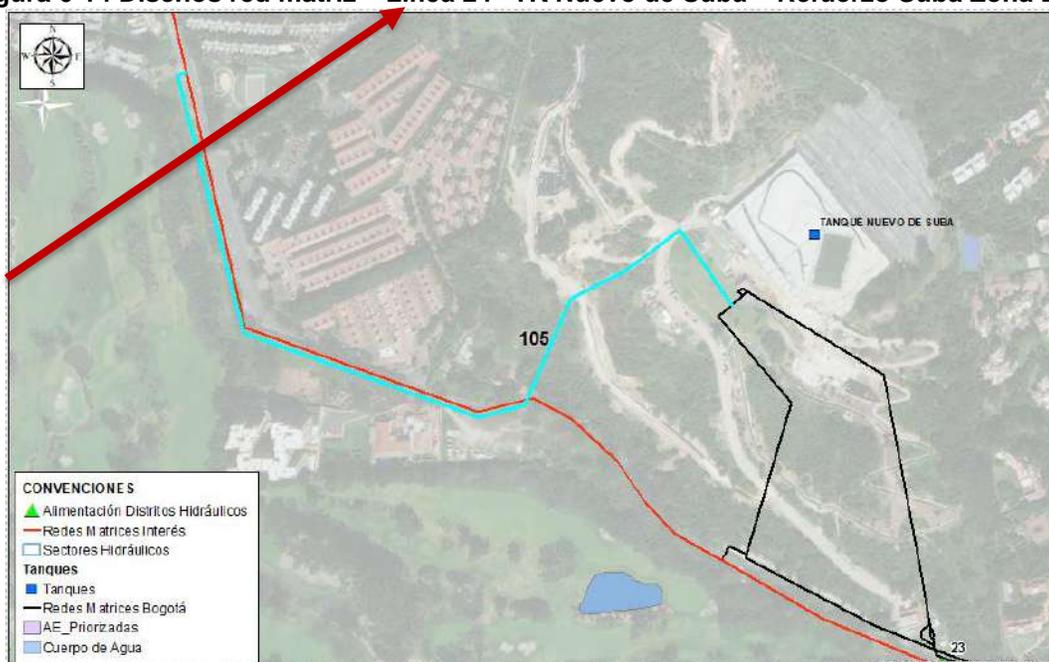
Fuente: EAAB-ESP, año 2023

6.3 OBRAS Y/O DISEÑOS DE RED MATRIZ EN EL SECTOR DE ESTUDIO

De acuerdo con la información recibida por parte de la DRMA de la EAAB-ESP, hay tres líneas de red matriz que deben ser consideradas para la etapa de alternativas, en caso de ser necesarias para la optimización de los sectores evaluados y para dar respuesta a las necesidades futuras de demanda requeridas tanto por la AE Ciudadela Educativa y del Cuidado como del sector mismo.

- **Tubería de 24" HD** desde el TK Nuevo de Suba hasta su conexión con la tubería de REFUERZO SUBA ZONA BAJA de diámetro 36", en una longitud aproximada de 845.52 metros. **Esta tubería ya se encuentra construida y entrará en operación en el corto plazo.**

Figura 6-14 Diseños red matriz – Línea 24" TK Nuevo de Suba – Refuerzo Suba Zona Baja



Fuente: EAAB-ESP, año 2023

- **CONTRATO No. 1 – 2 – 25400 – 1236 – 2019**: “ESTUDIOS Y DISEÑOS DETALLADOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LAS LÍNEAS MATRICES AVENIDA CENTENARIO, AV. CENTENARIO - ALSACIA Y REFUERZO AVENIDA CUNDINAMARCA – AVENIDA SUBA”, desarrollado por la firma Manov Ingeniería LTDA.
 - El proyecto correspondiente al Tramo 1 se desarrolla en el noroccidente de la ciudad de Bogotá, en la localidad de Suba, atravesando los barrios El Pino y Pinos De Lombardía, como se observa en la siguiente figura. El alineamiento proyectado tiene una longitud aproximada de 0.52 km, con diámetro de 16”. La tubería inicia en la Calle

150a con Carrera 101 sobre la calle, aproximadamente en las coordenadas 98571.45 Este y 116877.75 Norte a una profundidad de 2.4 m, y se conecta a la Red Matriz Av. Ciudad de Cali (ID SIG 1RZ54150) con diámetro de 16”.

Figura 6-15 Localización General Tramo 1



Fuente: Manov Ingeniería LTDA, 2021

- El Proyecto del tramo 2 se encuentra localizado en la ciudad de Bogotá en la Localidad de Suba, atravesando los barrios de Lombardía, Sabana de Tibabuyes y Tibabuyes. El alineamiento proyectado tiene una longitud aproximada de 1.04 km, con diámetro de 18”. La tubería inicia en la Av. Suba (costado norte) con Av. Ciudad de Cali (costado occidental) sobre el andén, aproximadamente en las coordenadas 97899.77 Este y 116690.08 Norte a una profundidad de 2.00 m, y se conecta a la Red Matriz Línea Av. Ciudad de Cali (ID SIG 1RZ53431) con diámetro de 16” en material CCP.

Figura 6-16 Localización General Tramo 2



Fuente: Manov Ingeniería LTDA, 2021

6.4 CRITERIOS HIDRÁULICOS DE ANÁLISIS PARA DIAGNÓSTICO Y DISEÑO

A continuación, se describen las características analizadas para determinar el estado actual del sistema, así como los resultados con la incorporación de las AE y finalmente los criterios que se buscan garantizar con las obras propuestas.

6.4.1 Capacidad

La red matriz de agua potable debe proyectarse de tal forma que asegure en todo momento que de ellas pueden derivarse el suministro adecuado de agua potable al total de la población, específicamente a las redes locales, dentro de los límites dados por las condiciones socioeconómicas de la localidad con una velocidad dentro del rango permitido y una presión suficiente y continua en todas las partes del sistema.

6.4.2 Presión máxima y mínima

De acuerdo con el numeral 4.2.6.7 Límites de presión, incluido en la norma técnica de servicio NS-033 Criterios para diseño de red matriz, Versión 1,3.de la EAAB-ESP-ESP. La presión dinámica máxima aceptable en las tuberías es de 80 m.c.a. y la presión dinámica mínima es de 30 m.c.a.

Se debe tener en cuenta que, en el caso de que se sobrepase el límite de la presión máximas, será necesario proyectar un sistema de reducción de presión sobre la salida de la red menor.

6.4.3 Material

De acuerdo con la norma NS-123 para el diseño de redes de tuberías que trabajan a presión deben definirse los siguientes parámetros que inciden en la selección de material de tubería:

- Caudal por transportar.
- Calidad de agua que va a transportar la tubería.
- Perdidas de carga por fricción
- Cargas externas que actúan sobre la tubería y la profundidad de cimentación de la tubería.
- Características del suelo
- Presencia y calidad de aguas subterráneas
- Riesgo de daños indirectos
- Condiciones de instalación
- Facilidades para rehabilitación y reparación
- Facilidades de suministro de accesorios
- Condiciones topográficas del terreno
- Contemplar peso de la tubería en suelos inclinados.

La descripción de cada uno de estos aspectos o parámetros se detalla en la norma correspondiente.

6.4.4 Velocidad mínima y máxima

De acuerdo con lo establecido en la NS-033 Criterios para diseño de red matriz, Versión 1,3.de la EAAB-ESP-ESP El rango de velocidad admisible para tuberías de las redes matrices se encuentran en un rango entre 0.50 y 2.50 m/s.

6.4.5 Diámetro mínimo

El diámetro interno mínimo para redes matrices debe ser de 16 pulgadas.

6.4.6 Resumen criterios de evaluación hidráulica y acción requerida

De acuerdo con los criterios normativos presentados, se resume la evaluación hidráulica que se realizara y las acciones inicialmente planteadas para solucionar las deficiencias del sistema. En todo caso el criterio más importante definido por esta Consultoría consiste en mantener como mínimo

Tabla 6-9. Criterios de diagnóstico y diseño

Criterio	Clasificación	Acción requerida
Capacidad hidráulica (velocidades altas)	Criterio de prioridad alta, ya que evidencia los problemas de erosión y daño en las tuberías de acuerdo con el material y las velocidades máximas calculadas.	Renovación de las redes existentes, y/o redimensionamiento (ampliación de diámetros)
Presiones estáticas mayores a 80 m.c.a.	Criterio de prioridad baja, cuando el sistema mantiene presiones altas incurre en pérdidas mayores, por daños y consumos de usuarios, así mismo, se requiere infraestructura con mayores prestaciones ante sobrepresiones.	Sectorización e implementación de estaciones reguladoras propuestas sobre las salidas a red menor para lograr plano óptimo de presiones
Presiones dinámicas menores a 30 m.c.a.	Criterio de prioridad alta, cuando el sistema mantiene presiones demasiado bajas puede llegar a fallas de servicio por consumos localizados, incorporaciones de aire, y restablecimientos abruptos de presión.	Ubicación de puntos de pérdida de presión para plantear refuerzos, principalmente si estos tienen problemas en las zonas de futuro desarrollo.
Diámetro mínimo	Criterio de prioridad media, siempre y cuando la capacidad y la velocidad del tramo sea la adecuada, para redes nuevas a renovar debe como mínimo de 16".	Renovación de las redes existentes, y/o redimensionamiento (ampliación de diámetros)
Circuitos abiertos	Criterio de prioridad media, la red debería tener redundancia para mantener presiones adecuadas con mínimas pérdidas, por otro lado, la recirculación del fluido mejora las condiciones de potabilidad	Ubicar tramos para mejorar las zonas de ampliación

Fuente: Aquadatos SAS

6.5 EVALUACIÓN HIDRÁULICA ESCENARIO BASE

Para poder identificar las necesidades actuales y futuras de los sectores 105 y 204, se realizó un diagnóstico general de las condiciones hidráulicas iniciales, tanto topológicas como en términos de demanda y que se encuentran representadas en el modelo hidráulico suministrado por la EAAB-ESP.

En la siguiente tabla se presentan los caudales medios y máximos que se encuentran distribuidos dentro de las zonas de interés y los cuales se toman como caudales base o actuales que representan la realidad del sector y de acuerdo con la distribución de la demanda explicada en numerales anteriores.

Tabla 6-10. Caudal medio y máximo sector 105 y 204

Escenario base (año 2023)			
Sector	Qm base (l/s)	QMáx. (l/s)	No. Nodos
Z105	943.38	1348.1	19
Z204	465.5	595.8	4

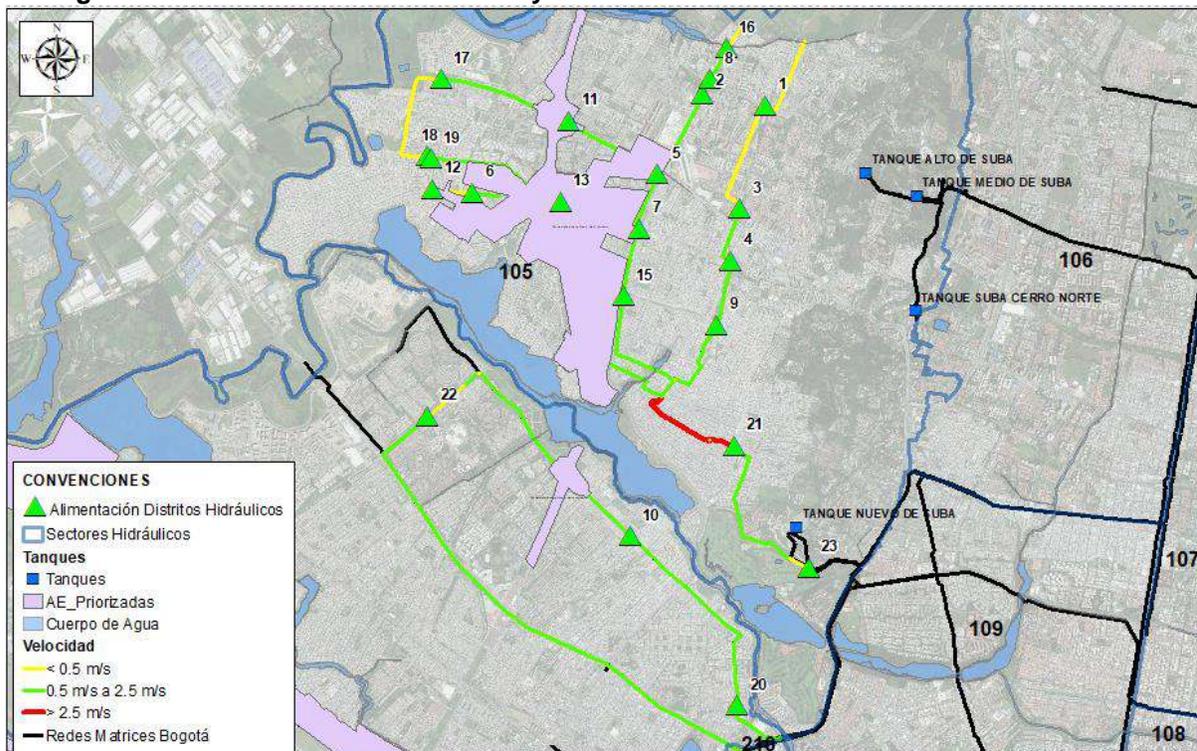
Fuente: EAAB-ESP, año 2023

Como se presenta en la tabla anterior, el caudal medio diario del sector 105 corresponde a 943.38 l/s, el cual se encuentra distribuido en 19 nodos dentro del modelo hidráulico. Para el caso del sector 204, el caudal medio diario corresponde a 465.5 l/s y se encuentra distribuido en 4 nodos de interés.

6.5.1 Resultados de velocidad y presión

Como parte del diagnóstico general realizado a las redes del sector 105 y 204, se presentan a continuación, los resultados de velocidad y presión de acuerdo con los requerimientos de la NS-033. La siguiente figura presenta los resultados de velocidad para la hora de máximo consumo (11:30 am), donde se puede visualizar en color verde los tramos con velocidades inferiores a la mínima requerida (0,5 m/s), los tramos en color amarillo los cuales se encuentran dentro del rango exigido por la normatividad (0,5 a 2,5 m/s) y los tramos en color rojo, los cuales representan aquellos tramos que superan el máximo permitido de 2,5 m/s.

Figura 6-17 Velocidades sectores 105 y 204 – hora de máximo consumo Escenario Base



Fuente: EAAB-ESP, año 2023

Figura 6-18 Velocidades sector 105 – hora de máximo consumo Escenario Base



Fuente: EAAB-ESP, año 2023

Tabla 6-11 Tramos con velocidades superiores a 2,5 m/s – hora de máximo consumo

ID	Label	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Velocidad (m/s)	Sector
5286	11999	293.1	3.55	3.72	204
4113	5939	750	243.64	2.84	105
4234	5752	750	5.54	2.84	105
5099	4395	750	18.23	2.84	105
5387	19	750	82.8	2.84	105
6250	7612	750	681.45	2.84	105
6434	7313	750	10.16	2.84	105
6546	7145	750	44.23	2.84	105
6568	7111	750	2.01	2.84	105
6792	6778	750	35.98	2.84	105
6435	7311	400	2.3	2.79	105
6731	6860	400	3	2.79	105
4305	5645	400	2.23	2.79	105
6696	6915	400	7.21	2.79	105

Fuente: EAAB-ESP, año 2023

Como se puede observar se presentan 14 tramos con velocidades superiores a 2,5 m/s, los cuales se encuentran en el sector 105. El principal tramo con velocidades altas del sector 105, corresponde a la línea de diámetro 30" en material CCP de ingreso al sector (Línea El Rincón), el cual presenta velocidades actuales alrededor de 2,84 m/s. A esta línea la precede una línea de diámetro 36" en CCP.

Adicional a lo anterior, en la carrera 96A con calle 129C se presenta una variación de diámetros a lo largo de 25 metros aproximadamente en 24", posteriormente un tramo de 16" y finalizando en 20". Esta variación de los diámetros genera que se presenten velocidades de 2,79 m/s en la sección de 16" CCP.

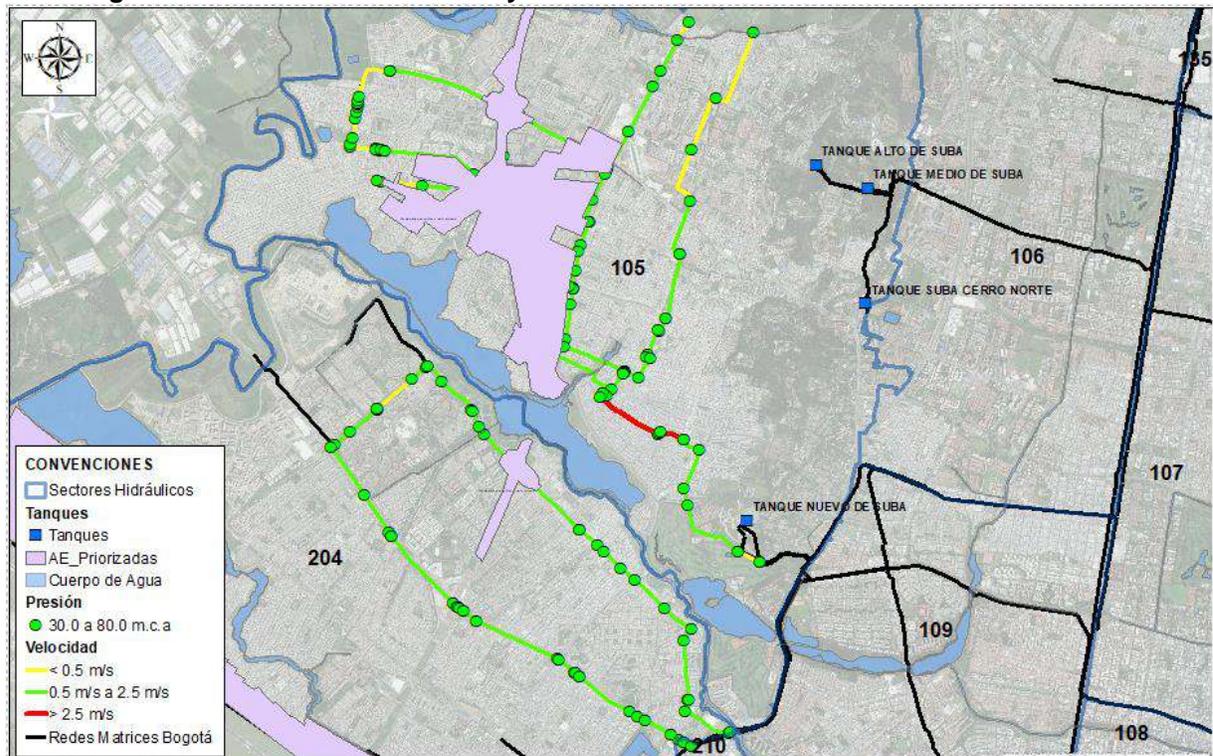
En cuanto a los resultados de presión, los nodos evaluados cumplen con las presiones mínimas y máximas requeridas por la norma NS033 de la EAAB-ESP y como se presenta en la siguiente figura. Para el sector 105, el nodo crítico corresponde al nodo ID 885 y para el sector 204 al nodo ID 268, con las siguientes características:

Tabla 6-12 Nodos críticos escenario actual o base

SECTOR	ID	ELEVACIÓN	COORD_X	COORD_Y	PRESIÓN (m.c.a)
105	885	2578.00	98,617.75	113,471.49	33.58
204	268	2548.00	95,629.03	114,243.53	39.81

Fuente: EAAB-ESP, año 2023

Figura 6-19 Presiones sector 105 y 204 – hora de máximo consumo Escenario Base



Fuente: EAAB-ESP, año 2023

6.5.2 Conclusiones escenario base

Basados en los resultados obtenidos de la modelación hidráulica, se presenta a continuación, el cuadro resumen de los parámetros o variables hidráulicas, y su cumplimiento frente a cada uno de los parámetros establecidos en la Norma NS-033 de la EAAB-ESP.

Tabla 6-13 Cuadro resumen variables hidráulicas

Parámetros	Unidad	Resultados S105	Resultados S204	Cumple S105	Cumple S204	Observaciones
Presión mínima 30.0 m.c.a.	m.c.a.	33.58	39.81	Si	Si	
Presión máxima 80 m.c.a.	m.c.a.	59.06	65.96	Si	Si	
Velocidad mínima 0.5 m/s	m/s	-	-	No	No	
Velocidad máxima 2.5 m/s	m/s	2.84	3.72	No	Si*	Se presenta un tramo con velocidad superior a 2.5 m/s en una salida de 12"

Fuente: EAAB-ESP, año 2023

Dados los resultados anteriores y como se describe en el presente numeral, en ambos sectores evaluados existen tramos con velocidades superiores al límite máximo exigido por la NS-033 de la EAAB-ESP, sin embargo, todos los nodos evaluados cumplen con la presión mínima y máxima de servicio requerida por la misma normatividad y evaluados a la hora de máximo consumo.

7 PROYECCIONES DE POBLACIÓN Y DEMANDA

En los anteriores numerales hemos expuesto el concepto de Actuaciones Estratégicas, áreas en las cuales se pretende implementar mediante mecanismos de planeación, zonas de desarrollo urbanístico, de usos dotacionales, de equipamientos en salud y educación que sean sostenibles desde el punto de vista ambiental y que se integren al desarrollo de la movilidad local y de la ciudad. La Secretaría Distrital de Planeación – SDP, a través de la EAAB-ESP, suministró información sobre el número de viviendas a desarrollar en los próximos 15 años, así como las áreas por equipamientos que se proyectan en la Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado. En consecuencia, es la SDP quien determina las áreas de desarrollo en los diferentes usos, con el fin de definir en el presente estudio la proyección de población y demanda.

7.1 INFORMACIÓN INICIAL POBLACIÓN Y DEMANDA

La información inicial para los diseños conceptuales fue suministrada por la Secretaría Distrital de Planeación – SDP, a través de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB-ESP, mediante el radicado de la SDP 1-2023-75255 de fecha 10 de octubre de 2023. También se utiliza como valores de entrada la información relacionada con proyecciones de población de acuerdo con el DANE, efectuadas para la ciudad de Bogotá de acuerdo con los resultados del censo del año 2018 e información de macro y micromedición asociada a consumos de agua dentro y en las áreas aferentes a las Actuaciones Estratégicas priorizadas.

7.1.1 Viviendas y equipamientos proyectadas en la Actuación Estratégica

Se efectúa la recopilación de información que se resume en Tabla 7-27-1, Tabla 7-2 y Tabla 7-23 que indican el número de viviendas nuevas y en revitalización, población y las áreas de desarrollo por equipamientos dentro de la Actuación Estratégica. Los datos suministrados corresponden a dos ámbitos asociados a las Unidades Funcionales de ALO Norte y ALO Engativá, ubicadas la primera al norte del humedal Juan Amarillo en la Localidad de Suba y la segunda al sur del mismo humedal en la Localidad de Engativá. La Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado se ubica en estas dos unidades funcionales.

Tabla 7-1 Aprovechamientos urbanísticos Actuación Estratégica CEC

Ámbito	VIP	VIS	No VIS	Total
Unidad funcional 1 – ALO Norte	393	1163	8402	9958
Revitalización		8152		8152
Unidad funcional 2 – ALO Engativá		4042		4042
Total - vivienda nueva				14000
Total - vivienda revitalización				8152

Fuente: Elaborado por Aquadatos SAS a partir de la información entregada por la Secretaría Distrital de Planeación, año 2023

De igual forma, la Secretaría Distrital de Planeación - SDP suministró información sobre el número de habitantes proyectados, asumiendo una densidad para esta Actuación Estratégica de 3,2 hab/viv.; en consecuencia, se obtienen los siguientes datos de población para cada uno de los ámbitos distinguidos; información que se incluye en la Tabla 7-2.

Tabla 7-2 Población proyectada Actuación Estratégica CEC

Ámbito	VIP	VIS	No VIS	Total
Unidad funcional 1 – ALO Norte	1258	3722	26886	31866
Revitalización		26086		26086
Unidad funcional 2 – ALO Engativá		12934		12934
Total, población por viviendas nuevas				44800
Total, población por revitalización				26086

Fuente: Elaborado por Aquadatos SAS a partir de la información entregada por la Secretaría Distrital de Planeación, año 2023

Así como la SDP suministró información sobre los aprovechamientos urbanísticos, de igual forma proyecta el crecimiento de equipamientos en áreas de salud, cuidado, educación y justicia, de acuerdo con los datos incluidos en la siguiente tabla:

Tabla 7-3 Áreas por equipamientos Actuación Estratégica CEC

Ámbito	Equipamientos en m ²						
	1	2	3	4	5	6	7
Unidad funcional 1 – ALO Norte	33500	19813	48600	59735	26000	11000	198.648
Unidad funcional 2 – ALO Engativá		13100	13650				26.750
Total, m ²							225.398

Equipamientos:
1: Salud / 2. Cuidado / 3. Educación / 4. Universidad / 5. Biblioteca / 6. Justicia / 7. Total

Fuente: Elaborado por Aquadatos SAS a partir de la información entregada por la Secretaría Distrital de Planeación, año 2023

7.1.2 Censo y proyecciones de población según el DANE

El Censo Nacional de Población y Vivienda – CNPV del año 2018 contiene información de población discriminada por Unidades de Planeamiento Zonal – UPZ y por Localidades para la ciudad de Bogotá. En cooperación técnica entre la alcaldía de Bogotá y la Secretaría Distrital de Planeación, se lograron obtener proyecciones de población por UPZ y por Localidades. Es así como a nivel de Unidades de Planeamiento Zonal se conocen proyecciones de población hasta el año 2024 y por Localidad hasta el año 2035.

De acuerdo con la ubicación de la Actuación Estratégica y disponiendo de la información en archivos tipo shapefile, es posible conocer los datos de población aferentes a cada uno de los polígonos intervenidos en las Unidades Funcionales ALO Norte y ALO Engativá. En la Tabla 7-4 se incluye los datos de población proyectadas por del DANE para el año 2023.

Tabla 7-4 Población proyectada por UPZ en Actuación Estratégica CEC

Ámbito	UPZ	Población 2023
Unidad funcional 1 – ALO Norte	El Rincón	295.132
	Niza	84.904
	Tibabuyes	305.907
	Suba	186.728
Unidad funcional 2 – ALO Engativá	Bolivia	83.775
	El Minuto de Dios	110.520
	La Floresta	46.543
Total, población →		1.113.699

Fuente: Elaborado por Aquadatos SAS a partir de información del DANE, año 2023

7.1.3 Estimación de la población actual asociada al área de influencia de la Actuación Estratégica

En aras de estimar la población que representa las demandas asociadas a los nodos del modelo hidráulico suministrado por el DRMA a nivel de redes matrices, y que hacen referencia al suministro de agua en unidades discretas y aisladas de redes secundarias o menores denominadas distritos hidráulicos, se siguió el procedimiento que a continuación se reseña:

- 1) Al ser la demanda de los nodos el resultado de la macromedición que se obtiene con los diferentes loggers asociados a los caudalímetros distribuidos en toda la ciudad sobre la entrada a los polígonos que definen la sectorización, es necesario entrar a definir la proporción en la cual se subdividen los caudales distinguidos por tipo de usuario Residencial y No Residencial, para ello, se ha tomado los datos de la base de micromedición para la vigencia 2023 y de ella se han eliminado los valores menores o iguales a cero para de este modo, promediar los consumos teniendo en cuenta el ciclo de lectura al cual pertenecen mensual o bimestral. Una vez calculados los consumos promedios, a través del atributo de cuenta contrato se cruzan las bases de datos para así conseguir la referencia espacial de los clientes del servicio de acueducto asociados con sus respectivos consumos promedios. Con el archivo tipo shapefile de distritos hidráulicos y UPZ, se les asocia a los usuarios estos dos atributos adicionales, con los cuales se busca poder identificar el porcentaje del consumo total que corresponde a los usuarios residenciales y no residenciales discriminados a nivel de estos polígonos y con el segundo, identificar la tasa diferencial de crecimiento de la población para el escenario futuro.
- 2) Posteriormente y una vez determinados para cada distrito el caudal demandado por nodo, se afecta este valor por los porcentajes que representan los tipos de usuarios anteriormente mencionados, obteniéndose los resultados que a continuación se describen:

Tabla 7-5 Proporción caudal residencial y no residencial por Distrito Hidráulico de acuerdo con los datos de micro medición.

Código de Distrito Hidráulico	% Q No Residencial (l/s)	% Q Residencial (l/s)
1050410	8.28%	91.72%
1050613	3.31%	96.69%
1050420	7.39%	92.61%
1050511	11.28%	88.72%
1050614	8.36%	91.64%
1050731	7.54%	92.46%
1050620	10.02%	89.98%
1050612	6.72%	93.28%
1050512	8.90%	91.10%
2040102	10.51%	89.49%
1050720	3.09%	96.91%
1050732	7.16%	92.84%
1050710	6.84%	93.16%
2040800	64.33%	35.67%
1050530	8.97%	91.03%
1050611	77.40%	22.60%
1050741	8.23%	91.77%
1050742	6.52%	93.48%
1050750	5.76%	94.24%
2040101	10.03%	89.97%
1050522 - 1050521	10.96%	89.04%
1050330 - 1050310 - 1050322 - 1050321	7.67%	92.33%
2040103	7.43%	92.57%

Fuente: Aquadatos SAS, año 2023 a partir de información suministrada por la EAAB-ESP

- 3) Finalmente, para estimar la población correspondiente al caudal demandado identificado con el uso residencial y teniendo en cuenta que predomina en el área de influencia el estrato socioeconómico 3, se ha desarrollado la división del caudal por la dotación bruta que corresponde a 115 l/hab/día lo cual nos arroja como resultado la cantidad de habitantes por distrito hidráulico.

7.1.4 Dotaciones otros usos en la Actuación Estratégica

La Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado desarrolla la proyección de viviendas nuevas, con una densidad de población y por consiguiente con un número de habitantes esperado a 15 años; adicionalmente estima las áreas de equipamientos en otros usos asociados a colegios, hospitales, universidades y centros de atención para sus habitantes. Para las proyecciones de población y demanda, se requiere con esta información, utilizar indicadores de dotación de acuerdo con recomendaciones del documento RAS 2017 o de ocupación de alumnos o camas por área de infraestructura de educación o atención hospitalaria.

En la Tabla 7-6, se incluye las dotaciones y la fuente de información acogida para el cálculo de las demandas de agua en cada uno de los usos formulados en la Actuación Estratégica.

Tabla 7-6 Dotaciones equipamientos, otros usos, Actuación Estratégica

Uso	Dotación neta	Unidad	Observaciones
Administrativo	20	l/m ² /día	Recomendación RAS 2017, Título B numeral 2.5.3: Dotación neta según el uso del agua
Comercio	6	l/m ² /día	
Colegios	20	l/alumno.jornada	
Universidades	25	l/alumno.jornada	
Hospitales	600	l/cama/día	NTC 1500
Colegios	2	m ² /alumno	Ministerio de Educación 2015
Universidades	1,6	m ² /alumno	Ministerio de Educación 2015
Mixto	12	l/m ² /día	Promedio entre uso administrativo y comercial, según RAS 2017, numeral 2.5.3
Dotacional	4	l/m ² /día	Asumido de acuerdo con la dotación asignada para comercio, según RAS 2017

Fuente: RAS 2017, Ministerio de Educación

7.2 PROYECCIONES DE POBLACIÓN

En el análisis de las proyecciones de población distinguimos dos escenarios, uno debido al crecimiento de población ocasionado por el número de habitantes atraídos por la construcción de nuevas viviendas previstas en la Actuación Estratégica y otro debido al aumento normal de población en el área de la Actuación Estratégica - AE y dentro de los polígonos que hacen parte de los sectores hidráulicos involucradas en el área de influencia de la AE. Estos conceptos son básicos para la distribución de las demandas y asignación en los nodos del modelo hidráulico.

Tal como se indicaba anteriormente los datos básicos corresponden a proyecciones de población por UPZ según el DANE y al desarrollo de nuevas viviendas dentro de la Actuación Estratégica.

7.2.1 Estimación de la población proyectada en la Actuación Estratégica

De acuerdo con el número de viviendas nuevas proyectadas en los ámbitos ALO Norte y ALO Engativá se calcula el número de habitantes asumiendo una densidad de 3,2 hab/viv; en consecuencia, se espera una población de 31.866 habitantes para el ámbito Norte y por concepto de revitalización 26.086 habitantes, mientras que para Engativá se esperan 12.934 nuevos habitantes.

De acuerdo con las directrices de la Secretaría Distrital de Planeación – SDP, en el área de revitalización se proyecta la intervención de 8152 viviendas que correspondería a 26.086 habitantes que son considerados en las proyecciones de población.

7.2.2 Estimación de la población por sectores hidráulicos aferentes

La estimación de la población se realiza a partir de proyecciones de población utilizando los métodos de cálculo permitidos de acuerdo con el nivel de complejidad del sistema, según la Tabla B.2.1 del RAS 2017; por consiguiente, se realizaron los cálculos de proyecciones de población con los métodos aritmético, geométrico y exponencial.

Los datos de crecimiento de población se toman de acuerdo con las proyecciones del DANE calculadas para las UPZ aferentes a los sectores hidráulicos con cifras desde el año 2018 hasta el 2024, año que se toma como periodo inicial para las proyecciones de población por las diferentes metodologías. La Tabla 7-7 indica las proyecciones de población según el DANE para las diferentes UPZ.

Tabla 7-7 Proyecciones de población por UPZ según DANE, 2018 a 2024

UPZ	Población (habitantes)						
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Bolivia	81481	82461	83307	83541	83628	83775	84006
Minuto de Dios	109581	110132	110704	110623	110485	110520	110717
La Floresta	40834	42505	43922	44926	45760	46543	47262
El Rincón	270005	277053	283353	287705	291464	295322	299068
Niza	77116	79406	81374	82715	83808	84904	85942
Suba	164233	170643	176206	180217	183548	186728	189646
Tibabuyes	269338	279695	288707	295200	300683	305907	310733

NOTA: Las UPZ de Bolivia, Minuto de Dios y La Floresta corresponden al ámbito ALO Engativá y las UPZ El Rincón, Niza, Suba y Tibabuyes se ubican en el ámbito ALO Norte

Fuente: DANE, año 2023

7.2.2.1 Proyecciones de población método aritmético

El método aritmético contempla un crecimiento vegetativo balanceando indicadores de mortalidad y de emigración, con un crecimiento o tasa constante, es decir que, a la población del último censo, en este caso la proyección DANE del año 2024, se le adiciona un número fijo de habitantes para cada periodo a futuro. Gráficamente se representa como una línea recta.

La siguiente ecuación es la utilizada para el cálculo de la población por este método.

$$P = P_1 + n \left(\frac{P_1 - P_o}{m} \right)$$

Donde:

- P Población al final del período de diseño, año 2039
- P₁ Población del último censo, en este caso la proyección DANE del 2024
- P₀ Población del censo inicial, para este análisis del censo año 2018, según DANE
- m Período intercensal entre los censos P₁ y P₀, en nuestro caso entre los años 2018 y 2024.
- n Período comprendido entre el último censo considerado y el último año del período de diseño, lo cual corresponde a 7 años.

En la Tabla 7-8 se presentan los resultados de las proyecciones de población para cada UPZ hasta el año 2038, aplicando el método aritmético.

Tabla 7-8 Población por UPZ proyección año 2038, método aritmético

Ámbito	UPZ	Tasa (%)	Población 2038
ALO Engativá	Bolivia	246,60	87458
	Minuto de Dios	108,99	112243
	La Floresta	851,07	59177
ALO Norte	El Rincón	4085,21	356261
	Niza	1183,48	102511
	Suba	3417,68	237494
	Tibabuyes	5606,99	389231

Fuente: Cálculos desarrollados por Aquadatos SAS, año 2023

En el ANEXO 1: MEMORIAS DE CÁLCULO POBLACIÓN Y DEMANDA se incluyen las memorias de cálculo por UPZ, en donde se puede consultar el resultado de la proyección de población desde el año 2024 hasta el año 2038, teniendo en cuenta una proyección de 15 años definido para el desarrollo de la Actuación Estratégica.

7.2.2.2 Proyecciones de población método geométrico

Esta metodología supone un crecimiento uniforme teniendo en cuenta la tasa de los años anteriores con base en análisis de población o censos oficiales; es una metodología utilizada en áreas donde se aprecia un desarrollo apreciable. Las ecuaciones que se utilizan para el cálculo de las proyecciones es la siguiente:

$$P = P_1(1 + r)^n$$

$$r = \frac{P_1}{P_0} \left(\frac{1}{t_1 - t_0} \right) - 1$$

Donde:

- P Población al final del período de diseño, año 2038
- n Período comprendido entre el último censo considerado y el último año del período de diseño, en este caso es igual a 7
- r Constante de crecimiento geométrico, corresponde a la tasa de crecimiento

t_i Año en que se efectuó el Censo con población P_i , año 2024

La Tabla 7-9 presenta los resultados obtenidos de población proyectados hasta el año 2038 aplicando la metodología del método geométrico.

Tabla 7-9 Población por UPZ proyección año 2038, método geométrico

Ámbito	UPZ	Tasa (%)	Población 2038
ALO Engativá	Bolivia	0,30	87558
	Minuto de Dios	0,10	112257
	La Floresta	1,89	61422
ALO Norte	El Rincón	1,41	364017
	Niza	1,43	104802
	Suba	1,89	246484
	Tibabuyes	1,89	403975

Fuente: Cálculos desarrollados por Aquadatos SAS, año 2023

La tasa de crecimiento promedio es del 1,27%, un poco por debajo de indicadores del DANE en los cuales antes del censo del año 2018 se indicaba una tasa de crecimiento promedio para Bogotá del orden del 2,0%, después del último censo se considera un crecimiento del 1,8% para toda la ciudad; indicador muy consistente con los calculados en las UPZ de La Floresta, Suba y Tibabuyes donde la tasa de crecimiento es del 1,89%.

Al igual que en el caso anterior, en el "ANEXO 1: MEMORIAS DE CÁLCULO POBLACIÓN Y DEMANDA" se incluyen los resultados de las proyecciones de población por el método geométrico para cada una de las UPZ que intervienen en el área de la Actuación Estratégica.

7.2.2.3 Proyecciones de población método exponencial

Como su nombre lo indica, el método consiste en suponer un crecimiento exponencial de la población, según el RAS se recomienda utilizar en poblaciones con un apreciable desarrollo. Las ecuaciones que se utilizan son:

$$P_f = P_{ci} \times e^{kx(T_f - T_{ci})}$$

$$k = \frac{\ln P_{cp} - \ln P_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}}$$

Donde:

- P_{cp} Población del censo posterior, proyección del DANE por UPZ
- P_{ca} Población del censo anterior, proyección del DANE por UPZ
- T_{cp} Año correspondiente al censo posterior
- T_{ca} Año correspondiente al censo anterior
- L_n Logaritmo natural o neperiano
- k Tasa de crecimiento poblacional

Los resultados de las proyecciones de población utilizando el método exponencial se puede consultar en el “ANEXO 1: MEMORIAS DE CÁLCULO POBLACIÓN Y DEMANDA”; así mismo, en la Tabla 7-10 se incluye para cada UPZ al final del periodo definido de 15 años de proyección del proyecto.

Tabla 7-10 Población por UPZ proyección año 2038, método exponencial

Ámbito	UPZ	Tasa (%)	Población 2038
ALO Engativá	Bolivia	0,51	90206.16
	Minuto de Dios	0,17	113413.68
	La Floresta	2,44	66474.61
ALO Norte	El Rincón	1,70	379634.44
	Niza	1,81	110666.04
	Suba	2,40	265300.44
	Tibabuyes	2,38	433773.94

Fuente: Cálculos desarrollados por Aquadatos SAS, año 2023

Las tasas de crecimiento exponencial son muy similares entre los métodos geométrico y exponencial; sin embargo, los resultados de población en el método exponencial son superiores a las del crecimiento geométrico y aritmético.

7.2.2.4 Proyecciones de población ajuste y extrapolación función logarítmica

Esta metodología consiste en ajustar los datos extraídos del DANE a una función de tipo logarítmica que recree de manera adecuada el comportamiento y la tendencia de los datos cuyo grado de ajuste es corroborado a través del coeficiente de correlación, de esta manera se realiza la extrapolación bajo un modelo de predicción del comportamiento futuro con el fin de estimar el crecimiento poblacional al horizonte definido de 15 años. Los datos a partir del 2024 y hasta el 2038, son linealizados para de esta manera estimar la tasa de crecimiento anual de la población por UPZ.

La función logarítmica tiene la siguiente forma:

$$P_f = a * Ln(x) + b$$

Donde

- Pf Población futura
- X Representa el año al cual se proyecta la población futura
- a, b Son coeficientes que dependen de la tendencia de los datos obtenidos de la base de datos del DANE

La tasa de crecimiento con este método de proyección es la más baja calculada y se ha optado por ella para el cálculo de la población futura, dado que son sectores de la ciudad altamente consolidados donde no se esperan desarrollos futuros que tengan un impacto significativamente mayor a los que se están proponiendo dentro de la Actuación Estratégica, es adecuada y conservadora en cuanto a que no se está limitando su tendencia creciente en el horizonte de estudio.

Tabla 7-11 Población por UPZ proyección año 2039, método ajuste y extrapolación función logarítmica

Ámbito	UPZ	Tasa (N° de personas por año)	Población 2038
ALO Engativá	Bolivia	95	85431
	Minuto de Dios	40	111275
	La Floresta	238	50589
ALO Norte	El Rincón	1052	313792
	Niza	324	90478
	Suba	937	202761
	Tibabuyes	1522	332044

Fuente: Cálculos desarrollados por Aquadatos SAS, año 2023

7.3 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

Consistente con los escenarios de proyecciones de población, se presenta el cálculo de la demanda de agua para las viviendas nuevas y el desarrollo de los equipamientos ubicados en el área de la Actuación Estratégica y fuera de ella en el polígono aferente de acuerdo con el área de servicio o con el sector hidráulico respectivo.

7.3.1 Estimación de la demanda proyectada en la Actuación Estratégica

La demanda fue calculada con base en la población determinada en el numeral anterior y aplicando las dotaciones sugeridas en la norma de la EAAB-ESP, NS-031 V2: Estudios de Población y Demanda de Agua en Sectores Específicos de la Ciudad. Para este análisis conceptual se asume una dotación bruta de 115 l/hab-día teniendo en cuenta la tabla 3 de la norma de la EAAB-ESP, en la que se recomienda esta dotación para el estrato 3. Debe recordarse que este parámetro fue definido de común acuerdo con la Dirección Red Matriz de Acueducto de la EAAB-ESP, para este proyecto.

En el caso de los equipamientos de la Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado, ha formulado los siguientes desarrollos:

- Salud, determinada en hospitales y centros de servicio.
- Educación, en colegios y universidades.
- Locaciones administrativas, referida a atención al público por Entidades Oficiales y Privadas.
- Comercial, desarrollo de grandes superficies de almacenes.
- Mixto, aunque la información de la AE no es clara, se asume un uso promedio entre el administrativo y el comercial.
- Justicia, en este caso se asume como uso administrativo, en consideración a que la información de la SDP no es específica.

Se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones para la evaluación de las demandas:

- Para determinar la cantidad de alumnos universitarios se analizó la relación que establece el Ministerio de Educación en cuanto cantidad de alumnos por unidad de área, donde queda establecido que este parámetro corresponde a 1.6 m² por alumno, sin embargo, al estimar la cantidad de alumnos bajo esta premisa arrojó un valor que no está acorde con la realidad, realizando una comparación con otras universidades se consideró afectar el área total por un porcentaje equivalente al 30%.
- Para determinar la cantidad de alumnos de educación media se analizó la relación que establece el Ministerio de Educación en cuanto cantidad de alumnos por unidad de área, donde queda establecido que este parámetro corresponde a 2.0 m² por alumno, sin embargo, al estimar la cantidad de estudiantes bajo esta premisa arrojó un valor que no está acorde con la realidad, realizando una comparación con otras universidades se consideró afectar el área total por un porcentaje equivalente al 30%.
- Para determinar el consumo en las manzanas de salud, se utilizó una relación correspondiente a ocho m² por cama, sin embargo, asumiendo que no todas las manzanas identificadas con uso “salud” son hospitales, se afectó un porcentaje equivalente al 20%.
- Para determinar el consumo de las manzanas correspondientes a “JUSTICIA y del CUIDADO”, se consideró una dotación de 20 L/m².día equivalente a la dotación de Oficinas de cualquier tipo.

Para el cálculo de la dotación de estos usos, se utilizaron las dotaciones por equipamientos indicadas en la Tabla 7-6. De esta forma fueron calculadas las dotaciones en l/día, para cada uno de estos desarrollos proyectados en la Actuación Estratégica. Ver “ANEXO 1: MEMORIAS DE CÁLCULO POBLACIÓN Y DEMANDA”.

Tabla 7-12 Demanda de agua en la Actuación Estratégica CEC – ALO NORTE

AMBITO	USO	USO POR MANZANA CAD.	AREA (ha)	VIVIENDA	Hab X Hogar	Demanda (L/día)	Demanda (L/S)
ALO NORTE	VIVIENDA	Usos Mix NO VIS		817	2614.4	300656	3.48
ALO NORTE	SALUD	Salud	0.76			114740	1.33
ALO NORTE	SALUD	Salud	0.68			101925	1.18
ALO NORTE	SALUD	Salud	0.75			112233	1.30
ALO NORTE	SALUD	Salud	1.16			173603	2.01
ALO NORTE	CUIDADO	Usos Mixtos - Cuidado	0.48			95431	1.10
ALO NORTE	MULTICAMPUS	Biblioteca- Museo	2.60			156000	1.81
ALO NORTE	MULTICAMPUS	MZ 01-Policampus Universidad	1.94			90957	1.05
ALO NORTE	MULTICAMPUS	MZ 02-Policampus Universidad	1.87			87796	1.02
ALO NORTE	MULTICAMPUS	Policampus Universidad	2.16			101255	1.17
ALO NORTE	EDUCACIÓN	Educación Media	1.89			56575	0.65
ALO NORTE	EDUCACIÓN	Educación Media	2.97			89225	1.03
ALO NORTE	CUIDADO	Usos Mixtos - Cuidado	0.49			98570	1.14
ALO NORTE	CUIDADO	Usos Mixtos - Cuidado	0.46			91432	1.06
ALO NORTE	CUIDADO	Usos Mixtos - Cuidado	0.55			110826	1.28
ALO NORTE	VIVIENDA	NO VIS		634	2028.8	233312	2.70
ALO NORTE	VIVIENDA	USO MIX VIS		638	2041.6	234784	2.72
ALO NORTE	VIVIENDA	Uso Mix TVIS		577	1846.4	212336	2.46

AMBITO	USO	USO POR MANZANA CAD.	AREA (ha)	VIVIENDA	Hab X Hogar	Demanda (L/día)	Demanda (L/S)
ALO NORTE	VIVIENDA	TVIS		413	1321.6	151984	1.76
ALO NORTE	VIVIENDA	NO VIS		675	2160	248400	2.88
ALO NORTE	VIVIENDA	Vivienda TVIS		780	2496	287040	3.32
ALO NORTE	VIVIENDA	T VIS		176	563.2	64768	0.75
ALO NORTE	VIVIENDA	NO VIS		301	963.2	110768	1.28
ALO NORTE	VIVIENDA	NO VIS		209	668.8	76912	0.89
ALO NORTE	VIVIENDA	Uso Mix VIP		636	2035.2	234048	2.71
ALO NORTE	VIVIENDA	NO VIS		775	2480	285200	3.30
ALO NORTE	VIVIENDA	Uso Mix NO MIX		1668	5337.6	613824	7.10
ALO NORTE	JUSTICIA	Nodo Administrativo	0.43			86161	1.00
ALO NORTE	JUSTICIA	Nodo Administrativo	0.35			70247	0.81
ALO NORTE	VIVIENDA	Uso Mix VIP		371	1187.2	136528	1.58
ALO NORTE	VIVIENDA	Uso Mix NO VIS		1288	4121.6	473984	5.49
ALO NORTE	JUSTICIA	Nodo Administrativo	0.32			63592	0.74
TOTAL						5365112	62.10

Fuente: Cálculos desarrollados por Aquadatos SAS, año 2023

Tabla 7-13. Demanda de agua en la Actuación Estratégica CEC – Revitalización.

AMBITO	USO	USO POR MANZANA CAD.	AREA (ha)	VIVIENDA	Hab X Hogar	Demanda (L/día)	Demanda (L/día)
ALO NORTE	VIVIENDA	REVITALIZACIÓN	5333.51	35.04	112.12	12894.06	0.15
ALO NORTE	VIVIENDA	REVITALIZACIÓN	427769.15	2810.21	8992.67	1034156.76	11.97
ALO NORTE	VIVIENDA	REVITALIZACIÓN	778112.95	5111.78	16357.68	1881133.23	21.77
ALO NORTE	VIVIENDA	REVITALIZACIÓN	25018.41	164.36	525.94	60483.45	0.70
ALO NORTE	VIVIENDA	REVITALIZACIÓN	4661.11	30.62	97.99	11268.50	0.13
TOTAL							34.72

Fuente: Cálculos desarrollados por Aquadatos SAS, año 2023

Tabla 7-14. Demanda de agua en la Actuación Estratégica CEC – ALO ENGATIVÁ

AMBITO	USO	USO POR MANZANA CAD.	AREA (ha)	VIVIEND A	Hab X Hogar	Demanda (L/día)	Demanda (L/S)
ALO ENGATIVÁ	CUIDADO	Uso Dotacional-Multifuncional	0.32			64660	0.75
ALO ENGATIVÁ	EDUCACIÓN	Uso Dotacional-Educación Cultura	0.59			17646	0.20
ALO ENGATIVÁ	EDUCACIÓN	Dotacional-Biblioteca	0.52			15663	0.18
ALO ENGATIVÁ	CUIDADO	Uso Dotacional-Salud	0.99			197340	2.28
ALO ENGATIVÁ	EDUCACIÓN	Biblioteca Aula Ambiental	0.25			7641	0.09
ALO ENGATIVÁ	VIVIENDA	NO VIS		1215	3888	447120	5.18
ALO ENGATIVÁ	VIVIENDA	VIS y VIP		1767	5654.4	650256	7.53
ALO ENGATIVÁ	VIVIENDA	VIS y VIP		1060	3392	390080	4.51
TOTAL							20.72

Fuente: Cálculos desarrollados por Aquadatos SAS, año 2023

La Tabla 7-15Tabla 7-12, contiene el resumen de los cálculos de los caudales, prevista para los desarrollos de nuevas viviendas y de equipamientos de los dos ámbitos de la Actuación Estratégica.

Tabla 7-15. Demanda de agua en la Actuación Estratégica CEC.

AMBITO	VIVIENDAS (UND)	DEMANDAS (L/S) VIV.	EQUIPAMIENTOS (HA)	DEMANDAS (L/S) EQUIPAMIENTOS.	TOTAL
ALO NORTE	18110	77.14	19.86	19.68	96.81
ALO ENGATIVÁ	4042	17.22	2.68	3.51	20.72
TOTAL					117.54

Fuente: Cálculos desarrollados por Aquadatos SAS, año 2023

7.3.2 Demanda en los sectores hidráulicos

El área de la Actuación Estratégica está localizada en las zonas de servicio 1 y 2, en los sectores hidráulicos 105 (Zona occidental de Suba) y 204 (Zona Norte de Engativá), de acuerdo con la sectorización definida por la EAAB-ESP. Como insumo para el cálculo de la población y de la demanda de agua actual, se utiliza información de micromedición y macromedición de los sectores hidráulicos y para la proyección de la de población futura, se toma como punto de partida las estimaciones realizadas por el DANE a nivel de UPZ.

La EAAB-ESP suministró información de micromedición y macromedición para los sectores hidráulicos 105 y 204; esta información contiene consumos por usuarios, además de los datos de macromedición asociadas con la entrada a los sectores hidráulicos y los caudales de salida hacia polígonos compuestos por redes secundarias que se consideran estancos y de una menor extensión denominados distritos hidráulicos. La base de consumos fue depurada eliminando consumos negativos y valores en cero, para posteriormente promediarlos y asignarlos por usuario georreferenciado a partir de la cuenta / contrato y así, estimar el porcentaje del consumo total que corresponde a los usuarios Residenciales y No Residenciales por nodo que puede tener asociado uno o más distritos hidráulicos.

Es importante aclarar, que para los cálculos de proyección se mantiene estable los consumos asociados por otros usos, mientras que el crecimiento en la demanda se analiza para el uso residencial.

Con la información anterior, se calcula a partir de la dotación bruta en l/hab/día para cada demanda asociada al modelo, el número de habitantes que representa; una vez se tiene el caudal convertido en población para cada polígono, se identifica la UPZ en la que se circunscribe estimándose a través de la línea de tendencia calculada de manera diferencial a partir de la extrapolación de la función logarítmica tomando como año base el 2024, la función que permite estimar la población futura correspondiente año 2038. Es con esta población que, al multiplicarse por la dotación bruta, lo que permite determinar el caudal demandado futuro por los usuarios y se convierte en insumo para el dimensionamiento (en caso de ser requerido) de las obras de optimización hidráulica a nivel de redes matrices "ANEXO 1: MEMORIAS DE CÁLCULO POBLACIÓN Y DEMANDA".

Tabla 7-16. Resumen caudales residenciales y no residenciales por Distrito Hidráulico escenario futuro 2038 – ALO NORTE

Código de Distrito Hidráulico	Q Residencial (l/s)	Q No Residencial (l/s)	Total, general (l/s)
1050410	38.91	3.24	42.15
1050613	12.33	0.39	12.71
1050420	75.14	5.53	80.66
1050511	58.90	7.05	65.95
1050614	58.54	4.92	63.46
1050731	15.66	1.18	16.83

Código de Distrito Hidráulico	Q Residencial (l/s)	Q No Residencial (l/s)	Total, general (l/s)
1050620	64.37	6.75	71.12
1050612	10.62	0.70	11.32
1050512	67.02	6.16	73.19
2040102	176.78	20.62	197.40
1050720	71.94	2.11	74.05
1050732	39.77	2.83	42.59
1050710	80.83	5.46	86.29
2040800	13.43	136.36	149.80
1050530	43.90	4.07	47.96
1050611	48.03	88.03	136.06
1050741	32.46	2.68	35.15
1050742	41.72	2.68	44.39
1050750	47.87	2.70	50.57
2040101	52.81	5.85	58.66
1050522 - 1050521	44.80	5.19	49.99
1050330 - 1050310 - 1050322 - 1050321	17.98	1.42	19.40
2040103	58.56	4.69	63.25
Total, general	1172.37	320.61	1492.95

Fuente: Aquadatos SAS, año 2023 a partir de información suministrada por la EAAB-ESP

7.3.3 Distribución espacial de la demanda

De acuerdo con las proyecciones de población y demanda explicadas en los numerales precedentes y tomando de base los nodos con demandas actuales que representan las salidas de red matriz a la red menor y por ende la alimentación de los distritos hidráulicos de interés, se proyecta la distribución espacial de la demanda futura de acuerdo con la siguiente tabla y para el área externa al área de la Actuación Estratégica:

Tabla 7-17 Demanda actual y futura – Distritos hidráulicos S105

CÓDIGO SECTOR	NOMBRE	NODO	DEMANDA BASE (l/s)	DEMANDA FUTURA (l/s)
1050620	COSTA AZUL	7	67.33	71.12
1050530	LAGOS DE SUBA	15	45.38	47.97
1050420	PINAR	3	74.72	80.67
1050330	PLEYADES	23	19.16	19.4
1050310	LINDARAJA			
1050322	ANGEL			
1050321	TANQUE NUEVO DE SUBA			
1050750	BERLIN	19	46.8	50.56
1050521	CHEQUERA	21	47.35	49.99
1050522	CHORIZO PODRIDO			
1050512	D1	9	69.24	73.18
1050710	EL PESCADO	13	79.93	86.29
1050732	SAN PEDRO	12	39.46	42.59
1050742	CAFAM	18	41.11	44.39
1050741	CAMINOS DE LA ESPERANZA	17	32.59	35.14
1050720	CADE SUBA	11	68.39	74.05

CÓDIGO SECTOR	NOMBRE	NODO	DEMANDA BASE (l/s)	DEMANDA FUTURA (l/s)
1050731	EL COLEGIO	6	15.6	16.84
1050613	LAS MERCEDEZ	2	11.74	12.72
1050612	HOSPITAL SUBA	8	10.48	11.32
1050614	EXITO SUBA	5	58.83	63.46
1050511	POTRERO	4	62.48	65.95
1050611	CHORRILLOS	16	113.73	136.06
1050410	SALITRE	1	39.07	42.15
TOTAL			943.38	1023.85

Fuente: EAAB-ESP, Aquadatos SAS

Tabla 7-18 Demanda actual y futura – Distritos hidráulicos S204

CÓDIGO SECTOR	NOMBRE	NODO	DEMANDA BASE (l/s)	DEMANDA FUTURA (l/s)
2040101	MINUTO	20	58.3	58.66
2040102	BACHUE	10	196.2	197.40
2040103	UNICENTRO OCC	22	61.2	63.25
2040800	CORTIJO	-	149.8	149.8
TOTAL			465.5	469.11

Fuente: EAAB-ESP, Aquadatos SAS

El cálculo de las demandas para las áreas de la AE se presenta en la Tabla 7-12. En la cual se puede observar que se determina un caudal medio de 117.53 l/s para el total de la AE, siendo 96.81 l/s calculados para el área de la AE que se encuentra en el S105 y un restante 20.72 l/s para el S204.

Dicho lo anterior, la siguiente tabla presenta el resumen de los caudales medios proyectados para el escenario futuro del área complementaria a la AE y los caudales medios proyectados para la AE:

Tabla 7-19 Caudales medios proyectados

Escenario Proyectado (año 2038) + AE			
Sector	Qm Proyectado (l/s)	Qm AE (l/s)	Qm total (l/s)
Z105	1023.85	96.81	1120.66
Z204	469.11	20.72	489.83

Fuente: EAAB-ESP, Aquadatos SAS

7.4 MODELACIÓN HIDRÁULICA CON LA DEMANDA PROYECTADA

Para este escenario de modelación se considera la infraestructura y topología existente de la red matriz en las zonas de interés y las demandas futuras proyectadas (Área sin AE y AE), que como se mencionó en el numeral anterior corresponden a los siguientes caudales medios.

Tabla 7-20 Caudales medios proyectados S105 y S204

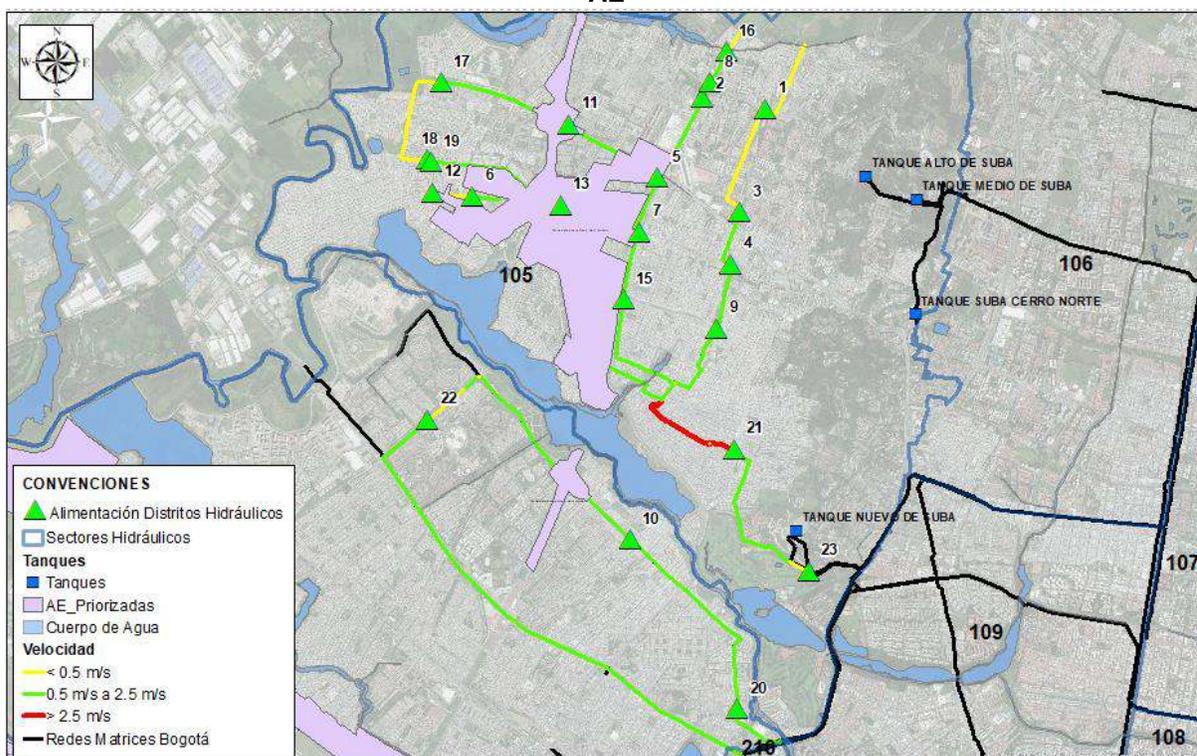
Escenario Proyectado (año 2038) + AE	
Sector	Qm total (l/s)
Z105	1120.66
Z204	489.83

Fuente: EAAB-ESP, Aquadatos SAS

7.4.1 Resultados de velocidad y presión

Realizadas las corridas del modelo, se presentan a continuación, los resultados de velocidad y presión para este escenario futuro.

Figura 7-1 Velocidades sectores 105 y 204 – hora de máximo consumo Escenario Proyectado + AE

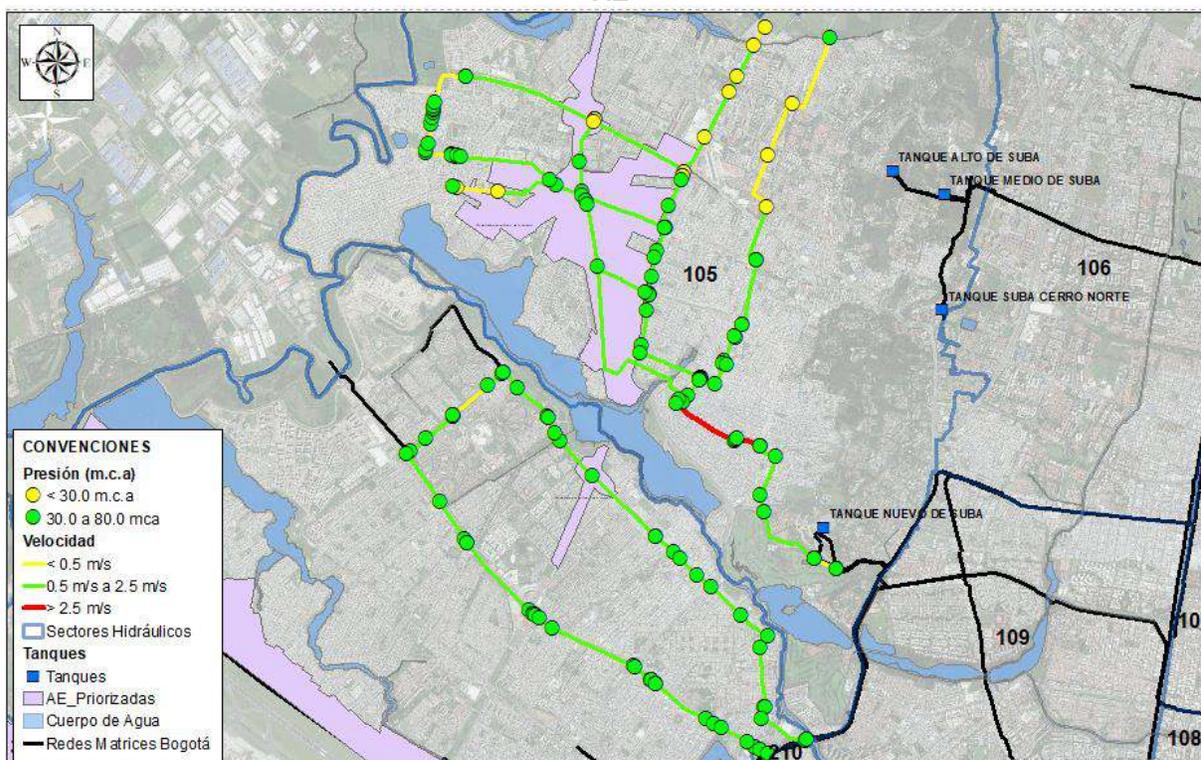


Fuente: EAAB-ESP, año 2023 – Estimaciones Aquadatos S.A.S.

Como se puede observar en la imagen anterior, se presentan los mismos tramos con velocidades superiores a 2,5 m/s comparado con el escenario base para el sector 105. Importante mencionar que para el sector 204 no se presentan tramos con velocidades superiores al máximo requerido.

Con respecto a los resultados de presión, la siguiente figura presenta los resultados para la hora de máximo consumo y bajo el escenario mencionado:

Figura 7-2 Presiones sectores 105 y 204 – hora de máximo consumo Escenario Proyectado + AE



Fuente: EAAB-ESP, año 2023 – Estimaciones Aquadatos S.A.S.

Se puede apreciar de la figura anterior, que el número de nodos con presiones inferiores a 30.0 m.c.a aumenta significativamente en comparación con el escenario base evaluado. Para el sector 204, las presiones se siguen manteniendo en el rango requerido por la normatividad aplicable. La siguiente tabla resume las características de los nodos con presiones inferiores a 30.0 m.c.a a la hora de máximo consumo:

Tabla 7-21 Nodos con presiones inferiores a 30.0 mca – Escenario futuro

ID	Label	Coordenada X	Coordenada Y	Elevación (msnm)	Presión (m.c.a)	Sector
361	40	98,308.18	117,381.69	2,553.00	21.67	105
882	9154	98,668.90	118,010.96	2,550.07	22.46	105
190	71	98,389.94	117,532.46	2,551.00	23.25	105
7560	J-2	98,078.95	116,951.25	2,553.51	24.71	105
191	73	98,545.28	117,835.07	2,547.00	25.52	105
362	99999	96,061.79	116,424.23	2,553.00	25.78	105
2410	1497	97,003.84	117,122.98	2,552.00	26.01	105
688	11570	97,003.30	117,123.30	2,552.00	26.02	105
192	29	98,926.99	117,278.98	2,555.00	26.04	105
857	10421	96,989.96	117,101.52	2,552.00	26.13	105
7563	J-3	98,687.78	116,776.41	2,554.51	27.08	105
188	80	95,671.62	116,462.94	2,551.00	27.52	105
304	1753	97,875.69	116,602.88	2,554.00	27.61	105

ID	Label	Coordenada X	Coordenada Y	Elevación (msnm)	Presión (m.c.a)	Sector
2071	2019	97,861.52	116,573.21	2,554.00	27.62	105
693	11560	97,860.71	116,571.35	2,554.00	27.62	105
1493	2873	97,842.09	116,535.33	2,554.00	27.73	105
2942	679	96,858.05	116,705.80	2,552.00	27.94	105
189	72	98,672.77	116,264.04	2,554.00	28.17	105
2411	1496	97,727.13	116,287.53	2,554.00	28.44	105
370	17	95,623.25	116,470.27	2,550.00	28.52	105
1843	2339	96,634.03	116,483.62	2,551.00	28.82	105
1339	3108	97,697.16	116,071.24	2,554.00	29.02	105
694	11558	97,690.87	116,073.62	2,554.00	29.08	105
1845	2337	96,565.16	116,530.29	2,550.00	29.3	105
1684	2578	98,578.92	115,761.68	2,555.00	29.67	105
692	11562	98,577.79	115,761.95	2,555.00	29.67	105

Fuente: EAAB-ESP, año 2023 – Estimaciones Aquadatos S.A.S.

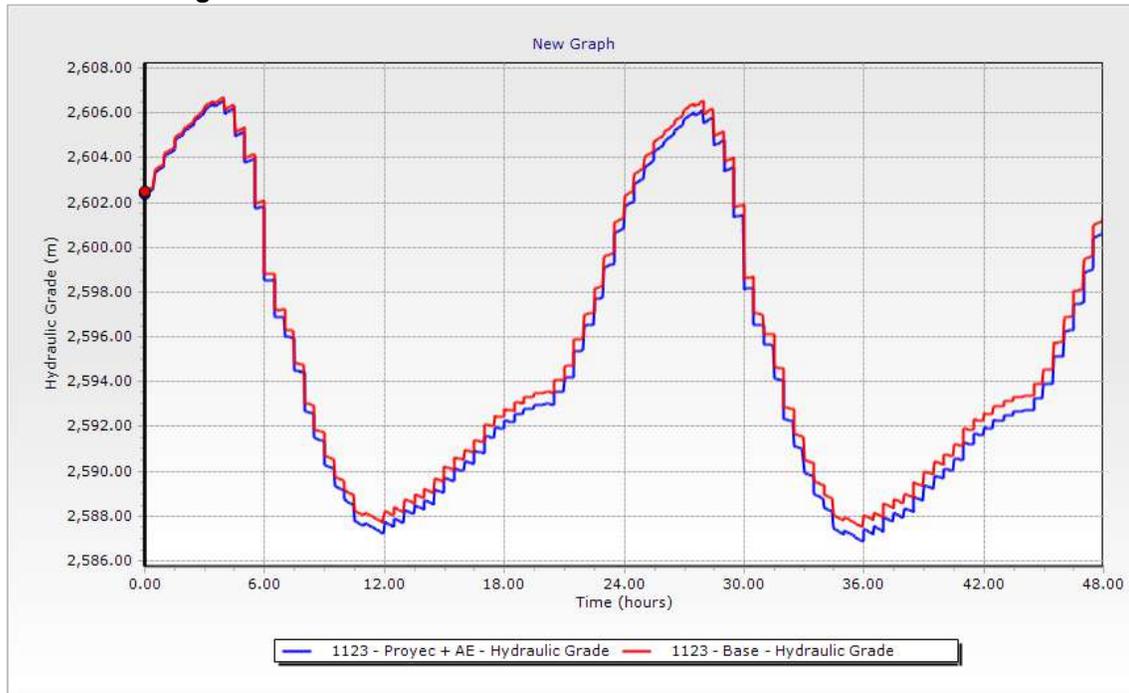
Con respecto a los nodos críticos identificados para cada sector 105 y 204, se presenta a continuación, las gráficas que representan la variación del gradiente hidráulico del escenario futuro con respecto al escenario base.

Figura 7-3 Gradiente hidráulico nodo crítico ID 885 – Sector 105



Fuente: EAAB-ESP, año 2023 – Estimaciones Aquadatos S.A.S.

Figura 7-4 Gradiente hidráulico nodo crítico ID 268 – Sector 204



Fuente: EAAB-ESP, año 2023 – Estimaciones Aquadatos S.A.S.

Como se puede apreciar en las gráficas anteriores, la variación del gradiente hidráulico para el nodo crítico del S105 es más relevante que para el nodo crítico del S204, en el cual la variación de la presión con la demanda futura es de apenas pocos centímetros, mientras que para el nodo crítico del S105, la variación es de 1.76 m.c.a.

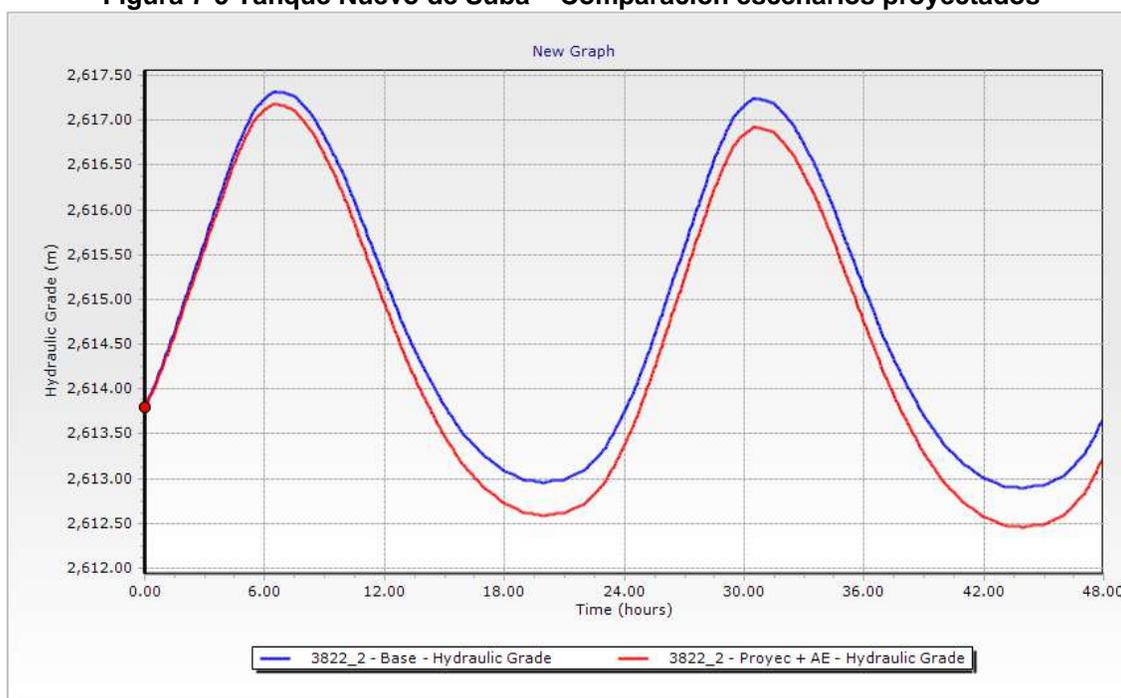
Tabla 7-22 Nodos críticos escenario futuro

SECTOR	ID	ELEVACIÓN	COORD_X	COORD_Y	PRESIÓN (m.c.a)
105	885	2578.00	98,617.75	113,471.49	31.82
204	268	2548.00	95,629.03	114,243.53	39.34

Fuente: EAAB-ESP, año 2023

Finalmente, la siguiente gráfica presenta la variación del gradiente hidráulico para el tanque de almacenamiento Nuevo de Suba, en la cual se puede observar que esta variación es mínima y que el tanque tiene la capacidad suficiente para transitar la demanda proyectada para el escenario más desfavorable modelado.

Figura 7-5 Tanque Nuevo de Suba – Comparación escenarios proyectados



Fuente: EAAB-ESP, año 2023 – Estimaciones Aquadatos S.A.S.

Descrito lo anterior, se hace necesario el planteamiento de alternativas u obras complementarias a la red existente, que permitan mantener las condiciones de velocidad y presión requeridas por la normatividad y bajo el escenario futuro de demanda proyectado tanto para el crecimiento natural de los sectores como para el requerido por la futura AE Ciudadela

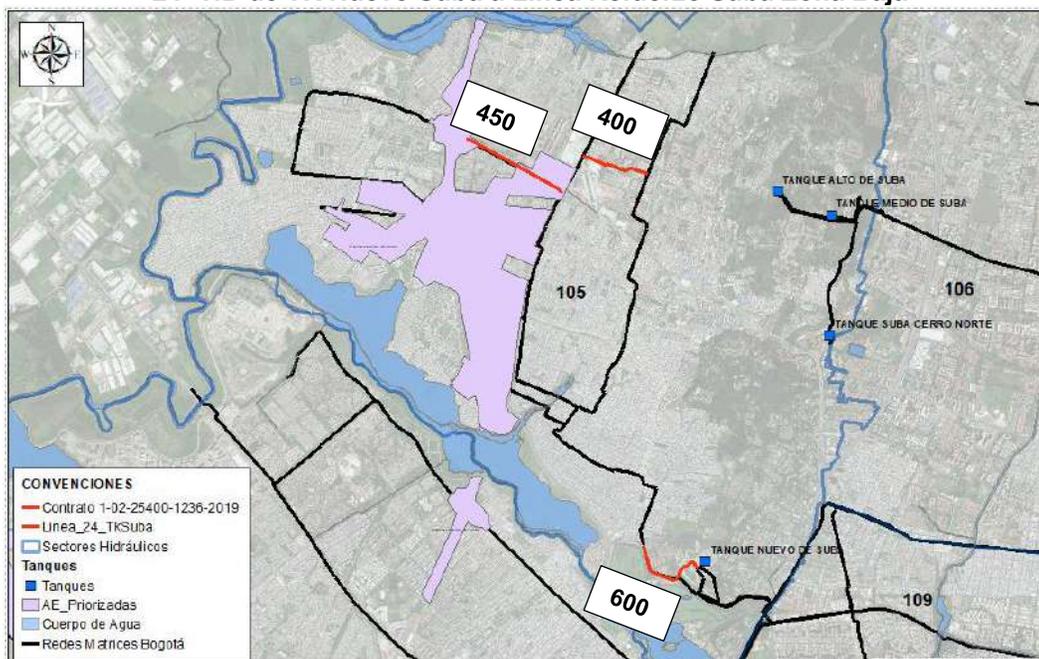
Educativa y del Cuidado. Las obras requeridas se centran en el sector 105 de acuerdo con todo lo expuesto anteriormente.

7.5 PLANTEAMIENTO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

De acuerdo con los resultados discutidos anteriormente, el siguiente escenario de modelación parte de las demandas proyectadas para el escenario futuro (año 2038) e incluye las posibles alternativas de solución planteadas para el sector 105, ya que como se mencionó anteriormente, las condiciones de velocidad y presión del sector 20 no se ven alteradas por la demanda adicional proyectada. En este escenario se evalúa el comportamiento y variación de los parámetros hidráulicos de interés, frente a la inclusión de las distintas alternativas planteadas.

- En principio para este escenario, se incluyeron las líneas proyectadas mediante el contrato de consultoría 1-02-25400-1236-2019: “ESTUDIOS Y DISEÑOS DETALLADOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LAS LÍNEAS MATRICES AVENIDA CENTENARIO, AV. CENTENARIO – ALSACIA Y REFUERZO AVENIDA CUNDINAMARCA – AVENIDA SUBA – FRENTE 3 SUBA TRAMO 1 Y AV. SUBA FRENTE 4 LÍNEA SUBA TRAMO 2”, las cuales corresponden a dos líneas de 16” y 18” en acero que se localizan en el sector 105 como se presenta en la siguiente imagen, y que se tiene contemplada la contratación de la obra en el año 2024, para ser construida en el año 2025.
- Se plantea la inclusión de la línea de 24” desde el TK Nuevo de Suba hasta su conexión con la tubería de REFUERZO SUBA ZONA BAJA de diámetro 36”, en una longitud aproximada de 845.52 metros, y que entrará en operación en el año 2024.

Figura 7-6 Líneas 16" y 18" proyectadas contrato de consultoría 1-02-25400-1236-2019, línea de 24" HD de TK Nuevo Suba a Línea Refuerzo Suba Zona Baja



Fuente: EAAB-ESP, año 2023

Adicional a lo anterior, y de acuerdo con lo explicado en el escenario base, la Línea El Rincón de diámetro 30" se encuentra superada en su capacidad hidráulica de acuerdo con la velocidad máxima permitida, por lo que en el presente escenario **se evalúa como alternativa la construcción de un refuerzo paralelo a esta línea en una longitud de 1140 m aproximadamente**, en diámetro 24" y en el mismo corredor de la línea existente de 30". La alternativa planteada inicia en la carrera 91 con calle 128B Bis A y finaliza en la carrera 96A con calle 128F, punto en el cual la línea El Rincón de 30" presenta una derivación hacia el occidente en 30" y denominada Prolongación Línea Av. El Rincón.

Para la presente actuación estratégica no se plantearon alternativas adicionales, puesto que el corredor de la actual línea El Rincón se considera adecuado en esta etapa conceptual y corredores alternos para la construcción del refuerzo no son evidentes en la zona de estudio. En la mayor parte del trazado propuesto se evidencia la presencia de los sistemas de alcantarillado sanitario (8" a 12") y del alcantarillado pluvial (12" a 20").

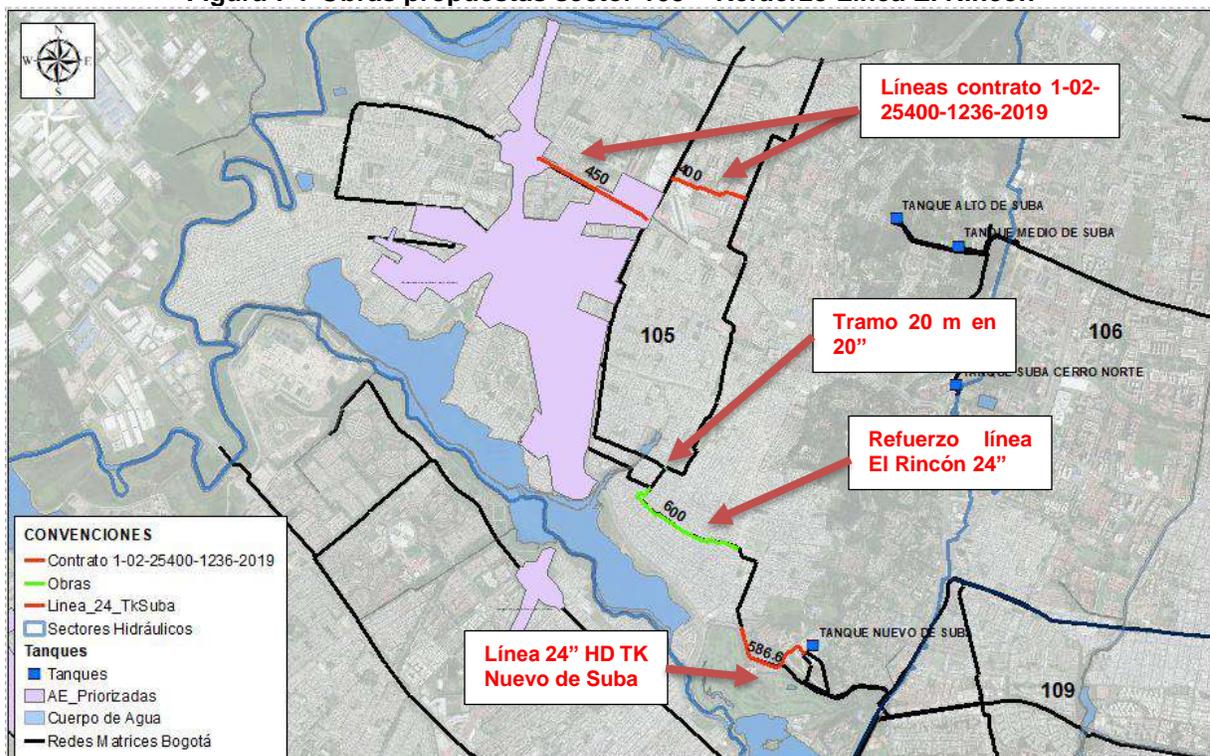
Se pueden identificar dos puntos importantes para el análisis de interferencias, el primero de estos se presenta sobre la carrera 93 entre la calle 128B Bis y la calle 128B donde existe una red troncal de alcantarillado pluvial de diámetro 1.10m y con una profundidad de acuerdo con el SIGUE de la EAAB-ESP de 1.71m a la clave, sin embargo, la red matriz de 30" existente se encuentra por encima de esta red troncal, con una profundidad de 1.0m a la cota clave

aproximadamente. Este punto de análisis se presenta a lo largo de aproximadamente 30 metros de longitud.

El segundo punto relevante se presenta en la carrera 96 con calle 128B donde existe un cruce perpendicular entre la línea existente de 30" y una red troncal de alcantarillado pluvial de 1.20m de diámetro. De acuerdo con el SIGUE, la red matriz se encuentra a una profundidad de 1.0m a cota clave, sin embargo, para la red troncal no hay información de profundidad.

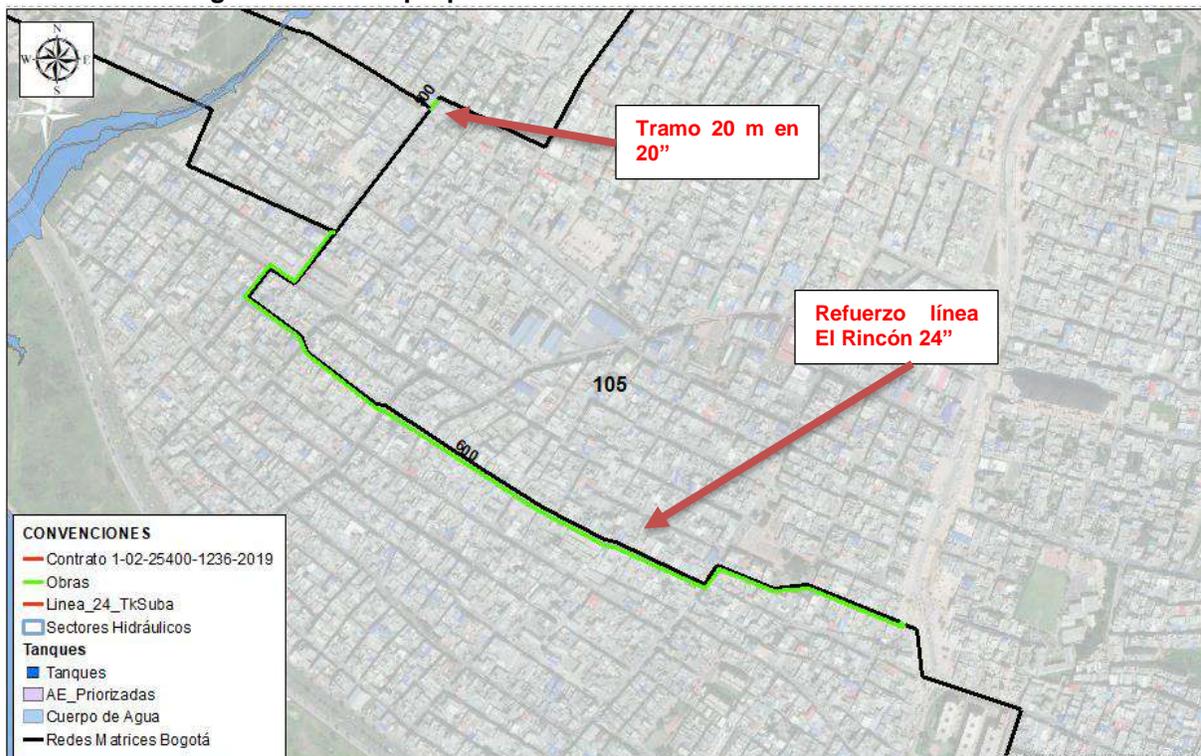
Finalmente, se planea armonizar los diámetros del tramo descrito en la carrera 96A con calle 129C, proyectando para esto un tramo de 20 m en 20". La siguiente imagen presenta la localización de las obras propuestas.

Figura 7-7 Obras propuestas sector 105 – Refuerzo Línea El Rincón



Fuente: EAAB-ESP, año 2023

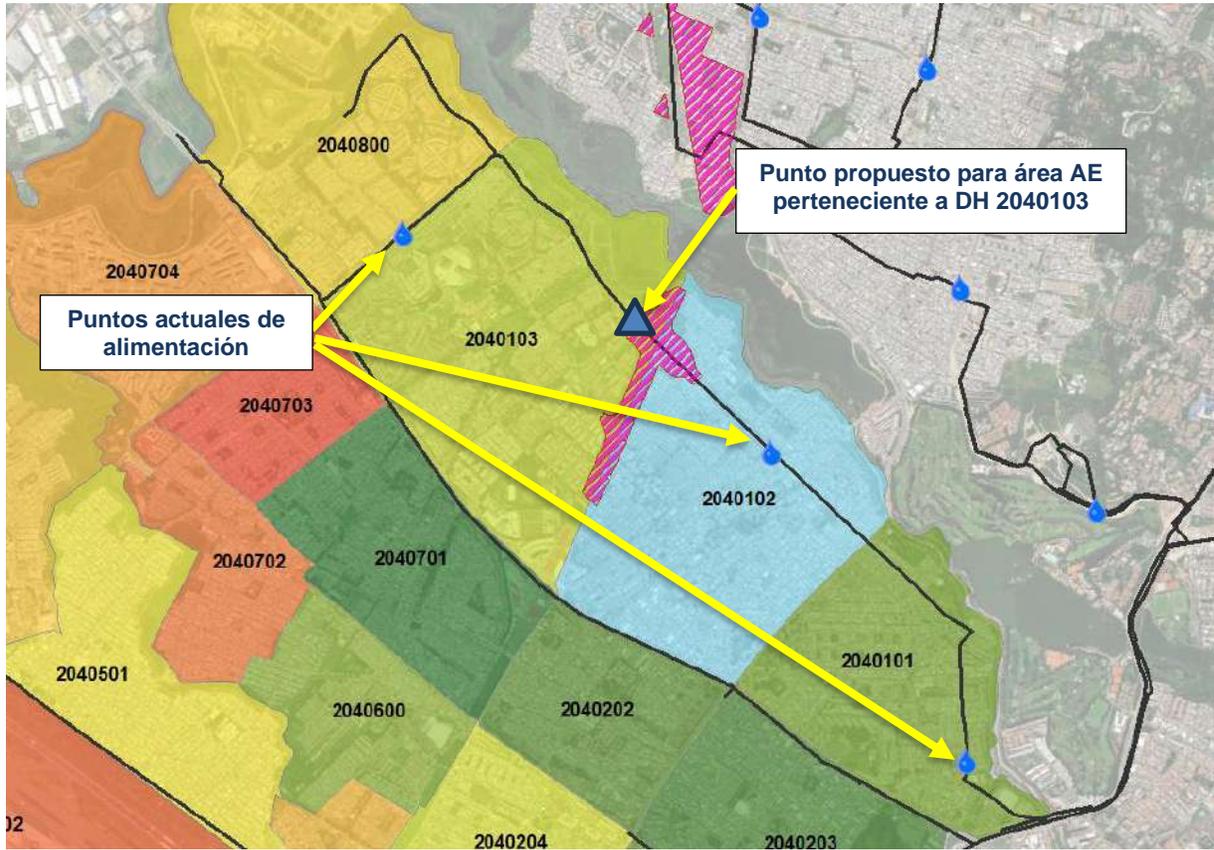
Figura 7-8 Obras propuestas sector 105 – Refuerzo Línea El Rincón



Fuente: EAAB-ESP, año 2023

La alimentación de la AE localizada en el sector 105 podrá realizarse a través de las distintas salidas de red matriz existentes actualmente. Para el sector 204 y de acuerdo con la localización de la AE en esta zona, la alimentación del área de la AE que se encuentra dentro distrito hidráulico 2040102 podrá realizarse a través del punto de conexión y/o salida a la red menor existente, localizado en la Avenida Calle 90 con TV 94L. Para el caso del área de la AE que se encuentra en el distrito hidráulico 2040103, se puede proyectar una salida adicional de la red matriz a la red menor, en el punto localizado en la Av. Carrera 96 con Av. Calle 90, donde actualmente se encuentra una red menor de 12" PVC. Lo descrito anteriormente se presenta en la siguiente imagen:

Figura 7-9 Puntos actuales de alimentación desde la red matriz y punto propuesto para la AE – S204



Fuente: EAAB-ESP, año 2023

Definidas las obras requeridas para el escenario crítico, se presentan a continuación, los resultados de presión y velocidad para los sectores 105 y 204, donde se puede observar que las redes de los sectores hidráulicos presentan velocidades dentro del rango requerido por la normatividad; así mismo, las presiones a la hora de máximo consumo se encuentran dentro del rango de 30,0 m.c.a. a 80,0 m.c.a., incluso mejorando las condiciones de presión del escenario base.

Figura 7-10 Resultados de velocidad Escenario Obras

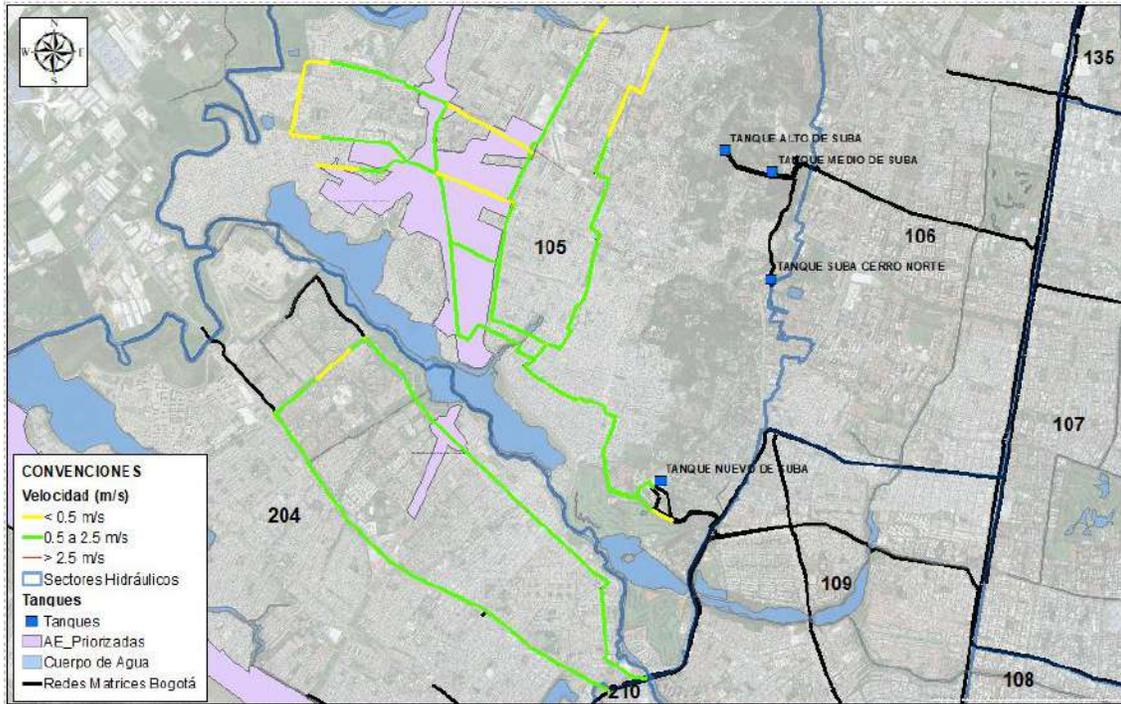
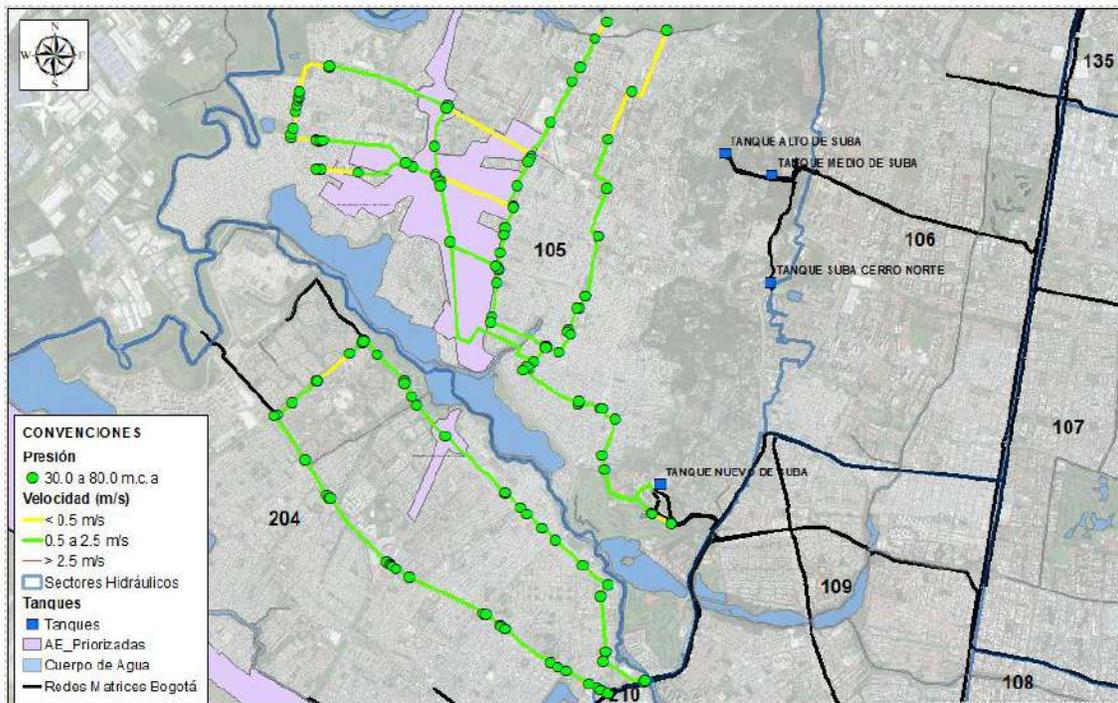


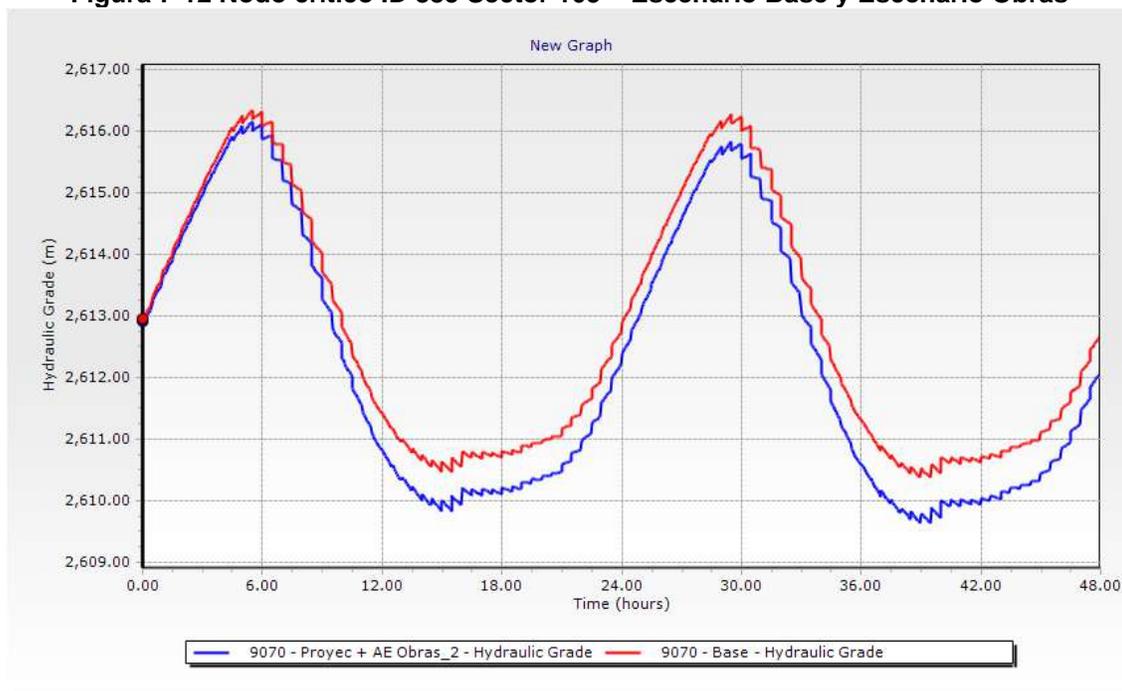
Figura 7-11 Resultados de presión Escenario Obras – hora de máximo consumo



Fuente: EAAB-ESP, año 2023

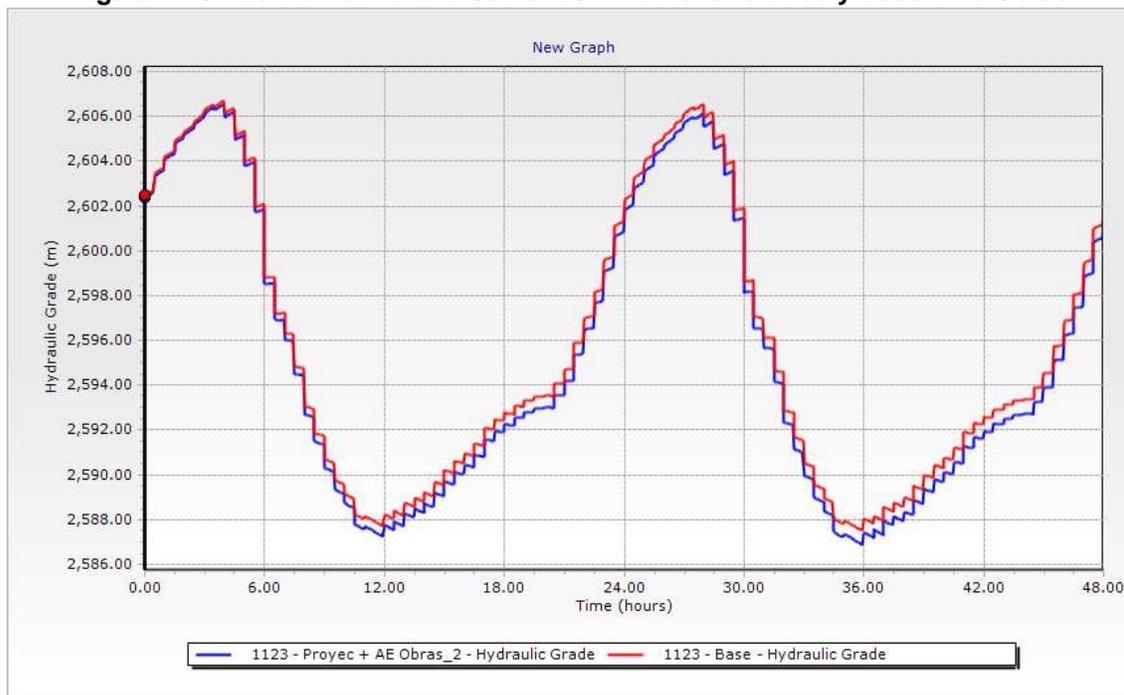
Las siguientes dos gráficas presentan el comportamiento de los nodos críticos en el escenario base y en el escenario obras, donde se puede apreciar que para el sector 105 se recuperan las condiciones de presión del escenario base y para el sector 204 la presión permanece prácticamente igual en ambos escenarios evaluados.

Figura 7-12 Nodo crítico ID 885 Sector 105 – Escenario Base y Escenario Obras



Fuente: EAAB-ESP, año 2023 – Estimaciones Aquadatos S.A.S.

Figura 7-13 Nodo crítico ID 272 Sector 204 – Escenario Base y Escenario Obras



Fuente: EAAB-ESP, año 2023 – Estimaciones Aquadatos S.A.S.

Tabla 7-23 Nodos críticos escenario base y escenario futuro

SECTOR	ID	ELEVACIÓN	COORD_X	COORD_Y	PRESIÓN Esc. Base (m.c.a)	PRESIÓN Esc. Futuro (m.c.a)
105	885	2578.00	98,617.75	113,471.49	33.58	33.00
204	268	2548.00	95,629.03	114,243.53	39.38	39.35

Fuente: EAAB-ESP, año 2023

Finalmente, se concluye que después de las múltiples evaluaciones realizadas, el escenario actual requiere de obras complementarias para el correcto funcionamiento y operación de los sistemas actuales de los sectores 105 y 204, independientemente del ingreso de la AE a la zona definida. Esto se traduce en que la implementación de estas obras dará respuesta a cualquier posible escenario futuro en el que se desarrolle la AE o cualquiera de sus etapas.

En el ANEXO 2: MEMORIAS DE CÁLCULO HIDRÁULICO - SIMULACIONES, pueden consultarse las memorias relacionadas con el análisis hidráulico y la topología de las redes matrices, tanto para el escenario base como para el escenario futuro con y sin obras.

7.5.1 Conclusiones

De acuerdo con los resultados y análisis expuestos anteriormente, en los cuales se evaluaron tanto las condiciones actuales del sistema de red matriz en su topología y demanda, así como

las condiciones futuras en cuanto a requerimientos de caudal para los sectores evaluados y para la AE Ciudadela Educativa y del Cuidado, se concluye que en la Zona norte de Engativá para el sector 204 y más específicamente el subsector 20401 no se requiere la construcción de obras adicionales para el escenario futuro planteado, sin embargo, si se deberá materializar una salida de la red matriz para el caso del área de la AE que se encuentra en el distrito hidráulico 2040103, la cual es posible proyectar en el punto localizado en la Av. Carrera 96 con Av. Calle 90, donde actualmente se encuentra una red menor de 12" PVC.

Por su parte, para el sector 105 y más precisamente para los subsectores que hacen parte del área de servicio del tanque Nuevo de Suba, se requieren las siguientes obras que permitan mantener e incluso mejorar las condiciones de presión y velocidad que se tienen actualmente en el sistema:

- Línea de 24" como refuerzo a la línea existente El Rincón de 30", en una longitud aproximada de 1140 metros y por el mismo corredor de la línea existente.
- Renovación en tubería de 20" en una longitud de 20 metros que se encuentran actualmente en diámetro 16", localizados en la carrera 96A con calle 129C.
- Construcción de dos (2) redes matrices las cuales corresponden a dos líneas de 16" y 18" en acero que se localizan en el sector 105 como se presenta en la siguiente imagen, y que se tiene contemplada la contratación de la obra en el año 2024, para ser construida en el año 2025.
- Habilitación de la línea de 24" desde el TK Nuevo de Suba hasta su conexión con la tubería de REFUERZO SUBA ZONA BAJA, en una longitud aproximada de 845.52 metros, y que entrará en operación en el año 2024.

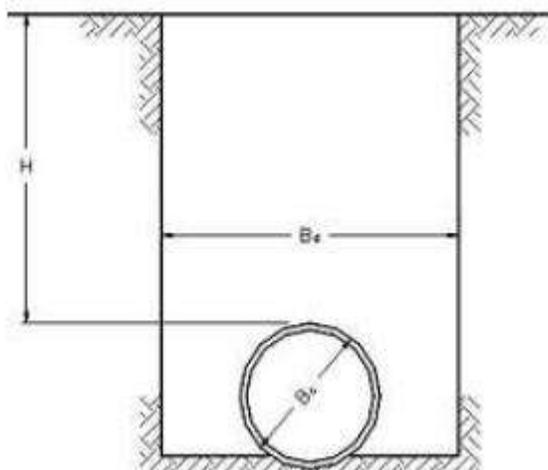
8 PRESUPUESTO CONCEPTUAL

8.1 CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO DEL PRESUPUESTO

8.1.1 Sección de instalación de la tubería

La condición de instalación de la tubería se plantea en zanja la cual consiste en tender el ducto en una excavación relativamente angosta en suelo natural y recubierta por suelo de relleno. El esquema de esta situación se observa a continuación:

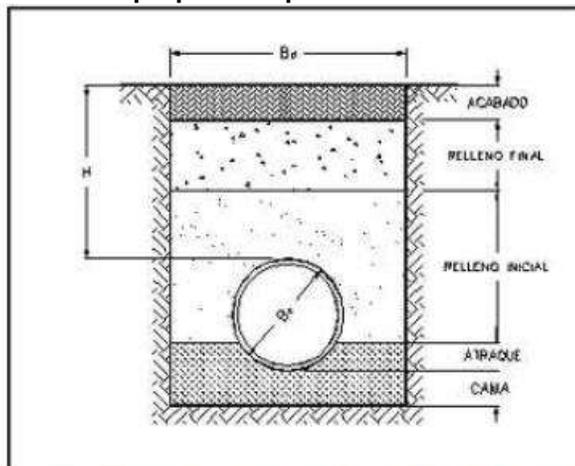
Figura 8-1 Condición de instalación en zanja



Fuente: Normas EAAB-ESP

Una vez seleccionada la condición de instalación, se define entonces el tipo de cimentación bajo la cual se instalará la tubería que consta de un apoyo considerado desde el fondo de la excavación hasta la clave de la tubería instalada y por el relleno que se ubica desde la cota clave de la tubería instalada hasta la rasante del terreno natural. Los rellenos para la instalación de redes de acueducto se seleccionan de acuerdo con las zonas indicadas a continuación:

Figura 8-2 Rellenos propuestos para la instalación de la tubería

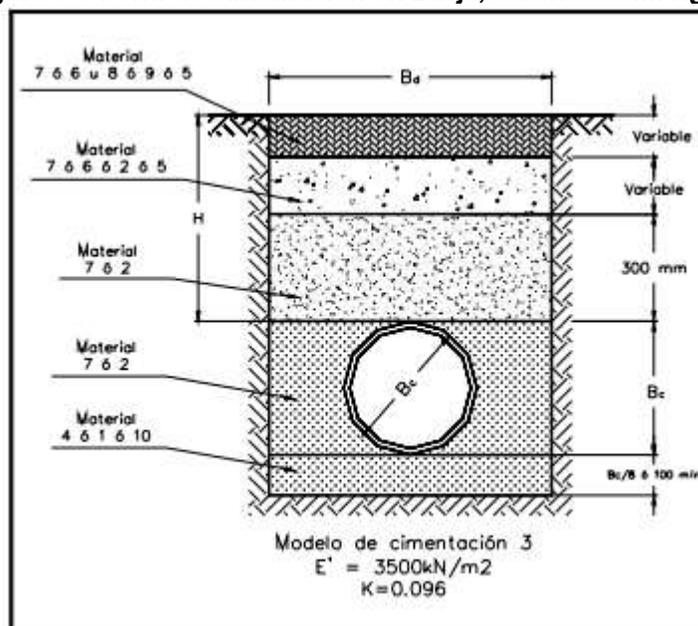


H: Altura de recubrimiento. **B_e**: Diámetro externo tubería. **B_d**: Ancho de cimentación o de zanja.

Fuente: Normas EAAB-ESP

Este análisis de presupuesto es a nivel conceptual, por lo que no se dispone de un perfil de cimentación para la tubería; en la versión 3.1 de la NS-035 de la EAAB-ESP se recomiendan alturas para los diferentes estratos con recomendaciones de material de acuerdo con la rigidez de la tubería, en este caso el material de la tubería propuesta es en Tubería Metálica (Semirrígida), en consecuencia, el perfil seleccionado es el siguiente:

Figura 8-3 Perfil de cimentación en zanja, tuberías semi rígidas



Numeración de tipo de relleno para cimentaciones

Fuente: Normas EAAB-ESP

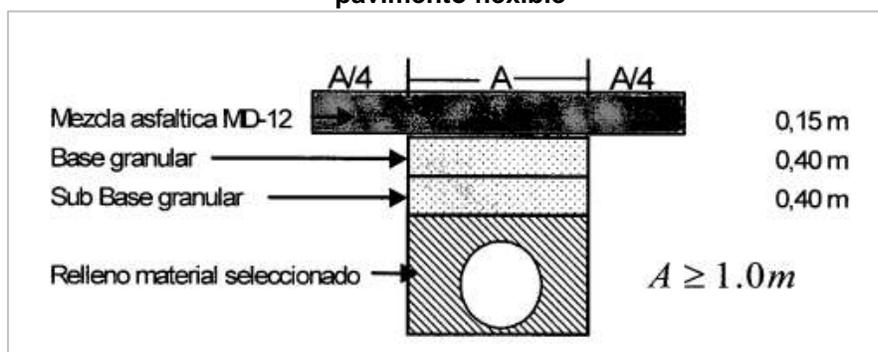
Tabla 8-1 Tipos de relleno, según normas EAAB-ESP

NUMERO	TIPO DE RELLENO
1	Relleno mezcla de gravilla y arena lavada de río
2	Recebo
3	Concreto
4	Piedra partida
6	Suelos estabilizados
7	Materiales provenientes de la excavación
8	Subbase granular
9	Base granular
10	Arena de peña

Fuente: Normas EAAB-ESP

La profundidad seleccionada para instalación de la tubería es de 1,5 m a cota clave de la tubería. Al no tenerse estudios geotécnicos, no es posible establecer los tramos de tubería a instalar que deban contar con entibado, por lo que la condición más desfavorable se presentará cuando la altura crítica para la cual un talud vertical puede mantenerse estable ha sido excedida en toda la longitud, y que, adicionalmente, tender los taludes con una cierta inclinación supone una mayor afectación en superficie a la calzada lo que a la postre supondría mayores traumatismos en la movilidad al ocupar mayor porción del carril e inclusive llegar a disminuir el ancho del carril contiguo teniendo presente que la franja de ocupación tiene un ancho de 2.25m de acuerdo con lo establecido en la “Guía anexo técnico para la recuperación del espacio público intervenido bajo licencias de excavación” con los taludes verticales; en este sentido se asumirá que todo lo proyectado requerirá de protección en sus márgenes laterales.

Figura 8-4. Dimensiones mínimas para la recuperación del espacio público intervención sobre pavimento flexible



Fuente: Guía anexo técnico para la recuperación del espacio público intervenido bajo licencias de excavación

El ancho mínimo de zanja se establece de tal manera que se puedan realizar de forma adecuada y con los equipos necesarios, las actividades de colocación y compactación con los grados de compactación de diseño requeridos para el material de atraque de la tubería. A

continuación, se presentan los anchos mínimos de zanja en función del diámetro nominal de la tubería y de la profundidad de instalación de esta:

Tabla 8-2 Ancho mínimo de zanja en función del diámetro de la tubería

DN (mm)	Ancho mínimo de zanja (m)
< 225	Bc + 0,40
225 – 350	Bc + 0,50
350 – 700	Bc + 0,70
700 – 1200	Bc + 0,85
> 1200	Bc + 1,00

Fuente: Adaptado de BS EN 1610

Fuente: Normas EAAB-ESP

Tabla 8-3 Ancho mínimo de zanja en función de la profundidad de la tubería

Profundidad de la zanja (m)	Ancho mínimo de zanja (m)
< 1,00	No hay mínimo
1,00 – 1,75	0,80
1,75 – 4,00	0,90
> 4,00	1,00

Fuente: Adaptado de BS EN 1610

Fuente: Normas EAAB-ESP

Teniendo en cuenta el análisis conceptual, se adoptará las restricciones de ancho mínimo de zanja, se debe tener en cuenta que en tuberías con diámetros mayores a 300 mm (12"), los anchos máximos de cimentación se deberán calcular como $1,75 \cdot DN$ (mm) (siendo DN = diámetro tubería) y deberán redondearse a los 5 cm (50 mm) por encima del valor encontrado (Recomendación NS-035 V.3.1, de las normas de la EAAB-ESP).

Al ser tubería metálica el material contemplado en esta fase preliminar para la estimación de los costos, la incorporación de accesorios para realizar cambios de dirección, empates e instalación de válvulas que garanticen el correcto funcionamiento de la red matriz, se realizará a través de uniones mecánicas tipo dresser y multiusos de rango variable.

8.1.2 Cámaras de purga, ventosa y otros accesorios

En lo referido a las cámaras que albergarán las válvulas de purga y de ventosas de acuerdo con experiencias previas del consultor y a buenas prácticas de ingeniería válidas para analizar el costo a nivel conceptual, se tuvo en cuenta las siguientes consideraciones:

Para el mejoramiento del estrato donde se apoya la estructura de concreto (caja), se define una capa de espesor de 40 cm en piedra rajón y sobre esta el vertimiento de un concreto de resistencia a la compresión de 14 MPa con un espesor de 5 cm para nivelar la superficie.

Con el fin de estimar las cantidades de material requerido en acero de refuerzo estructural y concreto para la construcción de las cajas, se tomó la información del detalle de una caja tipo de acueducto que ofrece una aproximación a lo que podría presentarse en terreno pero que no obedece a un diseño detallado, en todo caso, se verificó el cumplimiento de lo mencionado en la norma de la EAAB NS-077 “Cajas para accesorios de acueducto” en cuanto a dimensiones mínimas internas se refiere.

El proceso constructivo se establece de manera tal que toda la infraestructura será materializada en dos etapas de fundida, por esta razón, se encuentra especificado la adición de un aditivo puente de adherencia sobre la junta de construcción (que deberá ser rugosa) con el fin de evitar juntas frías, la colocación de cinta PVC 0.22 para garantizar la impermeabilidad de la cámara y la protección del acero con la aplicación en la cara interna y externa de un aditivo sellador de juntas. La caja tipo utilizada se concibe de tal manera que los muros perimetrales se encuentran fundidos monolíticamente con la tapa superior, por lo que deberá ser analizado en los estudios de ingeniería de detalle, si la tapa debe ser o no de tipo removible. El concreto con resistencia a la compresión de 28 MPa especificado en el presupuesto, tiene una relación agua/cemento menor o igual a 0,45 y es impermeabilizado, no obstante, la tapa se ha considerado con el mismo concreto. Las recomendaciones anteriormente mencionadas siguen los lineamientos establecidos en la EAAB-ESP NS-002 y NS-005.

8.2 CÁLCULO DEL PRESUPUESTO

Para el cálculo de presupuesto a nivel conceptual para la evaluación de alternativas se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cantidades de obra aproximadas.
- Utilización de los precios de lista del SISTEMA DE AVALÚO DE LA INFRAESTRUCTURA. – SAI, actualizado para el año 2023.
- Precios de referencia globales de algunos componentes de proyectos similares ejecutados en Bogotá.

- Tabla de remuneración económica mensual, ensayos de laboratorio y alquiler de equipos actualizado para el año 2022 del SISTEMA DE AVALÚO DE LA INFRAESTRUCTURA - SAI y factor multiplicador sugerido por la EAAB-ESP.

8.2.1 Presupuesto estudios de ingeniería de detalle

Tabla 8-4 Presupuesto de estudios de ingeniería de detalle

CATEGORIA		CARGO	UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA SALARIO MES (4)	FM (5)	COSTO TOTAL (6) = (1)x(2)x(3)x(4)x(5)
Categoría 2	Director	H-MES	1,00	25,00%	6,00	10.613.000,00	2,25	\$ 35.818.875	
Categoría 3	Esp. Hidráulico	H-MES	1,00	70,00%	6,00	8.861.000,00	2,25	\$ 83.736.450	
Categoría 3	Esp. Geotecnia	H-MES	1,00	25,00%	4,00	8.861.000,00	2,25	\$ 19.937.250	
Categoría 3	Esp. Estructural	H-MES	1,00	25,00%	4,00	8.861.000,00	2,25	\$ 19.937.250	
Categoría 5	Ing. Catastral	H-MES	1,00	20,00%	3,00	4.998.000,00	2,25	\$ 6.747.300	
Categoría 4	Arqueólogo	H-MES	1,00	30,00%	3,00	6.372.000,00	2,25	\$ 12.903.300	
Categoría 4	Ing. mecánico	H-MES	1,00	20,00%	4,00	6.372.000,00	2,25	\$ 11.469.600	
Categoría 4	Esp. Tránsito y Transporte	H-MES	1,00	25,00%	3,00	6.372.000,00	2,25	\$ 10.752.750	
Categoría 6	Ing Ambiental	H-MES	1,00	25,00%	3,00	4.267.000,00	2,25	\$ 7.200.563	
Categoría 7	Profesional Social	H-MES	1,00	50,00%	5,00	3.900.000,00	2,25	\$ 21.937.500	
Categoría 6	Ing Civil	H-MES	1,00	80,00%	6,00	4.267.000,00	2,25	\$ 46.083.600	
Categoría 7	Profesional SISO	H-MES	1,00	25,00%	3,00	3.900.000,00	2,25	\$ 6.581.250	
Categoría 7	Coodinador de calidad	H-MES	1,00	15,00%	6,00	3.900.000,00	2,25	\$ 7.897.500	
Categoría 4	Abogado	H-MES	1,00	15,00%	3,00	6.372.000,00	2,25	\$ 6.451.650	
Categoría 5	Ing. Presupuestos y programación (Consultorias e Inter. Consultoria) NS-048 Y NS-049	H-MES	1,00	30,00%	4,00	4.998.000,00	2,25	\$ 13.494.600	
	Profesional en topografía	H-MES	1,00	40,00%	2,00	4.267.000,00	2,25	\$ 7.680.600	
	Cadenero 1	H-MES	1,00	40,00%	2,00	1.325.000,00	2,25	\$ 2.385.000	
	Cadenero 2	H-MES	1,00	40,00%	2,00	1.203.000,00	2,25	\$ 2.165.400	
	Dibujante 1	H-MES	1,00	50,00%	1,50	1.988.000,00	2,25	\$ 3.354.750	
\$ 326.535.188									
2. OTROS COSTOS DIRECTOS									
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA (4)	COSTO TOTAL (5) = (1)x(2)x(3)x(4)			
Campero, Pick-up, Camioneta, capacidad 5	UND-MES	1,00	50,00%	6,00	4.042.014,00	\$ 12.126.042			
Alquiler de equipo de topografía	UND-MES	1,00	40,00%	2,00	1.798.987,00	\$ 1.439.190			
Humedad natural (en estufa)	CU	30,00			14.153,00	\$ 424.590			
Sulfatos o cloruros en suelos (método colorimétrico)	CU	6,00			19.285,00	\$ 115.710			
Granulometría por tamizado, con lavado	CU	13,00			56.362,00	\$ 732.706			
Peso unitario suelto y apisonado	CU	10,00			35.390,00	\$ 353.900			
Compresión inconfl penetrómetro bolsillo	Punto	12,00			53.034,00	\$ 636.408			
Corte Dto Suelo Coh Cons Dre Cd	Punto	7,00			570.091,00	\$ 3.990.637			
Consolidación lenta Do Cic Gr E Es Cv	CU	6,00			483.891,00	\$ 2.903.346			
Barreno manual (incluye transporte)	ml	48,00			146.098,00	\$ 7.012.704			
Limite líquido y plástico	CU	17,00			55.139,00	\$ 937.363			
\$ 30.672.596									
3. COSTOS REEMBOLSABLES									
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA (4)	COSTO TOTAL (5) = (1)x(2)x(3)x(4)			
\$ -									
\$ 357.207.784									
\$ 67.869.479									
\$ 425.077.263									

Fuente: Aquadatos S.A.S

8.2.2 Presupuesto interventoría estudios de ingeniería de detalle

Tabla 8-5 Presupuesto de estudios de ingeniería de detalle

								
PRESUPUESTO DETALLADO INTERVENTORÍA LISTA DE PERSONAL, RECURSOS Y COSTOS DIRECTOS INTERVENTORÍA A LOS ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DETALLADOS DE LA LÍNEA MATRIZ DE REFUERZO DEL SECTOR HIDRÁULICO S-05 DE LA LOCALIDAD DE SUBA SIETE (7) MESES								
1. COSTOS DE PERSONAL								
CATEGORÍA	CARGO	UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA SALARIO MES (4)	FM (5)	COSTO TOTAL (6) = (1)x(2)x(3)x(4)x(5)
Categoría 2	Director	H-MES	1,00	20,00%	7,00	10.613.000,00	2,25	\$ 33.430.950
Categoría 3	Esp. Hidráulico	H-MES	1,00	30,00%	7,00	8.861.000,00	2,25	\$ 41.868.225
Categoría 3	Esp. Geotecnia	H-MES	1,00	15,00%	4,00	8.861.000,00	2,25	\$ 11.962.350
Categoría 3	Esp. Estructural	H-MES	1,00	15,00%	4,00	8.861.000,00	2,25	\$ 11.962.350
Categoría 5	Ing.Catastral	H-MES	1,00	15,00%	3,00	4.998.000,00	2,25	\$ 5.060.475
Categoría 4	Arqueólogo	H-MES	1,00	15,00%	3,00	6.372.000,00	2,25	\$ 6.451.650
Categoría 4	Ing.mecánico	H-MES	1,00	10,00%	4,00	6.372.000,00	2,25	\$ 5.734.800
Categoría 4	Esp. Tránsito y Transporte	H-MES	1,00	15,00%	3,00	6.372.000,00	2,25	\$ 6.451.650
Categoría 6	Ing Ambiental	H-MES	1,00	20,00%	3,00	4.267.000,00	2,25	\$ 5.760.450
Categoría 7	Profesional Social	H-MES	1,00	20,00%	6,00	3.900.000,00	2,25	\$ 10.530.000
Categoría 6	Ing Civil	H-MES	1,00	70,00%	7,00	4.267.000,00	2,25	\$ 47.043.675
Categoría 7	Profesional SISO	H-MES	1,00	15,00%	7,00	3.900.000,00	2,25	\$ 9.213.750
Categoría 7	Coodinador de calidad	H-MES	1,00	10,00%	3,00	3.900.000,00	2,25	\$ 2.632.500
Categoría 4	Abogado	H-MES	1,00	10,00%	3,00	6.372.000,00	2,25	\$ 4.301.100
Categoría 5	Ing. Presupuestos y programación (Consultorias e Inter. Consultoria) NS-048 Y NS-172	H-MES	1,00	15,00%	4,00	4.998.000,00	2,25	\$ 6.747.300
	Profesional en topografía	H-MES	1,00	20,00%	2,00	4.267.000,00	2,25	\$ 3.840.300
								\$ 212.991.525
2. OTROS COSTOS DIRECTOS								
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA (4)	COSTO TOTAL (5) = (1)x(2)x(3)x(4)		
Campero, Pick-up, Camioneta, capacidad 5	UND-MES	1,00	50,00%	7,00	4.042.014,00	\$ 14.147.049		
Alquiler de equipo de topografía	UND-MES	1,00	20,00%	2,00	1.798.987,00	\$ 719.595		
								\$ 14.147.049
3. COSTOS REEMBOLSABLES								
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA (4)	COSTO TOTAL (5) = (1)x(2)x(3)x(4)		
						\$ -		
								\$ 227.138.574
								\$ 43.156.329
								\$ 270.294.903

Fuente: Aquadatos S.A.S

8.2.3 Presupuesto de obra e interventoría

Tabla 8-6 Costo obras de optimización hidráulica AE Ciudadela Educativa y del Cuidado

PRESUPUESTO A NIVEL CONCEPTUAL DE LA LÍNEA MATRIZ DE REFUERZO DEL SECTOR HIDRÁULICO S-05 DE LA LOCALIDAD DE SUBA		 acueducto AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ		
Item:	OPTIMIZACIÓN HIDRÁULICA CIUDEDELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO	GLB	Costo Líneas Matrices	\$ 3.996.065.323
			Costo Cámara de Ventosa (2 unidades)	\$ 113.445.576
			Costo Cámara de Purga (1 unidad)	\$ 93.094.105
			Costo cámara de Salida + Ventosa (2 unidades)	\$ 353.179.807
			SUBTOTAL ANTES DE AIU	\$ 4.555.784.811
			ADMINISTRACIÓN, IMPREVISTOS Y UTILIDAD 37%	\$ 1.685.640.380
			COSTO OBRA CIVIL + AIU	\$ 6.241.425.191
			INTERVENTORÍA IVA Incluido	\$ 686.556.771
			COSTO TOTAL PROYECTO	\$ 6.927.981.963

Fuente: Aquadatos S.A.S

Las memorias de cálculo de este presupuesto preliminar pueden verse en el ANEXO 3: MEMORIAS DE CÁLCULO DE COSTOS Y PRESUPUESTO, de este documento.

9 ANEXOS

- 9.1 ANEXO 1: MEMORIAS DE CÁLCULO POBLACIÓN Y DEMANDA**
- 9.2 ANEXO 2: MEMORIAS DE CÁLCULO HIDRÁULICO - SIMULACIONES**
- 9.3 ANEXO 3: MEMORIAS DE CÁLCULO DE COSTOS Y PRESUPUESTO**
- 9.4 ANEXO 4: PLANO PLANTA PERFIL**

- [1] CONSORCIO TRIANGULO and AQUADATOS SAS, “CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO, SANITARIO Y PLUVIAL EN LOS BARRIOS LEGALIZADOS E IDENTIFICACIÓN, IDENTIFICACIÓN Y DISEÑO DE LAS CONEXIONES ERRADAS CANAL CÓRDOBA, PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO Y BARRIOS DE LA ACCIÓN POPULAR AP 2006-01588, EN EL ÁREA DE LA COBERTURA DE LA ZONA 1 DE LA EAB-ESP.,” *P4 Inf.4 v.1–Tomo I.* BOGOTÁ D.C, 2017.
- [2] UNIÓN TEMPORAL AQUA 2008, “CONSULTORÍA PARA LA EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA POR ESTADO, OPTIMIZACIÓN OPERACIONAL Y CONTROL DE PÉRDIDAS TÉCNICAS Y COMERCIALES EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ACUEDUCTO DE LAS GERENCIAS DE ZONA DE LA EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ.” 2009.
- [3] DIRECCIÓN DE RED MATRIZ EAAB-ESP-ESP, “MH_AE_Priorizadas_v1,” 2023.
- [4] Z. A. Keskil, C. Z. Görgün, and C. Uluo, “Effect of Time on pipe roughness,” vol. 30, no. 4, pp. 434–444, 1999.

1020001-S-2023-310080

Bogotá, 20 de noviembre de 2023

Doctor
FELIPE EDGARDO JIMÉNEZ ÁNGEL
Secretario Distrital de Planeación
SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN
Carrera 30 # 25-90 Pisos 5, 8, 13 / SuperCade Piso 2
amolina@sdp.gov.co
servicioalciudadanogel@sdp.gov.co
Bogotá D.C.

Asunto: Alcance a Respuesta a “Remisión de Información Actuaciones Estratégicas AE para formulación”. Radicado SDP 2-2023-102528 No. Radicación EAAB E-2023-092717 del 14 de septiembre de 2023. Diagnóstico Red Troncal de Acueducto AE Ciudadela Educativa y del Cuidado.

Respetado Doctor Felipe Edgardo Jiménez Ángel:

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB ESP recibió de parte de la Secretaría Distrital de Planeación, mediante oficio con radicado EAAB E-2023-092717 del 14 de septiembre de 2023, información relacionada con los insumos requeridos para los análisis y diseños conceptuales de las redes matrices de acueducto y redes troncales de alcantarillado, necesarios para la formulación de las Actuaciones Estratégicas priorizadas por parte de la Secretaría Distrital de Planeación.

Dando respuesta inicial a la solicitud mencionada, el pasado 15 de noviembre, mediante el oficio con radicado 1020001-S-2023-306346, la EAAB ESP remitió, de manera inicial, la información correspondiente a los diseños conceptuales de las redes matrices de acueducto de la Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado.



SC701-1

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

MPFD0801F02-05



Complementando la información remitida, mediante la presente comunicación se remite la información relacionada con el diagnóstico de las redes troncales de alcantarillado sanitario y drenaje pluvial localizadas al interior del área de la Actuación Estratégica.

Cabe anotar que, el pasado viernes 17 de noviembre de 2023, esta información fue compartida con el Arquitecto Jorge Alberto Valencia, miembro del equipo técnico de la Secretaría Distrital del Hábitat encargado de la formulación de la Actuación Estratégica, mediante comunicación preliminar, en aras de facilitar los insumos para el avance en sus tareas.

En lo relacionado con los diseños conceptuales de las infraestructuras de redes troncales de alcantarillado sanitario y drenaje pluvial, en la actualidad el equipo de la Dirección de Red Troncal de Alcantarillado de la EAAB viene finalizando el ejercicio de identificación de proyectos requeridos y estimación de presupuestos correspondientes. En este sentido, una vez se finalice esta parte del ejercicio, la EAAB ESP dará alcance al presente documento.

Cordialmente.



Firmado por NOEL
VALENCIA LOPEZ
el 20/11/2023 a las
16:05:07 COT

NOEL VALENCIA LÓPEZ.
Gerente General

ANEXO: Informe Técnico ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS CONCEPTUALES DE LAS REDES MATRICES DE ACUEDUCTO REQUERIDOS PARA LAS ÁREAS Y PROYECTOS PRIORIZADOS POR LA ALCALDÍA DE BOGOTÁ Y QUE FORMAN PARTE DE LAS ACTUACIONES ESTRATÉGICAS DEFINIDAS EN EL POT VIGENTE DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ - CIUDADELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO - RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN Y DIAGNÓSTICO

COPIA: Dr. JAIME ANDRÉS SÁNCHEZ BONILLA. Subdirector de Gestión del Suelo. Secretaría Distrital del Hábitat. Calle 52 # 13-64, Bogotá D.C. jaime.sanchez@habitatbogota.gov.co

Aprobó: Nicolás Fernando Aparicio Alvarado . Asesor Gerencia General.

Aprobado por NICOLÁS FERNANDO
APARICIO ALVARADO
el 20/11/2023 a las 16:04:15 COT

Aprobado por MARÍA LUCÍA FLOREZ
JIMENEZ
el 20/11/2023 a las 15:27:27 COT

María Lucía Flórez Jiménez – Gerente Corporativo Planeamiento y Control

Diego Germán Montero Osorio – Gerente de Sistema Maestro

Approved by DIEGO GERMAN
MONTERO OSORIO
on 20/11/2023 at 15:31:07 COT

Revisó: Yamid García – Director Red Troncal Alcantarillado

Proyecto: León Darío E.

Iniciali di León Darío Espinosa
il 20/11/2023 COT alle 10:01:55
COT

Leído por YAMID GARCÍA ZUNIGA
el 20/11/2023 a las 10:21:01
COT



SC701-1

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

MPFD0801F02-05



ACTUACIONES ESTRATÉGICAS



CHAFIK INGENIERÍA S.A.S.

**CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS
CONCEPTUALES DE LAS REDES TRONCALES DE
ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, REQUERIDOS PARA
LAS ÁREAS Y PROYECTOS PRIORIZADOS POR LA ALCALDÍA
DE BOGOTÁ Y QUE FORMAN PARTE DE LAS ACTUACIONES
ESTRATÉGICAS DEFINIDOS EN EL POT VIGENTE DE LA CIUDAD
DE BOGOTÁ**

CIUDADELA EDUTAVIVA Y DEL CUIDADO

RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN Y DIAGNÓSTICO

REVISIÓN 01

OCTUBRE 2023

	CONTRATO N. 2-02-12300-1409-2023	VERSIÓN 01 (18/10/2023) Página 1 de 39
	METODOLOGÍA DE TRABAJO	

CONTROL DE APROBACIÓN

CONTRATISTA: **CHAFIK INGENIERIA S.A.S.**

ELABORO:	REVISO:	APROBÓ:
Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: Ing. Luisa Fernanda Chacón	Nombre: Luis Hernando Leal	Nombre: Luis Hernando Leal
Cargo: Coordinador de Proyecto	Cargo: Representante Legal	Cargo: Representante Legal
Fecha: 28-04-2023	Fecha: 28-04-2023	Fecha: 28-04-2023

SUPERVISOR:

APROBÓ:
Firma:
Nombre: Jhon A. Henao Arias
Cargo: ING. SUPERVISOR DE LA EAAB
Fecha:

CONTROL DE REVISIONES

REVISIÓN No.	FECHA	DESCRIPCIÓN
00	26/10/2023	Versión inicial

	CONTRATO N. 2-02-12300-1409-2023	VERSIÓN 01 (18/10/2023) Página 2 de 39
	METODOLOGÍA DE TRABAJO	

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	3
2	ASPECTOS GENERALES.....	4
3	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	5
3.1	ALCANCE GENERAL.....	5
3.2	UBICACIÓN.....	5
4	RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	7
5	DIAGNOSTICO DE REDES.....	7
5.1	SANITARIO.....	8
5.1.1	ANÁLISIS HIDRÁULICO - SANITARIO.....	9
5.2	PLUVIAL.....	21
5.2.1	RESULTADOS ANÁLISIS HIDROLÓGICO.....	21
5.2.2	ANÁLISIS HIDRÁULICO - PLUVIAL.....	27

	CONTRATO N. 2-02-12300-1409-2023	VERSIÓN 01 (18/10/2023) Página 3 de 39
	METODOLOGÍA DE TRABAJO	

1 INTRODUCCIÓN

En el presente documento se especifica la metodología para desarrollar los diseños conceptuales, así como la normatividad técnica usada para la evaluación hidráulica de estos.

Este documento describe los principales procesos y actividades derivadas del contrato No. 2-02-12300-1409-2023, basado en los requerimientos definidos en los pliegos de condiciones correspondientes a la invitación Directa No. IP-1559-2023, el contrato No. 1-02-31100-0685-2023 que tiene como objeto "CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS CONCEPTUALES DE LAS REDES TRONCALES DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, REQUERIDOS PARA LAS ÁREAS Y PROYECTOS PRIORIZADOS POR LA ALCALDÍA DE BOGOTÁ Y QUE FORMAN PARTE DE LAS ACTUACIONES ESTRATÉGICAS DEFINIDOS EN EL POT VIGENTE DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ", durante su periodo de ejecución.

Esta metodología se actualizará por exigencias del Supervisor y/o Interventor, modificaciones, suspensiones de contrato y de común acuerdo de las partes.

Entre las actividades principales en la metodología de trabajo es necesario destacar las siguientes:

- Solicitud de información ante las diferentes las diferentes entidades públicas y privadas.
- Solicitud ante la EAAB de un modelo hidráulico de las redes de alcantarillado Sanitario y Pluvial, así como la información comercial de los usuarios (m3/vigencias).
- Identificar las redes troncales que se ubican dentro de las áreas del proyecto a desarrollar.
- Definir las áreas aferentes de las redes troncales identificadas.
- Hacer un análisis de población para las áreas aferentes de las redes troncales a analizar.
- Determinar los caudales de las áreas del proyecto, así como los de las áreas aferentes de las redes troncales a analizar.
- Evaluación de capacidad hidráulica de las redes troncales existentes.
- Diagnosticar las redes existentes con los caudales futuros.
- Proyectar los diseños conceptuales para cada una de las redes a desarrollar, de acuerdo a los resultados obtenidos en los diagnostico y que dichos diseños conceptuales se ajusten a las necesidades de cada una de las zonas del proyecto.
- Trazados de las redes proyectadas.

2 ASPECTOS GENERALES

En la siguiente tabla se especifican las normas técnicas que se usaran como referencia para la evaluación y diseños conceptuales.

Tabla 1. Normas técnicas

NORMAS TÉCNICAS			
Código Norma Técnica	Nombre	Versión	Uso
NS-085	Criterios De Diseño De Sistemas De Alcantarillado	4.20	Evaluación Hidráulica de los componentes del diseño y Determinación de caudales
NS-012	Aspectos técnicos para cruces y detección de interferencias en construcción Bogotá EAAB-ESP	1.10	Para la proyección de las alternativas de redes nuevas que represente la menor afectación posible a la infraestructura existente
NS-029	Pozos de inspección Bogotá EAAB-ESP	4.00	Evaluación hidráulica de los pozos proyectados y existentes
NS-030	Lineamientos para trabajos topográficos Bogotá EAAB-ESP	5.40	Define los lineamientos de los trabajos en campo para la topografía
NS-031	Estudios de población y demanda de agua en sectores específicos	2.00	Determinación de la población base de las áreas aferentes
NS-054	Presentación de diseños de sistemas de alcantarillado	2.10	Presentación de los diseños
NS-097	Criterios de diseño de estaciones de bombeo de alcantarillado	1.00	Si se requiere, la proyección de una estación de bombeo
NS-123	Criterios para selección de materiales de tuberías para redes de acueducto y alcantarillado	1.00	Proyección de los materiales para la red

FUENTE: EAAB, 2023.

Cabe aclarar que la normativa relacionada en la tabla anterior, corresponde a las versiones vigentes a la fecha (25/10/2023).

3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 ALCANCE GENERAL

El alcance general de esta Consultoría comprende el diseño conceptual de las redes de alcantarillado sanitario y pluvial dentro de la Actuación Estratégica identificada como “Ciudadela Educativa y del Cuidado”. Los diseños comprenden aumentar la capacidad de los sistemas y que puedan operar con los nuevos caudales generados por las modificaciones urbanísticas proyectadas en la Actuación Estratégica.

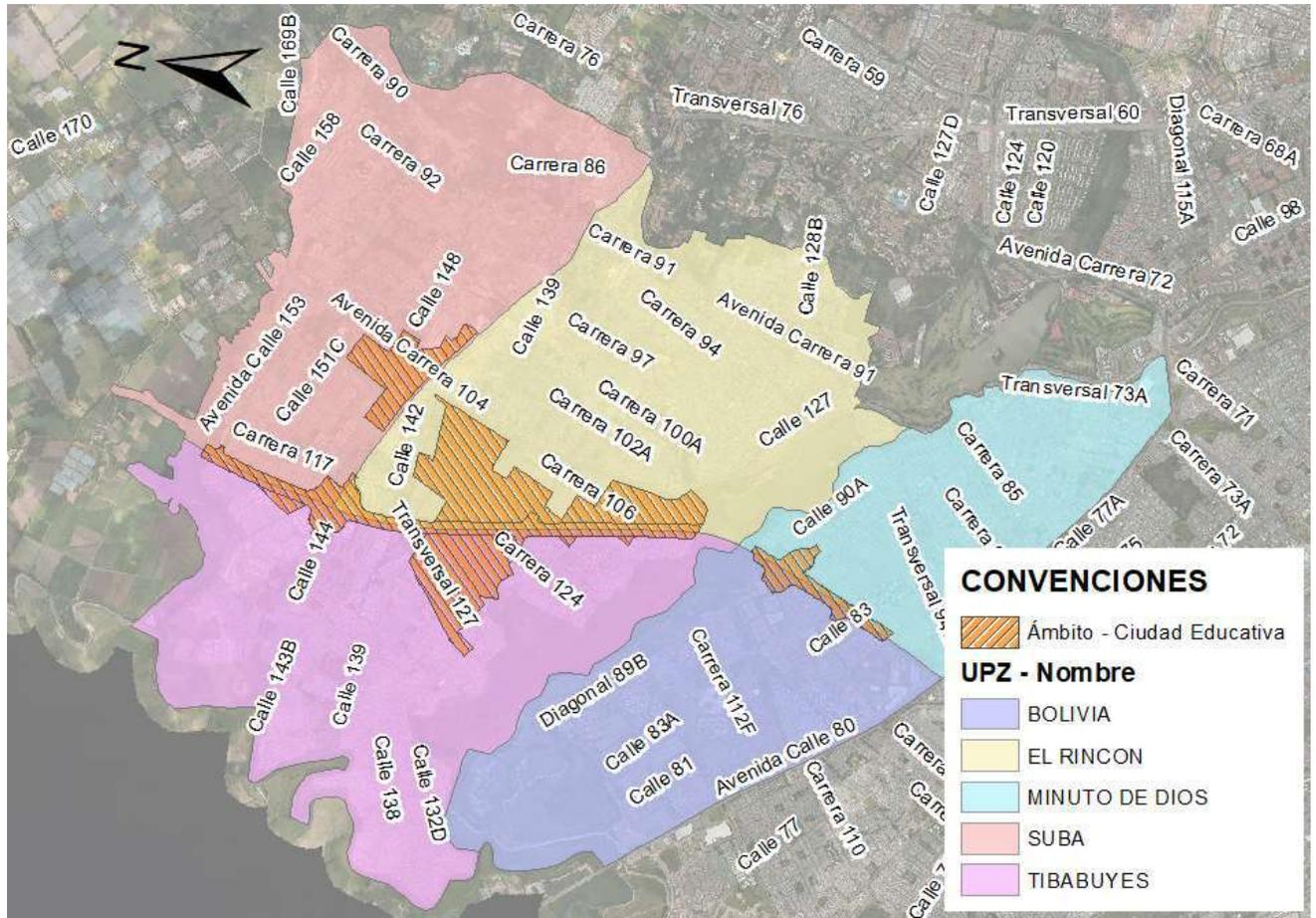
Los diseños se consideran como conceptuales o a nivel de pre factibilidad debido a que los insumos o la base técnica recopilada por la consultoría se clasifican como información secundaria, ya que estos no son obtenidos en su totalidad con mediciones en campo tales como: catastro de redes, topografía detalladas, nivelación de pozos, estudios hidrológicos, redes secas, etc. Otra razón por la que se consideran como diseños a nivel de pre factibilidad es que estos no tendrán en cuenta las posibles interferencias con otras redes o la infraestructura existente, cabe aclarar que los trazados de las redes se realizarán de tal manera que se generen el menor número de interferencias.

3.2 UBICACIÓN



FUENTE: PROPIA, 2023.

El Ámbito de la Actuación Estratégica se encuentra ubicado en la Zona 1 de la EAAB, el proyecto se ubica sobre las UPZ'S: 27 Suba, 28 El Rincón, 29 Minuto de Dios, 71 Tibabuyes y 72 Bolivia. La Actuación Estratégica se ubica sobre el corredor verde entre los costados oriente y occidente de la carrera 118, entre la Avenida calle 153 hasta el Humedal Juan Amarillo, y al sur del Juan Amarillo hasta la calle 86. En la siguiente imagen se muestran las UPZ'S que se intersectan con el proyecto.



FUENTE: PROPIA, 2023.

En la siguiente tabla se presentan los códigos de las UPZ'S.

UPZ CÓDIGO	UPZ NOMBRE
UPZ - 27	SUBA
UPZ - 72	BOLIVIA
UPZ - 71	TIBABUYES
UPZ - 29	MINUTO DE DIOS
UPZ - 28	EL RINCON

FUENTE: PROPIA, 2023.

4 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

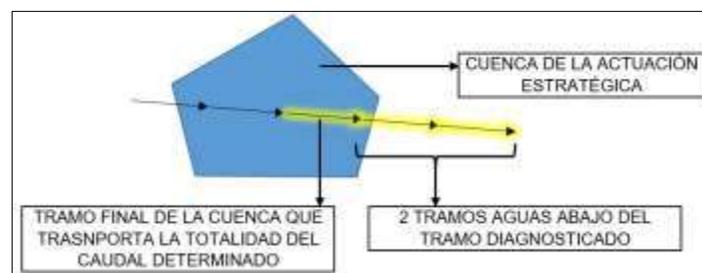
La información recopilada tiene fecha del 20 de octubre de 2023, información que se organiza según su aplicabilidad dentro del desarrollo del proyecto. A continuación, se presenta en la siguiente tabla donde se discrimina la información recibida.

	Carpeta 1	Carpeta 2	Carpeta 3	Carpeta 4
Ciudadela educativa	Ámbitos propuestos	Directrices adoptadas resolución	Tabla aprovechamientos urbanos	Otros
	Shape ámbito: Áreas con priorización . Ciudadela educativa MXD: Red peatonal, red matriz, etc.	GDB Directrices: Especialización directrices. Documento directrices: Actuación estratégica Ciudadela Educativa y del cuidado. Resolución 0074: Por la cual se adopta las Directrices para la definición de lo público para la formulación de la Actuación Estratégica Ciudadela Educativa..	Excel 1 escenario moderado: Usos y aprovechamientos urbanísticos, equipamientos. Excel 2 escenario tope: Usos y aprovechamientos urbanísticos, equipamientos. Excel 3 escenario moderado final: Usos y aprovechamientos urbanísticos, equipamientos.	Áreas permeables publicas PPTX y XLS Distribución usos UND funcional DWG, XLS y PDF. Información áreas privadas XLS Equipamientos usuarios XLS

La información a usar está contenida en los shapes asociados a los diferentes sistemas de alcantarillado (sanitario y pluvial), entre ellos las redes troncales, locales y pozos, adicionalmente, presentan los polígonos en formato shape de las Actuaciones Estratégicas. Por otro lado, se hace uso de la información dentro del documento de directrices y la resolución 0074 del 13 de enero de 2023, áreas permeables en formato PPTX y la distribución de usos y aprovechamientos urbanos en formato XLS, puntualmente analizando el escenario moderado final para le determinación del caudal sanitario.

5 DIAGNOSTICO DE REDES

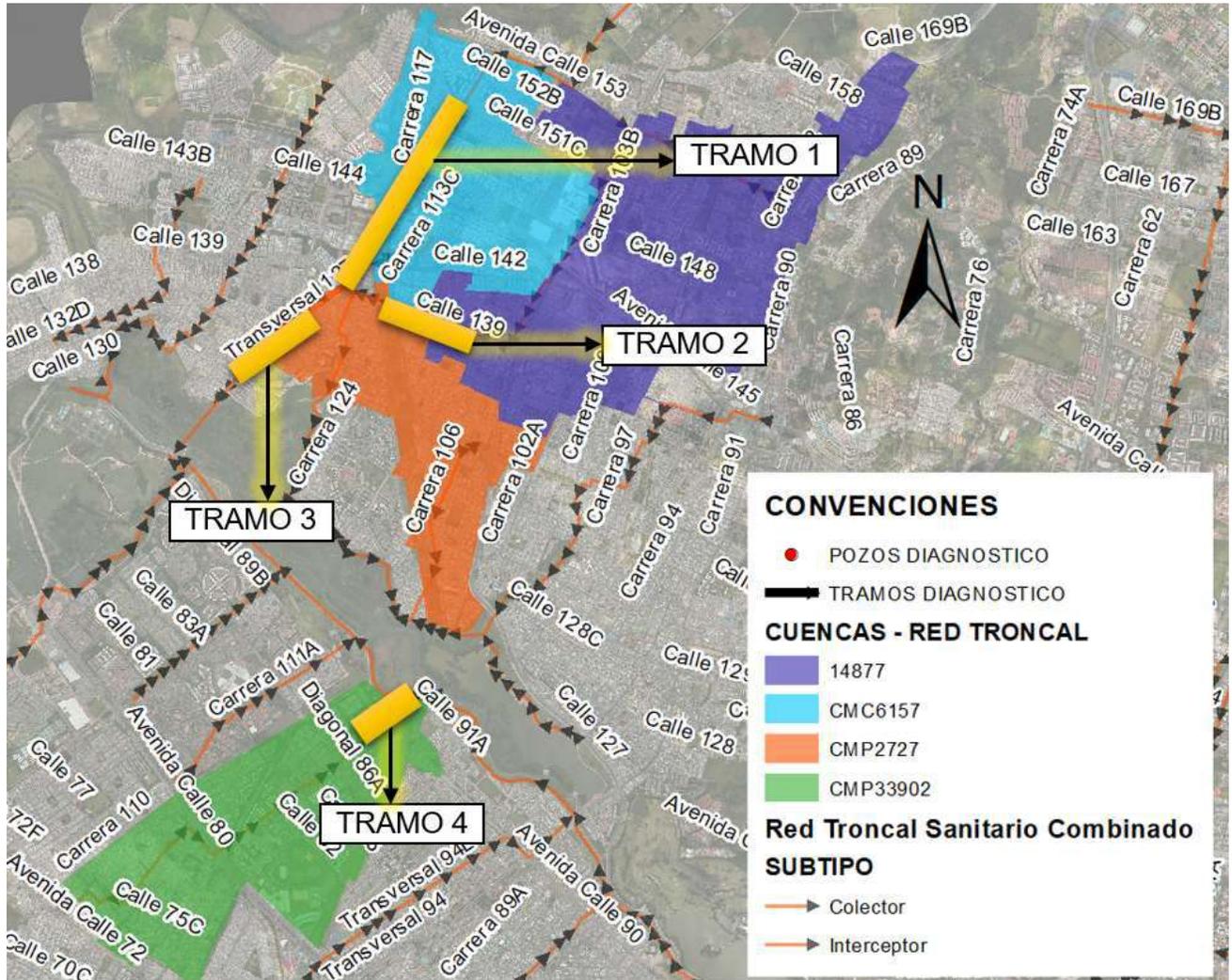
Solo se evaluaron las redes existentes a las que se las Actuaciones Estratégicas hacen entrega de los nuevos aportes de caudal, estos tramos de ubican al final de las cuencas de cada sistema en dicho punto de evaluación, como se ve en el siguiente esquema.



Lo anterior aplica para los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial.

5.1 SANITARIO

En la siguiente imagen se presenta la localización de los tramos de redes sanitarias



5.1.1 ANÁLISIS HIDRÁULICO - SANITARIO

En este ítem se presentan los resultados de la modelación hidráulica realizada en los tramos del sistema de alcantarillado sanitario que recibirán los futuros aportes de provenientes de la Actuación estratégica.

5.1.1.1 TRAMO 1 (CARRERA 115 ENTRE CALLE 139 - CALLE 151B)

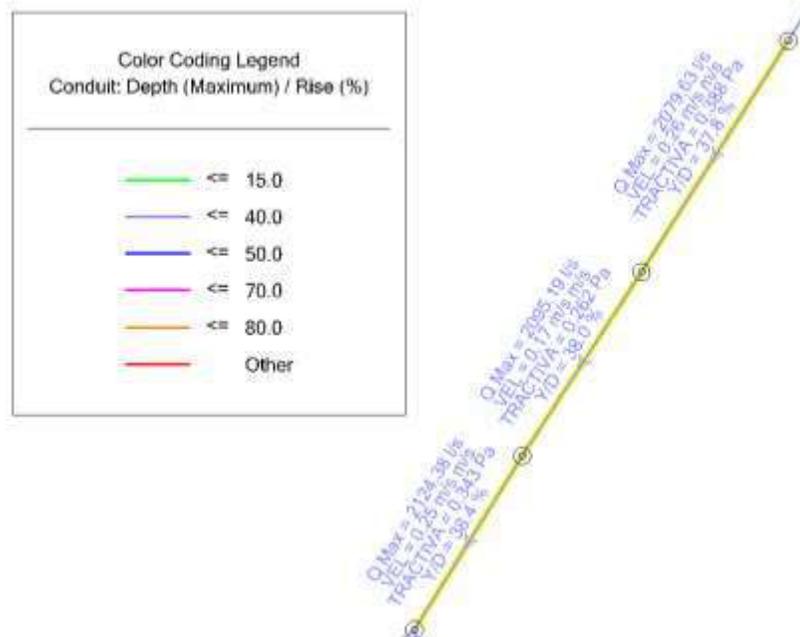
En la siguiente imagen se muestran las redes del primer tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



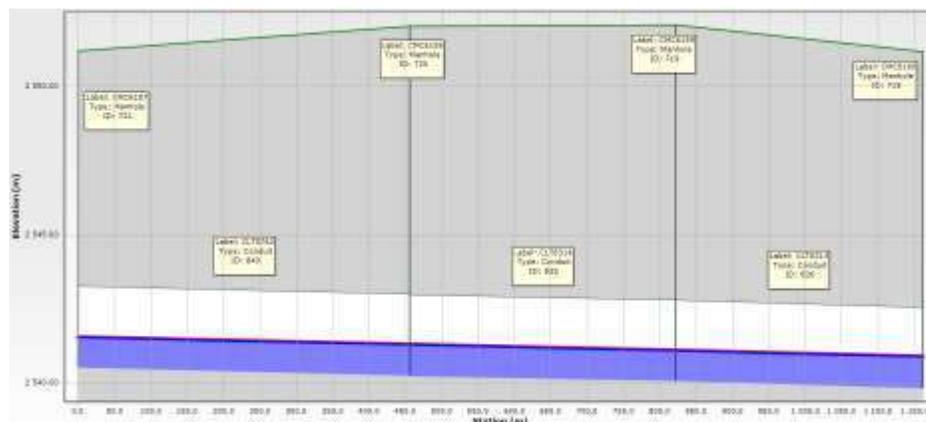
Se presentan los resultados de las modelaciones hidráulicas con las características físicas de la red instalada en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
CMC6158	CMC6159	365.1	2 552.02	2 552.07	2 542.96	2 542.80	2 750.00	Concreto
CMC6159	CMC6160	340.8	2 552.07	2 551.16	2 542.80	2 542.55	2 750.00	Concreto
CMC6157	CMC6158	455.9	2 551.20	2 552.02	2 543.25	2 542.98	2 750.00	Concreto

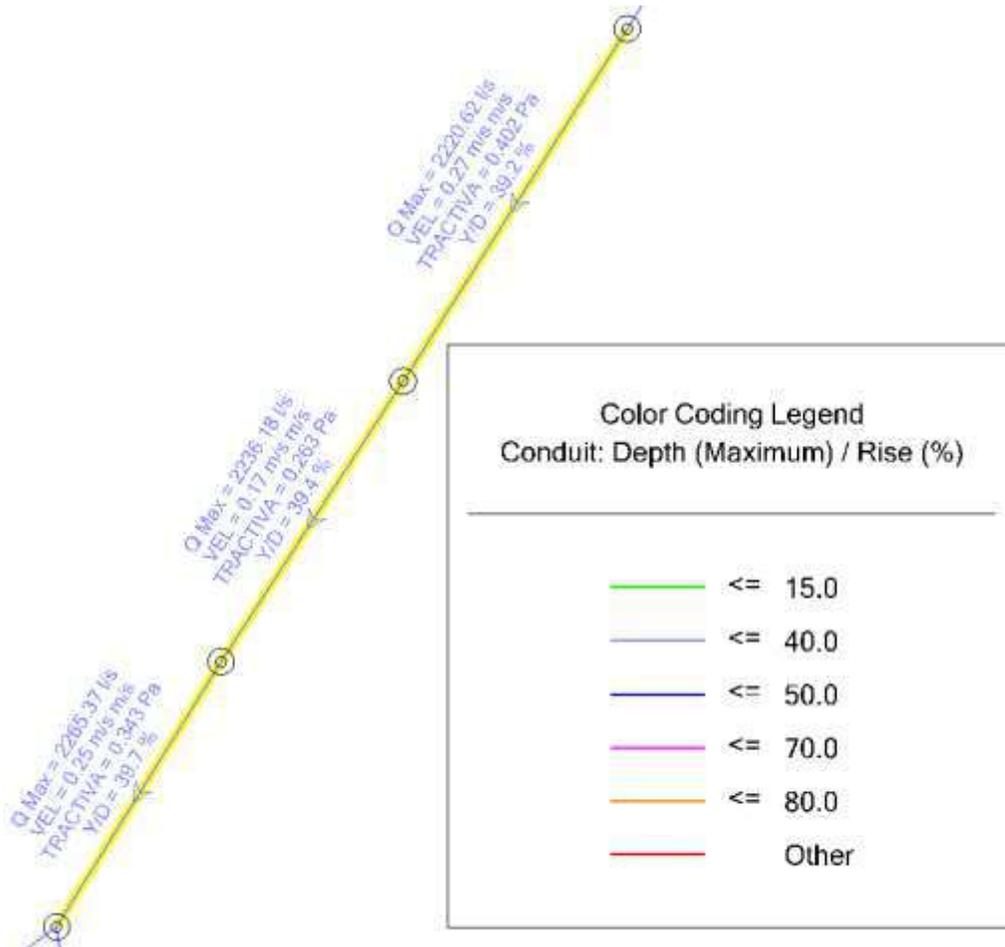
Año 2024



Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera con una fuerza tractiva baja por el orden de 0.35 Pa y en la norma se indica que la fuerza de arrastre para diámetros superiores a 450 (mm) debe ser de 2.00 Pa, por consiguiente, la red no cumple con la condición de auto limpieza y se recomiendan mantenimientos periódicos, por otro lado, los tramos operan a una capacidad menor al 50% por lo que pueden manejar los caudales adicionales. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada para la condición de operación del 2024.



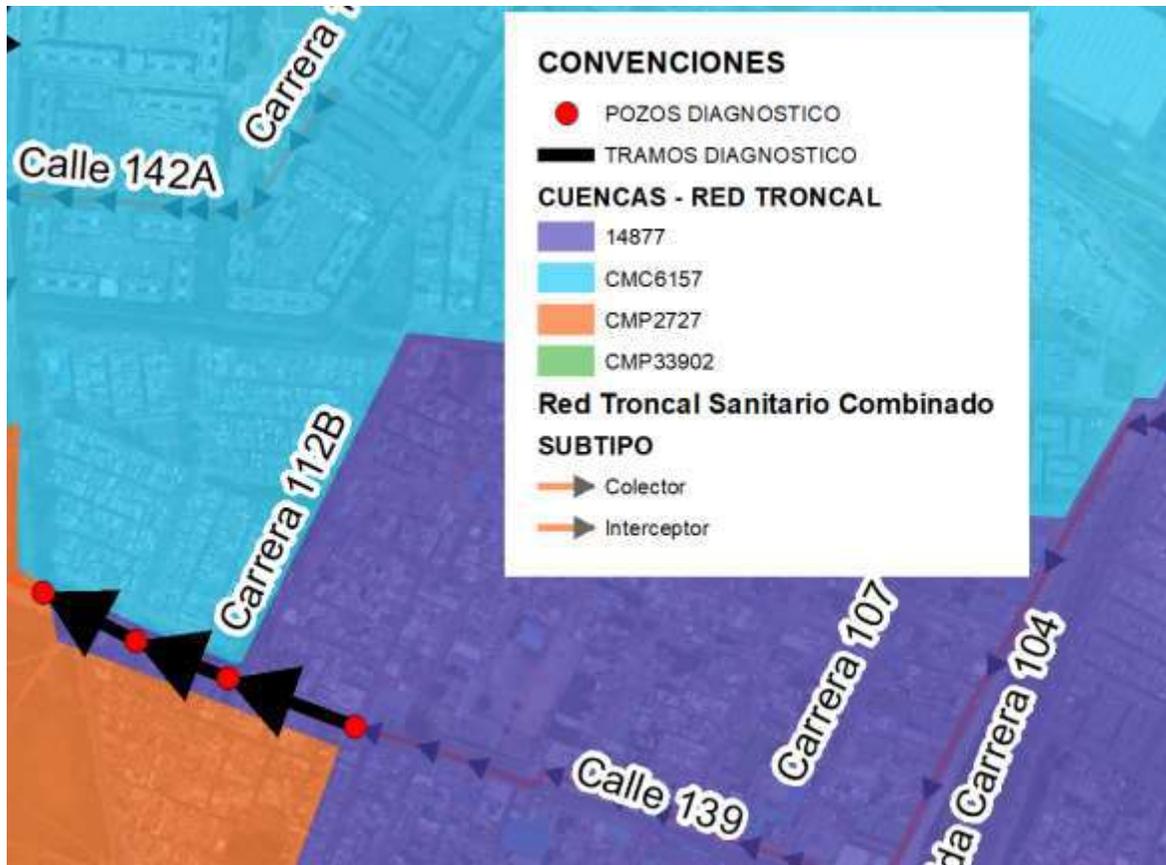
- Año 2035



Los caudales no aumentan considerablemente para el escenario del 2035, por lo que las condiciones operativas son relativamente similares a las actuales; se evidencia un aumento en la profundidad hidráulica aumentando la capacidad en la que operan las redes a un 40% mejorando y con esto mejorando la capacidad de auto limpieza, pero sin que llegue a los rangos de operación definidos por el EAAB, por lo que de igual manera se recomiendan mantenimientos periódicos al sistema.

5.1.1.2 TRAMO 2 (CALLE 139 ENTRE CARRERAS 111B BIS - CALLE 118)

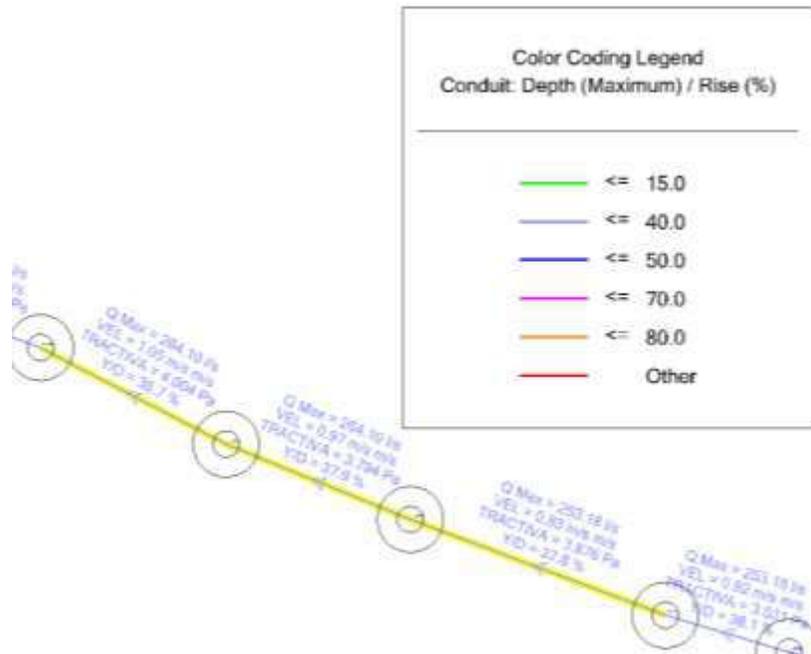
En la siguiente imagen se muestran las redes del segundo tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



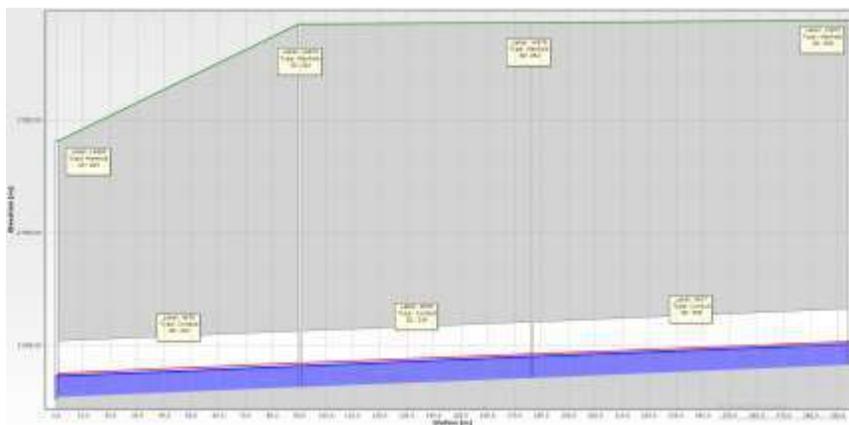
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
14877	14878	117.8	2 553.77	2 553.73	2 548.65	2 548.42	1 000.00	Concreto
14878	14879	86	2 553.73	2 553.70	2 548.42	2 548.26	1 000.00	Concreto
14879	14880	90.5	2 553.70	2 551.63	2 548.26	2 548.08	1 000.00	Concreto

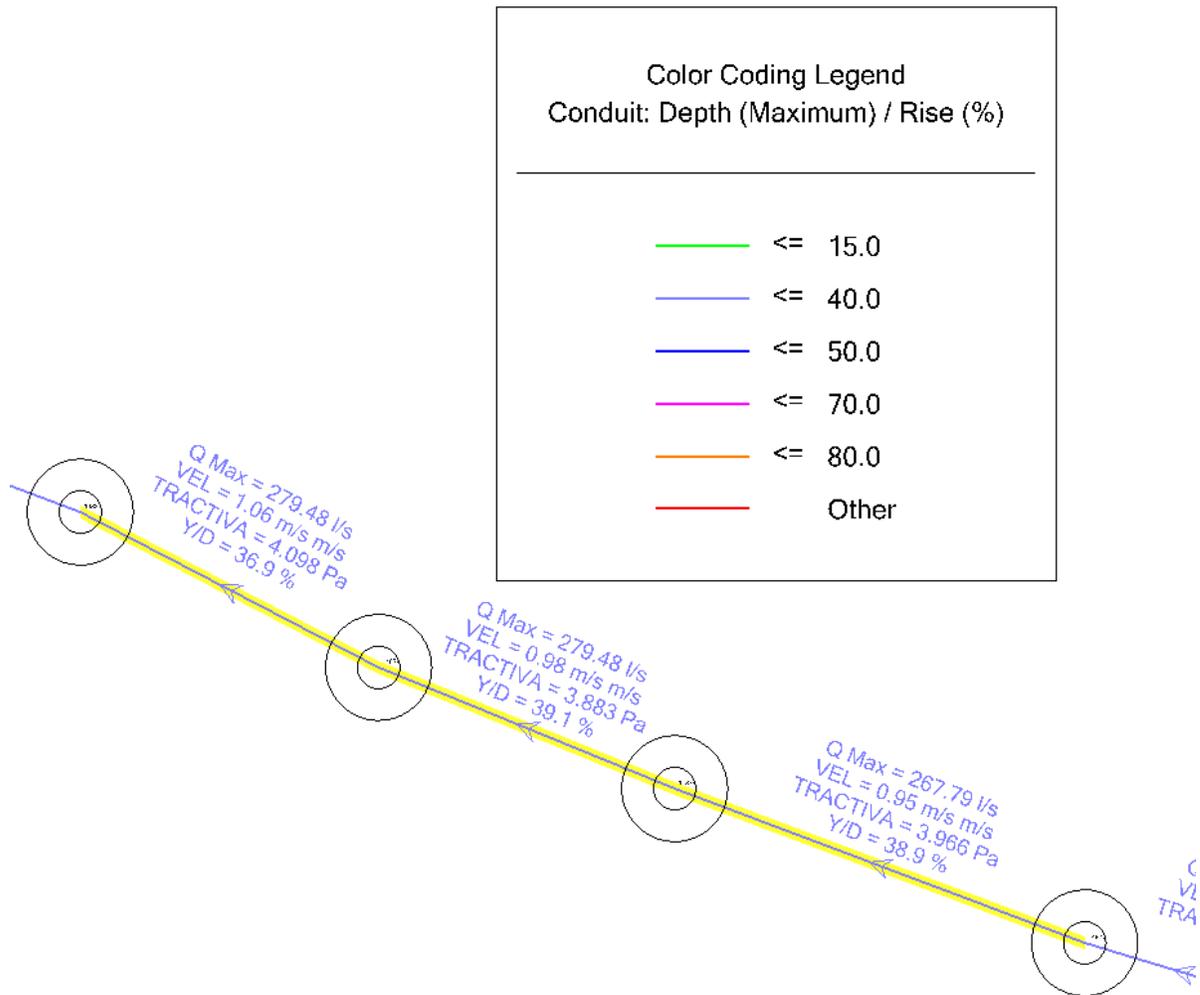
- Año 2024



Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera con una fuerza tractiva por el orden de 3.80 Pa, la norma del EAAB indica que para tubos con diámetro superior a 450 (mm) la fuerza tractiva mínima debe ser de 2.00 Pa, por consiguiente, la red cumple con la condición de auto limpieza, por otro lado, los tramos operan a una capacidad al 35% por lo que pueden manejar los caudales adicionales. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada para la condición de operación del 2024.



- Año 2035



Los caudales no aumentan considerablemente para el escenario del 2035, por lo que las condiciones operativas son relativamente similares a las actuales; se evidencia un aumento en la profundidad hidráulica aumentando la capacidad en la que operan las redes a un 40% y con esto mejorando la capacidad de auto limpieza, alcanzando el orden de 4.00 Pa, el aumento del caudal no afecta el funcionamiento de la red instalada.

5.1.1.3 TRAMO 3 (TR 127 ENTRE CALLES 113 - CALLE 132B BIS)

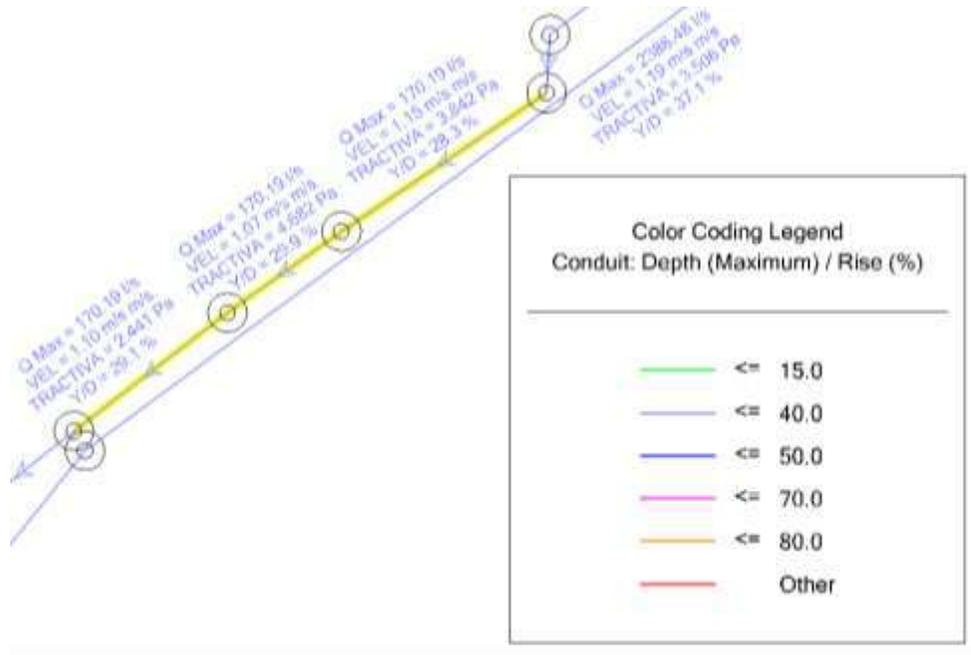
En la siguiente imagen se muestran las redes del tercer tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



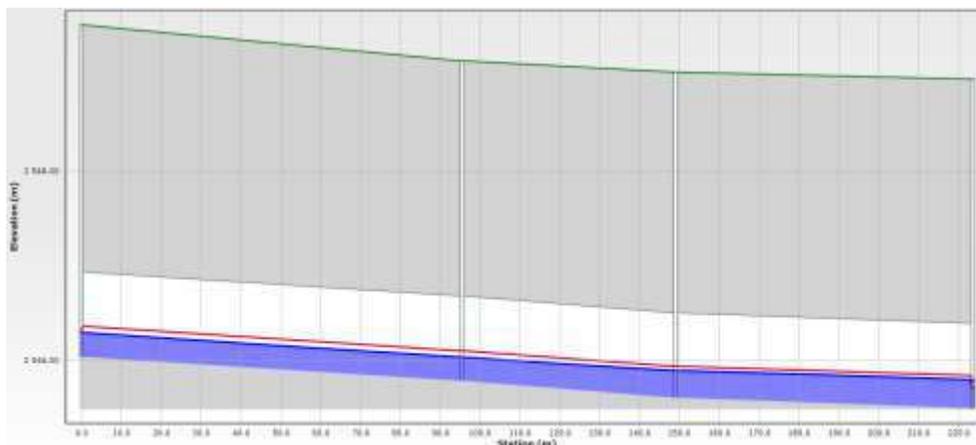
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
CMP2727	CMP2881	96.7	2 549.55	2 549.17	2 546.94	2 546.69	900.00	Concreto
CMP2881	CMP2981	54.6	2 549.17	2 549.05	2 546.69	2 546.51	900.00	Concreto
CMP2981	CMP3028	75.8	2 549.05	2 548.98	2 546.51	2 546.40	900.00	Concreto

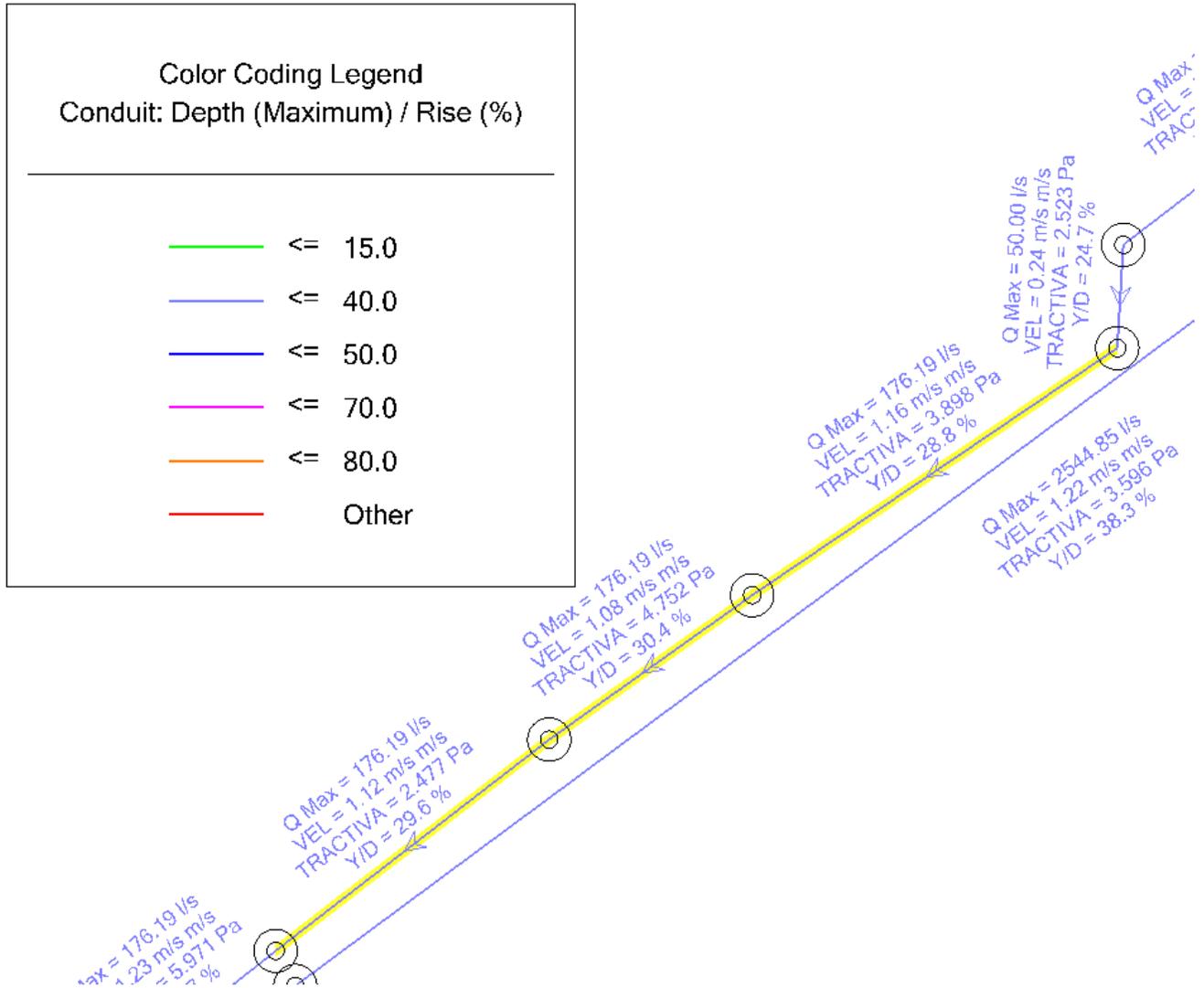
- Año 2024



Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera con una fuerza tractiva menor a 2.00 Pa indicados por la norma del EAAB para tubos con diámetro superior a 450 (mm), por consiguiente, la red cumple con la condición de auto limpieza, por otro lado, los tramos operan a una capacidad menor al 30% por lo que pueden manejar los caudales adicionales. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada para la condición de operación del 2024.



- Año 2035



Los caudales no aumentan considerablemente para el escenario del 2035, por lo que las condiciones operativas son relativamente similares a las actuales; se evidencia un aumento en la profundidad hidráulica aumentando la capacidad en la que operan las redes a un 30% y con esto mejorando la capacidad de auto limpieza, el aumento del caudal no afecta el funcionamiento de la red instalada.

5.1.1.4 TRAMO 4 (CARRERA 118 ENTRE CALLES 89 - CALLE 96)

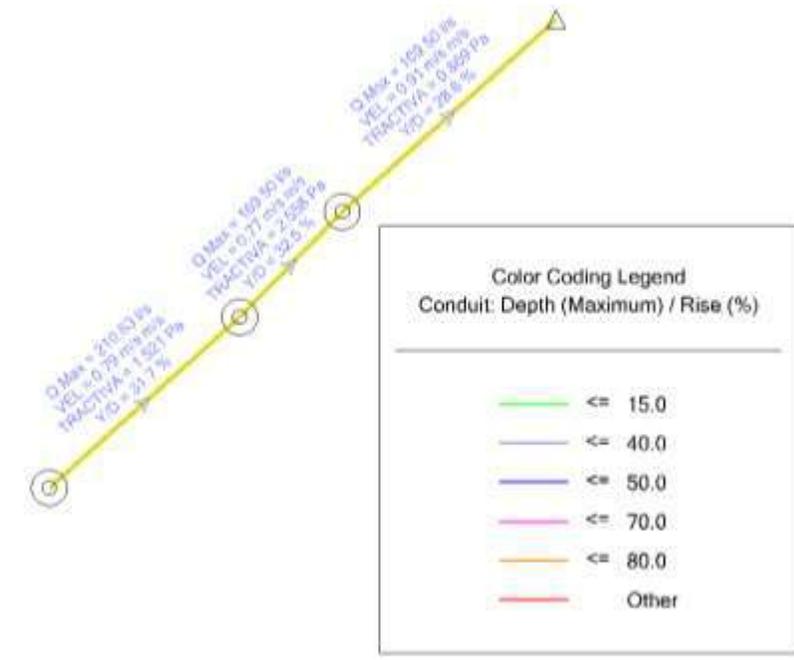
En la siguiente imagen se muestran las redes del cuarto tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



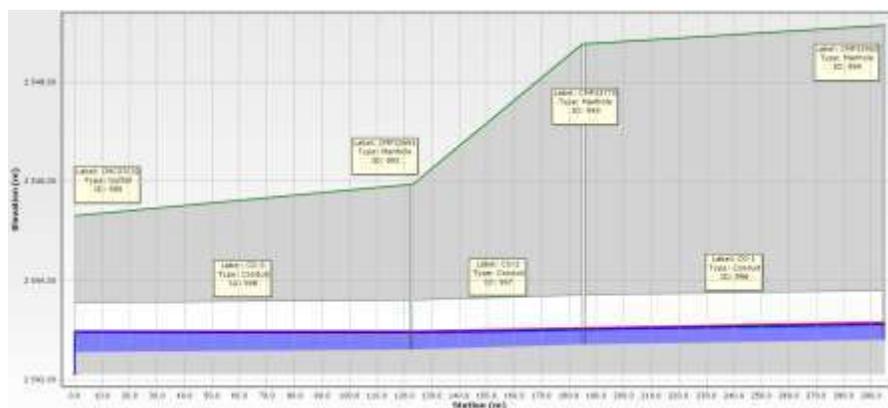
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
CMP33902	CMP33770	109.1	2 549.14	2 548.77	2 543.80	2 543.71	1 000.00	Concreto
CMP33770	CMP33691	62.7	2 548.77	2 545.94	2 543.71	2 543.61	1 000.00	Concreto
CMP33691	CMC37032	122.6	2 545.94	2 545.31	2 543.61	2 543.56	1 000.00	Concreto

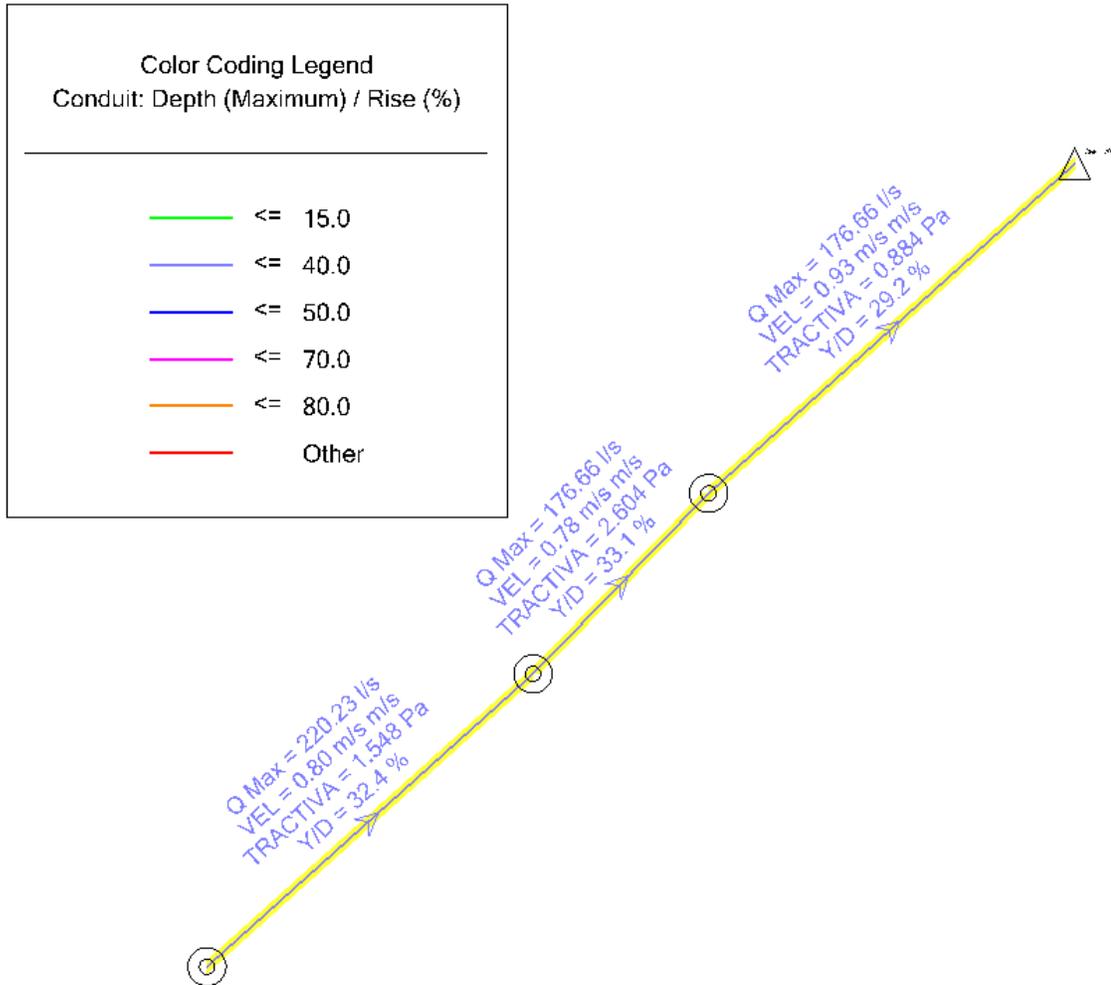
- Año 2025



Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera con una fuerza tractiva baja, exceptuando un tramo, en la norma se indica que la fuerza de arrastre para diámetros superiores a 450 (mm) debe ser de 2.00 Pa, por consiguiente, la red no cumple con la condición de auto limpieza y se recomiendan mantenimientos periódicos, por otro lado, los tramos operan a una capacidad menor al 35%, por lo que pueden manejar los caudales adicionales. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada para la condición de operación del 2024.



- Año 2035



Los caudales no aumentan considerablemente para el escenario del 2035, por lo que las condiciones operativas son relativamente similares a las actuales; se evidencia un aumento en la profundidad hidráulica aumentando la capacidad en la que operan las redes a un 32% y con esto mejorando la capacidad de auto limpieza, el aumento del caudal no afecta el funcionamiento de la red instalada. como se evidencia una capacidad de auto limpieza menor a lo indicado por la norma, se recomiendan mantenimientos periódicos para las redes.

5.2 PLUVIAL

5.2.1 RESULTADOS ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Cuenca pluvial 1

La siguiente cuenca limita al sur con la Avenida Calle 145 y al norte con la Calle 151, al occidente con la Carrera 111 y al oriente con la Carrera 91. La cuenca descarga al pozo PMC1124241.

Pozo al que entrega a la cuenca	Caudal L/s	Valores promedio de la cuenca	
		% Área impermeable	CN
PMC1124241	7867.06	0.915	98.07

*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega



Cuenca pluvial 2

Esta cuenca limita al sur con la Avenida Calle 149 y al norte con el humedal la Conejera. Al oriente limita con la Carrera 118 y al occidente con la Carrera 128.

La cuenca descarga al pozo PMP46943.

Pozo al que entrega a la cuenca	Caudal L/s	Valores promedio de la cuenca	
		% Área impermeable	CN
PMP46943	1243.08	0.94	98.40

*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega



Cuenca pluvial 3

Esta cuenca limita al suroriente con la Avenida Calle 145, al sur occidente con la Calle 140. Al noroccidente con la Calle 151C, al norte con la Avenida Calle 145 y al nororiente con la Calle 148. Al oriente limita con la Carrera 90 y al occidente con la Transversal 127 y la Carrera 115.

La cuenca descarga al pozo PMP48881.

Pozo al que entrega a la cuenca	Caudal L/s	Valores promedio de la cuenca	
		% Área impermeable	CN
PMP48881	23372.74	0.85	97.31

*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega



Cuenca pluvial 4

Esta cuenca limita al sur con la Calle 130C. Al norte con Calle 139. Al oriente limita con la Carrera 107B y al occidente con la Carrera 126.

La cuenca descarga al pozo PMI92667.

Pozo al que entrega a la cuenca	Caudal L/s	Valores promedio de la cuenca	
		% Área impermeable	CN
PMI92667	7330.08	0.88	97.64

*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega



Cuenca pluvial 5

Esta cuenca limita al sur con el río Arzobispo. Al norte con Calle 148. Al oriente limita con la Carrera 86 y al occidente con la Carrera 118.

La cuenca descarga al pozo PMP107475.

Pozo al que entrega a la cuenca	Caudal L/s	Valores promedio de la cuenca	
		% Área impermeable	CN
PMP107475	18625.01	0.89	97.74

*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega



Cuenca pluvial 6

Esta cuenca limita al sur con la Calle 82. Al norte con Calle 91A. Al oriente limita con la Carrera 95G y al occidente con la Carrera 102. La cuenca descarga al pozo PMP56235.

Pozo al que entrega a la cuenca	Caudal L/s	Valores promedio de la cuenca	
		% Área impermeable	CN
PMP56235	2127.78	0.96	98.55

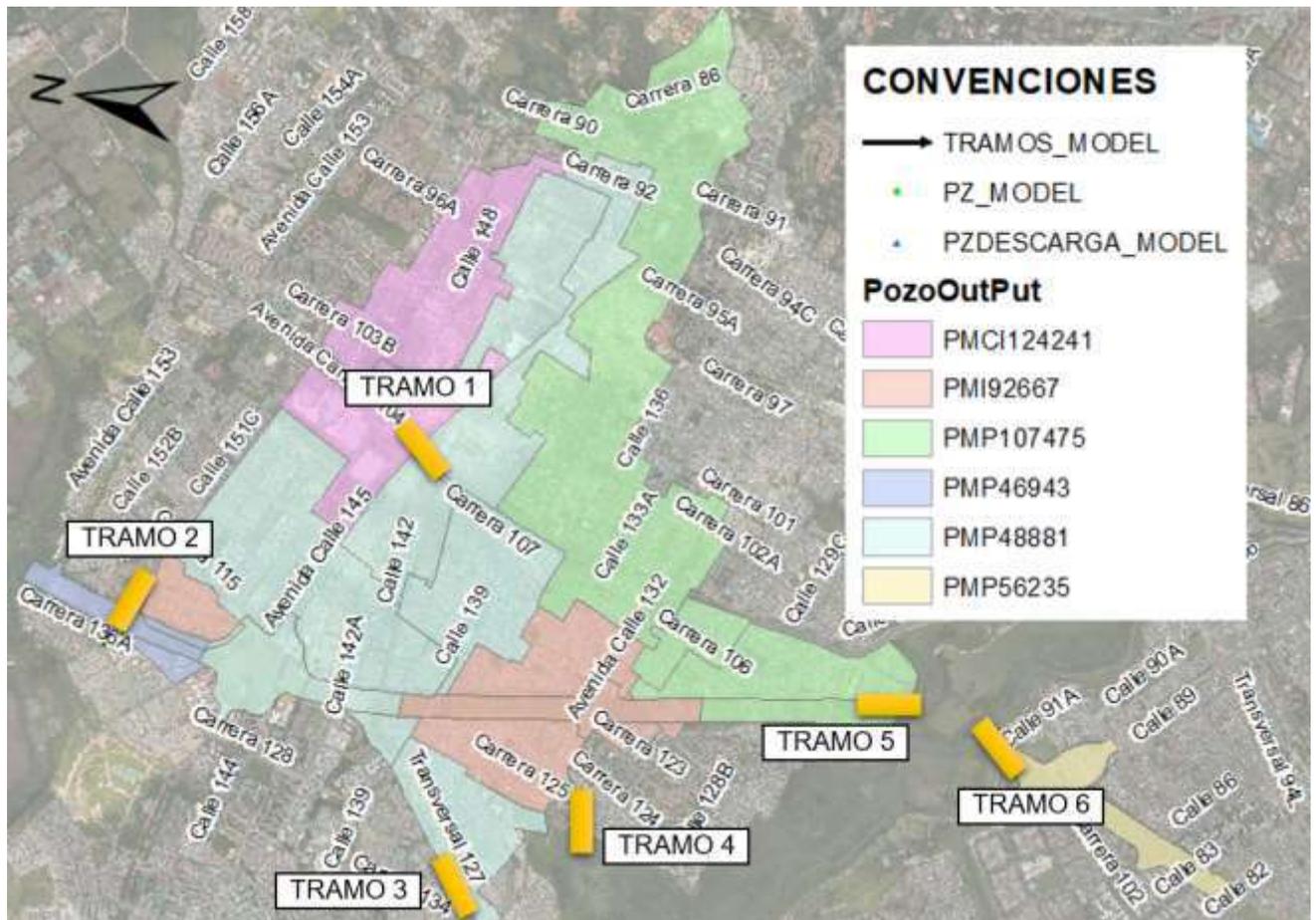
*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega



5.2.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO - PLUVIAL

En este ítem se presentan los resultados de la modelación hidráulica realizada en los tramos del sistema de alcantarillado pluvial que recibirán los futuros aportes de provenientes de la Actuación estratégica.

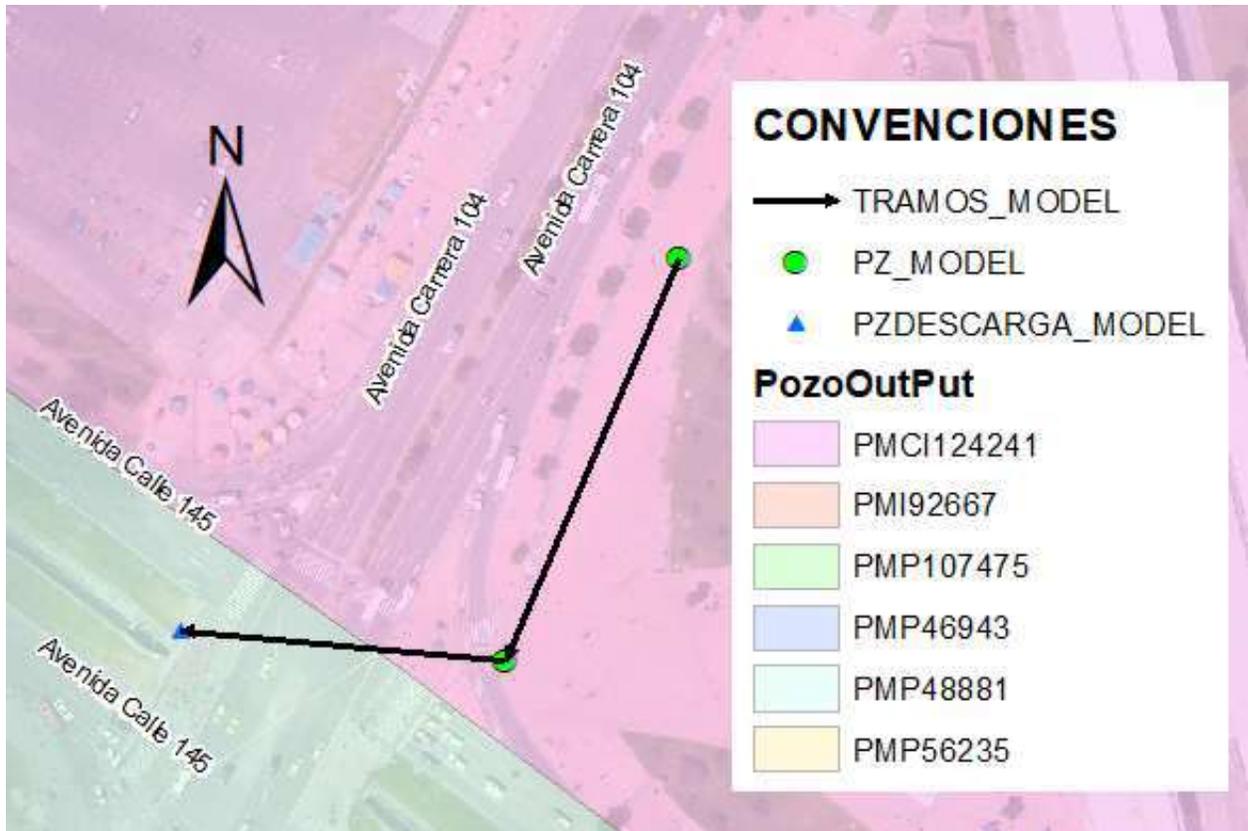
En la siguiente imagen se muestra la localización general de las cuencas pluviales que hacen parte de las redes a analizar y también se muestra la localización puntual de los tramos de la red existente a analizar.



En el siguiente ítem, se muestran de manera puntual cada uno de los tramos de la imagen anterior con sus respectivos análisis hidráulicos.

5.2.2.1 TRAMO 1 (AV CARRERA 104 – AV CALLE 145 (UF-4))

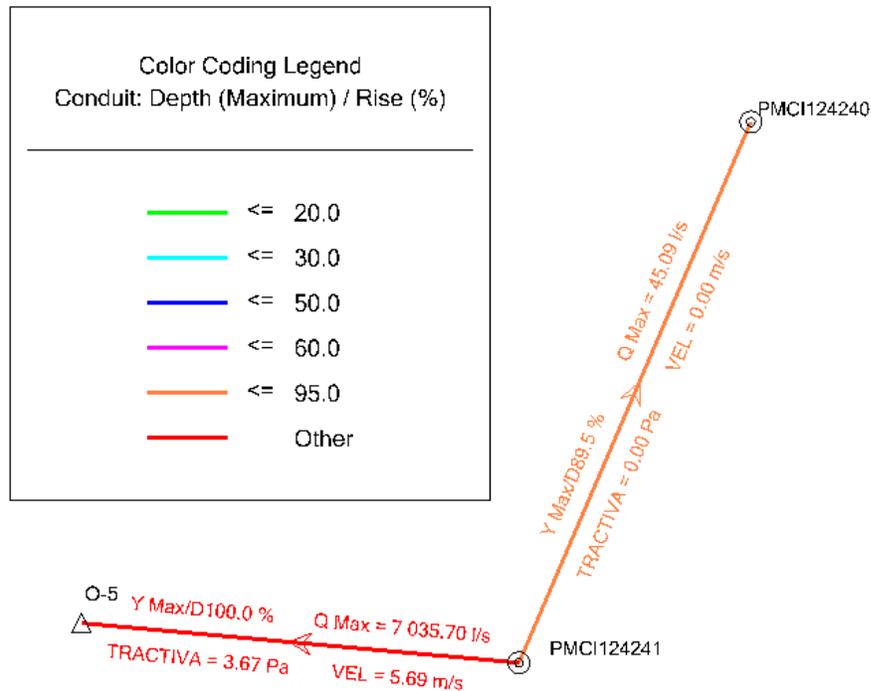
En la siguiente imagen se muestran las redes del primer tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



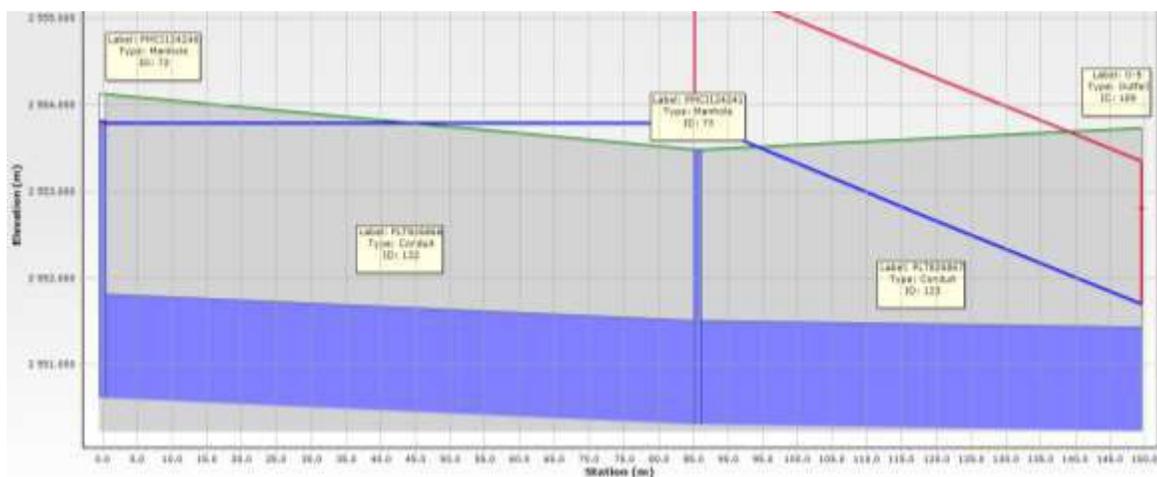
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
PMCI124240	PMCI124241	85.6	2 554.12	2 553.48	2 551.81	2 551.51	1 200.00	Concreto
PMCI124241	O-5	63.9	2 553.48	2 553.73	2 551.51	2 551.43	1 200.00	Concreto

A continuación, se presentan los resultados de la modelación hidráulica.



Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema último tramo opera con una fuerza tractiva de 3.67 Pa y en la norma se indica que la fuerza de arrastre para diámetros la red pluvial debe ser de 3.00 Pa, si bien el tramo cumple con el parámetro de auto limpieza, no cumple la con relación de llenado la cual no debe superar el 93%, las condiciones en las que opera el último tramo afecta el comportamiento del tramo aguas arriba. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada para la condición de operación de diseño.



Según lo anterior, el tramo opera de manera ineficiente, y no cuenta con la capacidad para atender el caudal que genera la cuenca al final del periodo de diseño.

5.2.2.2 TRAMO 2 (CALLE 151D – CARRERA133 (UF-1))

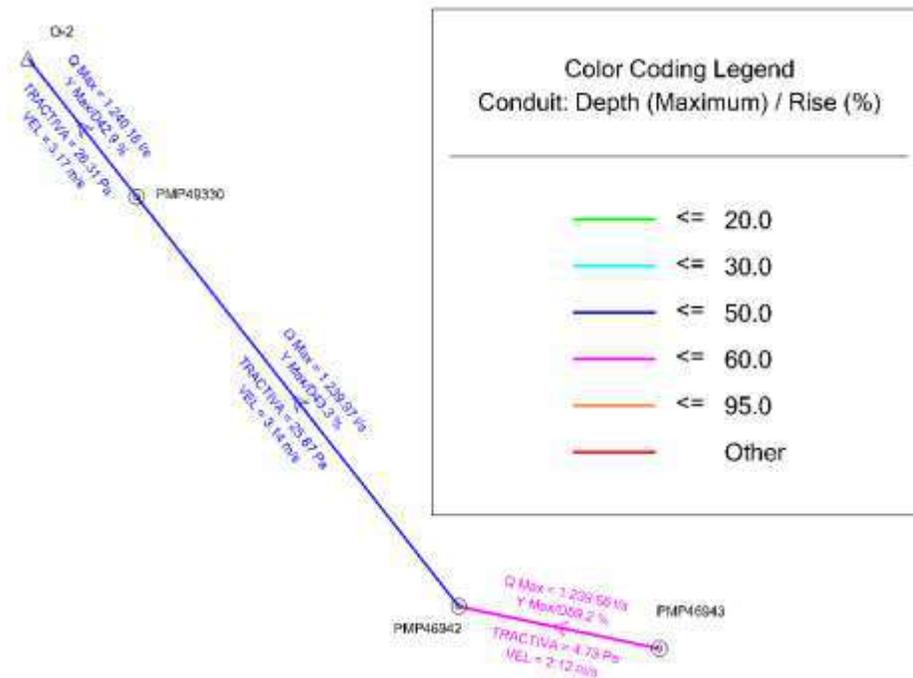
En la siguiente imagen se muestran las redes del segundo tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



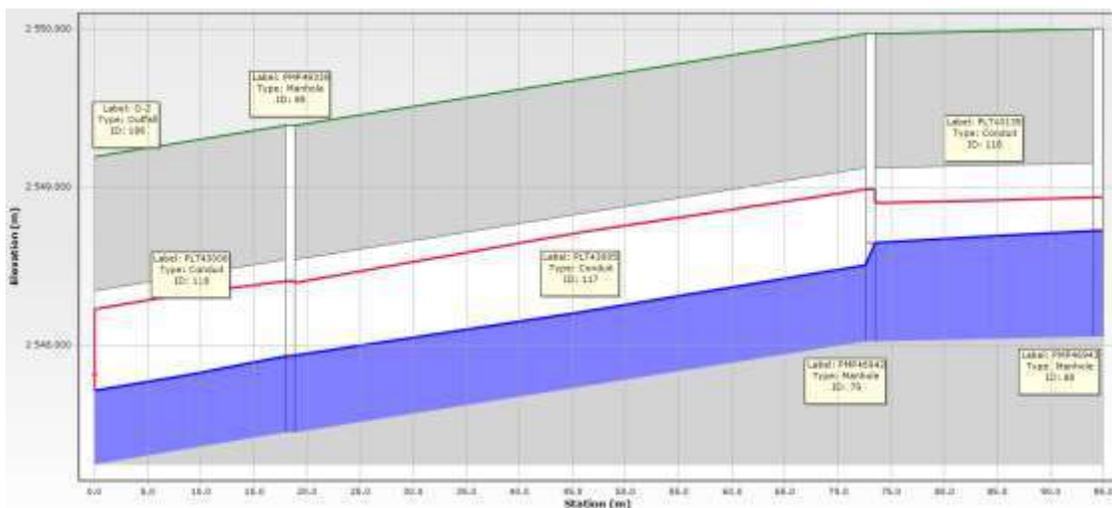
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
PMP46943	PMP46942	21.4	2 550.00	2 549.97	2 549.15	2 549.12	1 100.00	Concreto
PMP46942	PMP49330	54.6	2 549.97	2 549.39	2 549.12	2 548.54	1 100.00	Concreto
PMP49330	O-2	18.4	2 549.39	2 549.19	2 548.54	2 548.34	1 100.00	Concreto

A continuación, se presentan los resultados de la modelación hidráulica.



Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera con una fuerza tractiva superior a los 4.00 Pa. que indicada la norma, por consiguiente, la red cumple con la condición de auto limpieza, por otro lado, los tramos operan a una capacidad inferior a 60% por lo que pueden manejar los caudales adicionales. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada.



Teniendo en cuenta los resultados anteriores, estos tramos operan de manera correcta y cuentan con la capacidad de para transportar un caudal superior.

5.2.2.3 TRAMO 3 (TRANSVERSAL 127 – CALLE 132D (UF-3))

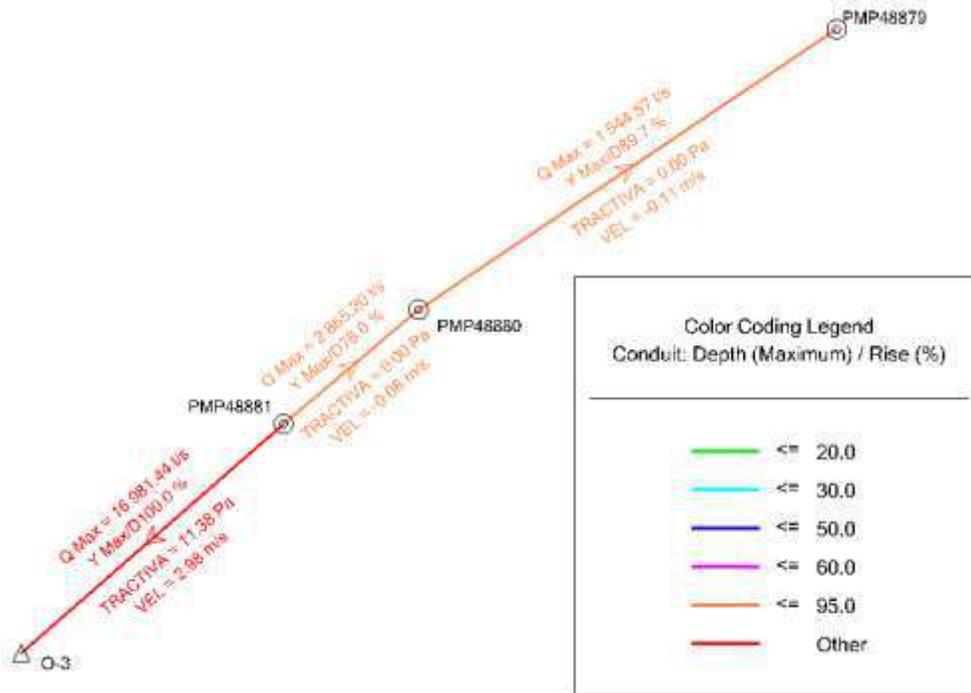
En la siguiente imagen se muestran las redes del tercer tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



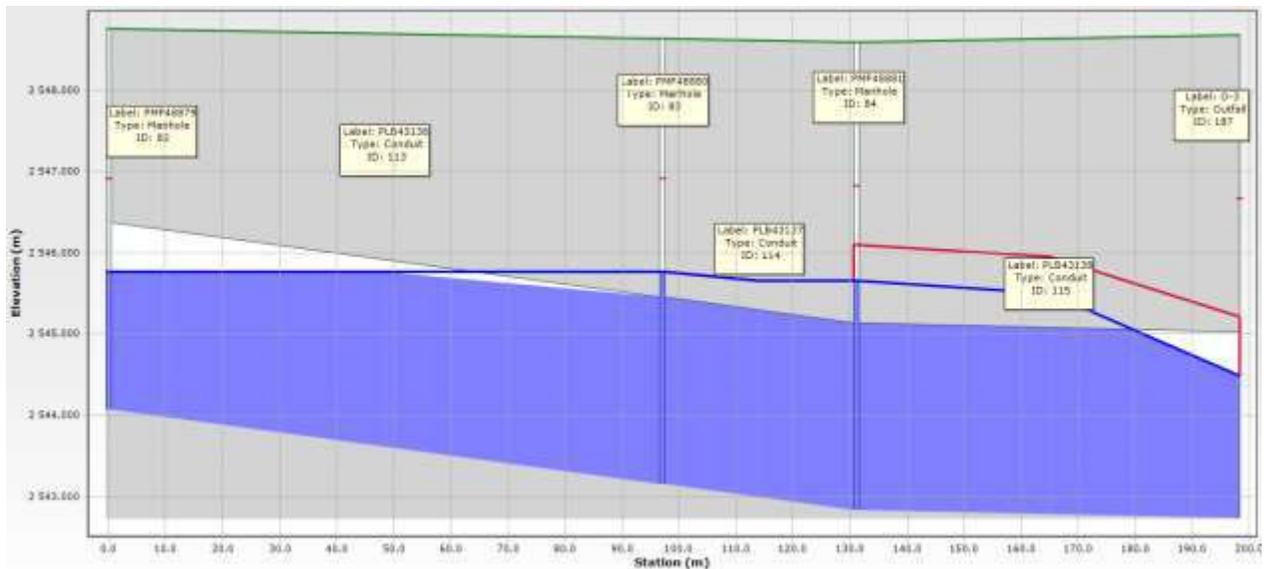
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
PMP48879	PMP48880	97.1	2 548.76	2 548.64	2 546.37	2 545.45	0.00	Concreto
PMP48880	PMP48881	34.1	2 548.64	2 548.59	2 545.45	2 545.13	0.00	Concreto
PMP48881	O-3	67.1	2 548.59	2 548.68	2 545.13	2 545.03	0.00	Concreto

A continuación, se presentan los resultados de la modelación hidráulica.



Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera sin capacidad para transportar el caudal de la cuenca asociada. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada.



Teniendo en cuenta los resultados anteriores, estos tramos operan sin capacidad y no pueden transportar un caudal adicional.

5.2.2.4 TRAMO 4 (TRANSVERSAL 124B – CALLE 131A (UF-3))

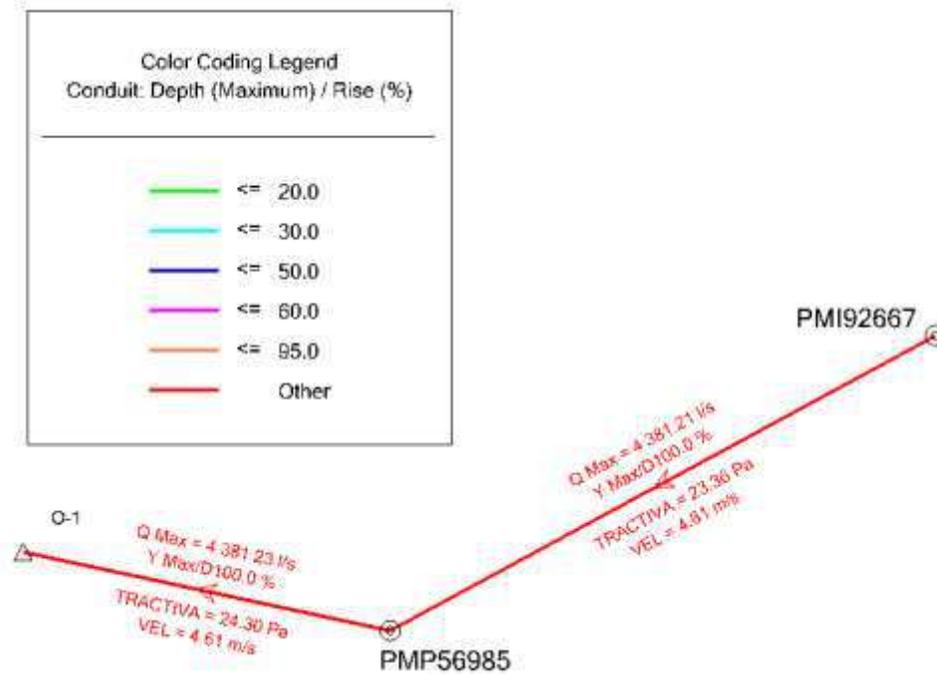
En la siguiente imagen se muestran las redes del cuarto tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



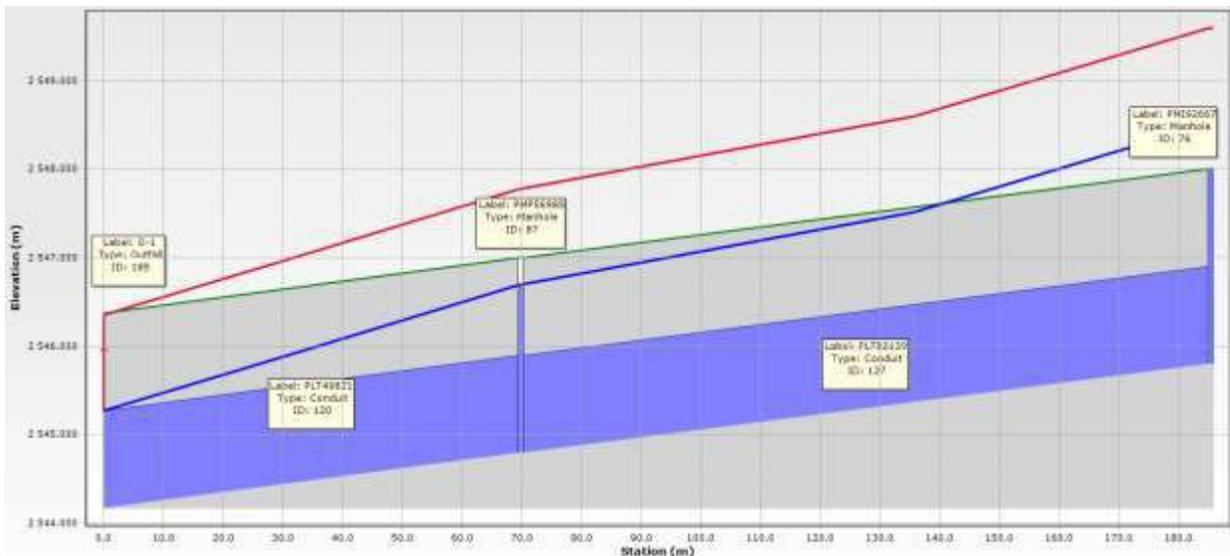
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
PMP56985	O-1	69.8	2 547.00	2 546.37	2 545.90	2 545.27	1 100.00	Concreto
PMI92667	PMP56985	115.4	2 548.00	2 547.00	2 546.90	2 545.90	1 100.00	Concreto

A continuación, se presentan los resultados de la modelación hidráulica.



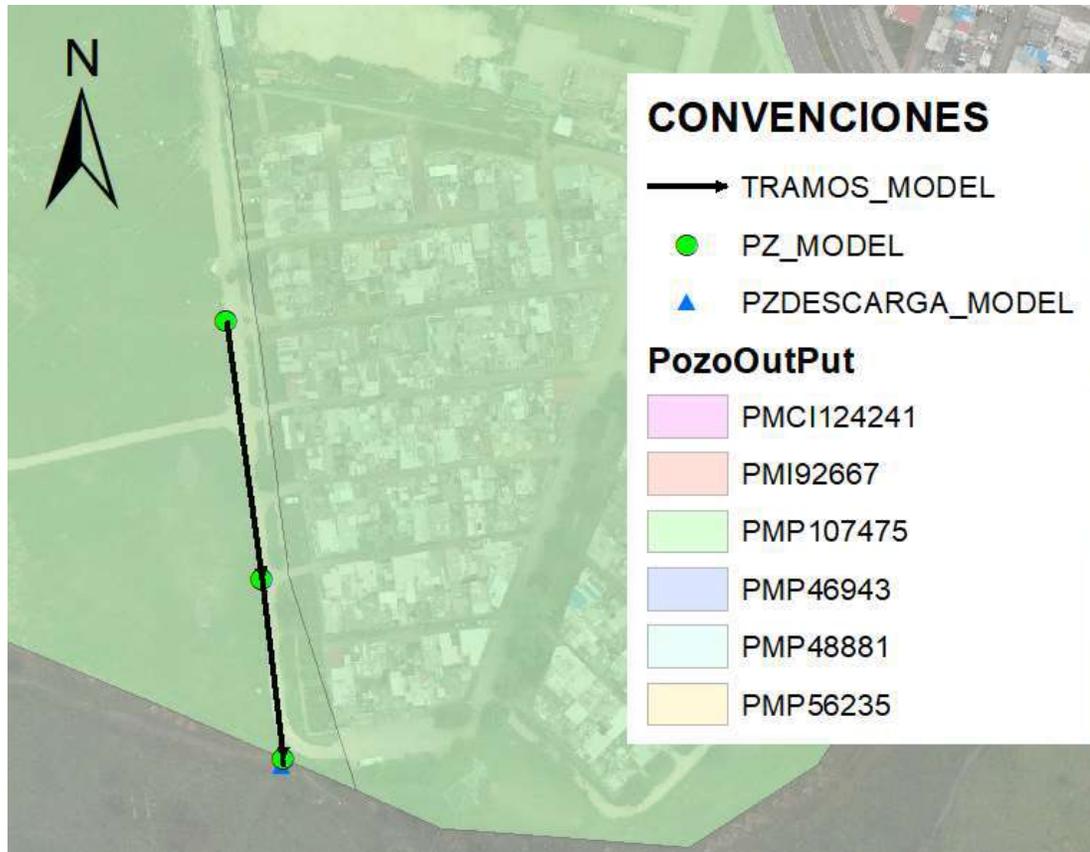
Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera sin capacidad para transportar el caudal de la cuenca asociada. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada.



Teniendo en cuenta los resultados anteriores, estos tramos operan sin capacidad y no pueden transportar un caudal adicional.

5.2.2.5 TRAMO 5 (CARRERA 118 – CALLE 126 (UF-3))

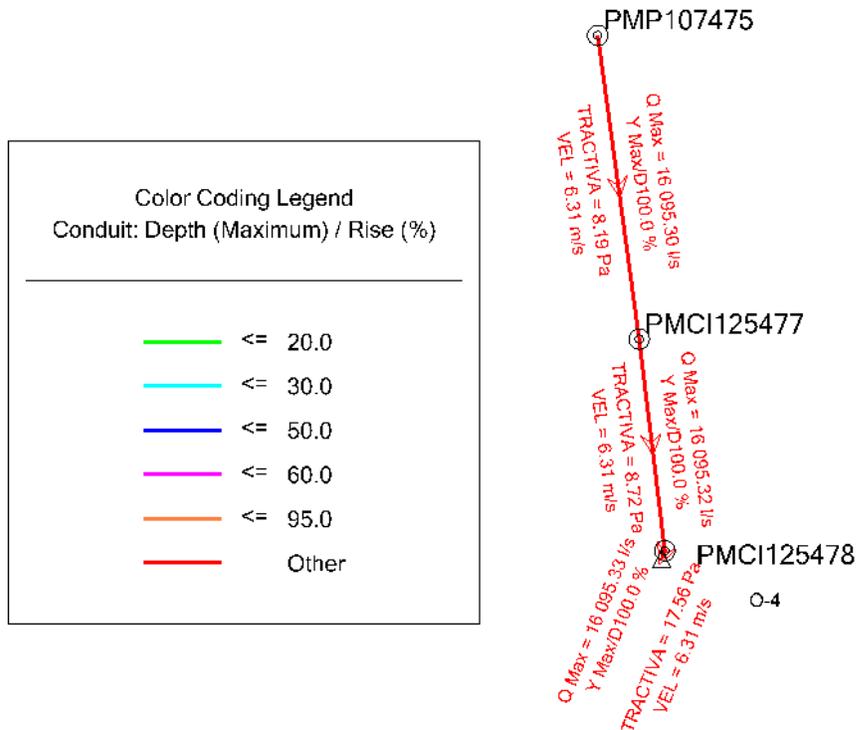
En la siguiente imagen se muestran las redes del quinto tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



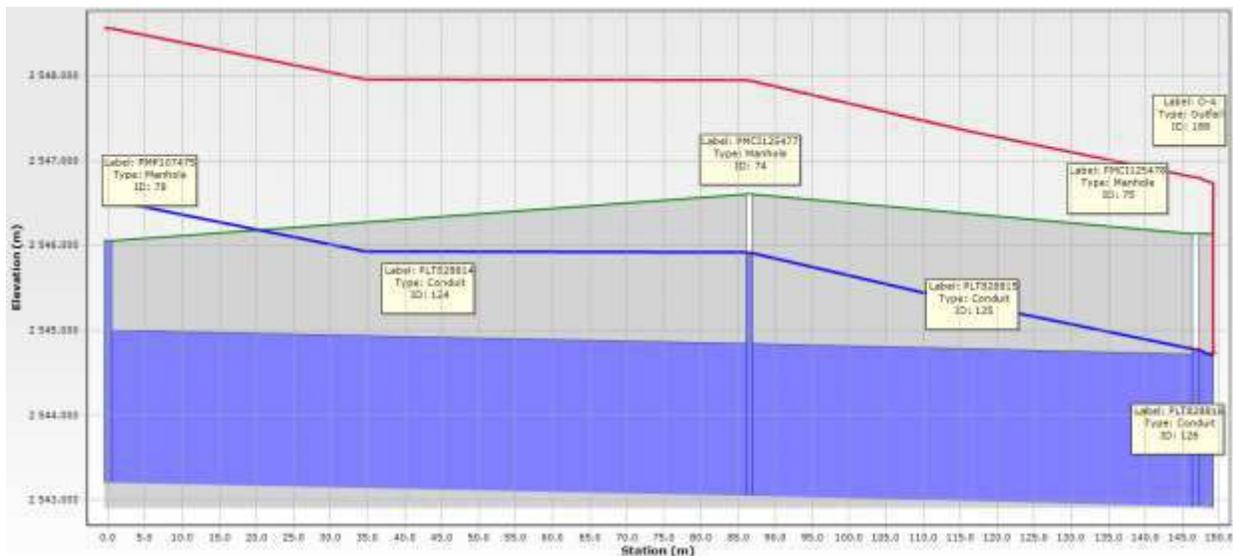
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
PMP107475	PMCI125477	86.5	2 546.06	2 546.60	2 545.00	2 544.84	1 800.00	Concreto
PMCI125477	PMCI125478	60.2	2 546.60	2 546.14	2 544.84	2 544.72	1 800.00	Concreto
PMCI125478	O-4	2.4	2 546.14	2 546.14	2 544.72	2 544.71	1 800.00	Concreto

A continuación, se presentan los resultados de la modelación hidráulica.



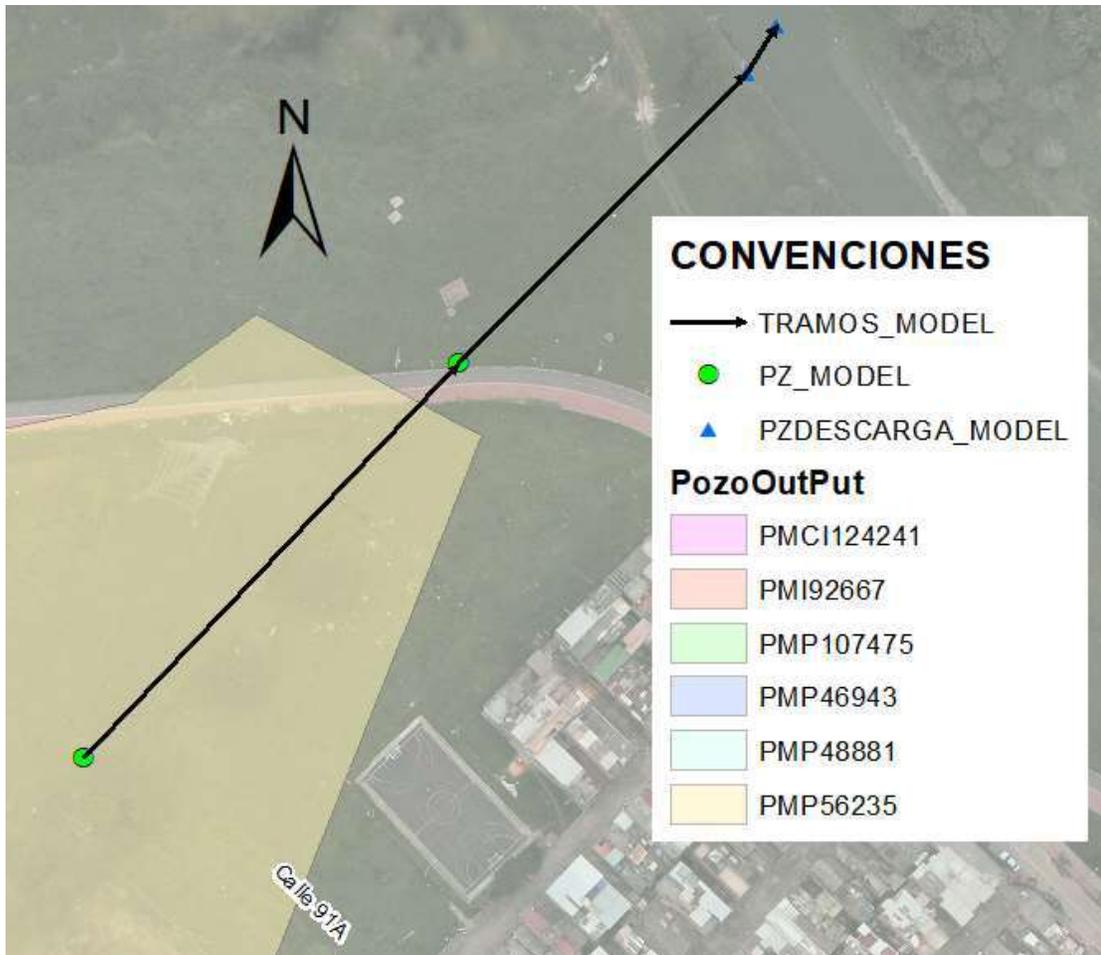
Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera sin capacidad para transportar el caudal de la cuenca asociada. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada.



Teniendo en cuenta los resultados anteriores, estos tramos operan sin capacidad y no pueden transportar un caudal adicional.

5.2.2.6 TRAMO 6 (CARRERA 118 – Calle 91A (UF-2))

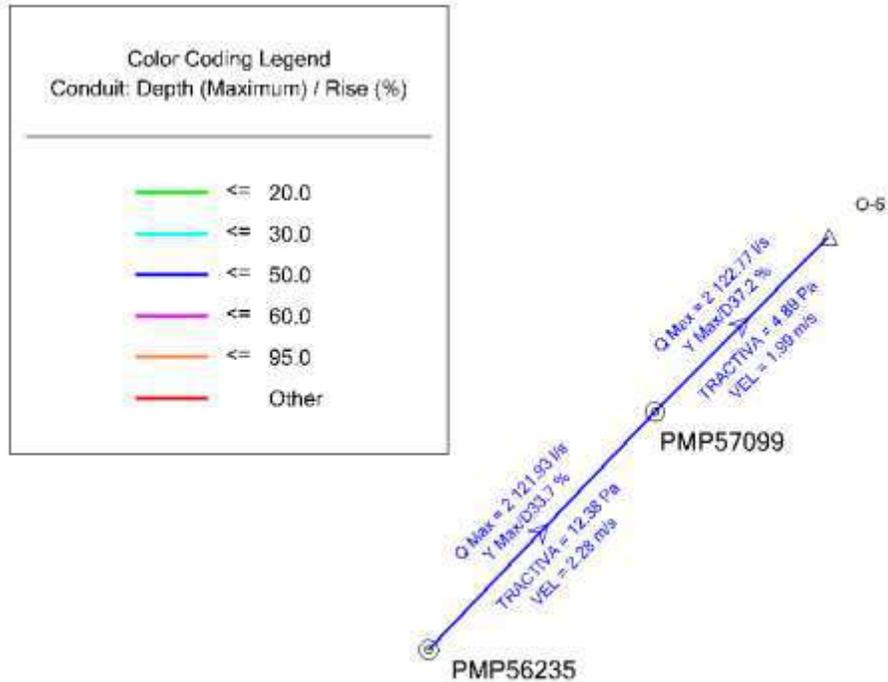
En la siguiente imagen se muestran las redes del sexto tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



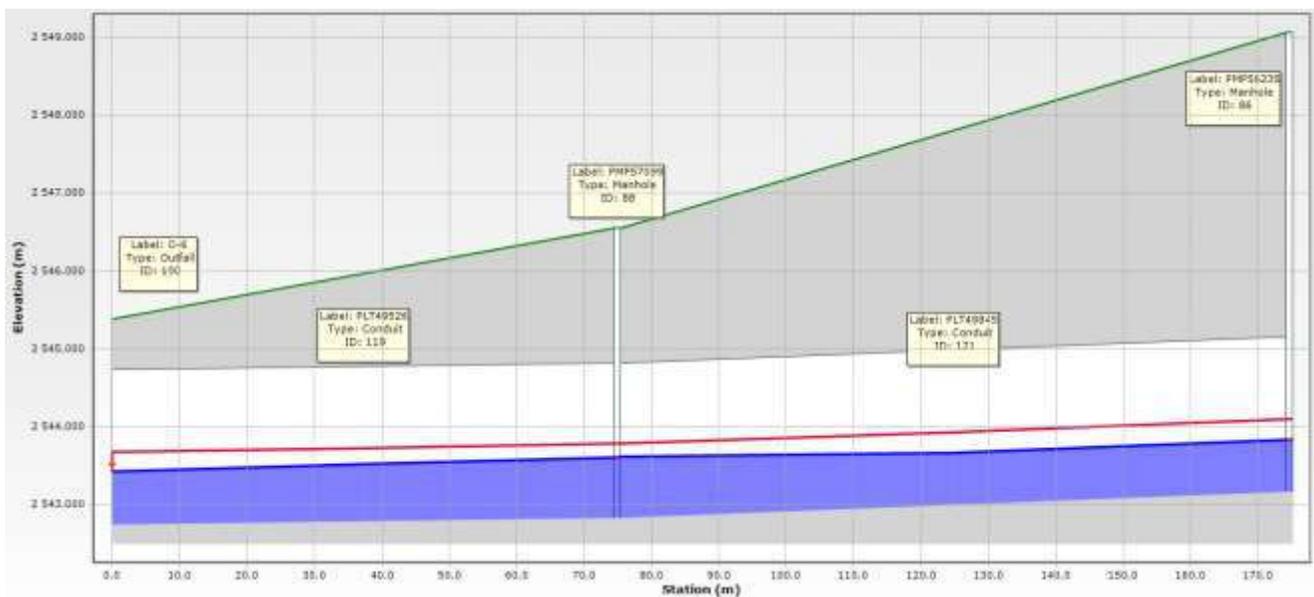
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
PMP57099	O-6	74.9	2 546.55	2 545.38	2 544.82	2 544.74	2 000.00	Concreto
PMP56235	PMP57099	99.7	2 549.06	2 546.55	2 545.16	2 544.82	2 000.00	Concreto

A continuación, se presentan los resultados de la modelación hidráulica.



Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera con una fuerza tractiva superior a los 4.00 Pa. que indicada la norma, por consiguiente, la red cumple con la condición de auto limpieza, por otro lado, los tramos operan a una capacidad inferior a 35% por lo que pueden manejar los caudales adicionales. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada.



1020001-S-2023-312284

Bogotá, 21 de noviembre de 2023

Doctora
NATALIA VALENCIA DÁVILA
Dirección de Planeamiento Local
Secretaría Distrital de Planeación
Carrera 30 # 25-90 Pisos 5, 8, 13 / SuperCade Piso 2
servicioalciudadanogel@sdp.gov.co
Bogotá D.C.

Asunto: Respuesta a “Pronunciamiento frente a la formulación general de la Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado”. Radicado SDP 2-2023-118835 del 17 de noviembre de 2023. E-2023-116584, E-2023-116653 y E-2023-117098.

Respetada Doctora Natalia Valencia Dávila:

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB ESP recibió de parte de la Secretaría Distrital de Planeación, mediante oficio con radicado SDP 2-2023-118835 del 17 de noviembre de 2023, información relacionada con la documentación soporte que acompaña la formulación general de la Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado. Para tal fin, la Secretaría Distrital de Planeación compartió el siguiente link de acceso al Drive que funciona como repositorio de la información técnica mencionada:

https://sdhtmy.sharepoint.com/:f:/g/personal/efren_cardenas_habitatbogota_gov_co/EoY5-dA2fb1Ogl2a-6uOjuYBILlixL72jLhaZkmeikHXhg?e=8bzYZc

Consultada la información correspondiente, se encuentra que, en relación con los temas que son competencia de la EAAB ESP, en el Documento Técnico de Soporte se incluye, en el *Capítulo 2.7 Diseño conceptual de redes de acueducto y alcantarillado AE_CEC* (páginas 77 a la 87), lo correspondiente a las Redes Matrices de Acueducto y a las Redes Troncales de Alcantarillado.



SC701-1

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

MPFD0801F02-05



En relación con las Redes Matrices de Acueducto, en el DTS mencionado se han incluido las principales conclusiones del Informe Técnico *ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS CONCEPTUALES DE LAS REDES MATRICES DE ACUEDUCTO REQUERIDOS PARA LAS ÁREAS Y PROYECTOS PRIORIZADOS POR LA ALCALDÍA DE BOGOTÁ Y QUE FORMAN PARTE DE LAS ACTUACIONES ESTRATÉGICAS DEFINIDAS EN EL POT VIGENTE DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ*, el cual fue remitido a la Secretaría Distrital de Planeación por parte de la EAAB ESP el pasado 15 de noviembre de 2021 mediante el oficio con radicado EAAB 1020001-S-2023-306346. Así mismo, en el *Anexo 03_Diseño Conceptual EAAB* se ha incluido tanto el oficio remitido como el Informe Técnico mencionados. Es de anotar que este Informe Técnico cuenta con la validación por parte de la Dirección de Red Matriz de Acueducto de la EAAB ESP.

En lo que tiene que ver con las Redes Troncales de Alcantarillado, el Documento Técnico de Soporte establece que, *“la EAAB ESP, en cabeza de la Dirección de Red Troncal de Alcantarillado avanza en el proceso de análisis de la capacidad hidráulica de la infraestructura de alcantarillado sanitario y de drenaje pluvial del área de la AE_CEC, e igualmente en la modelación y diseño conceptual de alternativas”* (p.77). Así mismo, más adelante el Documento Técnico de Soporte establece, en su apartado *2.7.4 Alcantarillado sanitario y pluvial: redes troncales*, lo siguiente:

2.7.4 Alcantarillado sanitario y pluvial: redes troncales

El diagnóstico de capacidad para la situación actual, realizado a la red troncal sanitaria y combinada indica que, el 18% de la red troncal presenta un porcentaje de capacidad remanente entre 0 y 15%. Esta estadística se considera indicativa de la capacidad del sistema de la Subcuenca, aunque no implica necesariamente que dicha longitud de red deba ser rehabilitada en la medida que no está teniendo el segundo criterio de selección de redes a rehabilitar, asociado al nivel de agua máximo que se alcanza en los pozos.

De acuerdo con lo definido con el Plan Maestro del Hábitat y Servicios Públicos se plantea la ejecución de proyectos específicos para el desarrollo de las actuaciones estratégicas con el fin de dar soporte al desarrollo planteado y estará a cargo de la Empresa de Acueducto y alcantarillado definir las acciones en la infraestructura necesarias para soportar la nueva demanda. Es importante anotar que, en términos de financiación de las obras, el Decreto 555 de 2021 POT define las condiciones de Cargas para el desarrollo de infraestructuras especialmente los relacionados con redes locales.

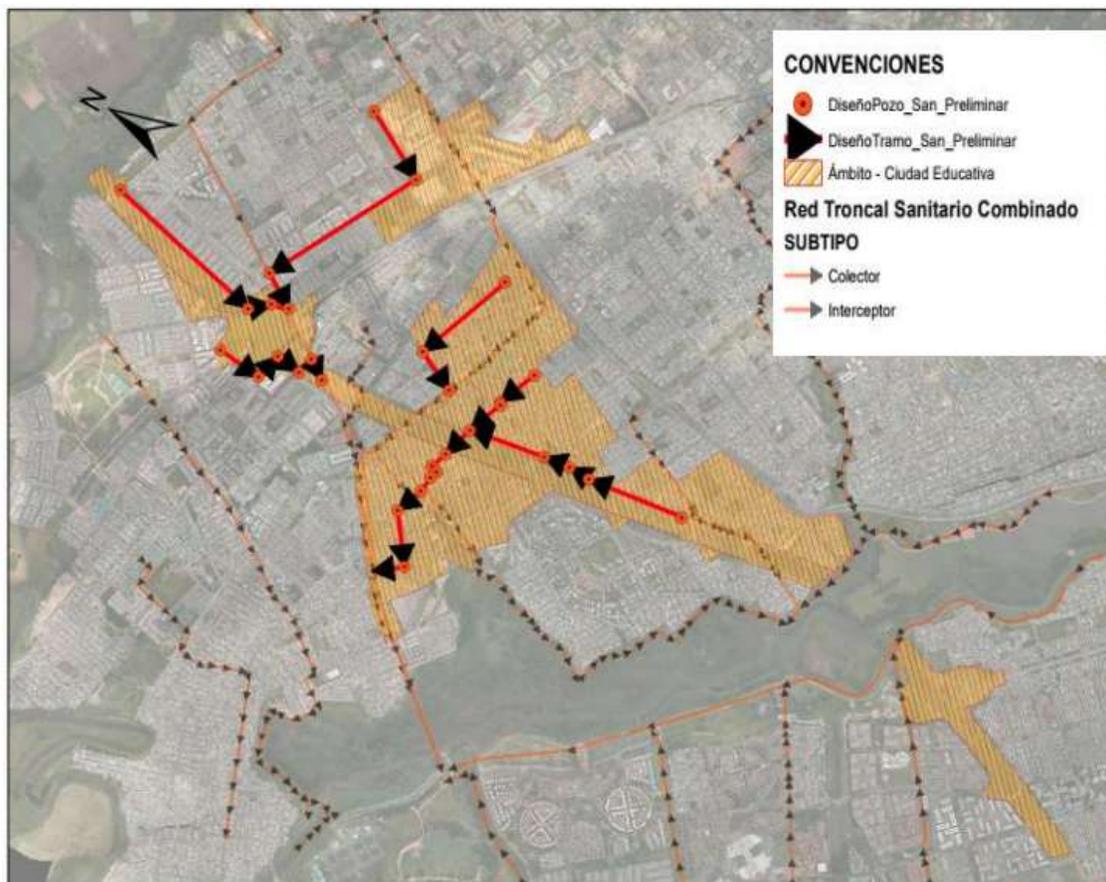
Al interior de la AE_CEC, se identificaron diferentes estructuras pertenecientes a la red troncal de alcantarillado sanitario y pluvial. Es necesario anotar que en el área de la AE_CEC, la Dirección Red Troncal de Alcantarillado de la EAAB ESP, no cuenta con proyectos, contratos de obra o consultoría, recientemente ejecutados, en ejecución o próximos a ejecutarse para renovar, ampliar o reforzar las redes troncales en la zona de interés. En este sentido, cualquier infraestructura de red troncal que sea requerida, debería ser parte de las cargas generales del proyecto.

Al respecto, habiéndose llevado a cabo el ejercicio de análisis de la capacidad hidráulica de la infraestructura de alcantarillado sanitario y de drenaje pluvial del área de la Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado, por parte de equipo consultor de la Dirección de Red Troncal de Alcantarillado de la EAAB ESP, de forma anexa al presente oficio se remite la información correspondiente a los Diseños Conceptuales de la infraestructura requerida, de manera que pueda complementarse la información recogida en el *Capítulo 2.7* del Documento Técnico de

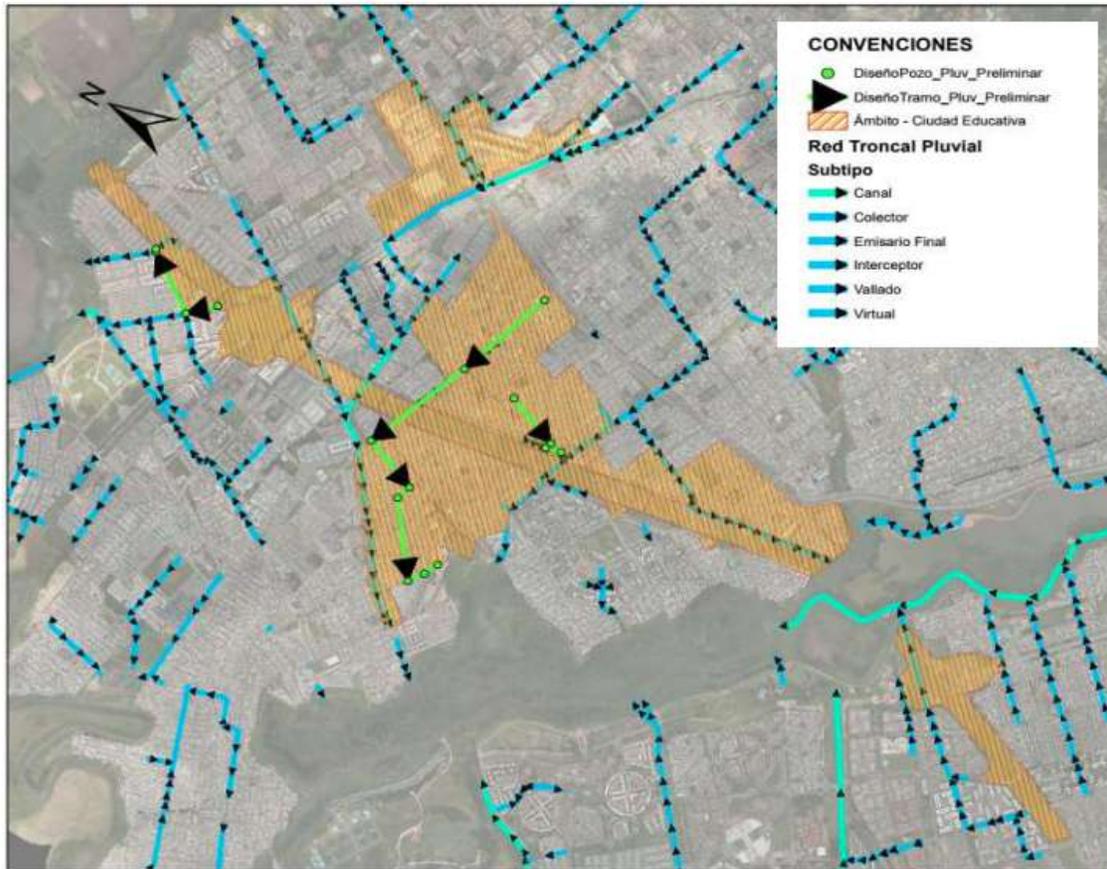
Soporte y en el Anexo 03_Diseño Conceptual EAAB. Es de anotar que este Informe Técnico se encuentra en proceso de validación final por parte de la Dirección de Red Troncal de Alcantarillado de la EAAB ESP.

En relación con el alcantarillado sanitario, en el Informe Técnico se indica que en el área del proyecto, los caudales no aumentarían considerablemente para el escenario del 2035, por lo que las condiciones operativas serían relativamente similares a las actuales. En este sentido, en los diferentes tramos de redes troncales de alcantarillado sanitario analizados, el aumento del caudal no afectaría el funcionamiento de la red instalada.

No obstante, en el diseño conceptual llevado a cabo se propuso una serie de colectores perimetrales a las áreas de desarrollo de la Actuación Estratégica, los cuales deberían recolectar las aguas residuales de las redes menores a construir internamente. Los interceptores propuestos entregarían sobre la infraestructura existente en el área de influencia del proyecto, la cual tiene capacidad de acuerdo a los resultados obtenidos.



En relación con el drenaje pluvial, el estudio indica que la zona está totalmente urbanizada por tanto los caudales o las zonas de generación de aguas lluvias no tendrían cambios sustanciales en la operación pluvial. En este sentido, el diseño conceptual desarrollado en el estudio corresponde a las zonas donde no existe infraestructura pluvial dentro de la Actuación Estratégica.



ITEM: OPTIMIZACION DE SISTEMA PLUVIAL CIUDEADELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO	TOTAL COSTO DIRECTO		PRESUPUESTO PLUVIAL ACTUACIONES ESTRATEGICAS	\$ 90.193.400.108,00
	ADMINISTRACIÓN	A	33,00%	\$ 29.763.822.035,64
IMPREVISTOS	I	1,00%	\$ 901.934.001,08	
UTILIDAD	U	3,00%	\$ 2.705.802.003,24	
IMPACTO URBANO		5,00%	\$ 4.509.670.005,40	
TOTAL	PRESUPUESTO PLUVIAL ACTUACIONES		\$ 128.074.628.153,36	
INTERVENTORIA	VALOR	12,00%	\$ 15.368.955.378,40	
	IVA	19,00%	\$ 2.920.101.521,90	
	TOTAL		\$ 18.289.056.900,30	
TOTAL PROYECTO			\$ 146.363.685.053,66	

El detalle de los diseños conceptuales para las infraestructuras de alcantarillado sanitario y de drenaje pluvial, así como de los presupuestos preliminares para las alternativas de optimización planteadas, se encuentra en el Informe Técnico y en los anexos que acompañan la presente comunicación.

Por otra parte, en relación con las cargas generales relacionadas con las infraestructuras de redes matrices de acueducto y redes troncales de alcantarillado y drenaje pluvial, se encuentra que en el Documento Técnico de Soporte se incluyen en los numerales 3 y 4 del apartado 6.1.3.1.1 *De la estructura funcional y del cuidado*, de la siguiente forma (p.170):

3. Refuerzo Línea Matriz El Rincón de 030". Los estudios, diseños y ejecución de obras son con cargo a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB). Sin embargo, su financiación se podrá cargar a los colaboradores empresariales y/o desarrolladores privados que lo requiera, y se podrá cruzar con las obligaciones y contraprestaciones adicionales requeridas. Esta carga general se prioriza con el objeto de garantizar la capacidad para el abastecimiento de agua potable requerida por la AE_CEC

4. Entrada en operación Red Matriz Proyectada Refuerzo Av. Cundinamarca. Cuenta con estudios y diseños e inicia ejecución de obras en el año 2024. La priorización se sustenta en garantizar la capacidad para el abastecimiento de agua potable requerida por la AE_CEC.

No obstante, en el Documento Técnico de Soporte aún no se encuentran incluidas las cargas correspondientes a las obras requeridas en las redes troncales de drenaje pluvial, para lo cual la información correspondiente se incluye en el Informe Técnico anexo a la presente comunicación.

Finalmente, dada la especificidad de los temas técnicos relacionados con la prestación del servicio público de acueducto y alcantarillado en el área de formulación del proyecto y con la planificación de la infraestructura correspondiente, se considera necesario que, durante el proceso de ejecución de la Actuación Estratégica, se puedan llevar a cabo mesas de trabajo específicas con el promotor del proyecto, con el fin de avanzar en los diseños de detalle correspondientes a las infraestructuras de acueducto y alcantarillado, así como para despejar posibles inquietudes específicas y para que la EAAB ESP pueda estar al tanto de la ejecución de la iniciativa.



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

SC701-1

MPFD0801F02-05



Por lo anterior, se ha dispuesto que la articulación y coordinación al interior de la EAAB-ESP de las diferentes actividades relacionadas con la formulación de las Actuaciones Estratégicas sean realizadas desde la Gerencia Corporativa de Planeamiento y Control, en cabeza de la Dra. María Lucía Flórez Jiménez (mflorezj@acueducto.com.co) y con la participación de la Dra. Luisa Fernanda González Mozo, Directora de Planeación y Control de Inversiones (lgonzalez@acueducto.com.co), y del Arquitecto León Darío Espinosa Restrepo (lespinosar@acueducto.com.co). Así, se propone que todas las convocatorias relacionadas con la participación de la EAAB ESP en el proceso de formulación de las Actuaciones Estratégicas sean canalizadas a través de la Gerencia de Planeamiento y Control, mediante los correos electrónicos mencionados anteriormente, de forma que, dependiendo de la temática a tratar, se pueda llevar a cabo al interior de la Empresa la correspondiente convocatoria de los profesionales competentes. En este sentido, quedamos atentos a cualquier solicitud de información adicional.

Cordialmente.



Firmado por NOEL
VALENCIA LOPEZ
el 21/11/2023 a las
20:02:57 COT

NOEL VALENCIA LÓPEZ.
Gerente General

ANEXO: Informe Técnico CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS CONCEPTUALES DE LAS REDES TRONCALES DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, REQUERIDOS PARA LAS ÁREAS Y PROYECTOS PRIORIZADOS POR LA ALCALDÍA DE BOGOTÁ Y QUE FORMAN PARTE DE LAS ACTUACIONES ESTRATÉGICAS DEFINIDOS EN EL POT VIGENTE DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ.
Archivo ANEXOS INFORME ALCANTARILLADO SANITARIO PLUVIAL AE CIUADDELA EDUCATIVA.zip

COPIA: Dr. JAIME ANDRÉS SÁNCHEZ BONILLA. Subdirector de Gestión del Suelo. Secretaría Distrital del Hábitat. Calle 52 # 13-64, Bogotá D.C. jaimе.sanchez@habitatbogota.gov.co

Aprobó: Nicolás Fernando Aparicio Alvarado . Asesor Gerencia General.

Aprobado por NICOLAS FERNANDO
APARICIO ALVARADO
el 21/11/2023 a las 20:00:37 COT

Aprobado por MARIA LUCIA FLOREZ
JIMENEZ
el 21/11/2023 a las 19:58:02 COT

María Lucía Flórez Jiménez – Gerente Corporativo Planeamiento y Control

Diego Germán Montero Osorio – Gerente de Sistema Maestro

Approved by DIEGO GERMAN MONTERO
OSORIO
on 21/11/2023 at 19:58:29 COT

Reviso: Yamid García – Director Red Troncal Alcantarillado

Mauricio Jiménez – Director Red Matriz Acueducto

Leído por YAMID GARCIA ZUNIGA
el 21/11/2023 a las 19:44:05 COT

Leído por MAURICIO JIMENEZ
ALDANA
el 21/11/2023 a las 19:56:49 COT

Proyecto: León Darío E.

Iniziali di Leon Darío
Espinosa
11 21/11/2023 19:10:01 alle
19:10:01 COT

Aprobado por MARIA LUCIA FLOREZ
JIMENEZ
el 21/11/2023 a las 19:58:02 COT



SC701-1

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

MPFD0801F02-05



ACTUACIONES ESTRATÉGICAS



CHAFIK INGENIERÍA S.A.S.

**CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS
CONCEPTUALES DE LAS REDES TRONCALES DE
ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, REQUERIDOS PARA
LAS ÁREAS Y PROYECTOS PRIORIZADOS POR LA ALCALDÍA
DE BOGOTÁ Y QUE FORMAN PARTE DE LAS ACTUACIONES
ESTRATÉGICAS DEFINIDOS EN EL POT VIGENTE DE LA CIUDAD
DE BOGOTÁ**

CIUDADELA EDUTAVIVA Y DEL CUIDADO

RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN Y DIAGNÓSTICO

REVISIÓN 01

OCTUBRE 2023

	CONTRATO N. 2-02-12300-1409-2023	VERSIÓN 01 (18/10/2023) Página 1 de 88
	METODOLOGÍA DE TRABAJO	

CONTROL DE APROBACIÓN

CONTRATISTA: **CHAFIK INGENIERIA S.A.S.**

ELABORO:	REVISO:	APROBÓ:
Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: Ing. Luisa Fernanda Chacón	Nombre: Luis Hernando Leal	Nombre: Luis Hernando Leal
Cargo: Coordinador de Proyecto	Cargo: Representante Legal	Cargo: Representante Legal
Fecha: 28-04-2023	Fecha: 28-04-2023	Fecha: 28-04-2023

SUPERVISOR:

APROBÓ:
Firma:
Nombre: John A. Henao Arias
Cargo: SUPERVISOR DE LA EAAB
Fecha:

CONTROL DE REVISIONES

REVISIÓN No.	FECHA	DESCRIPCIÓN
00	26/10/2023	Versión inicial

	CONTRATO N. 2-02-12300-1409-2023	VERSIÓN 01 (18/10/2023) Página 2 de 88
	METODOLOGÍA DE TRABAJO	

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	6
2	ASPECTOS GENERALES.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	7
3.1	ALCANCE GENERAL.....	41
3.2	UBICACIÓN	42
4	RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	44
5	DIAGNOSTICO DE REDES	44
5.1	SANITARIO	45
5.1.1	ANÁLISIS HIDRÁULICO - SANITARIO	52
5.2	PLUVIAL.....	63
5.2.1	RESULTADOS ANÁLISIS HIDROLÓGICO	63
5.2.2	ANÁLISIS HIDRÁULICO - PLUVIAL.....	69

	CONTRATO N. 2-02-12300-1409-2023	VERSIÓN 01 (18/10/2023) Página 3 de 88
	METODOLOGÍA DE TRABAJO	

GLOSARIO

Alcantarilla: Conducto cerrado el cual es diseñado principalmente para flujos a superficie libre.

Área de Drenaje: Área en proyección horizontal aferente a la vía hasta el sitio de cruce con la misma.

Caudal: Cantidad de agua, generalmente en volumen, que circula en determinado tiempo.

Caudal Máximo Instantáneo: Mayor caudal registrado en un periodo de tiempo.

Coefficiente de Escorrentía: Relación entre el volumen de agua escurrido superficialmente y el volumen de agua precipitado.

Cuneta: Canal situado en uno o ambos lados de una vía que conducen la escorrentía superficial de dicha vía a un punto de entrega.

Curvas IDF: Curvas que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración, y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia o periodo de retorno (Témez, 1978).

Embalse: Acumulación de agua producida por la construcción de una represa en determinado punto de un cauce.

Escorrentía: Parte de la precipitación que fluye por la superficie del terreno o por debajo de él.

Estación Climatológica: Artefacto u artefactos destinados al registro y obtención de datos relacionados con fenómenos climatológicos.

Estación Hidrometeorológica: Estaciones diseñadas para realizar mediciones en ríos y quebradas principalmente.

Evaporación: Emisión de vapor de agua por una superficie libre a temperatura inferior a su punto de ebullición.

Evaporación Potencial: Pérdida de agua observada en una superficie líquida o sólida saturada por evaporación y por transpiración de las plantas, que ocurriría en el caso que hubiera un adecuado abastecimiento de humedad de agua al suelo en todo momento.

Coefficiente de Rugosidad: Coeficiente que tiene en cuenta la rugosidad del material con el que se encuentra construido un conducto. Este parámetro es utilizado en el cálculo de pérdidas de energía por fricción.

Flujo Crítico: Estado de flujo en el que el número de Froude es igual a 1. En general es un flujo de transición, muy poco estable. No es aconsejable que las estructuras hidráulicas se encuentren con números de Froude cercanos a este valor, en general el número de Froude debe estar fuera del rango 0.9 a 1.1.

Flujo Gradualmente Variado: Flujo permanente en el cual la profundidad de la lámina de agua varía de forma gradual a lo largo del canal.

	CONTRATO N. 2-02-12300-1409-2023	VERSIÓN 01 (18/10/2023) Página 4 de 88
	METODOLOGÍA DE TRABAJO	

Flujo Rápidamente Variado: Flujo en el cual el cambio en la curvatura de las líneas de corriente es bastante pronunciado.

Flujo Subcrítico: Estado de flujo en el que el número de Froude es menor a la unidad. Se caracteriza por ser un flujo lento, con láminas de agua mayores.

Flujo Supercrítico: Estado de flujo en el que el número de Froude es mayor a uno. Se caracteriza por ser flujo con altas velocidades, mayores pérdidas de energía, mayor poder erosivo.

Hidráulica: Rama de la física que estudia el comportamiento de los fluidos y los aspectos que gobiernan dicho comportamiento.

Hidrograma: Representación de la variación del caudal de escorrentía respecto al tiempo.

Hidrograma Unitario: Hidrograma resultante de escorrentía superficial producido por una precipitación efectiva unitaria.

Hietograma: Es un diagrama de barras que representa la variación de la precipitación o intensidad, en un determinado tiempo.

Infiltración: Formación de un paso de agua en forma de conducto a través de materiales naturales o artificiales, cuando las resultantes de todas las fuerzas que actúan sobre las partículas del suelo tienen una componente vertical en el sentido de la gravedad.

Intensidad: Cantidad de agua que cae en un determinado tiempo.

Inundación: Ocupación del agua en zonas donde generalmente no suele estar debido a un desbordamiento.

Isolneas de precipitación: Curvas que unen puntos con el mismo valor de precipitación.

Método Racional: Método que busca estimar la escorrentía superficial resultante de una lluvia cualquiera a partir de un coeficiente de escorrentía, una intensidad asociada a una duración y a un periodo de retorno y a un área en cuestión.

Permeabilidad: Capacidad de un material de permitir el paso de un fluido sin que este afecte la estructura interna de dicho material.

Pluviómetro: Instrumento destinado a medir la precipitación de un determinado lugar.

Pluviógrafo: Instrumento destinado a medir la precipitación de un determinado lugar y, a diferencia del pluviómetro, este es capaz de medir el tiempo en el que se presentó dicha precipitación.

Polígonos de Thiessen: Método que consiste en atribuir un factor de peso a los totales de precipitación en cada aparato, proporcionales al área de influencia de cada uno. Sin embargo, no considera influencias orográficas.

Precipitación: Agregado de partículas acuosas, líquidas o sólidas, cristalizadas, o amorfas, que caen de una nube o grupo de nubes y alcanzan el suelo.

Profundidad Normal: Profundidad que se presenta en el flujo uniforme.

	CONTRATO N. 2-02-12300-1409-2023	VERSIÓN 01 (18/10/2023) Página 5 de 88
	METODOLOGÍA DE TRABAJO	

Red de Drenaje: Transporte natural de agua de forma gravitacional conformada por ríos, lagos y flujos subterráneos.

Resalto Hidráulico: Fenómeno que se presenta por un abrupto cambio de un nivel de agua bajo a uno alto.

Tiempo de Concentración: Tempo que la lluvia que cae en el punto más distante de la corriente de aguade una hoya toma para llegar a una sección determinada de dicha corriente. El tiempo de concentración mide el tiempo que se necesita para que toda la hora contribuya con la escorrentía superficial en una sección considerada.

Aguas lluvias: Aguas procedentes de precipitación a las cuales no se les ha dado un uso o sometidas a algún tipo de tratamiento.

Caudal de diseño: Caudal estimado a partir de cual se realiza el dimensionamiento de estructuras en un sistema determinado.

Cota batea: Nivel del punto más bajo de la sección interna de una tubería.

Cota clave: Nivel del punto más alto de la sección interna de una tubería.

Cota Rasante: Nivel del punto más bajo de la sección interna de una tubería.

Escorrentía: Caudal generado por la precipitación el cual se genera de acuerdo a las condiciones geomorfológicas y de cobertura que presenta una determinada superficie.

Estructura de entrega: Estructura que permite descargar el agua con velocidades adecuadas en las cuales no se generen daños o afectaciones en el cuerpo receptor.

Información Secundaria: Información técnica de redes hidráulicas, vías y espacio público existentes, disponibles en el banco de datos de las entidades competentes y de la EAAB-ESP.

Periodo de retorno: Estructura que permite descargar el agua con velocidades adecuadas en las cuales no se generen daños o afectaciones en el cuerpo receptor.

Red Local y secundaria de alcantarillado: Conjunto de tuberías, accesorios, estructuras y equipos que conforman el sistema de evacuación y transporte de las aguas lluvias, residuales o combinadas de una comunidad y a la cual descargan las acometidas de alcantarillado de los inmuebles y llega hasta la red troncal de alcantarillado.

Red troncal de alcantarillado: Conjunto de tuberías, accesorios, estructuras y equipos que reciben el agua procedente de las redes locales y secundarias de alcantarillado pluvial y sanitario, y las transporta hasta las plantas de tratamiento de aguas residuales o hasta el sitio de su disposición final. Cualquier canal abierto, río y quebrada del sistema de drenaje pluvial y hacen parte de la red troncal del sistema de alcantarillado.

	CONTRATO N. 2-02-12300-1409-2023	VERSIÓN 01 (18/10/2023) Página 6 de 88
	METODOLOGÍA DE TRABAJO	

1 INTRODUCCIÓN

En el presente documento se especifica la metodología para desarrollar los diseños conceptuales, así como la normatividad técnica usada para la evaluación hidráulica de estos.

Este documento describe los principales procesos y actividades derivadas del contrato No. 2-02-12300-1409-2023, basado en los requerimientos definidos en los pliegos de condiciones correspondientes a la invitación Directa No. IP-1559-2023, el contrato No. 1-02-31100-0685-2023 que tiene como objeto "CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS CONCEPTUALES DE LAS REDES TRONCALES DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, REQUERIDOS PARA LAS ÁREAS Y PROYECTOS PRIORIZADOS POR LA ALCALDÍA DE BOGOTÁ Y QUE FORMAN PARTE DE LAS ACTUACIONES ESTRATÉGICAS DEFINIDOS EN EL POT VIGENTE DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ", durante su periodo de ejecución.

Esta metodología se actualizará por exigencias del Supervisor y/o Interventor, modificaciones, suspensiones de contrato y de común acuerdo de las partes.

Entre las actividades principales en la metodología de trabajo es necesario destacar las siguientes:

- Solicitud de información ante las diferentes las diferentes entidades públicas y privadas.
- Solicitud ante la EAAB de un modelo hidráulico de las redes de alcantarillado Sanitario y Pluvial, así como la información comercial de los usuarios (m3/vigencias).
- Identificar las redes troncales que se ubican dentro de las áreas del proyecto a desarrollar.
- Definir las áreas aferentes de las redes troncales identificadas.
- Hacer un análisis de población para las áreas aferentes de las redes troncales a analizar.
- Determinar los caudales de las áreas del proyecto, así como los de las áreas aferentes de las redes troncales a analizar.
- Evaluación de capacidad hidráulica de las redes troncales existentes.
- Diagnosticar las redes existentes con los caudales futuros.
- Proyectar los diseños conceptuales para cada una de las redes a desarrollar, de acuerdo a los resultados obtenidos en los diagnostico y que dichos diseños conceptuales se ajusten a las necesidades de cada una de las zonas del proyecto.
- Trazados de las redes proyectadas.

2 ASPECTOS GENERALES

2.1 NORMATIVIDAD SISTEC EAAB

En la siguiente tabla se especifican las normas técnicas que se usaran como referencia para la evaluación y diseños conceptuales.

Tabla 1. Normas técnicas

NORMAS TÉCNICAS			
Código Norma Técnica	Nombre	Versión	Uso
NS-085	Criterios De Diseño De Sistemas De Alcantarillado	4.20	Evaluación Hidráulica de los componentes del diseño y Determinación de caudales
NS-012	Aspectos técnicos para cruces y detección de interferencias en construcción Bogotá EAAB-ESP	1.10	Para la proyección de las alternativas de redes nuevas que represente la menor afectación posible a la infraestructura existente
NS-029	Pozos de inspección Bogotá EAAB-ESP	4.00	Evaluación hidráulica de los pozos proyectados y existentes
NS-030	Lineamientos para trabajos topográficos Bogotá EAAB-ESP	5.40	Define los lineamientos de los trabajos en campo para la topografía
NS-031	Estudios de población y demanda de agua en sectores específicos	2.00	Determinación de la población base de las áreas aferentes
NS-054	Presentación de diseños de sistemas de alcantarillado	2.10	Presentación de los diseños
NS-097	Criterios de diseño de estaciones de bombeo de alcantarillado	1.00	Si se requiere, la proyección de una estación de bombeo

NORMAS TÉCNICAS			
Código Norma Técnica	Nombre	Versión	Uso
NS-123	Criterios para selección de materiales de tuberías para redes de acueducto y alcantarillado	1.00	Proyección de los materiales para la red

FUENTE: EAAB, 2023.

Cabe aclarar que la normativa relacionada en la tabla anterior, corresponde a las versiones vigentes a la fecha (25/10/2023).

2.2 REGLAMENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO (RAS 0330 2017)

La resolución 0330 de 2017 es la normatividad vigente para la República de Colombia en lo concerniente a los aspectos técnicos de diseño, operación y mantenimiento de sistemas de acueducto y alcantarillado. Junto con las normas del SISTEC de la EAAB - ESP, es la información básica para la definición de parámetros de diseño. En especial para el presente proyecto se tendrá en cuenta el Título 2, Capítulo 4 “SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS Y PLUVIALES”.

2.3 DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍA

En el presente ítem se describe la metodología empleada para el análisis hidráulico de las redes a evaluar, este análisis es fundamental para determinar el funcionamiento de la red, el cual debe ser específico debido a que las redes hacen parte del sistema troncal. A continuación, se presentan los pasos empleados para el análisis.

2.4 DEFINICIÓN DE LA RED TRONCAL (SANITARIO Y PLUVIAL)

Las áreas de las actuaciones estratégicas definidas contractualmente, tienen en su mayoría redes con un área aferente que se extiende mucho más allá de la zona de evaluación, y esto amplía de manera sustancial la cobertura y escala del proyecto, por tal motivo, la consultoría plantea enfocar los recursos para análisis hidráulicos de la red a las redes troncales. Para lo anterior, se requieren los modelos hidráulicos de las redes troncales para los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial dentro de las áreas estratégicas al igual que los shapes de estas, con el fin de evaluar los sistemas bajo las condiciones físicas en las cuales las redes están instaladas.

Para poder identificar las redes troncales dentro de las áreas del proyecto, se hace un análisis espacial con ayuda de un software especializado en el campo de los Sistemas de Información Geográfica SIG, sobreponiendo las áreas del proyecto con las redes existentes; este procedimiento es válido para el sistema de alcantarillado sanitario como pluvial.

3 DEFINICIÓN ÁREAS AFERENTES (SANITARIO Y PLUVIAL)

En el presente ítem se describe la metodología empleada para la construcción del esquema a detalle de las a para cada uno de los grupos definidos anteriormente, este análisis es fundamental para determinar el funcionamiento de la red, el cual debe ser específico debido a que las redes hacen parte del sistema troncal de Suba. A continuación, se presentan los pasos empleados para el análisis.

3.1 ANÁLISIS DE CONECTIVIDAD DE LA RED

Debido a que las redes a evaluar son troncales, estas presentan múltiples conexiones aguas arriba desde los puntos a intervenir y cada una de estas conexiones suponen aportes residuales, por tal motivo se requiere determinar por interceptor, cuantos tramos le aportan un caudal, para esto, la consultoría propone una metodología que consiste en revisar la conectividad de las redes desde el punto en donde inician las intervenciones hacia aguas arriba hasta encontrar los pozos iniciales del sistema. A continuación, se presentan unas imágenes ejemplificando lo anterior.

Figura 1. Análisis de conectividad de la red – Paso 1 punto de evaluación.



FUENTE: PROPIA, 2023.

El primer paso consiste en definir un punto de evaluación del sistema de alcantarillado sanitario, en la imagen anterior se muestra un pozo de ejemplo suponiendo este es el pozo inicial de la red a evaluar, desde donde inicia la verificación aguas arriba para determinar cuáles tramos hacen parte de los aportes residuales o están interconectados.

Figura 2. Análisis de conectividad de la red – Paso 2 Tramos conectados



FUENTE: PROPIA, 2023.

En el paso dos, se identifican los tramos conectados al punto de evaluación, en la imagen anterior se evidencia que son dos los que le llegan al pozo seleccionado.

Figura 3. Análisis de conectividad de la red – Paso 3 Tramos conectados a pozos del sistema



FUENTE: PROPIA, 2023.

Se hace lo mismo que en el paso anterior, se identifican que tramos el llegan al punto de evaluación, pero esta vez tomando como referencia los pozos iniciales de las dos tuberías anteriormente seleccionadas, así como se muestra en la imagen anterior. Este proceso se debe repetir para cada

uno de los tramos que se conecten entre sí hasta encontrar pozos iniciales, como por ejemplo el PZ INICIAL 2 de la imagen anterior.

Figura 4. Análisis de conectividad de la red – Paso 4 Pozos iniciales



FUENTE: PROPIA, 2023.

La verificación de la conectividad entre tramos finaliza cuando se encuentren los pozos iniciales del sistema, en la imagen anterior se muestra el resultado de este análisis y se puede corroborar que los pozos no cuentan con ningún tipo de conexión sanitaria o pluvial aguas arriba.

Figura 5. Análisis de conectividad de la red – Paso 5 Punto evaluación



FUENTE: PROPIA, 2023.

Conociendo las redes que se conectan entre sí hasta llegar al punto de evaluación del sistema de alcantarillado sanitario, se puede hallar caudal con el análisis de áreas aferentes.

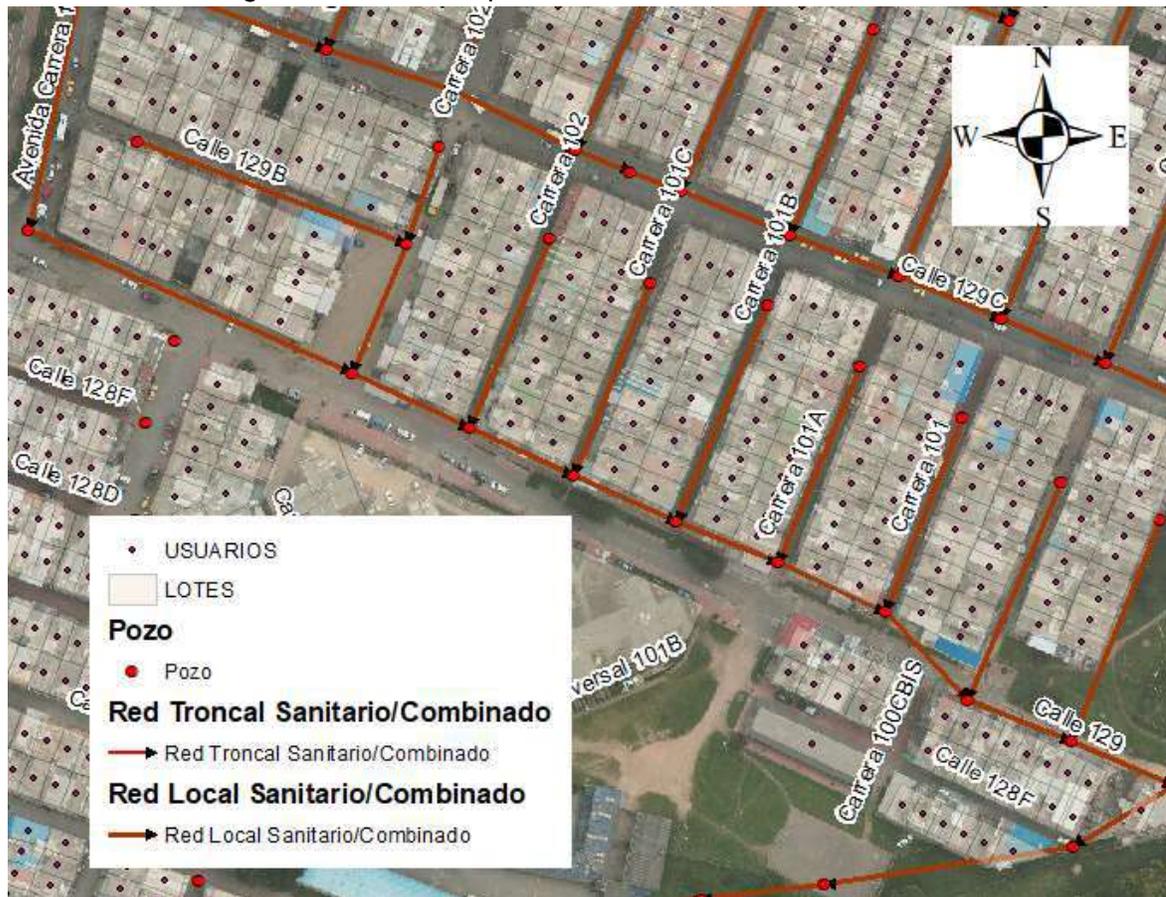
3.2 DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS AFERENTES

La manera más práctica para determinar el caudal transportado por una tubería, es haciendo una relación de las posibles conexiones domiciliarias dentro del área de cobertura del tramo analizado, al tener el área definida por cada tramo del sistema de alcantarillado podemos obtener el caudal que transporta la red.

La delimitación de las áreas aferentes, requiere de diferentes insumos indicados a continuación:

- El trazado de la red instalada en el área de influencia, dicha información fue suministrada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá en formato shape (.shp).
- La localización de los lotes, los cuales delimitarán las áreas aferentes por tramo.
- Registros de consumos de agua potable por usuario y su localización.

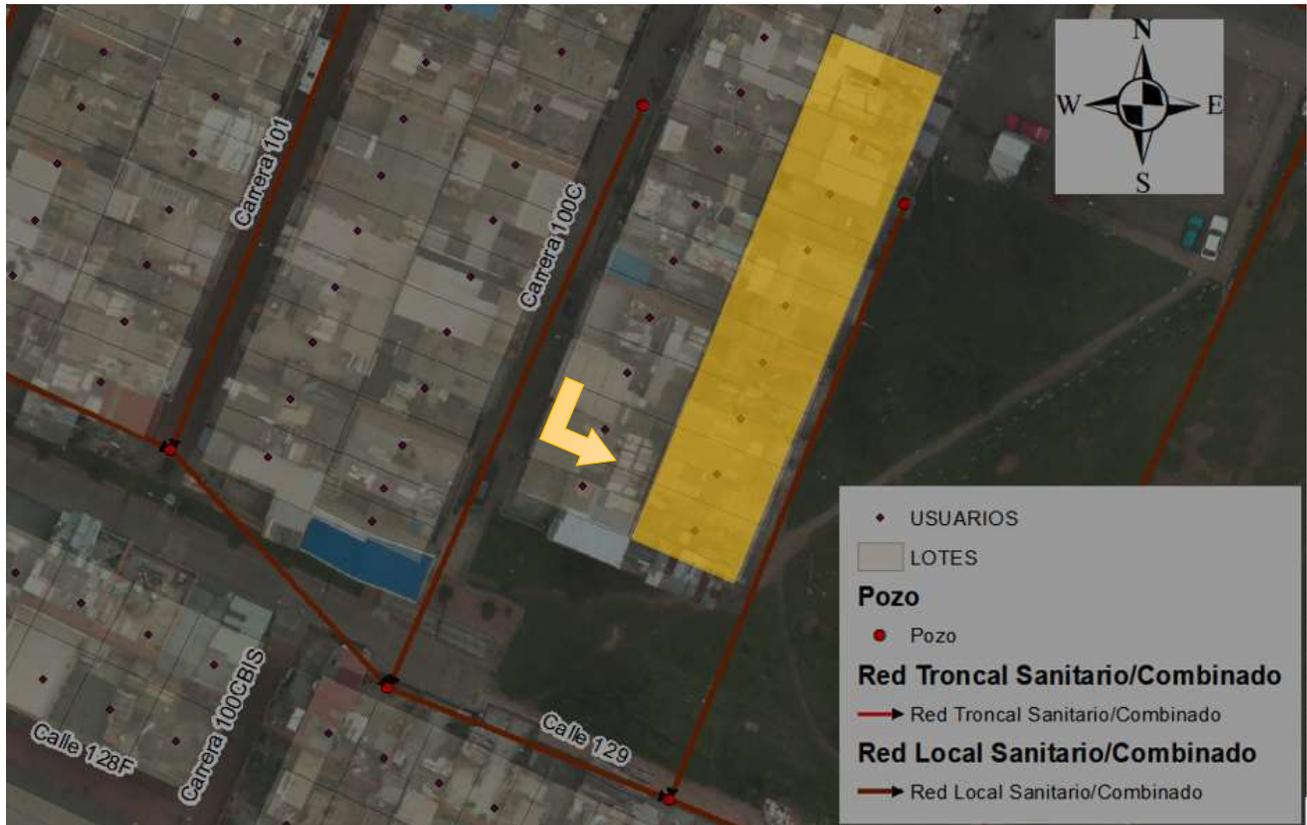
Figura 6. Elementos para delimitación de áreas aferentes



FUENTE: PROPIA, 2023.

Las conexiones domiciliarias generalmente parten desde el centro del lote y se conecta a la tubería de alcantarillado sanitario más cercana; La sumatoria de las áreas de estos lotes definen la dimensión del área aferente por tramo, en la siguiente imagen se muestra un ejemplo de lo anterior.

Figura 7. Área aferente por tramo



FUENTE: PROPIA, 2023.

Los lotes del área sombreada entregan al tramo indicado por la flecha, a partir de esto se delimita el área aferente a dicho tramo, este proceso se repite por tramo hasta cubrir con la totalidad de los tramos del sistema con el fin de obtener la totalidad del área de aportes sanitarios. A continuación, se muestra el resultado de sumar todas las áreas aferentes de cada uno de los tramos hasta el punto de evaluación de la red.

Figura 8. Áreas aferentes totales por punto de evaluación



FUENTE: PROPIA, 2023.

Una vez definidas las áreas aferentes, tanto para el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, se pueden asignar caudales en función a la cobertura de estas.

4 ALCANTARILLADO PLUVIAL

En la presente sección se realiza un resumen de los parámetros utilizados para realizar el predimensionamiento de las redes troncales de las diferentes actuaciones estratégicas, la metodología y los parámetros fueron tomados de la normatividad técnica de la EAAB, así como de la resolución 0330 de 2017.

4.1 PERIODO DE RETORNO DEL EVENTO DE DISEÑO

De acuerdo con la norma NS-085 de la EAAB, la selección del período de retorno está asociada con las características de protección e importancia del área de estudio y, por lo tanto, el valor adoptado debe estar justificado de acuerdo con dicho criterio. En la siguiente tabla se presentan los valores de períodos de retorno de diseño (T_r) establecidos por la norma NS-085.

Tabla 2. Periodos de retorno mínimo según el grado de protección del sistema

Características del área de drenaje	Periodo de retorno para diseño (años)
Tramos pertenecientes a la red local y secundaria de alcantarillado en zonas residenciales, comerciales, industriales, institucionales o mixtas.	5
Tramos de la red troncal de alcantarillado, zonas comerciales de alto valor e infraestructura especial como Aeropuertos, Hospitales, Centros de emergencia y Deprimidos Viales.	10
Canales abiertos y adecuación de cauces de ríos y quebradas de cualquier área.	100

FUENTE: NS-085 EAAB

4.2 METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE CAUDALES

La norma NS-085 prevé dos métodos para el cálculo de caudales de diseño de los sistemas de alcantarillado pluvial en función del área, que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 3. Metodologías cálculo de caudales sistema pluvial

Características del proyecto	Método de cálculo de caudales
Proyectos con áreas de drenaje menores a 80 hectáreas	<ul style="list-style-type: none"> Método racional Método lluvia escorrentía
Proyectos con áreas mayores a 80 hectáreas	<ul style="list-style-type: none"> Método lluvia escorrentía exclusivamente.
Caudales máximos para redes troncales, canalizaciones y ríos	<ul style="list-style-type: none"> Método lluvia escorrentía exclusivamente.

FUENTE: NS-085 EAAB

5 MÉTODO LLUVIA – ESCORRENTÍA

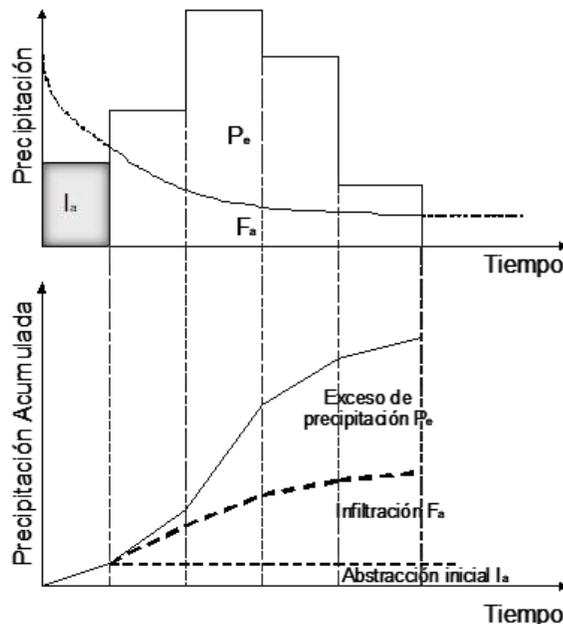
El caudal pluvial se determina por medio de la metodología lluvia – escorrentía que calcula el Hietograma producido por una cuenca a partir de los datos físicos de la cuenca y la precipitación considerada, utilizando diferentes métodos para el cálculo de la infiltración y la transformación de la precipitación en escorrentía. A continuación, se describen los métodos utilizados en la modelación realizada para la zona de estudio.

5.1 MÉTODO SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS)

El Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos (Soil Conservation Service - SCS), desarrolló un método para el cálculo de las abstracciones iniciales de una tormenta, las cuales incluyen la interceptación, la detención superficial y la infiltración cuantificada a partir de un parámetro conocido como el número de curva de escorrentía.

Si se conoce el volumen total de lluvia precipitada en una tormenta (P_{max} 24 horas), y la distribución temporal de un aguacero (hietograma de lluvia ver Figura 9) en éste una parte del volumen en el inicio de la lluvia, es retenido o interceptado en la vegetación o en depresiones topográficas, de forma que en un aguacero existe una pérdida de volumen inicial o abstracción inicial (I_a). De igual forma, parte de dicho volumen se infiltra en el suelo (F_a), es decir sólo una parte de la lluvia total es la que contribuye a la escorrentía directa (precipitación efectiva, P_e).

Figura 9. Método de abstracción del SCS.



FUENTE: NS-085 EAAB

	CONTRATO N. 2-02-12300-1409-2023	VERSIÓN 01 (18/10/2023) Página 17 de 88
	METODOLOGÍA DE TRABAJO	

El método del SCS parte de la relación entre las siguientes cantidades:

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a}$$

Donde S es la retención potencial máxima, o el almacenamiento. Siguiendo con la deducción de la precipitación efectiva, por el principio de continuidad se tiene que:

$$P = P_e + I_a + F_a$$

Combinando las dos ecuaciones anteriores se obtiene:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Siendo esta última la ecuación con la que se calcula la precipitación de exceso, donde las abstracciones iniciales pueden ser expresadas en términos del almacenamiento, a partir de la expresión $I_a = C_a S$, donde C_a es un coeficiente que varía entre 0.15 y 0.20 para cuencas colombianas.

Los caudales de las diferentes cuencas se estimarán a partir del hidrograma unitario el cual presenta la precipitación efectiva obtenida a partir de las precipitaciones.

La metodología de hidrograma unitario permite estimar el hidrograma de salida de una determinada cuenca, a partir de los hidrogramas de salida de las subcuencas que la componen.

A continuación, se presentan los principales parámetros a tener en cuenta en la aplicación del método del Soil Conservation Service

- Periodo de retorno
- Tiempo de rezago
- Número de curva
- Porcentaje de área impermeable
- Volumen de la tormenta de diseño
- Distribución temporal de la tormenta de diseño

5.1.1 Tiempo de rezago

De acuerdo con la norma NS-085 de la EAAB, el tiempo de rezago (lag time) para la aplicación de modelo del HEC-HMS corresponde al 60% del tiempo de concentración.

5.1.2 Curva número

El almacenamiento en la cuenca se puede expresar en términos de un parámetro adimensional que tiene en cuenta las características geomorfológicas del suelo, su uso y cobertura vegetal. Este parámetro es conocido, de acuerdo con la metodología propuesta por el SCS, como el Número de Curva (CN).

El Número de Curva depende de la clasificación hidrológica del suelo, realizada a partir de la geomorfología de la zona de estudio, el uso del suelo, la condición del suelo, es decir, si es pobre, aceptable o buena, y la condición de humedad antecedente. Este parámetro varía entre 0 y 100, siendo un suelo con capacidad de almacenamiento infinito aquel que presenta un CN igual a 0, y un suelo sin ninguna retención o infiltración aquel que presenta un CN igual a 100.

La norma NS-085 de la EAAB determina que los valores de CN se deben estimar a partir de la siguiente tabla:

Tabla 4. Valores de Curva número de acuerdo a tipo de suelo.

Uso del suelo y cobertura	Tratamiento del suelo	Condición para la infiltración	Grupo hidrológico del suelo				Uso del suelo y cobertura	Tratamiento del suelo	Condición para la infiltración	Grupo hidrológico del suelo				
			A	B	C	D				A	B	C	D	
ÁREAS URBANAS	Residencial (1)					ÁREAS NO URBANAS	Leguminosas o praderas con rotación**	Hileras rectas	Mala	82	89	94	96	
	Tamaño promedio del lote	% promedio de impermeabilidad (2)						Hileras rectas	Buena	75	85	92	94	
	0,05 ha o menor	55	55	94	95			97	Líneas de nivel	Mala	81	88	93	94
	0,10 ha	38	51	75	83			85	Líneas de nivel	Buena	74	84	90	93
	0,13 ha	30	75	72	82			84	Terasas a nivel	Mala	80	87	91	93
	0,20 ha	25	73	70	81		84	Terasas a nivel	Buena	70	83	89	91	
	0,40 ha	20	70	68	81		83	-	Mala	84	91	94	96	
	Paseaderos pavimentados, techos, garajes, etc.		90	92	92		92	-	Regular	89	94	91	93	
	Calles y carreteras:							-	Buena	59	75	85	91	
	Pavimentadas con sardeñelas y drenajes de aguas lluvias (3)		90	89	89		89	Líneas de nivel	Mala	87	83	92	95	
	Zanjas o diques pavimentados		93	95	97		95	Líneas de nivel	Regular	43	77	88	93	
	Zona cubierta de grava		89	94	95		97	Líneas de nivel	Buena	13	55	85	91	
	Zona cubierta de arena o polvo (En tierra sin almiar)		85	82	95		95	Pradera permanente	-	-	80	78	85	90
	Zonas comerciales y de negocios	50% de impermeabilidad	95	87	92		95	-	Mala	85	83	89	93	
	Zonas industriales	72% de impermeabilidad	92	95	97		95	Bosques naturales	-	Regular	59	78	87	91
Áreas abiertas, prados, parques, campos de golf, cementerios, etc.						Hacienda	-	-	77	88	92	94		
Buenas condiciones: cobertura de pasto en más del 75% del área			59	78	88	91	(1) Los números de curva son calculados asumiendo que la escorrentía desde la casa y el garaje es dirigida hacia la calle con un mínimo de agua del techo dirigida hacia el prado donde puede ocurrir infiltración. (2) La condición para estos números de curva es que las áreas permeables adicionales (prados) son consideradas sembradas con pastos de buena condición. (3) Sembradas en conjunto.							
Cobertura parcial: cobertura de pasto entre el 50% y 75% del área			66	84	91	93								
Cobertura pobre (cobertura de pastos < 50%)			84	91	94	96								
ÁREAS NO URBANAS	Barbecho	Hileras rectas	Mala	89	94	97	98	Cultivo en hileras	Hileras rectas	Mala	85	92	95	97
		Hileras rectas	Buena	83	80	84	86		Líneas de nivel	Mala	85	81	93	95
		Líneas de nivel	Buena	82	83	92	94		Líneas de nivel	Buena	82	83	92	94
	Terasas a nivel	Mala	82	88	91	92	Terasas a nivel		Mala	82	88	91	92	
	Terasas a nivel	Buena	79	85	90	92	Terasas a nivel		Buena	79	85	90	92	
	Hileras rectas	Mala	82	89	93	95	Cereales		Hileras rectas	Mala	82	89	93	95
	Hileras rectas	Buena	80	83	93	95		Líneas de nivel	Mala	80	88	92	94	
	Líneas de nivel	Mala	80	88	92	94		Líneas de nivel	Buena	79	87	92	93	
	Líneas de nivel	Buena	79	87	92	93		Terasas a nivel	Mala	79	85	91	92	
	Terasas a nivel	Mala	79	85	91	92		Terasas a nivel	Buena	77	85	90	92	
	Terasas a nivel	Buena	77	85	90	92								

FUENTE: NS-085 EAAB

Los tipos de suelo A, B, C y D son una clasificación hidrológica basada en el potencial de escorrentía del suelo, donde típicamente los suelos tipo A presentan el potencial de escorrentía más bajo y los suelos tipo D presentan el potencial de escorrentía más alto. La definición de los tipos de suelo A, B,

C y D se encuentra en el Capítulo 7 del Hydrology National Engineering Handbook del SCS, disponible en su página web.

Tabla 5. Grupos hidrológicos del suelo para el método de infiltración del Soil Conservation Service

Grupo hidrológico de suelo	Textura del suelo
A	Arena, arena margosa o marga arenosa (capacidad de infiltración mayor a 7,62 mm/h)
B	Limo margoso o marga (capacidad de infiltración de 3,81 a 7.62 mm/h)
C	Margas arcillo arenosas (capacidad de infiltración de 1,27 a 3,81 mm/h)
D	Marga arcillosa, marga arcillo limosa, arcilla arenosa, arcilla limosa o arcilla (capacidad de infiltración de 0 a 127 mm/h)

FUENTE: RESOLUCIÓN 0330 2017

El diseñador debe, basado en la información disponible en la EAAB, en el SISGEO, seleccionar el tipo de suelo que más se ajuste a la categoría del SCS. Se debe reportar este ejercicio como parte de las memorias de cálculo.

Por otra parte, la norma NS-085 determina que para áreas de drenaje que incluyan sub-áreas con números de curva diferentes, el valor de CN representativo del área debe calcularse como el promedio ponderado con las respectivas áreas.

$$C = \frac{\sum(C_i \times A_i)}{\sum A_i}$$

Donde:

- CN = Número de curva ponderado total (adimensional) [-]
- C_i = Número de curva perteneciente a la sub-área "i" [-]
- A_i = Área de la sub-área de drenaje "i" [Ha]

5.1.3 Porcentaje área impermeable

El área impermeable es la correspondiente a las condiciones de diseño que drenará el 100% de la escorrentía al alcantarillado pluvial. Estas áreas están asociadas a cubiertas, pavimentos y demás zonas antropogénicas. La determinación del porcentaje del área impermeable debe basarse en imágenes satelitales recientes de la cuenca de drenaje, dentro del análisis se deben considerar los usos futuros del suelo de acuerdo con lo establecido en el Plan de Ordenamiento Territorial.

Específicamente para las diferentes actuaciones estratégicas se definieron porcentajes de áreas permeables e impermeables de acuerdo al tipo de urbanismo y los diferentes desarrollos que se proyectan en los diferentes ámbitos.

De acuerdo a lo anterior, a manera de ejemplo se presenta la información de la actuación estratégica Ciudadela Educativa en donde se presentan las áreas permeables proyectadas para cada uno de los ámbitos.

Tabla 6. Valores de áreas permeables por ámbito Ciudadela Educativa

Áreas permeables para toda la AE y su área de influencia						
AE CIUDELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO - ÁREAS PERMEABLES						
	área bruta (ha)	área terreno (ha)	% EP/área terreno	área EP existente (ha)	área EP a generar (ha) (UPL y AE)	área permeable (ha) (50% de EP)
UNIDAD FUNCIONAL 1 - ALO Entre humedales	49,85	22,72	20%		4,56	2,28
UNIDAD FUNCIONAL 2 - ALO Engativá	20,43	8,00	20%		1,69	0,85
UNIDAD FUNCIONAL 3 - Área licenciamiento directo	124,09	N/A	N/A	15,39	2,90	9,15
UNIDAD FUNCIONAL 4 - Éxito	29,55	N/A	N/A	1,05	0,00	0,52
Entorno inmediato (existentes y proyectos UPL)	495,37	N/A	N/A	74,14	2,76	38,45
TOTALES	719,29	30,72	N/A	90,58	11,91	51,24

Aquí puede colocar los pies de páginas

FUENTE: NS-085 EAAB

Para cada una de las actuaciones estratégicas se contemplan diferentes desarrollos de acuerdo a la proyección del urbanismo, a partir de esto se realiza una proyección de las áreas que presentaran un tipo de cobertura permeable.

5.1.4 Volumen de la tormenta de diseño

De acuerdo con la norma NS-085, la intensidad que se utilizará en los diseños se obtendrá de acuerdo a la ubicación del área estudiada, obteniendo la intensidad en el centroide del área de drenaje a partir de las curvas IDF de la ciudad, para una duración de 6 horas para el período de retorno correspondiente. Posteriormente, con el valor de la intensidad extraído de las curvas IDF, se recomienda calcular el volumen de lluvia total a distribuir como:

$$P[mm] = I[mm/h] \times Duración[h]$$

	CONTRATO N. 2-02-12300-1409-2023	VERSIÓN 01 (18/10/2023) Página 21 de 88
	METODOLOGÍA DE TRABAJO	

Donde:

- P = Precipitación total en un intervalo [mm]
- I = Intensidad de la precipitación [mm/h]
- Duración = Duración del intervalo para el que se calcula la precipitación [h]. La norma NS-085 prevé una duración total de 6 horas para el aguacero de diseño.

Teniendo en cuenta que la intensidad del aguacero es variable de acuerdo con la duración del mismo, la metodología empleada para calcular la precipitación total durante un aguacero de determinada duración es la integración numérica de la curva IDF. Dicha metodología se describe a continuación:

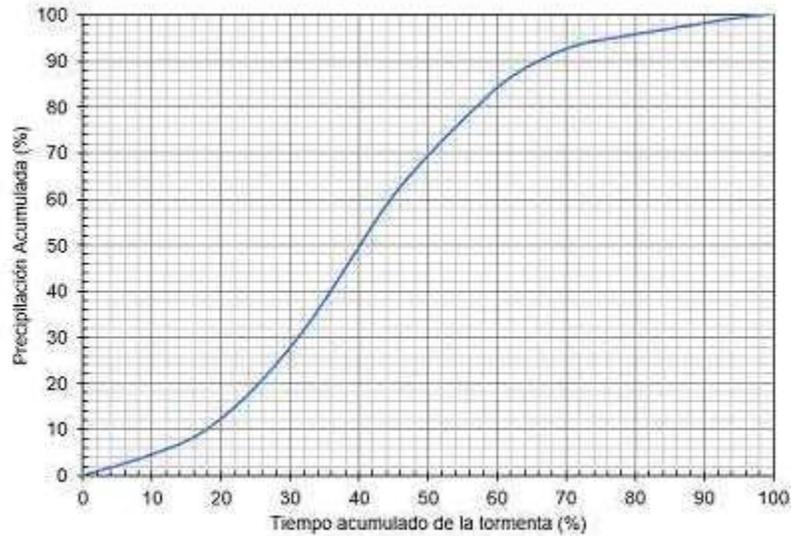
- Se divide la duración total del aguacero en intervalos de 5 minutos. Por ejemplo, para un aguacero de 3 horas, los intervalos serían: 0-5, 5-10, 10-15, ... , 177-180.
- A partir de la curva IDF correspondiente al periodo de retorno de diseño se calcula la intensidad promedio para cada intervalo. Para ello se entra en la curva IDF con la duración promedio del intervalo. Por ejemplo, para el intervalo entre 20 y 25 minutos, se entra a la curva con $D=22.5\text{min}$.
- Se calcula la precipitación de cada intervalo multiplicando la duración del intervalo (en este caso 5 minutos) por la intensidad promedio en el mismo intervalo.
- Se suma la precipitación promedio de todos los intervalos, y así se obtiene la precipitación total del aguacero de diseño.

5.1.5 Distribución temporal de la tormenta de diseño

La distribución temporal de la tormenta de diseño define la manera como el volumen total del aguacero cae sobre el área de drenaje del proyecto. Como se mencionó anteriormente, la norma NS-085 establece que se debe suponer que la lluvia de diseño cae efectivamente en 3 horas. El hietograma de diseño (que representa el aguacero de diseño) se obtiene a partir de la distribución de la lluvia presentada en la norma NS-085 obtenida a partir de eventos históricos registrados en Bogotá. Esta figura presenta los valores de la misma tabulados para la duración de 6 horas cada 15 minutos. A partir de los valores porcentuales presentados en esta tabla se distribuye el volumen total del aguacero para obtener el hietograma de diseño.

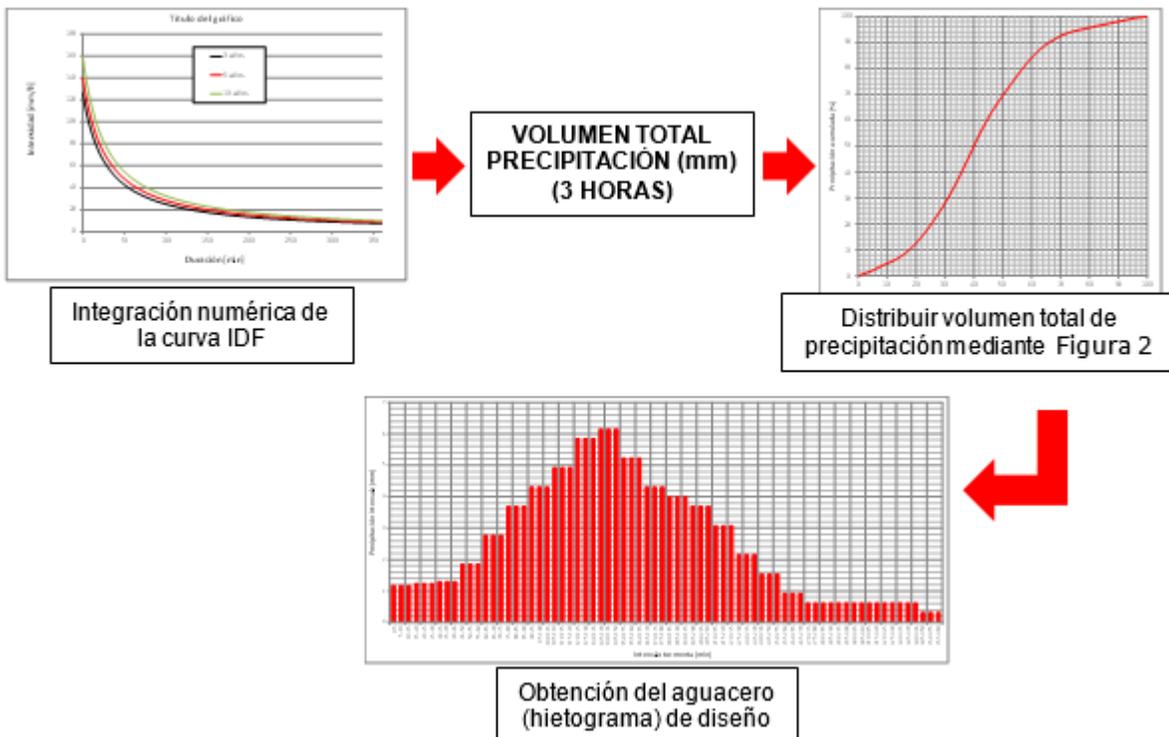
Figura 10. Distribución de la lluvia 6 horas

Tiempo Acumulado (minutos)	(%)	Precipitación Acumulada (%)
0	0	0
10	5.6	2.4
20	11.1	5.1
30	16.7	8.8
40	22.2	15.1
50	27.8	23.8
60	33.3	34.2
70	38.9	47
80	44.4	59.6
90	50	69.4
100	55.6	77.9
110	61.1	85.4
120	66.7	90.4
130	72.2	93.6
140	77.8	95.1
150	83.3	96.5
160	88.9	97.8
170	94.4	99.2
180	100	100



FUENTE: NORMA NS-085 EAAB

Figura 11. Diagrama obtención de hietograma



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

5.1.6 Transformación lluvia escorrentía – Hidrograma unitario del SCS

A partir de varias series de hidrogramas reales correspondientes a cuencas de diversos tamaños, ubicadas en distintos sitios de los Estados Unidos, el SCS desarrolló un hidrograma unitario sintético adimensional el cual es función del área, la pendiente de la cuenca y que es válido para una lluvia de una duración determinada. En este hidrograma, el caudal máximo se expresa en términos del área de drenaje (A) en kilómetros cuadrados, y el tiempo al pico (T_p), a partir de la siguiente ecuación:

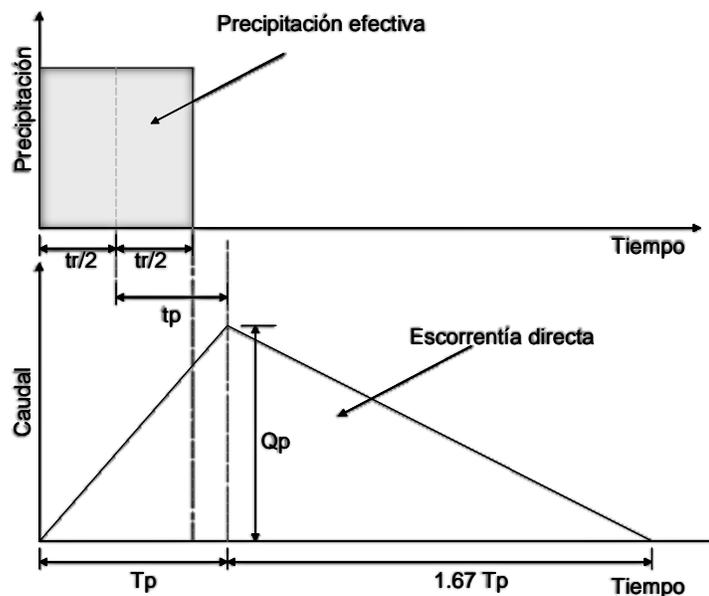
$$Q_p = \frac{2.08A}{T_p}$$

Donde

$$T_p = \frac{tr}{2} + tp$$

Donde tr es el tiempo de duración de la lluvia y tp el tiempo de rezago o de retardo de la cuenca que se define como el tiempo comprendido entre el centroide del hidrograma de precipitación de exceso y el pico del caudal en el hidrograma. Cuando se conoce el tiempo de concentración (T_c), es posible determinar el tiempo de retardo asumiendo que $tr = 0.6T_c$.

Figura 12. Esquema del Hidrograma unitario del SCS.



Fuente: Propia, 2023.

El tiempo de retardo o rezago (T_{lag}) puede ser calculado a través de la siguiente ecuación:

$$T_{lag} = L^{0.8} \frac{\left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7}}{1900\sqrt{Y}}$$

Donde T_{lag} es el tiempo de retardo en horas, L es la longitud hidráulica en pies, CN es el número de Curva, e Y es la pendiente en porcentaje.

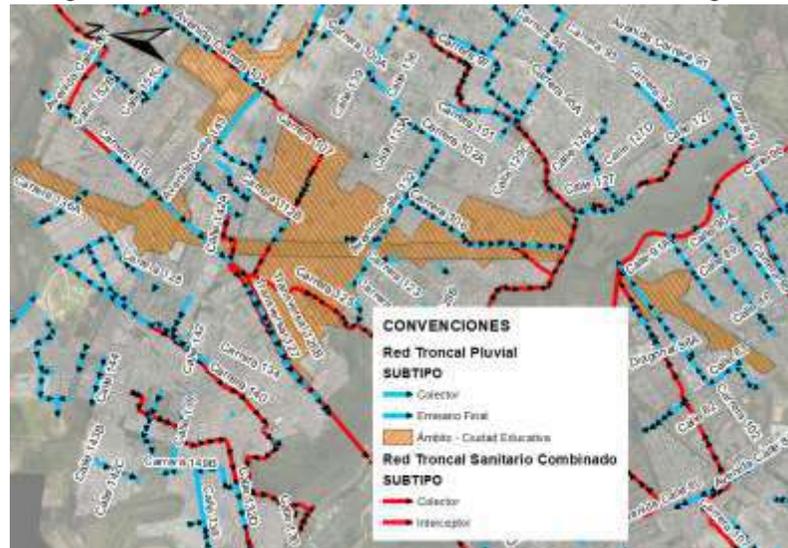
5.1.7 Propiedades De Las Sub-Cuencas

Con el fin de determinar el caudal, es necesario delimitar las áreas de drenaje del sistema troncal pluvial, siendo estas el insumo principal para el cálculo del caudal para cada uno de los tramos de la red troncal. A continuación, se muestra en detalle la delimitación de las mismas y los distintos parámetros calculados para cada una.

5.1.8 Delimitación Áreas De Drenaje Pluvial

Para la delimitación de áreas aferentes se utilizó la información suministrada por la EAAB ESP de las redes existentes. Se utilizaron las capas de red troncal y red local para identificar los principales tramos que componen la red troncal dentro de la Actuación Estratégica.

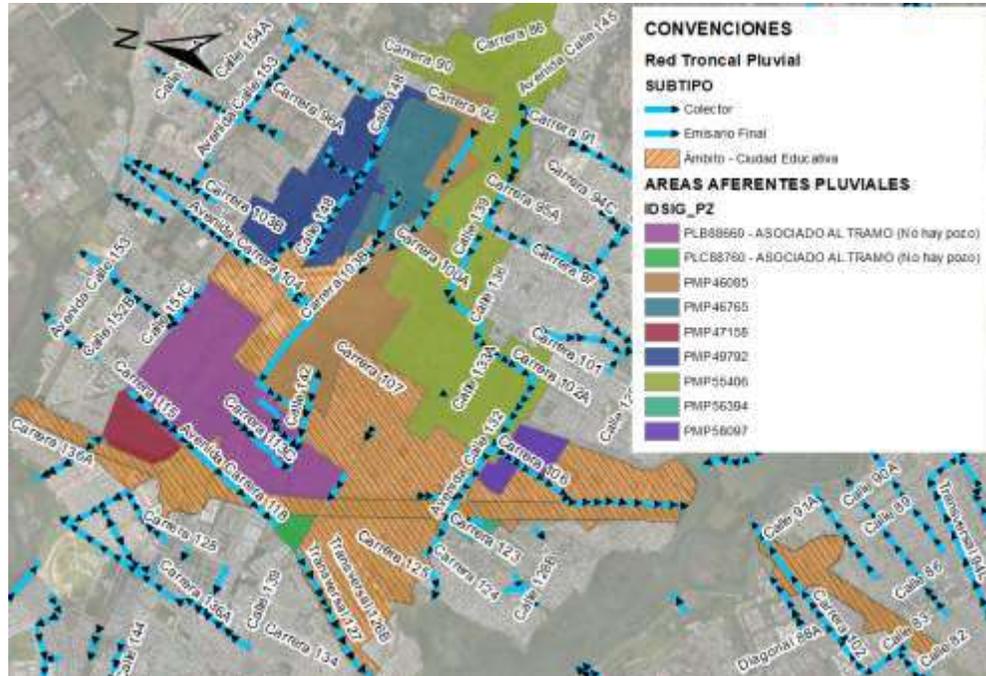
Figura 13. Redes Troncales en la Actuación Estratégica.



FUENTE: PROPIA, 2023.

Luego de identificar los tramos de la red troncal, se trazó el área aferente para cada uno de los tramos que reciben aportes pluviales teniendo en cuenta las áreas aferentes locales.

Figura 14. Áreas aferentes a redes Troncales en la Actuación Estratégica.



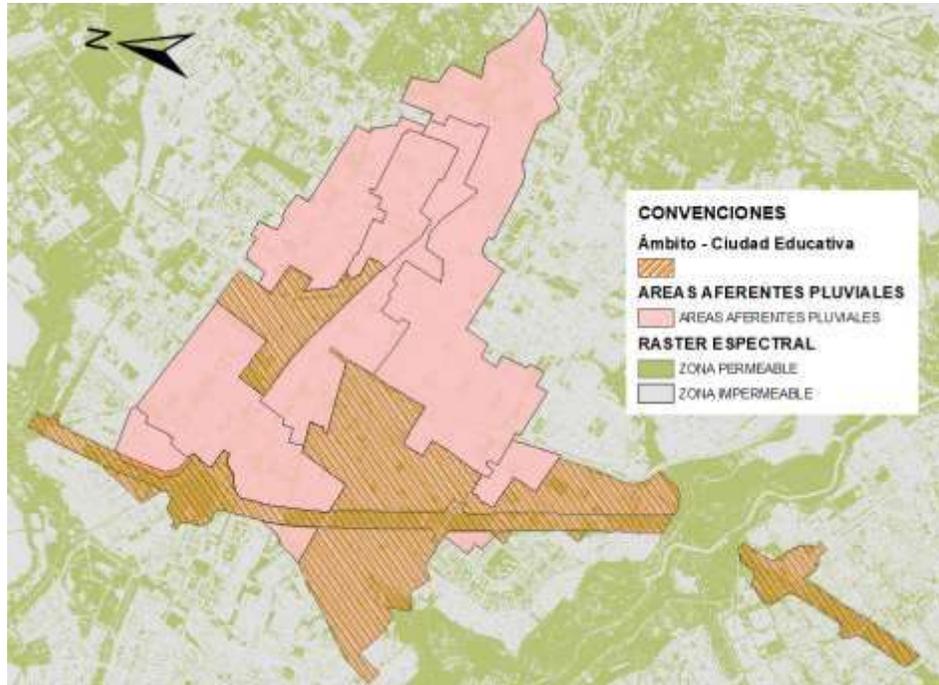
FUENTE: PROPIA, 2023.

5.1.9 Porcentaje De Área Impermeable Y Número De Curva (Cn)

Para la determinación del porcentaje de área impermeable se realizó una clasificación raster supervisada en el programa ArcGIS a partir de una imagen Satelital de la ciudad de Bogotá del año 2014, obtenida del Web Map Service de la Unidad Administrativa Especial de Catastro Digital (IDECA).

En la siguiente figura, se muestra el resultado de la clasificación realizada para la determinación del porcentaje de área impermeable para las áreas de la red troncal pluvial de la Actuación Estratégicas. Este análisis fue realizado de manera desagregada para área.

Figura 15. Zonas permeables impermeable en la Actuación Estratégica.



Fuente: Propia, 2023.

El número de curva (CN) es una medida del potencial de producción de escorrentía del suelo en cuestión. Suelos con alto potencial de generación de escorrentía tienen valores de CN más altos. La definición de este factor está en función del tipo de suelo, la impermeabilidad de la zona y del tipo de cobertura del terreno, y en principio no varían de tormenta a tormenta. Estas características determinan la fracción de lluvia que efectivamente se convierte en escorrentía. Este parámetro se calculó de manera ponderada según las áreas de cada uso. Se adoptó un CN de 80 para las superficies permeables urbanas y 56 en áreas permeables rurales, mientras que para las superficies impermeables se adoptó un CN de 98 que corresponde a parqueaderos, techos y zonas pavimentadas; en ambos casos se consideró un suelo del grupo hidrológico D, que corresponde a suelos que presentan tasas bajas de infiltración. Los valores adoptados se encuentran de acuerdo con lo establecido en el cuadro 2 de la norma de diseño de alcantarillados NS-085.

5.1.10 Precipitación Máxima 24 Horas

La precipitación máxima en 24 horas representa el volumen máximo de precipitación registrado en un día, este dato se extrae a partir de un estudio suministrado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB, realizado por la Dirección de Ingeniería Especializada (DIE) a principios del año 2020 para la actualización de la norma NS-085. La DIE consideró oportuno realizar un análisis de la información disponible y desarrollar mapas de isóneas de precipitación máxima en

	CONTRATO N. 2-02-12300-1409-2023	VERSIÓN 01 (18/10/2023) Página 27 de 88
	METODOLOGÍA DE TRABAJO	

24 horas para toda la ciudad de Bogotá para distintos períodos de retorno (TR=10 años y TR=100 años), de tal manera que pudieran ser empleados como uno de los insumos para los proyectos de modelación hidráulica e hidrológica, además de las revisiones que se adelantan al interior del área.

La consultoría trabajará con la imagen correspondiente al periodo de retorno de 10 años que cuenta con su ubicación geográfica para todo Bogotá, la cual se cruza geográficamente con el área de la Actuación Estratégica analizada, dando como resultado un promedio de precipitación máxima.

5.1.11 Tormenta De Diseño

Posterior al cálculo de las precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes tiempos de retorno, se determinaron las zonas de influencia para cada una de las áreas pluviales mostradas en la Ilustración 17. La influencia de cada estación sobre un área pluvial fue determinada por medio de la herramienta Thiessen Polygon del software ArcMap, tal como se mostró en la Ilustración 8. La distribución del volumen de lluvia hallado por medio del análisis de frecuencia se realizó a partir de la distribución temporal mostrada en la Ilustración 19, la cual es sugerida en la norma de diseño de alcantarillado (NS-085) de la EAAB ESP. Esta distribución temporal fue obtenida del análisis de eventos históricos de precipitación registrados en la ciudad de Bogotá.

6 ALCANTARILLADO SANITARIO

6.1 CONSIDERACIONES GENERALES

De acuerdo con la norma NS-085, El volumen de aguas residuales aportadas a un sistema de recolección y evacuación presenta los siguientes parámetros.

- Aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales.
- Su estimación debe basarse en lo posible, en información histórica de consumos o patrones de consumo, mediciones periódicas y evaluaciones.

6.2 HORIZONTE O PERIODO DE DISEÑO

La capacidad del sistema residual debe estar determinada de acuerdo con la población actual y la población futura estimada partir de los estudios de población y demanda elaborados de acuerdo a la norma NS-031 para la condición de saturación. A continuación, se resumen los parámetros presentados en la norma NS-031 para la estimación de la población para la realización de diseños.

6.3 ESTUDIOS DE POBLACIÓN Y DEMANDA DE AGUA

6.3.1 Proyección de la población, viviendas y establecimientos no residenciales.

Con base en la información obtenida de las características de los predios que se encuentran involucrados en el diseño, se debe realizar un modelo de proyección que permita establecer las condiciones futuras poblacionales en el área. Para todas las zonas de estudio debe verificarse que las proyecciones de población no superen las densidades máximas de saturación previstas para la localidad, esto de acuerdo a las normas urbanísticas, planes de ordenamiento territorial y reglamentación vigente de la distribución espacial de la población, viviendas y establecimientos residenciales UPZ

Las proyecciones de población se deben realizar año a año, hasta alcanzar el horizonte del proyecto, definido por la población de saturación en los proyectos de alcantarillado. La ocupación promedio por estrato según el estudio de demanda y población para la ciudad de Bogotá se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 7. Ocupación por vivienda y por usuario

Estrato	Número de Habitantes por Vivienda	Número de Habitantes por Usuario
1	4.1	5.5
2	3.6	4.9
3	3.4	4.5

Estrato	Número de Habitantes por Vivienda	Número de Habitantes por Usuario
4	2.5	3.4
5	2.8	3.7
6	2.3	3.1

FUENTE: NORMA NS-085 EAAB

El valor de habitantes por vivienda se utilizará para las proyecciones de vivienda nueva. Para las áreas existentes se utilizará los valores presentados en la tabla anterior, para número de habitantes por usuario.

6.3.2 Distribución espacial de la demanda

Con base en la información determinada a través de los valores de habitantes por usuario y por vivienda se debe realizar una distribución espacial de la demanda de acuerdo a una base de datos que contenga información urbanística y socioeconómica, a partir de esta base de datos se debe generar un modelo que permita simular el desarrollo y el cambio poblacional del sector año a año presentando como se desarrollarán los sectores residenciales, comerciales, etc.

6.3.3 Dotación Neta (Consumo per cápita)

Para el área de estudio se deben clasificar los usuarios residenciales por estrado, con esta clasificación se deben determinar los consumos por cuenta m³ /vigencia, de acuerdo con el estudio de población y demanda vigente para la ciudad de Bogotá y municipios aledaños. En la siguiente tabla se presentan las dotaciones netas facturadas y las dotaciones netas reales clasificadas por estrato.

Tabla 8. Dotación neta facturada y dotación neta real

Estrato	Dotación Neta facturada L/hab-día	Dotación Neta real L/hab-día
1	70	85
2	75	90
3	75	90
4	100	115
5	100	120
6	140	165

FUENTE: NORMA NS-085 EAAB

6.4 CAUDAL DEL DISEÑO

El caudal de diseño de cada tramo se obtiene sumando el caudal máximo horario del día máximo (Q_{MH}), los aportes por infiltraciones y por conexiones erradas.

$$Q_{DT} = Q_{MHf} + Q_{INF} + Q_{CE}$$

Dónde

Q_{DT} = Caudal de diseño para cada tramo de la red

Q_{MHf} = Caudal Máximo de saturación

Q_{INF} = Caudal por infiltraciones

Q_{CE} = Caudal por conexiones erradas

Cuando el caudal de diseño calculado para el tramo sea menor a 1.5 L/s, debe adoptarse este último valor como caudal de diseño para dimensionar las tuberías de sistemas de alcantarillado de aguas residuales.

6.5 CAUDAL MEDIO DIARIO

El caudal medio diario de aguas residuales (Q_{MD}) para un tramo con área de drenaje dada es la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales.

$$Q_{MD} = Q_D + Q_I + Q_C + Q_{IN}$$

Dónde

Q_{MD} = Caudal medio diario de aguas residuales

Q_D = Caudal de aguas residuales domésticas

Q_I = Caudal de aguas residuales industriales

Q_C = Caudal de aguas residuales comerciales

Q_{IN} = Caudal de aguas residuales institucionales

Q_{MD} debe ser estimado para las condiciones iniciales Q_{MDI} y de saturación, Q_{MDS} de operación del sistema. En los casos donde las contribuciones industriales, comerciales e institucionales sean marginales con respecto a las domésticas, pueden ser estimadas como un porcentaje de los aportes domésticos.

6.5.1 Caudal de aguas residuales domésticas (l/s)

El cálculo del caudal se realiza utilizando la proyección de la población en la zona objeto de diseño.

$$Q_D = \frac{C_R * P * D_{NETAREAL}}{86400}$$

	CONTRATO N. 2-02-12300-1409-2023	VERSIÓN 01 (18/10/2023) Página 31 de 88
	METODOLOGÍA DE TRABAJO	

Dónde

$Q_D =$ Caudal de aguas residuales domésticas

$C_R =$ Coeficiente de retorno

$P =$ Población proyectada al periodo de diseño

$D_{NETAREAL} =$ Demanda neta real de agua potable proyectada por habitante

En caso de que la demanda de agua potable se haya hecho haciendo uso de la proyección de los suscriptores del servicio en el área de objeto del proyecto del sistema de alcantarillado, el caudal de diseño de aguas residuales domésticas se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$Q_D = \frac{C_R * P_s * D_{NETAFACTURADA}}{(1 - p) * 30}$$

Dónde

$Q_D =$ Caudal de aguas residuales domésticas

$C_R =$ Coeficiente de retorno

$P_s =$ Número de suscriptores proyectados al periodo de diseño

$D_{NETAFACTURADA} =$ Demanda neta facturada de agua potable proyectada

$p =$ Porcentaje de pérdidas comerciales en la red de distribución de agua potable

En zonas residenciales se debe tomar un coeficiente de retorno de 0.85.

6.6 CAUDALES DENTRO DE LAS ÁREAS ESTRATÉGICAS (SANITARIO)

Para las áreas estratégicas se requiere la población proyectada definida por los formuladores AE, la distribución de la población dentro de las zonas del proyecto depende de lo que definan los formuladores, en caso de que lo anterior no se especifique, la consultoría hará una distribución uniforme de la población dentro del área y finalmente, conociendo el número de habitantes y su distribución espacial, se desarrollará la metodología definida por la EAAB en la NS-031 para hallar los caudales futuros.

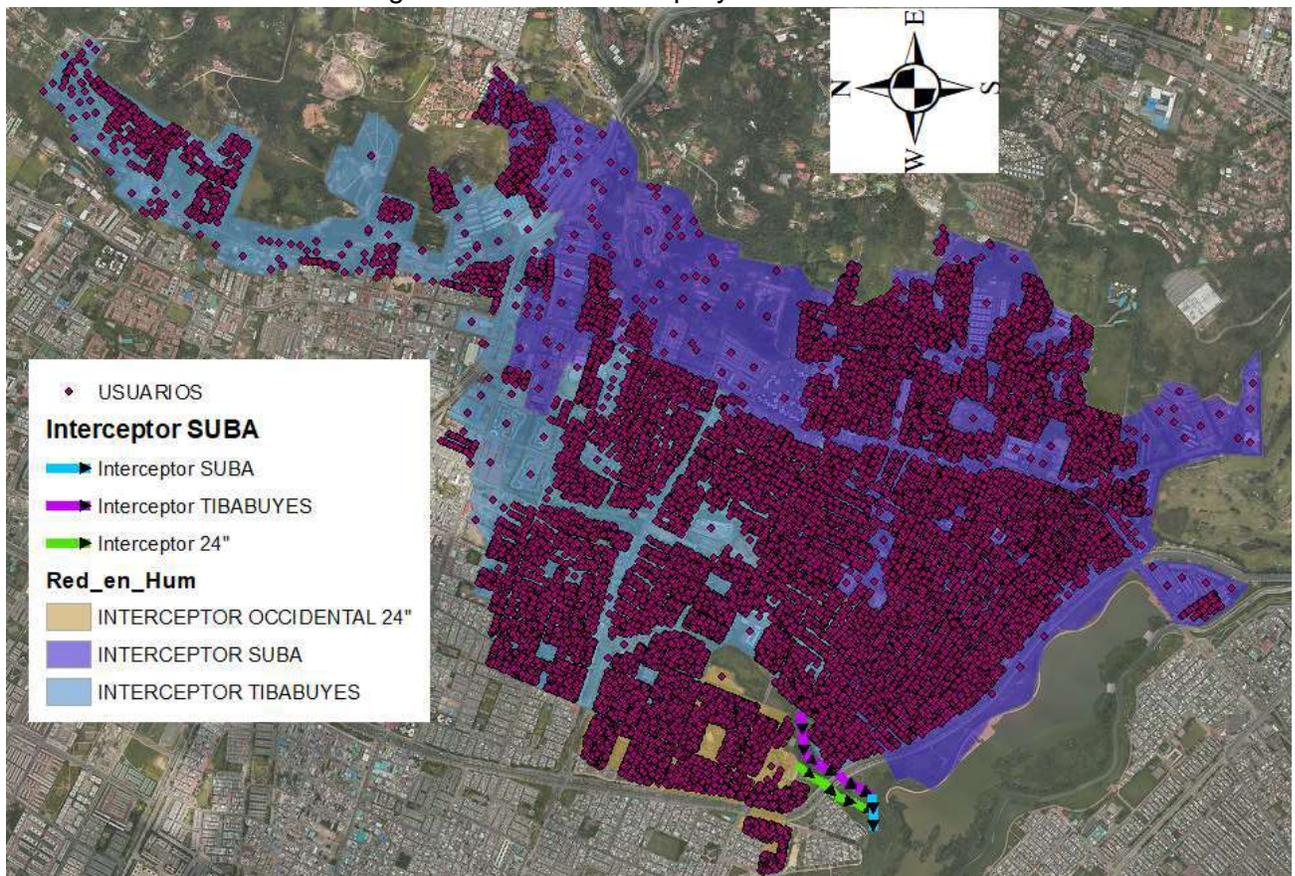
6.7 CAUDALES FUERAS DE LAS ÁREAS ESTRATÉGICAS (SANITARIO)

Para las áreas aferentes aguas arriba que se encuentran fuera de las áreas estratégicas, la consultoría estableció una metodología que toma en cuenta la edificabilidad actual y los registros de demandas por usuarios, los cuales se encuentran dentro de la información comercial de usuarios suministrada por la empresa EAAB ESP.

6.7.1 ANÁLISIS DE REGISTROS DE CONSUMO POR USUARIO

El primer paso para el cálculo del caudal actual consiste en analizar la información de usuarios de la base comercial de suscriptores realizada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB, para esto, se extraen los usuarios que están dentro de las áreas aferentes de las redes a analizar, el resultado de este proceso se agrega en los anexos tipo Shape con el nombre de Usuarios. A continuación, se muestra una imagen con el resultado de este proceso.

Figura 16. Usuarios del proyecto – Cuencas



Fuente: Propia, 2023.

Dentro de los atributos por usuario encontramos información de interés, la cual es requerida para el cálculo de caudales y se describe a continuación:

- **Consumos.** Son los registros de los volúmenes de agua consumidos por cada usuario, los datos se presentan en ($m^3 / (\text{Vigencia} = 2 \text{ meses})$), estos registros corresponden a las vigencias del 2022 y 2023.

	CONTRATO N. 2-02-12300-1409-2023	VERSIÓN 01 (18/10/2023) Página 33 de 88
	METODOLOGÍA DE TRABAJO	

- **Estrato socioeconómico.** De igual manera que con los usos del suelo por usuario, la EAAB registra de manera particular los estratos socioeconómicos por usuario, por tal motivo se usa la información de la base comercial.

De lo anterior, el uso del suelo y la estratificación se consideran datos fijos, los cuales no van a cambiar durante el análisis de la información de usuarios, Al determinar todos los consumos máximos por usuario, se totalizan para conocer el consumo de toda la cuenca, se procede a transformar de (m³/2 meses) a Litros/Segundo (l/s) y este valor es afectado por el coeficiente de retorno el cual es de 85%, el cual se asigna al pozo aguas arriba del área estratégica.

6.8 DETERMINACIÓN DE POBLACIÓN FUTURA POR ÁREA AFERENTE (SANITARIO)

Para la proyección de la población que se encuentra fuera de la actuación estratégica, se utilizará la información de las proyecciones del DANE por UPZ para la ciudad de Bogotá, en donde se toma como información base la población de las UPZ de los años comprendidos entre 2018 y 2024.

6.8.1 MÉTODOS DE PROYECCIÓN

Para la proyección de la población se utilizarán los métodos establecidos en la resolución 330 de 2017, en particular se implementarán los métodos, aritmético, geométrico y exponencial.

6.8.1.1 PROYECCIÓN MÉTODO ARITMÉTICO

La ecuación para calcular la población proyectada a través del método aritmético es la siguiente:

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} * (T_f - T_{uc})$$

Dónde:

P_f es la población (Hab) correspondiente al año para el que se quiere proyectar la población.

P_{uc} es la población (Hab) correspondiente al último año censado con información

P_{ci} es la población (Hab) correspondiente al censo inicial con información

T_{uc} es el año correspondiente al último año censado con información

T_{ci} es el año correspondiente al censo inicial con información

T_f es el año al cual se quiere proyectar la información.

6.8.1.2 PROYECCIÓN MÉTODO GEOMÉTRICO

Es útil en poblaciones que muestren una importante actividad económica, que genera un apreciable desarrollo y que poseen importantes áreas de expansión las cuales pueden ser dotadas de servicios públicos sin mayores dificultades. La ecuación que se emplea es:

$$P_f = P_{uc} * (1 + r)^{(T_f - T_{uc})}$$

$$r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{(T_{uc} - T_{ci})}}$$

Dónde:

- P_f es la población (Hab) correspondiente al año para el que se quiere proyectar la población
- P_{uc} es la población (Hab) correspondiente al último año censado con información
- T_{uc} es el año correspondiente al último año censado con información
- T_f es el año al cual se quiere proyectar la información.
- r es la tasa de crecimientos anual en forma decimal.
- P_{ci} es la población (Hab) correspondiente al censo inicial con información
- T_{ci} es el año correspondiente al censo inicial con información

6.8.1.3 PROYECCIÓN MÉTODO ARITMÉTICO

Para la implementación de este método se requiere conocer por lo menos tres datos de censos para poder determinar el promedio de la tasa de crecimiento de la población, en donde el último censo corresponde a la proyección del DANE. Se recomienda su aplicación a poblaciones que muestren apreciable desarrollo y posean abundantes áreas de expansión. La ecuación empleada por este método es la siguiente:

$$P_f = P_{ci} * e^{k * (T_f - T_{ci})}$$

$$k = \frac{\ln(P_{cp}) - \ln(P_{ca})}{(T_{cp} - T_{ca})}$$

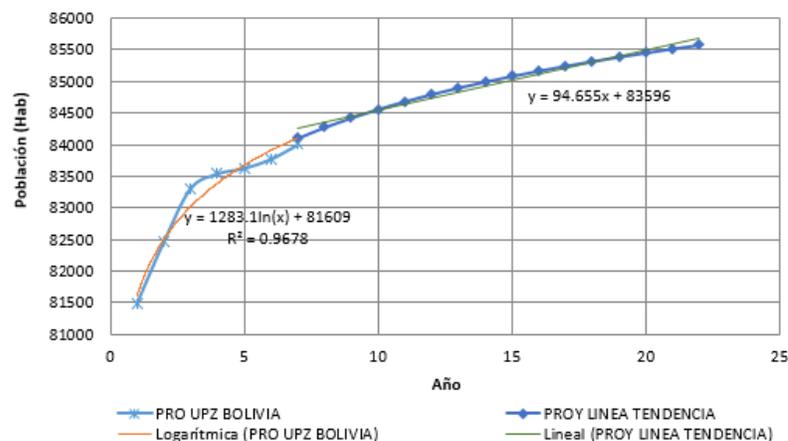
Dónde:

- P_f es la población (Hab) correspondiente al año para el que se quiere proyectar la población
- P_{cp} es la población (Hab) correspondiente censo posterior (proyección del DANE)
- P_{ca} es la población (Hab) correspondiente censo censo anterior (habitantes).
- T_{cp} es es el año correspondiente al censo posterior
- T_{ca} es es el año correspondiente al censo anterior
- L_n corresponde al logaritmo natural o neperiano
- T_f es el año al cual se quiere proyectar la información.
- T_{ci} es el año correspondiente al censo inicial con información

6.8.1.4 PROYECCIÓN DANE

A partir de los datos de población dados por el DANE para las diferentes UPZ se realizará la proyección de la población graficando estos datos a través del tiempo y asignando una línea de tendencia para cada UPZ con la cual se proyectará la población al año horizonte del proyecto.

Figura 17. Proyecciones DANE

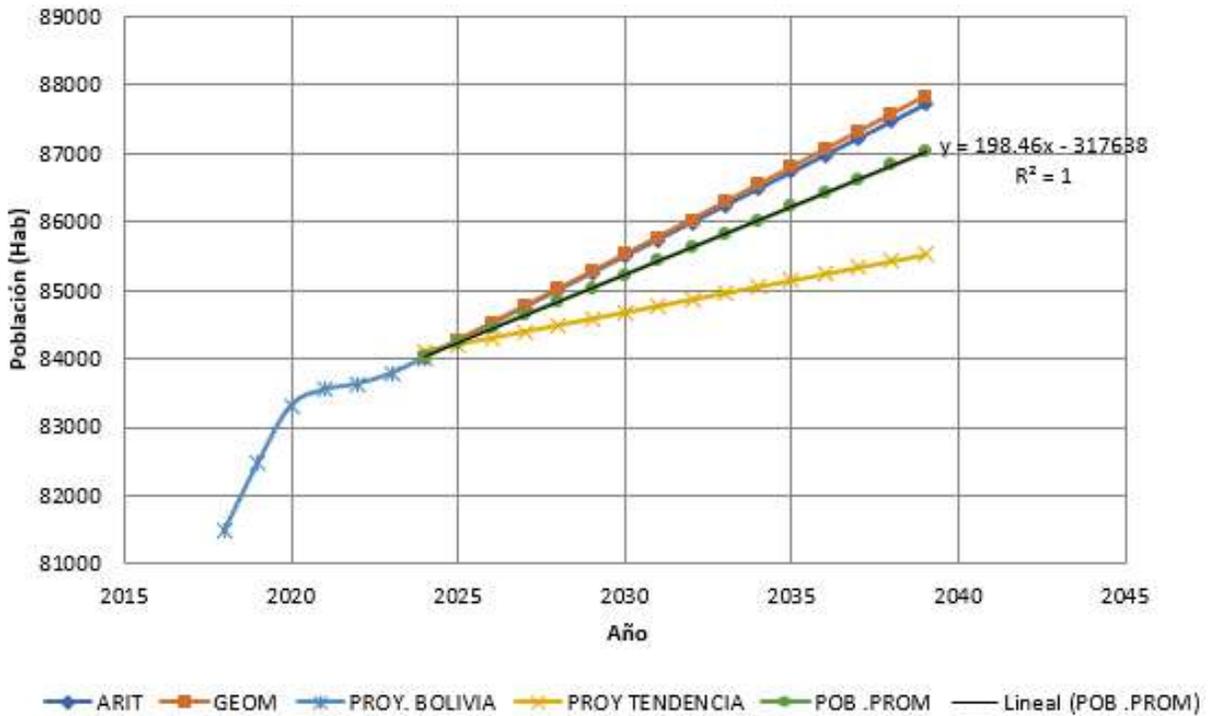


FUENTE: PROPIA, 2023.

6.8.2 DETERMINACIÓN DEL MÉTODO DE PROYECCIÓN

Para la determinación de la población futura, se utilizará el promedio de las proyecciones realizadas con los diferentes métodos de proyección de población para este promedio se determinará una línea de tendencia y una ecuación de crecimiento que se establecerá para cada UPZ.

Figura 18. Métodos de Proyección



Fuente: Propia, 2023.

De esta manera a partir de la información de usuarios dada por la EAAB se realizará la proyección de la población.

	CONTRATO N. 2-02-12300-1409-2023	VERSIÓN 01 (18/10/2023) Página 37 de 88
	METODOLOGÍA DE TRABAJO	

7 PARÁMETROS DE DISEÑO HIDRÁULICO

A pesar de que el alcance del proyecto es el predimensionamiento de las redes troncales que se encuentran en el área de influencia de las diferentes actuaciones estratégicas, es necesario tener en cuenta los diferentes parámetros hidráulicos presentados en la normatividad a fin de obtener resultados ajustados que permitan estimar costos y de esta manera realizar la proyección de las redes que son necesarias para la atención de los habitantes de estas zonas de Bogotá. A continuación, se presenta un resumen de los parámetros hidráulicos presentados en la normatividad que serán tenidos en cuenta para el prediseño de las redes.

7.1 MÉTODO DE ANÁLISIS HIDRÁULICO

De acuerdo con la Norma NS-085:

- Los colectores y canales abiertos deben diseñarse como conducciones a flujo libre por gravedad.
- El tamaño y la pendiente de un colector deben ser adecuados para conducir el caudal de diseño.
- La pendiente del colector debe ser la adecuada para evitar la sedimentación de sólidos para las condiciones iniciales de servicio. y garantizar su adecuada operación y funcionalidad.
- El diámetro de la tubería que debe tenerse en cuenta para el diseño es el diámetro interno real.

7.2 ECUACIONES PARA ANÁLISIS HIDRÁULICO

LA norma NS-085 de la EAAB establece que, para los casos en los cuales proceda el cálculo con flujo uniforme, para el análisis hidráulico de colectores de alcantarillado se empleará la ecuación de Manning:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R_{HID}^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V	=	Velocidad promedio del flujo [m/s]
n	=	Coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional) [-]
R _{HID}	=	Radio hidráulico (Área mojada/Perímetro mojado) [m]
S	=	Pendiente del colector o conducto [m/m]

Vale la pena mencionar que los programas de modelación hidráulica empleados por la EAAB también emplean la ecuación de Manning para el análisis hidráulico de conductos que funcionan a flujo libre.

Por otra parte, aunque no se menciona en la normatividad de la EAAB, para el análisis hidráulico es igualmente importante la aplicación de la ecuación de continuidad:

$$Q = A \times V$$

Donde:

Q	=	Caudal [m ³ /s]
V	=	Velocidad promedio del flujo [m/s]
A	=	Área de la sección transversal del flujo [m ²]

7.3 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

De acuerdo con lo establecido en la norma NS-085, los siguientes son los valores del coeficiente n, el coeficiente de rugosidad de Manning (n) aceptados por la Empresa para los diseños hidráulicos (conductos cerrados):

Tabla 9. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning n para conductos cerrados

Característica interna del Material*	n
Interior Liso	0.010
Interior Semi-rugoso	0.013
Interior Rugoso	0.015
*Clasificación de n de Manning creada por el Acueducto de Bogotá. Se relaciona con las propiedades físicas del material y permite realizar diseños con propiedades genéricas (no con marcas) y da la posibilidad de elegir el material a utilizar de acuerdo con las condiciones de mercado.	

7.4 FUENTE: NORMA NS-085 EAAB

7.5 PENDIENTES

De acuerdo con la norma NS-085, la pendiente de los conductos y canales deberá seleccionarse de tal manera que se ajuste a la topografía del terreno y que, en lo posible, no produzca velocidades que estén por fuera de las especificadas para alcantarillados pluviales o sanitarias. En los tramos en que la pendiente natural del terreno sea tan pronunciada que pueda ocasionar velocidades mayores que las permitidas, se debe proveer al colector de un número suficiente de estructuras de caída para los tramos cortos resultantes tengan la pendiente adecuada.

7.6 VELOCIDAD MÍNIMA

La norma NS-085 no establece una velocidad mínima de flujo fija, sino que recomienda que la velocidad mínima en el sistema debe ser aquella que permita tener condiciones de auto limpieza para lo cual es necesario utilizar el criterio de esfuerzo tractivo (cortante medio), el cual está dado por la siguiente ecuación:

$$\tau = \gamma \cdot R_{HID} \cdot S$$

Donde:

τ	=	Esfuerzo tractivo (cortante medio) [N/m ²]
γ	=	peso específico del agua [N/m ³]
R_{HID}	=	Radio hidráulico (Área mojada/Perímetro mojado) [m]
S	=	Pendiente del colector o conducto [m/m]

Para alcantarillados sanitarios la norma NS-085 establece lo siguiente:

- El valor del esfuerzo cortante medio sea mayor o igual a 1.5 N/m² para tuberías de diámetro nominal menor que 450 mm.
- el valor del esfuerzo cortante medio sea mayor o igual a 2.0 N/m² para tuberías de diámetro nominal mayor que 450 mm.

Para alcantarillados pluviales la norma NS-085 establece lo siguiente:

- El valor del esfuerzo cortante medio sea mayor o igual a 3.0 N/m² para el caudal de diseño y 1.5 N/m² para el 10% de la capacidad del tubo lleno.

7.7 VELOCIDAD MÁXIMA

De acuerdo con la norma NS-085, los valores máximos permisibles para la velocidad máxima en los colectores y canales dependen del material, en función de su sensibilidad a la abrasión. Para canales excavados en tierra el diseñador debe sustentar las velocidades máximas adoptadas, pero de ningún caso podrán ser mayores de 2 m/s. En la siguiente tabla se presentan los valores máximos permisibles por tipo de material.

Tabla 10. Velocidades máximas permisibles por tipo de material

Material	Velocidad máxima permisible (m/s)*
Conductos cerrados	
Concreto fundido in situ (box culvert)	5.00
Concreto prefabricado (tuberías)	6.00
PVC - PEAD*	9.00

Material	Velocidad máxima permisible (m/s)*
Conductos cerrados	
Fibra de vidrio GRP.	4.00
Conductos abiertos	
Canal revestido de ladrillo	3.00
Canal revestido de concreto	5.00
Canal revestido en piedra pegada	4.00
Canal excavado en tierra	Es función del suelo y debe ser sustentado.
*Si la velocidad es superior a 6 m/s deberá contemplarse la utilización de pozos de inspección en materiales plásticos o con recubrimientos plásticos debidamente anclados y diseñados para soportar los esfuerzos que puedan generarse por la presencia de altas velocidades en el sistema. De igual forma deberá garantizarse que la cimentación de la tubería sea la adecuada para garantizar su estabilidad en pendientes altas.	

FUENTE: NORMA NS-085 EAAB

En el caso de que el fabricante de los elementos certifique una velocidad máxima menor a la especificada en el cuadro anterior para efectos del diseño solo se podrá tomar la certificada por el fabricante.

7.8 DIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN

El diseño debe establecer la profundidad de flujo máxima en cada una de las tuberías, con el fin de permitir una adecuada aireación de las aguas pluviales y residuales. La tabla siguiente presenta la relación entre la profundidad de flujo y el diámetro para diferentes rangos. La relación máxima profundidad versus diámetro (y/D), se debe calcular con el caudal máximo de diseño.

Tabla 11. Relación máxima de tubo y/\varnothing para sistemas pluviales y sanitarios

Diámetro real interno (mm)	Relación máxima y/D (%)
Menor que 500	70
Entre 500 y 1000	80
Mayor que 1000	85

FUENTE: NORMA NS-085 EAAB.

Otros aspectos generales a tener en cuenta para el dimensionamiento de la sección de las tuberías son:

- Todos los cálculos y las comprobaciones de relaciones hidráulicas deben hacerse con el diámetro real interno de la tubería.
- **En ningún caso deben realizarse conexiones directas entre tuberías domiciliarias y tuberías de diámetros mayores que 600 mm nominales de la red pública de aguas residuales.**

	CONTRATO N. 2-02-12300-1409-2023	VERSIÓN 01 (18/10/2023) Página 41 de 88
	METODOLOGÍA DE TRABAJO	

- Se deben contemplar las medidas necesarias para garantizar que el funcionamiento a presión de la tubería no constituye una amenaza de inundación para la zona objeto del diseño y, en caso necesario, se deberán incluir estructuras anti-reflujo.

Por otra parte, para el diseño de box culverts, la lámina de agua no debe superar el 90% de la altura interna del mismo y para canales se deben tener las previsiones apropiadas del borde libre dependiendo de si el nivel de diseño de la superficie de agua se encuentra por debajo o por encima del nivel del terreno natural.

7.9 DIÁMETRO MÍNIMO

En las redes de recolección y evacuación de aguas residuales, la sección circular es la más usual para los colectores, principalmente en los tramos iniciales. El diámetro nominal mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales es 200 mm (8”).

En cuanto al sistema pluvial la norma NS-085 establece que el diámetro mínimo permitido para los colectores sanitario es de 300mm.

8 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

8.1 ALCANCE GENERAL

El alcance general de esta Consultoría comprende la evaluación de la infraestructura troncal existente con base en los directrices de la Actuación Estratégica identificada como “Ciudadela Educativa y del Cuidado”, con base en esto realizar los diseños a nivel conceptual de las redes de alcantarillado sanitario y pluvial complementarias con el fin de asegurar la correcta prestación del servicio.

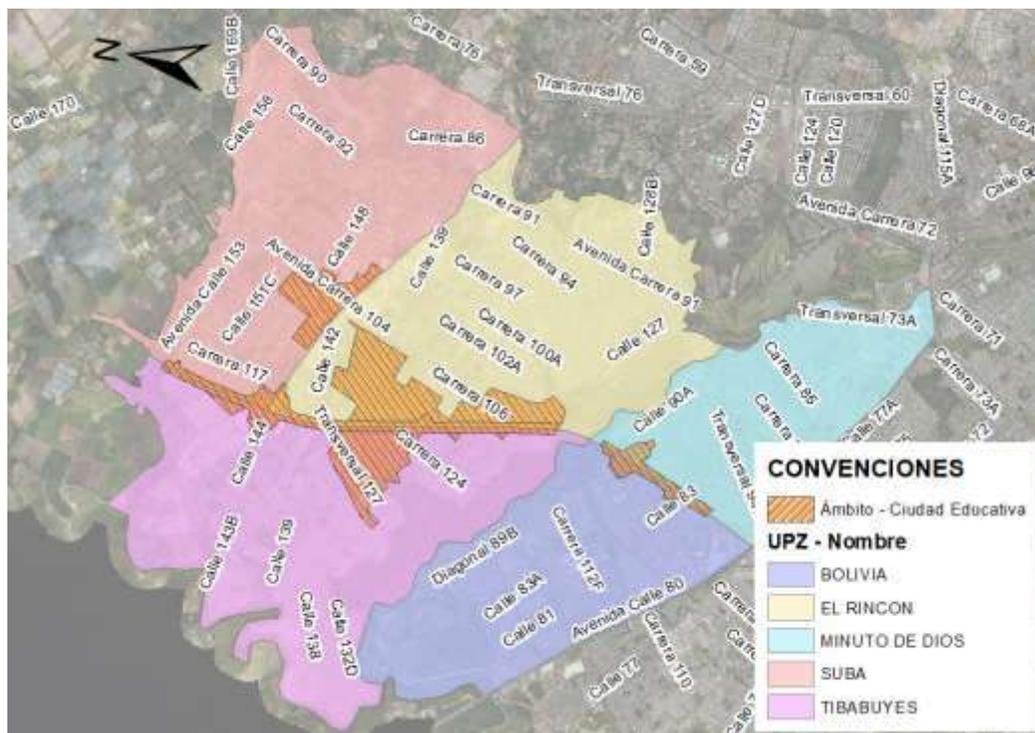
Los diseños se consideran como conceptuales o a nivel de pre factibilidad debido a que las definiciones para cada una de las Actuaciones Estratégicas a la fecha no cuentan con información detallada, y adicional a lo anterior los insumos o la base técnica recopilada por la consultoría se clasifican como información secundaria, ya que estos no son obtenidos en su totalidad con mediciones en campo tales como: catastro de redes, topografía detallada, nivelación de pozos, estudios hidrológicos, identificación y catastro de redes secas, etc. Cabe aclarar que, al ser diseños a nivel de pre factibilidad estos no tendrán en cuenta las posibles interferencias con otras redes o la infraestructura existente, y los trazados de las redes se realizarán de tal manera que se generen el menor número de interferencias.

8.2 UBICACIÓN



FUENTE: PROPIA, 2023.

El Ámbito de la Actuación Estratégica se encuentra ubicado en la Zona 1 de la EAAB, el proyecto se ubica sobre las UPZ'S: 27 Suba, 28 El Rincón, 29 Minuto de Dios, 71 Tibabuyes y 72 Bolivia. La Actuación Estratégica se ubica sobre el corredor verde entre los costados oriente y occidente de la carrera 118, entre la Avenida calle 153 hasta el Humedal Juan Amarillo, y al sur del Juan Amarillo hasta la calle 86. En la siguiente imagen se muestran las UPZ'S que se intersectan con el proyecto.



FUENTE: PROPIA, 2023.

En la siguiente tabla se presentan los códigos de las UPZ'S.

UPZ CÓDIGO	UPZ NOMBRE
UPZ - 27	SUBA
UPZ - 72	BOLIVIA
UPZ - 71	TIBABUYES
UPZ - 29	MINUTO DE DIOS
UPZ - 28	EL RINCON

FUENTE: PROPIA, 2023.

9 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

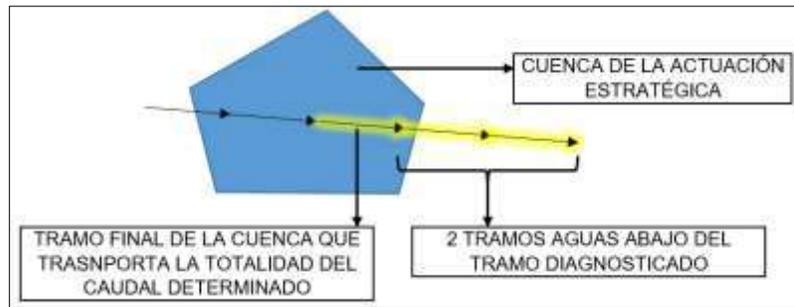
La información recopilada tiene fecha del 20 de octubre de 2023, información que se organiza según su aplicabilidad dentro del desarrollo del proyecto. A continuación, se presenta en la siguiente tabla donde se discrimina la información recibida.

	Carpeta 1	Carpeta 2	Carpeta 3	Carpeta 4
	Ámbitos propuestos	Directrices adoptadas resolución	Tabla aprovechamientos urbanos	Otros
Ciudadela educativa	Shape ámbito: Áreas con priorización . Ciudadela educativa MXD: Red peatonal, red matriz, etc.	GDB Directrices: Especialización directrices. Documento directrices: Actuación estratégica Ciudadela Educativa y del cuidado. Resolución 0074: Por la cual se adopta las Directrices para la definición de lo público para la formulación de la Actuación Estratégica Ciudadela Educativa..	Excel 1 escenario moderado: Usos y aprovechamientos urbanísticos, equipamientos. Excel 2 escenario tope: Usos y aprovechamientos urbanísticos, equipamientos. Excel 3 escenario moderado final: Usos y aprovechamientos urbanísticos, equipamientos.	Áreas permeables publicas PPTX y XLS Distribución usos UND funcional DWG, XLS y PDF. Información áreas privadas XLS Equipamientos usuarios XLS

La información a usar está contenida en los shapets asociados a los diferentes sistemas de alcantarillado (sanitario y pluvial), entre ellos las redes troncales, locales y pozos, adicionalmente, presentan los polígonos en formato shape de las Actuaciones Estratégicas. Por otro lado, se hace uso de la información dentro del documento de directrices y la resolución 0074 del 13 de enero de 2023, áreas permeables en formato PPTX y la distribución de usos y aprovechamientos urbanos en formato XLS, puntualmente analizando el escenario moderado final para la determinación del caudal sanitario.

10 DIAGNOSTICO DE REDES

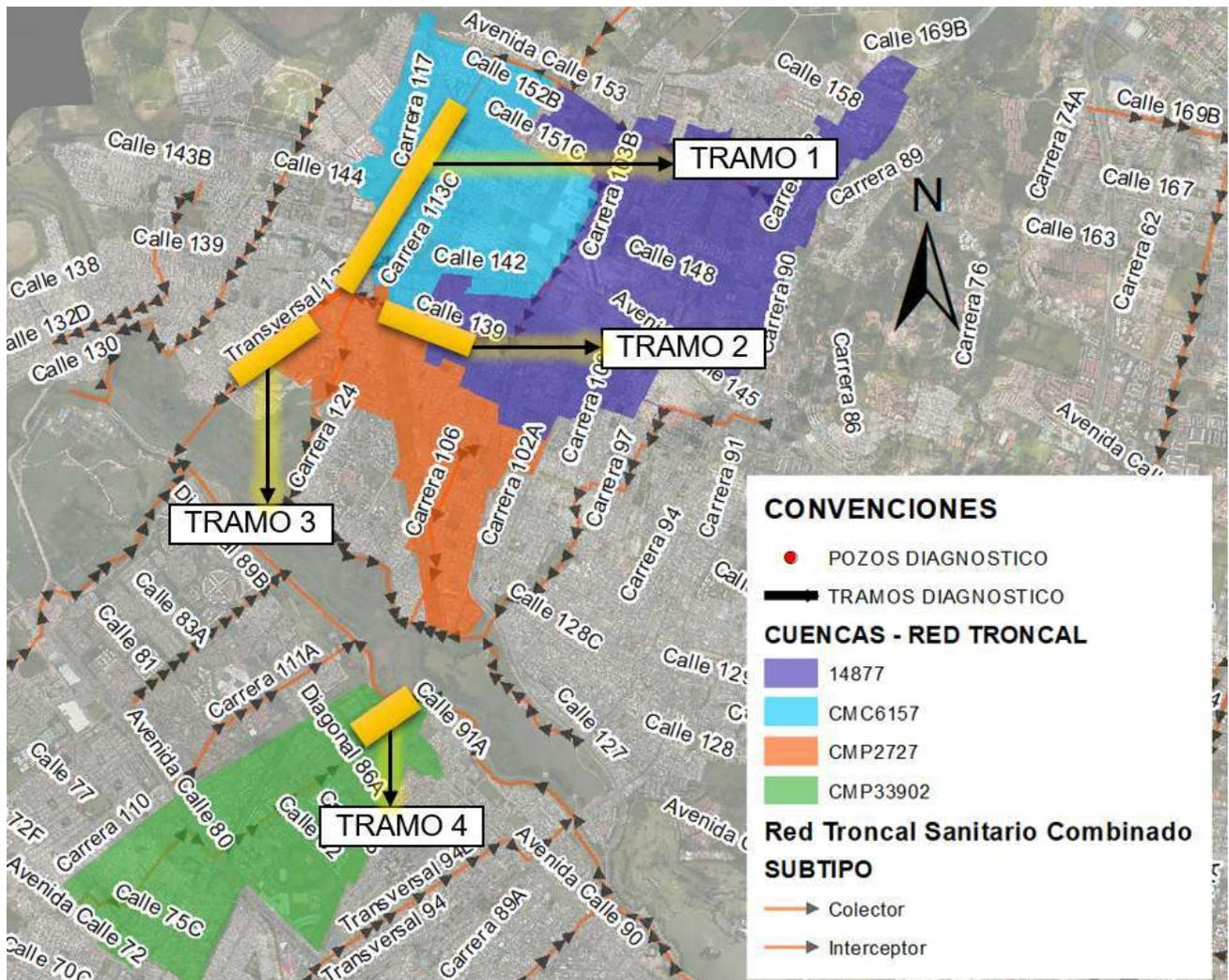
El periodo de diseño conceptual se proyecta desde 2024 al 2035 debido a que las proyecciones de población de las Actuaciones Estratégicas van hasta el 2035. Solo se evaluaron las redes troncales existentes a las que se las Actuaciones Estratégicas conectan, estos tramos se ubican al final de las cuencas de cada punto de evaluación, como se ve en el siguiente esquema.



Lo anterior aplica para los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial.

10.1 SANITARIO

En la siguiente imagen se presenta la localización de los tramos de redes sanitarias



10.1.1 RESULTADOS ANÁLISIS CAUDALES

Cuenca sanitaria 1

La siguiente cuenca limita al sur con la Calle 133ª, al nororiente con la Calle 170 y al noroccidente con la Calle 153. Al occidente con la Carrera 111Bis y al oriente con la Carrera 92. La cuenca descarga al pozo 14877. Se presentan a continuación, los límites de la cuenca sanitaria 1:

Figura 19. Cuenca Sanitaria 1.



FUENTE: PROPIA, 2023.

A continuación, se presentan los caudales provenientes de la cuenca analizada dentro del de la actuación estratégica:

Tabla 12. Caudal actuación estratégica - Cuenca sanitaria 1

Cuenca Dentro de actuación estratégica				
Pozo al que entrega a la cuenca	Área (ha)	Caudal 2024 L/s	Caudal 2035 L/s	Caudal Infil_Erra L/s
14877	31.68	14.74	14.74	0.00

*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega

FUENTE: PROPIA, 2023.

A continuación, se presentan los caudales provenientes de la cuenca analizada fuera de la Actuación Estratégica:

Tabla 13. Caudal área aferente - Cuenca sanitaria 1

Área aferente				
Pozo al que entrega a la cuenca	Área (ha)	Caudal 2024 L/s	Caudal 2035 L/s	Caudal Infil_Erra L/s
14877	281.35	119.57	134.17	112.54

*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega

FUENTE: PROPIA, 2023.

Cuenca sanitaria 2

La siguiente cuenca limita al suroccidente con la Calle 139 y al suroriente con la Calle 141A y al norte con la Avenida Calle 153, al occidente con la Carrera 133 y al oriente con el Portal Suba y el Centro Comercial Fiesta Suba. La cuenca descarga al pozo CMC6157. Se presentan a continuación, los límites de la cuenca sanitaria 2:

Tabla 15. Caudal área aferente - Cuenca sanitaria 2.

Área aferente				
Pozo al que entrega a la cuenca	Área (ha)	Caudal 2024 L/s	Caudal 2035 L/s	Caudal Infil_Erra L/s
CMC6157	124.23	75.66	84.90	49.69

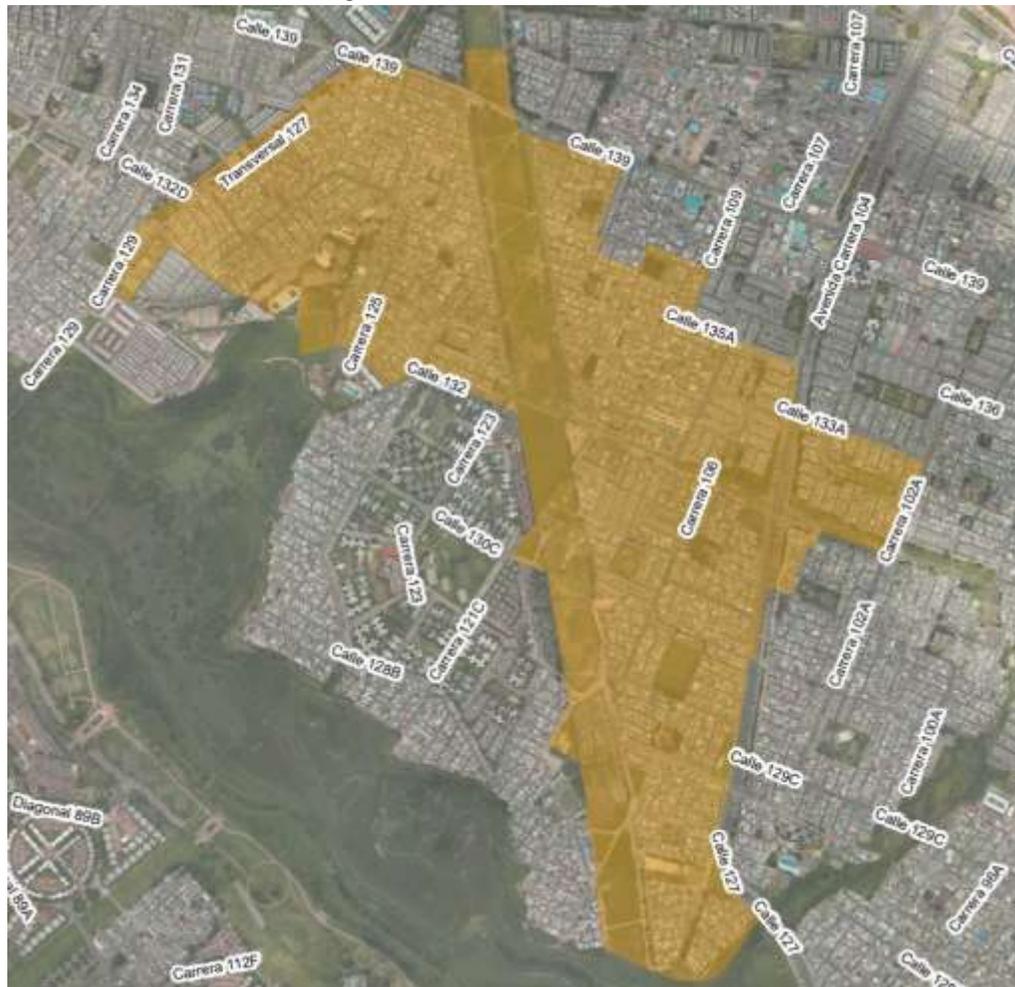
*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega

FUENTE: PROPIA, 2023.

Cuenca sanitaria 3

La siguiente cuenca limita al sur con la Calle 126 (Humedal Juan Amarillo) y al norte con la Calle 139, al occidente con la Carrera 129A junto con la Carrera 121C y al oriente con la Carrera 102A. La cuenca descarga al pozo CMP2727. Se presentan a continuación, los límites de la cuenca sanitaria 3:

Figura 21. Cuenca Sanitaria 3.



FUENTE: PROPIA, 2023.

A continuación, se presentan los caudales provenientes de la cuenca analizada dentro del de la actuación estratégica:

Tabla 16. Caudal actuación estratégica - Cuenca sanitaria 3.

Cuenca Dentro de actuación estratégica				
Pozo al que entrega a la cuenca	Área (ha)	Caudal 2024 L/s	Caudal 2035 L/s	Caudal Infil_Erra L/s
CMP2727	113.10	1.99	1.99	0.00

*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega

FUENTE: PROPIA, 2023.

A continuación, se presentan los caudales provenientes de la cuenca analizada fuera de la Actuación Estratégica:

Tabla 17. Caudal área aferente - Cuenca sanitaria 3.

Área aferente				
Pozo al que entrega a la cuenca	Área (ha)	Caudal 2024 L/s	Caudal 2035 L/s	Caudal Infil_Erra L/s
CMP2727	27.12	34.88	39.14	10.85

*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega

FUENTE: PROPIA, 2023.

Cuenca sanitaria 4

La siguiente cuenca limita al sur con la “Calle 72 y al norte con la Calle 90 (Humedal Juan Amarillo), al occidente con la Carrera 110 y al oriente con la Carrera “95F (Junto con el Portal 80)”. La cuenca descarga al pozo CMP33902. Se presentan a continuación los límites de la cuenca:

Figura 22. Cuenca Sanitaria 4.



FUENTE: PROPIA, 2023.

A continuación, se presentan los caudales provenientes de la cuenca analizada dentro del de la actuación estratégica:

Tabla 18. Caudal actuación estratégica - Cuenca sanitaria 4.

Cuenca Dentro de actuación estratégica				
Pozo al que entrega a la cuenca	Área (ha)	Caudal 2024 L/s	Caudal 2035 L/s	Caudal Infil_Erra L/s
CMP33902	18.97	28.63	28.63	0.00

*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega

FUENTE: PROPIA, 2023.

A continuación, se presentan los caudales provenientes de la cuenca analizada fuera de la Actuación Estratégica:

Tabla 19. Caudal área aferente - Cuenca sanitaria 4.

Área aferente				
Pozo al que entrega a la cuenca	Área (ha)	Caudal 2024 L/s	Caudal 2035 L/s	Caudal Infil_Erra L/s
CMP33902	196.11	58.63	65.79	78.44

*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega

FUENTE: PROPIA, 2023.

10.1.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO - SANITARIO

En este ítem se presentan los resultados de la modelación hidráulica realizada en los tramos del sistema de alcantarillado sanitario que recibirán los futuros aportes de provenientes de la Actuación estratégica.

10.1.2.1 TRAMO 1 (CARRERA 115 ENTRE CALLE 139 - CALLE 151B)

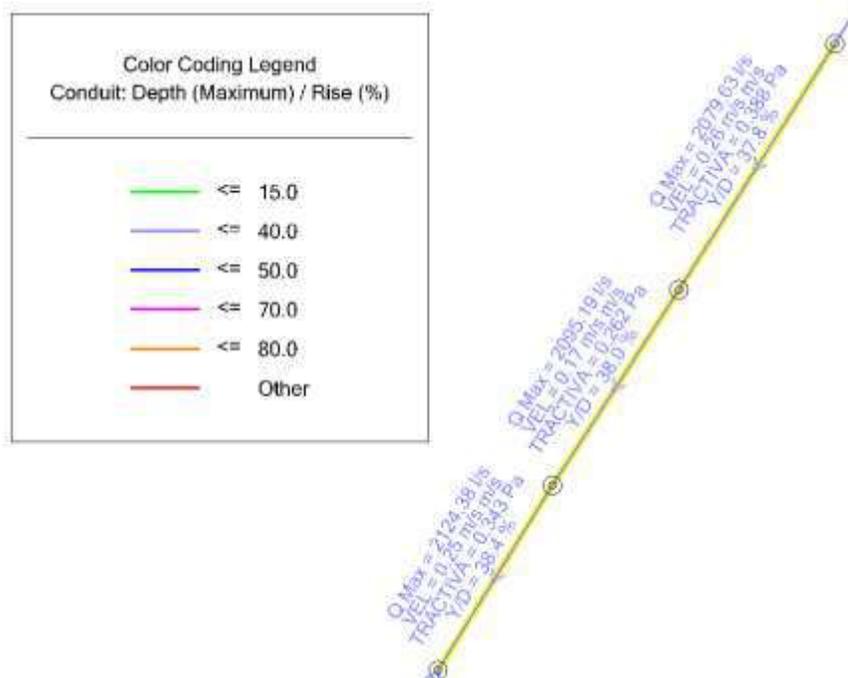
En la siguiente imagen se muestran las redes del primer tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



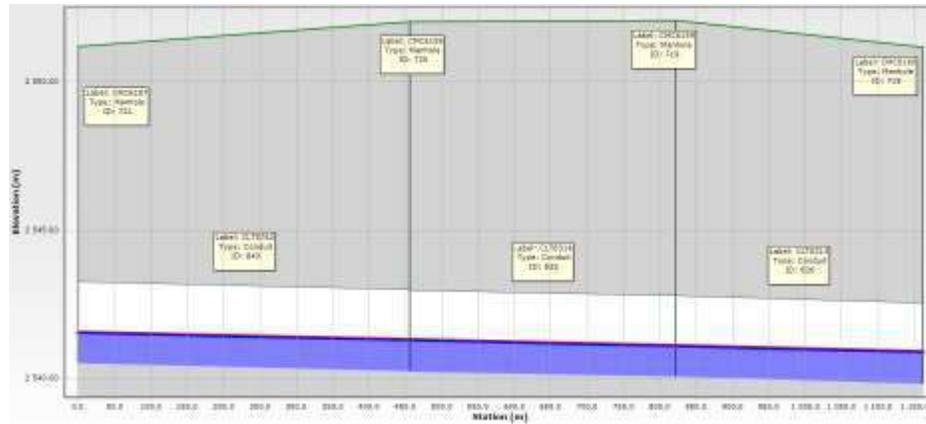
Se presentan los resultados de las modelaciones hidráulicas con las características físicas de la red instalada en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
CMC6158	CMC6159	365.1	2 552.02	2 552.07	2 542.96	2 542.80	2 750.00	Concreto
CMC6159	CMC6160	340.8	2 552.07	2 551.16	2 542.80	2 542.55	2 750.00	Concreto
CMC6157	CMC6158	455.9	2 551.20	2 552.02	2 543.25	2 542.98	2 750.00	Concreto

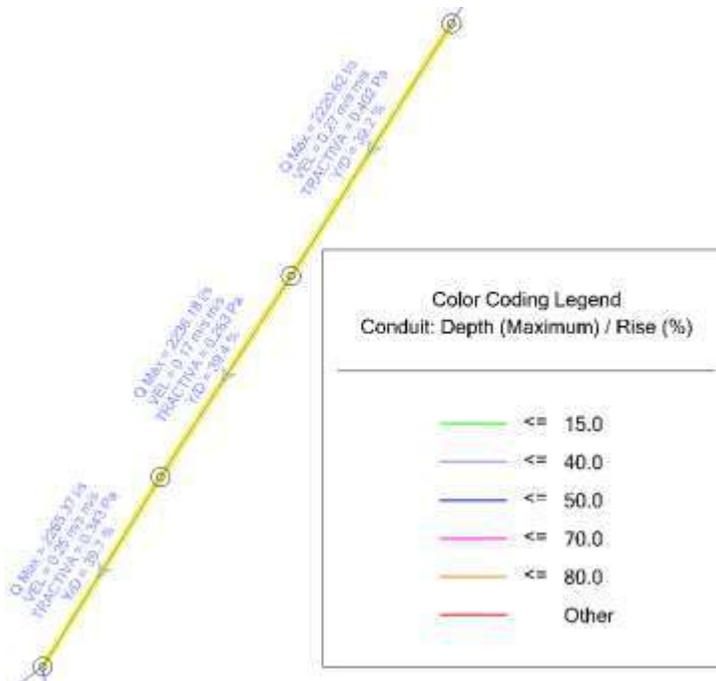
Año 2024



Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera con una fuerza tractiva baja por el orden de 0.35 Pa y en la norma se indica que la fuerza de arrastre para diámetros superiores a 450 (mm) debe ser de 2.00 Pa, por consiguiente, la red no cumple con la condición de auto limpieza y se recomiendan mantenimientos periódicos, por otro lado, los tramos operan a una capacidad menor al 50% por lo que pueden manejar los caudales adicionales. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada para la condición de operación del 2024.



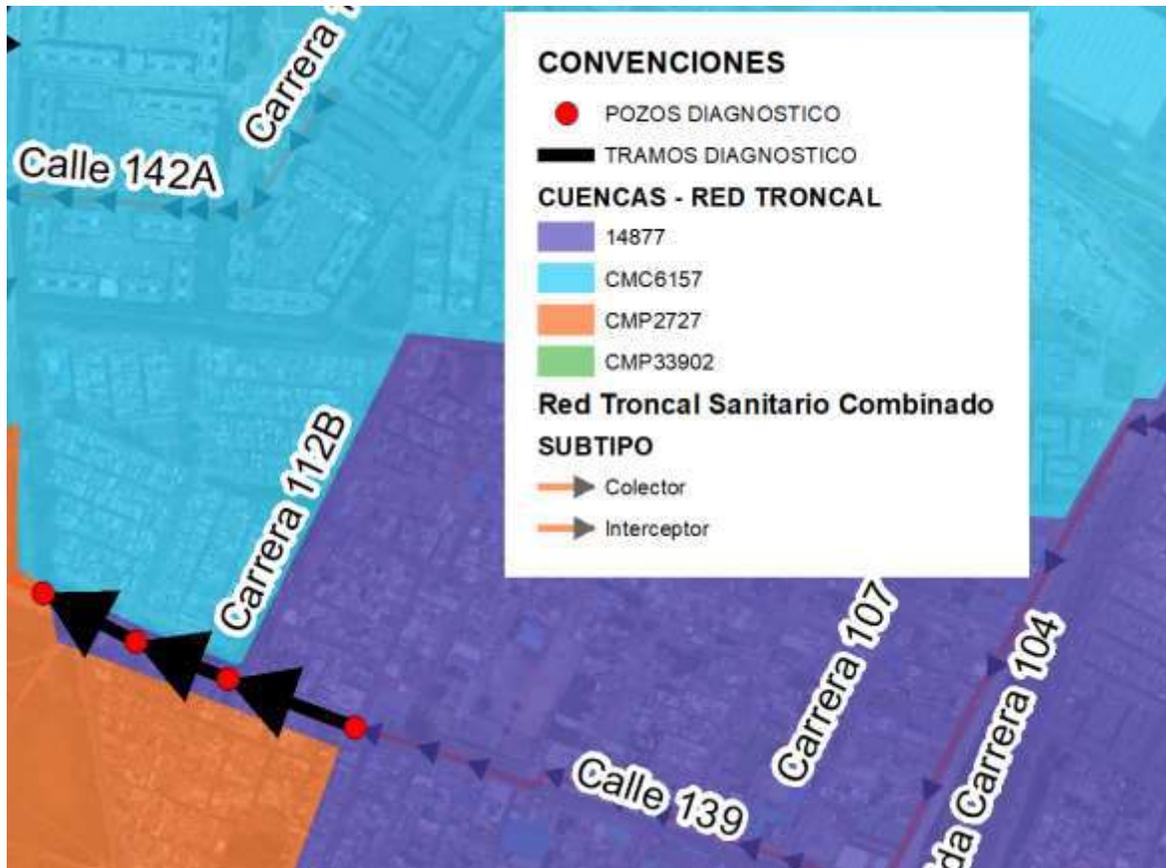
- Año 2035



Los caudales no aumentan considerablemente para el escenario del 2035, por lo que las condiciones operativas son relativamente similares a las actuales; se evidencia un aumento en la profundidad hidráulica aumentando la capacidad en la que operan las redes a un 40% mejorando y con esto mejorando la capacidad de auto limpieza, pero sin que llegue a los rangos de operación definidos por el EAAB, por lo que de igual manera se recomiendan mantenimientos periódicos al sistema.

10.1.2.2 TRAMO 2 (CALLE 139 ENTRE CARRERAS 111B BIS - CALLE 118)

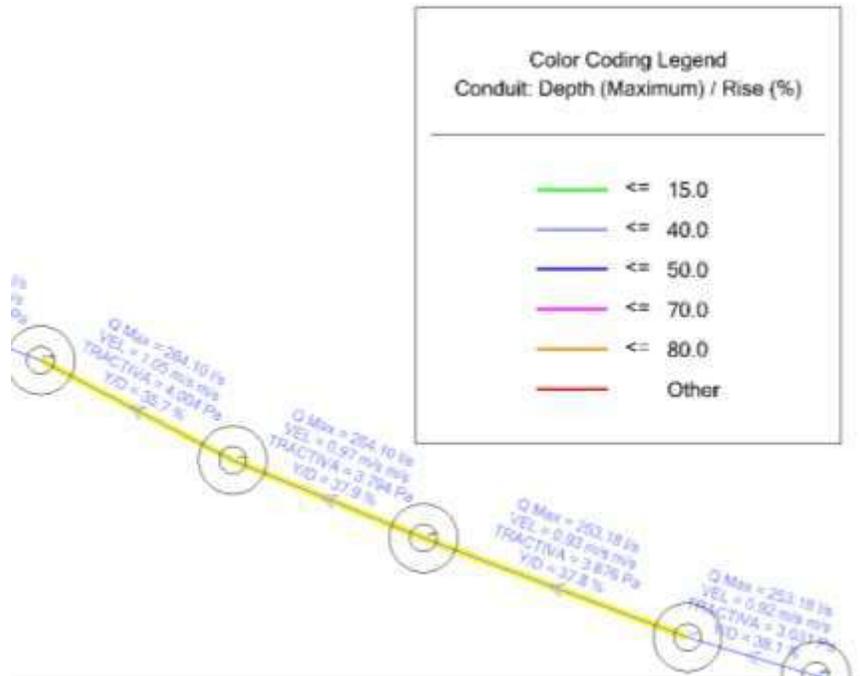
En la siguiente imagen se muestran las redes del segundo tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



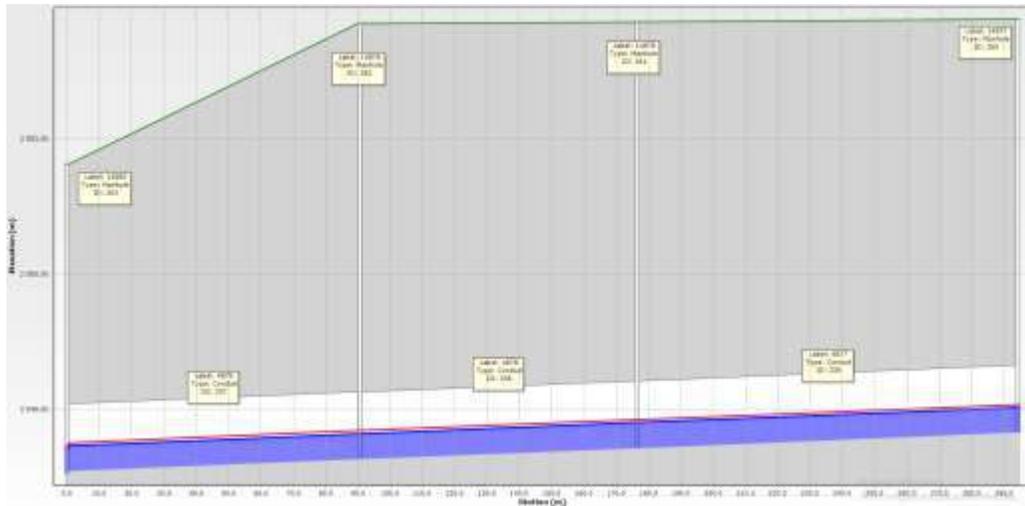
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
14877	14878	117.8	2 553.77	2 553.73	2 548.65	2 548.42	1 000.00	Concreto
14878	14879	86	2 553.73	2 553.70	2 548.42	2 548.26	1 000.00	Concreto
14879	14880	90.5	2 553.70	2 551.63	2 548.26	2 548.08	1 000.00	Concreto

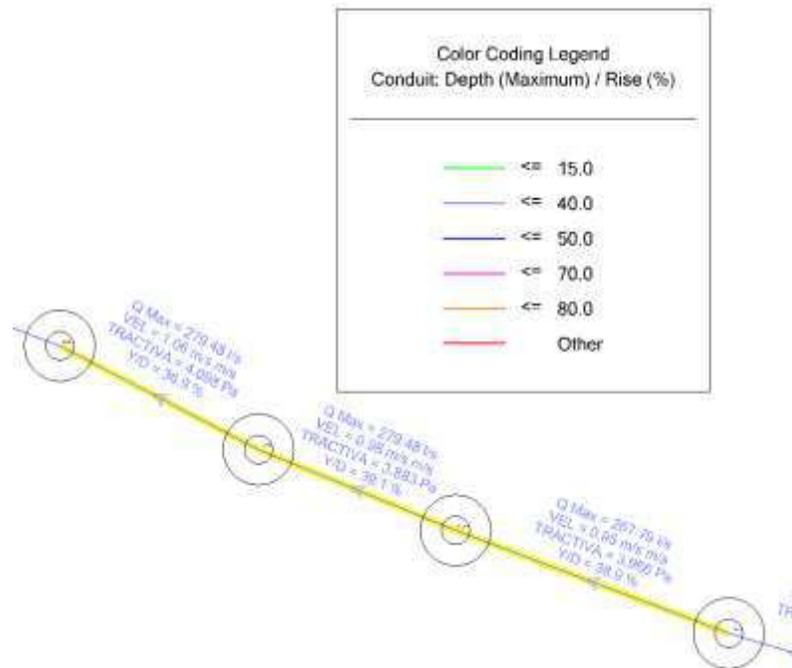
- Año 2024



Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera con una fuerza tractiva por el orden de 3.80 Pa, la norma del EAAB indica que para tubos con diámetro superior a 450 (mm) la fuerza tractiva mínima debe ser de 2.00 Pa, por consiguiente, la red cumple con la condición de auto limpieza, por otro lado, los tramos operan a una capacidad al 35% por lo que pueden manejar los caudales adicionales. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada para la condición de operación del 2024.



- Año 2035



Los caudales no aumentan considerablemente para el escenario del 2035, por lo que las condiciones operativas son relativamente similares a las actuales; se evidencia un aumento en la profundidad hidráulica aumentando la capacidad en la que operan las redes a un 40% y con esto mejorando la capacidad de auto limpieza, alcanzando el orden de 4.00 Pa, el aumento del caudal no afecta el funcionamiento de la red instalada.

10.1.2.3 TRAMO 3 (TR 127 ENTRE CALLES 113 - CALLE 132B BIS)

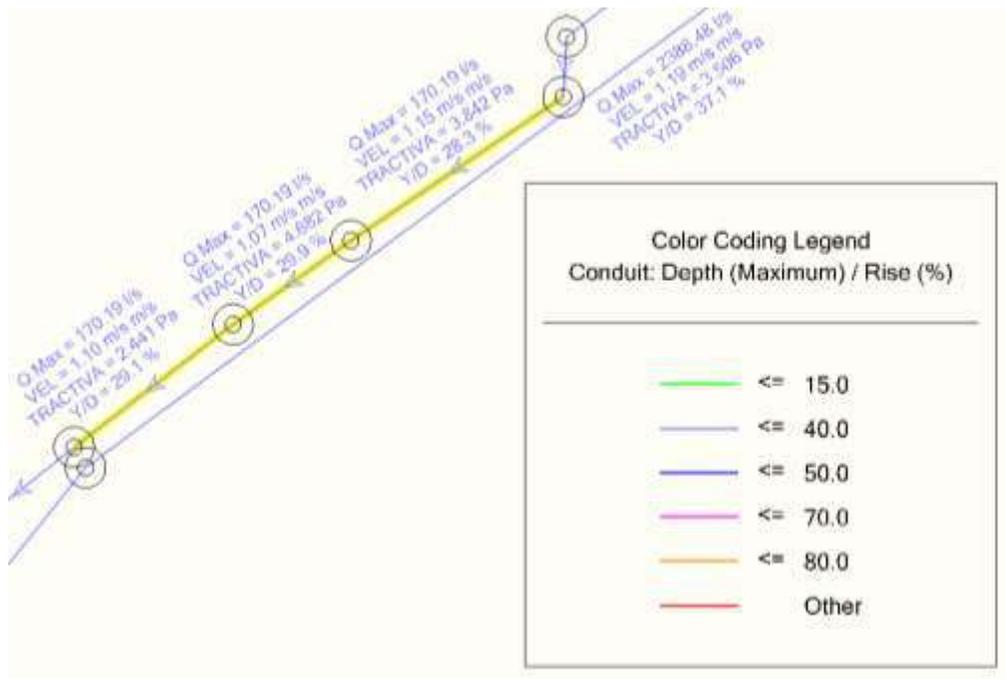
En la siguiente imagen se muestran las redes del tercer tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



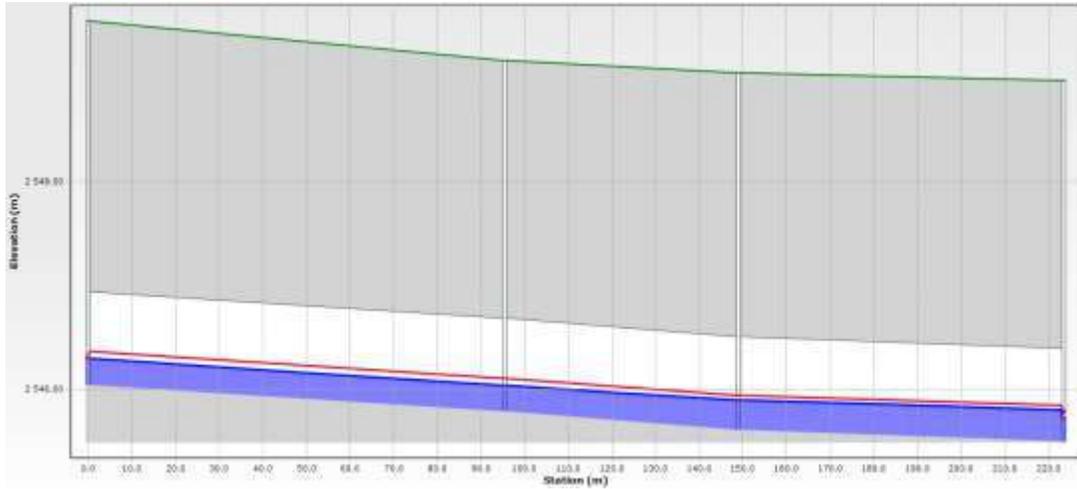
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
CMP2727	CMP2881	96.7	2 549.55	2 549.17	2 546.94	2 546.69	900.00	Concreto
CMP2881	CMP2981	54.6	2 549.17	2 549.05	2 546.69	2 546.51	900.00	Concreto
CMP2981	CMP3028	75.8	2 549.05	2 548.98	2 546.51	2 546.40	900.00	Concreto

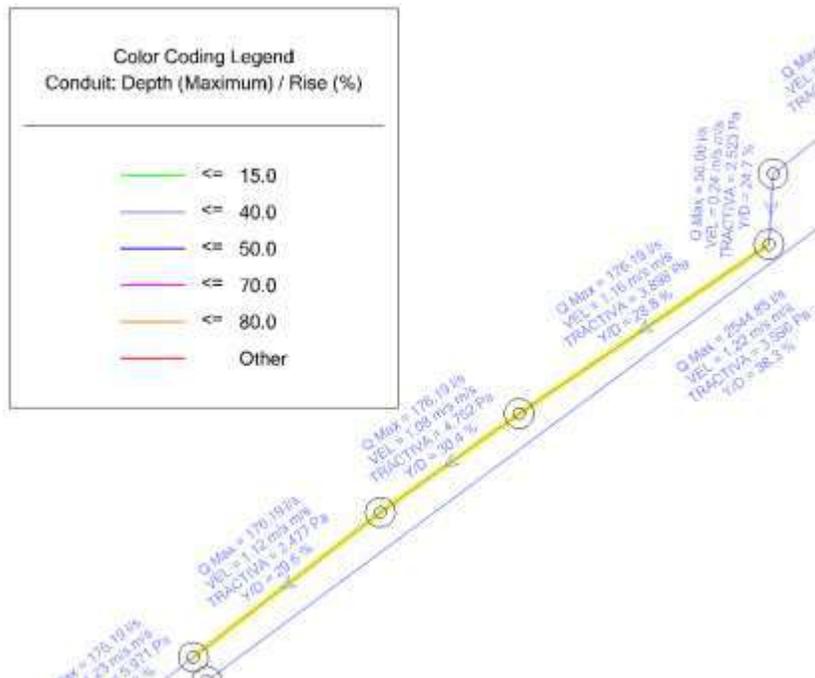
- Año 2024



Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera con una fuerza tractiva menor a 2.00 Pa indicados por la norma del EAAB para tubos con diámetro superior a 450 (mm), por consiguiente, la red cumple con la condición de auto limpieza, por otro lado, los tramos operan a una capacidad menor al 30% por lo que pueden manejar los caudales adicionales. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada para la condición de operación del 2024.



- Año 2035



Los caudales no aumentan considerablemente para el escenario del 2035, por lo que las condiciones operativas son relativamente similares a las actuales; se evidencia un aumento en la profundidad hidráulica aumentando la capacidad en la que operan las redes a un 30% y con esto mejorando la capacidad de auto limpieza, el aumento del caudal no afecta el funcionamiento de la red instalada.

10.1.2.4 TRAMO 4 (CARRERA 118 ENTRE CALLES 89 - CALLE 96)

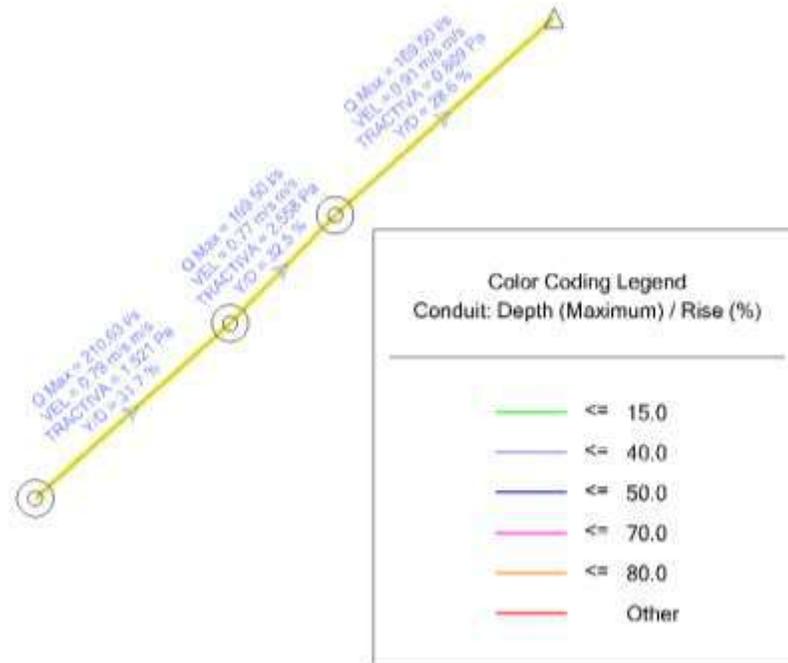
En la siguiente imagen se muestran las redes del cuarto tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
CMP33902	CMP33770	109.1	2 549.14	2 548.77	2 543.80	2 543.71	1 000.00	Concreto
CMP33770	CMP33691	62.7	2 548.77	2 545.94	2 543.71	2 543.61	1 000.00	Concreto
CMP33691	CMC37032	122.6	2 545.94	2 545.31	2 543.61	2 543.56	1 000.00	Concreto

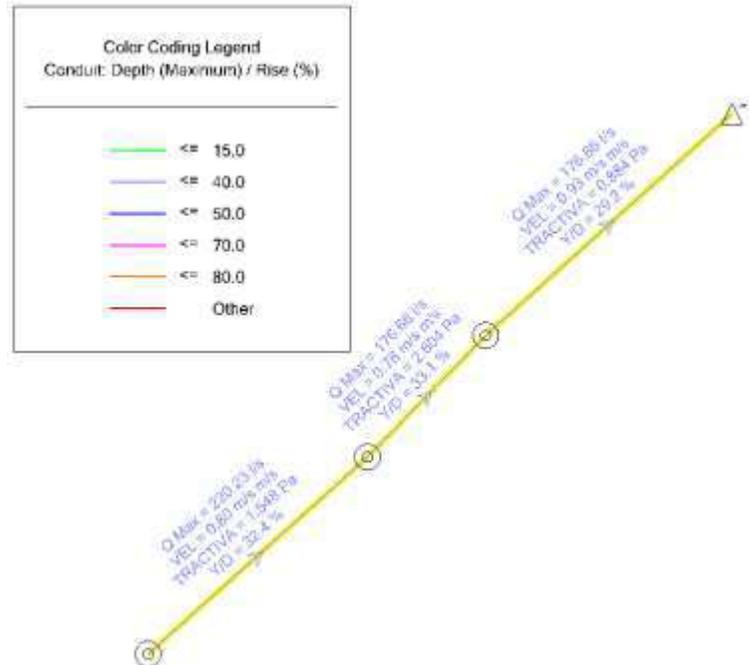
- Año 2025



Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera con una fuerza tractiva baja, exceptuando un tramo, en la norma se indica que la fuerza de arrastre para diámetros superiores a 450 (mm) debe ser de 2.00 Pa, por consiguiente, la red no cumple con la condición de auto limpieza y se recomiendan mantenimientos periódicos, por otro lado, los tramos operan a una capacidad menor al 35%, por lo que pueden manejar los caudales adicionales. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada para la condición de operación del 2024.



- Año 2035



Los caudales no aumentan considerablemente para el escenario del 2035, por lo que las condiciones operativas son relativamente similares a las actuales; se evidencia un aumento en la profundidad hidráulica aumentando la capacidad en la que operan las redes a un 32% y con esto mejorando la capacidad de auto limpieza, el aumento del caudal no afecta el funcionamiento de la red instalada. como se evidencia una capacidad de auto limpieza menor a lo indicado por la norma, se recomiendan mantenimientos periódicos para las redes.

10.2 PLUVIAL

10.2.1 RESULTADOS ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Cuenca pluvial 1

La siguiente cuenca limita al sur con la Avenida Calle 145 y al norte con la Calle 151, al occidente con la Carrera 111 y al oriente con la Carrera 91. La cuenca descarga al pozo PMCI124241.

Pozo al que entrega a la cuenca	Caudal L/s	Valores promedio de la cuenca	
		% Área impermeable	CN
PMCI124241	7867.06	0.915	98.07

*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega



Cuenca pluvial 2

Esta cuenca limita al sur con la Avenida Calle 149 y al norte con el humedal la Conejera. Al oriente limita con la Carrera 118 y al occidente con la Carrera 128. La cuenca descarga al pozo PMP46943.

Pozo al que entrega a la cuenca	Caudal L/s	Valores promedio de la cuenca	
		% Área impermeable	CN
PMP46943	1243.08	0.94	98.40

*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega



Cuenca pluvial 3

Esta cuenca limita al suroriente con la Avenida Calle 145, al sur occidente con la Calle 140. Al noroccidente con la Calle 151C, al norte con la Avenida Calle 145 y al nororiente con la Calle 148. Al oriente limita con la Carrera 90 y al occidente con la Transversal 127 y la Carrera 115. La cuenca descarga al pozo PMP48881.

Pozo al que entrega a la cuenca	Caudal L/s	Valores promedio de la cuenca	
		% Área impermeable	CN
PMP48881	23372.74	0.85	97.31

*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega



Cuenca pluvial 4

Esta cuenca limita al sur con la Calle 130C. Al norte con Calle 139. Al oriente limita con la Carrera 107B y al occidente con la Carrera 126. La cuenca descarga al pozo PMI92667.

Pozo al que entrega a la cuenca	Caudal L/s	Valores promedio de la cuenca	
		% Área impermeable	CN
PMI92667	7330.08	0.88	97.64

*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega



Cuenca pluvial 5

Esta cuenca limita al sur con el río Arzobispo. Al norte con Calle 148. Al oriente limita con la Carrera 86 y al occidente con la Carrera 118. La cuenca descarga al pozo PMP107475.

Pozo al que entrega a la cuenca	Caudal L/s	Valores promedio de la cuenca	
		% Área impermeable	CN
PMP107475	18625.01	0.89	97.74

*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega



Cuenca pluvial 6

Esta cuenca limita al sur con la Calle 82. Al norte con Calle 91A. Al oriente limita con la Carrera 95G y al occidente con la Carrera 102. La cuenca descarga al pozo PMP56235.

Pozo al que entrega a la cuenca	Caudal L/s	Valores promedio de la cuenca	
		% Área impermeable	CN
PMP56235	2127.78	0.96	98.55

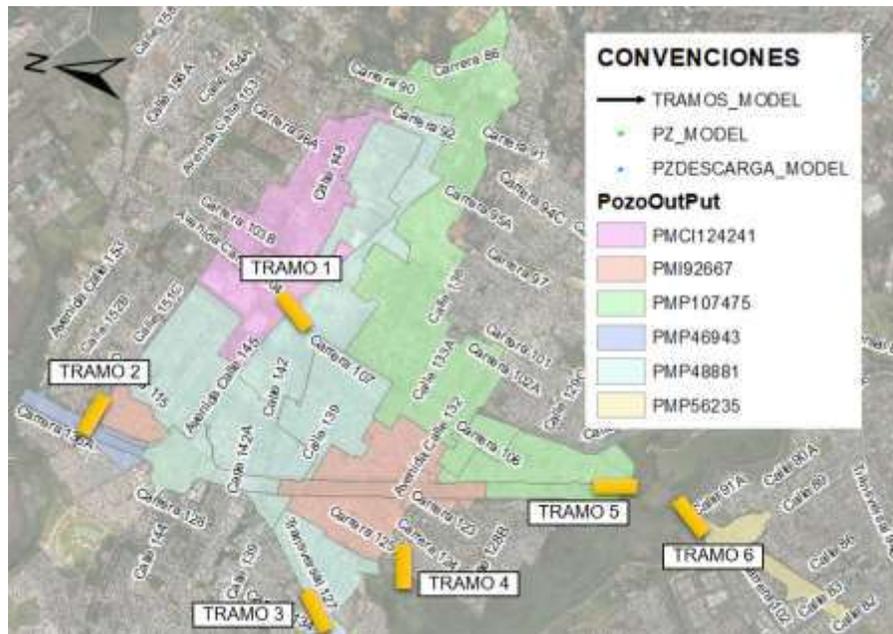
*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega



10.2.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO - PLUVIAL

En este ítem se presentan los resultados de la modelación hidráulica realizada en los tramos del sistema de alcantarillado pluvial que recibirán los futuros aportes de provenientes de la Actuación estratégica.

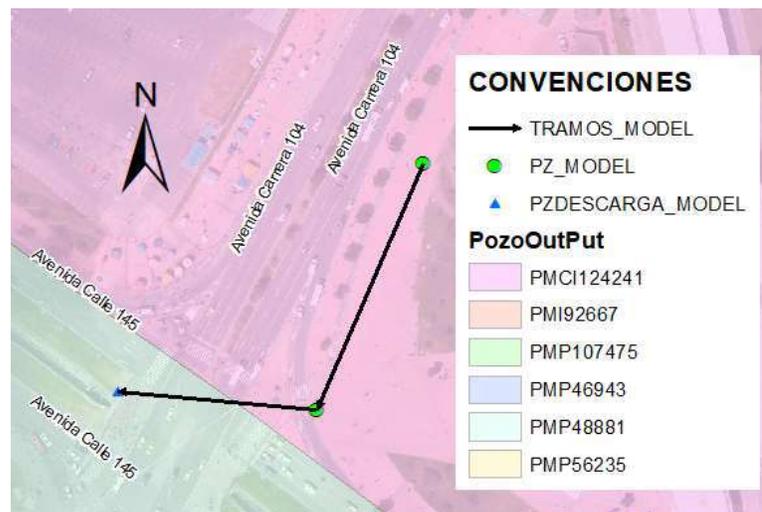
En la siguiente imagen se muestra la localización general de las cuencas pluviales que hacen parte de las redes a analizar y también se muestra la localización puntual de los tramos de la red existente a analizar.



En el siguiente ítem, se muestran de manera puntual cada uno de los tramos de la imagen anterior con sus respectivos análisis hidráulicos.

10.2.2.1 TRAMO 1 (AV CARRERA 104 – AV CALLE 145 (UF-4))

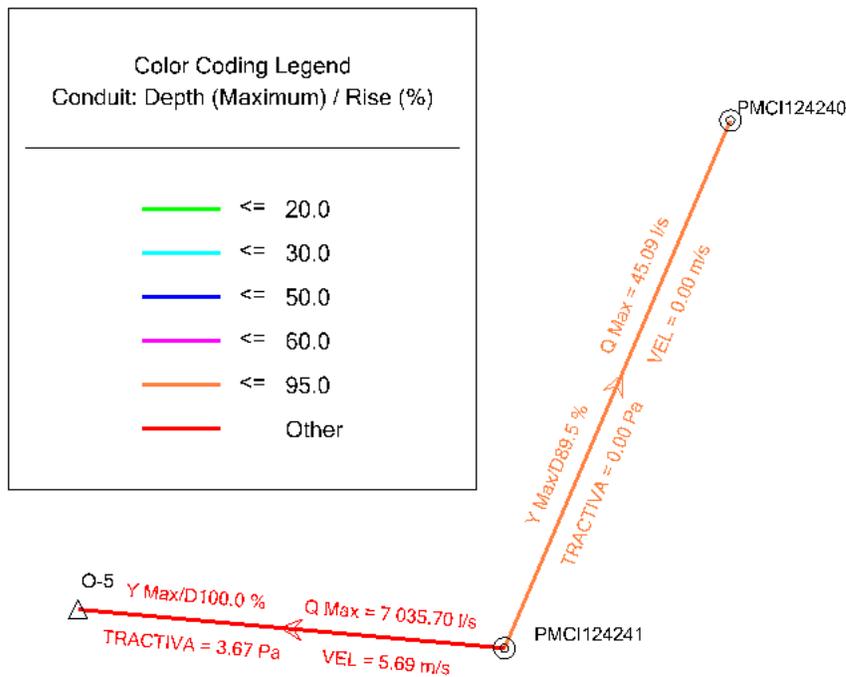
En la siguiente imagen se muestran las redes del primer tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



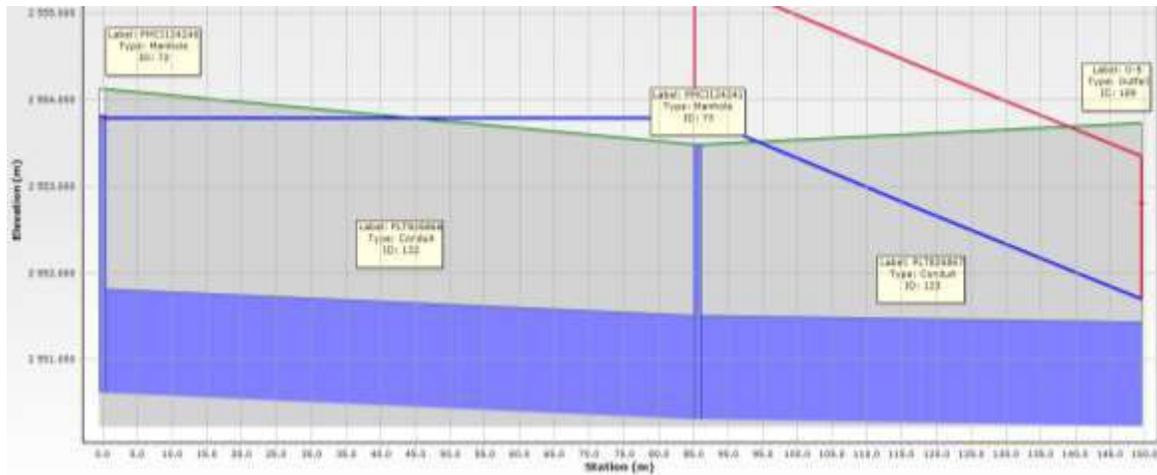
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
PMCI124240	PMCI124241	85.6	2 554.12	2 553.48	2 551.81	2 551.51	1 200.00	Concreto
PMCI124241	O-5	63.9	2 553.48	2 553.73	2 551.51	2 551.43	1 200.00	Concreto

A continuación, se presentan los resultados de la modelación hidráulica.



Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema último tramo opera con una fuerza tractiva de 3.67 Pa y en la norma se indica que la fuerza de arrastre para diámetros la red pluvial debe ser de 3.00 Pa, si bien el tramo cumple con el parámetro de auto limpieza, no cumple la con relación de llenado la cual no debe superar el 93%, las condiciones en las que opera el último tramo afecta el comportamiento del tramo aguas arriba. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada para la condición de operación de diseño.



Según lo anterior, el tramo opera de manera ineficiente, y no cuenta con la capacidad para atender el caudal que genera la cuenca al final del periodo de diseño.

10.2.2.2 TRAMO 2 (CALLE 151D – CARRERA133 (UF-1))

En la siguiente imagen se muestran las redes del segundo tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.

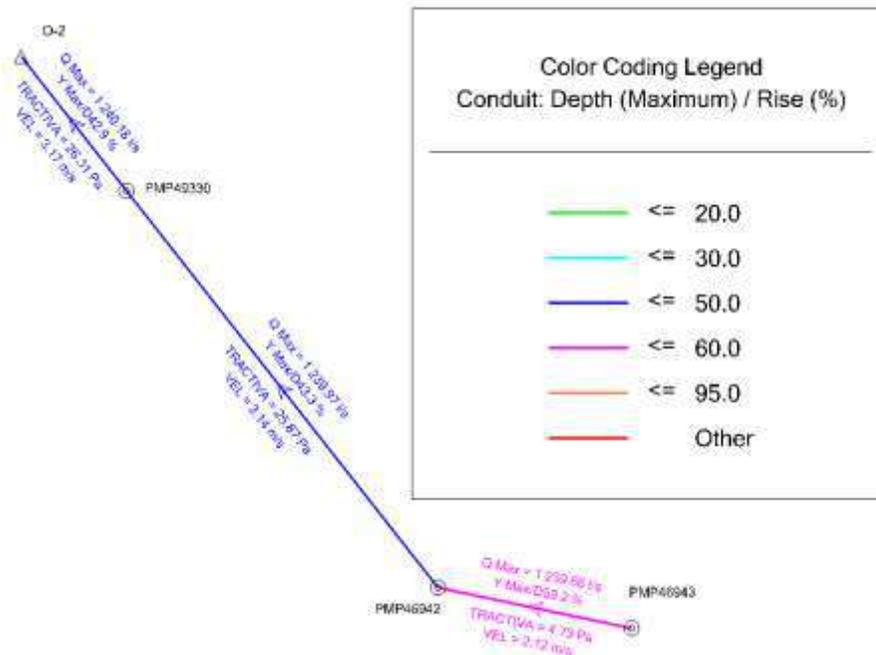


Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

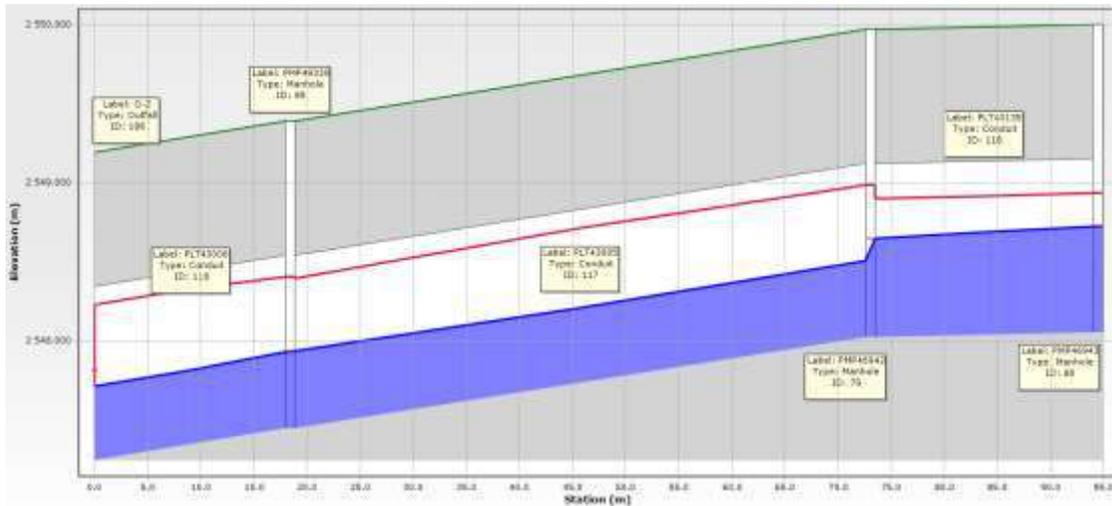
Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
PMP46943	PMP46942	21.4	2 550.00	2 549.97	2 549.15	2 549.12	1 100.00	Concreto

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
PMP46942	PMP49330	54.6	2 549.97	2 549.39	2 549.12	2 548.54	1 100.00	Concreto
PMP49330	O-2	18.4	2 549.39	2 549.19	2 548.54	2 548.34	1 100.00	Concreto

A continuación, se presentan los resultados de la modelación hidráulica.



Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera con una fuerza tractiva superior a los 4.00 Pa. que indicada la norma, por consiguiente, la red cumple con la condición de auto limpieza, por otro lado, los tramos operan a una capacidad inferior a 60% por lo que pueden manejar los caudales adicionales. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada.



Teniendo en cuenta los resultados anteriores, estos tramos operan de manera correcta y cuentan con la capacidad de para transportar un caudal superior.

10.2.2.3 TRAMO 3 (TRANSVERSAL 127 – CALLE 132D (UF-3))

En la siguiente imagen se muestran las redes del tercer tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.

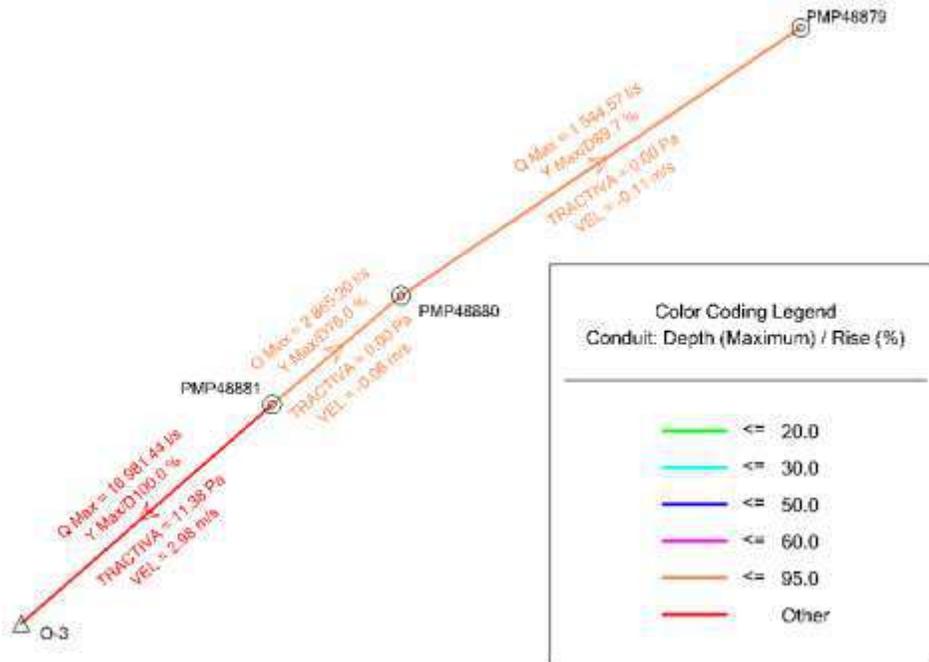


Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

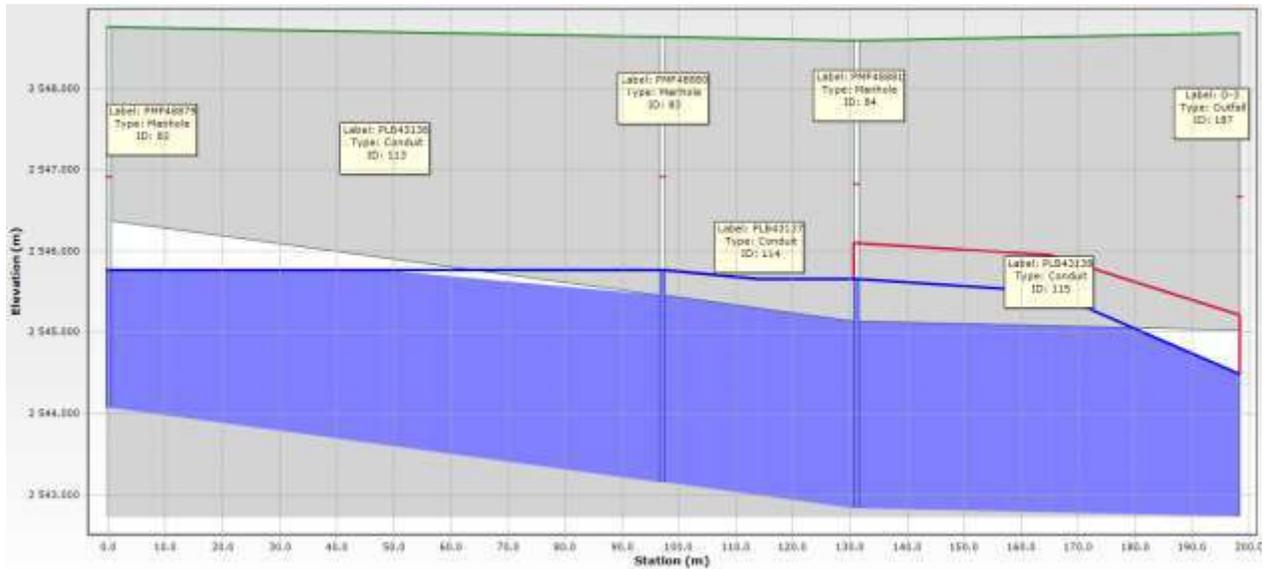
Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
PMP48879	PMP48880	97.1	2 548.76	2 548.64	2 546.37	2 545.45	0.00	Concreto
PMP48880	PMP48881	34.1	2 548.64	2 548.59	2 545.45	2 545.13	0.00	Concreto

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
PMP48881	O-3	67.1	2 548.59	2 548.68	2 545.13	2 545.03	0.00	Concreto

A continuación, se presentan los resultados de la modelación hidráulica.



Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera sin capacidad para transportar el caudal de la cuenca asociada. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada.



Teniendo en cuenta los resultados anteriores, estos tramos operan sin capacidad y no pueden transportar un caudal adicional.

10.2.2.4 TRAMO 4 (TRANSVERSAL 124B – CALLE 131A (UF-3))

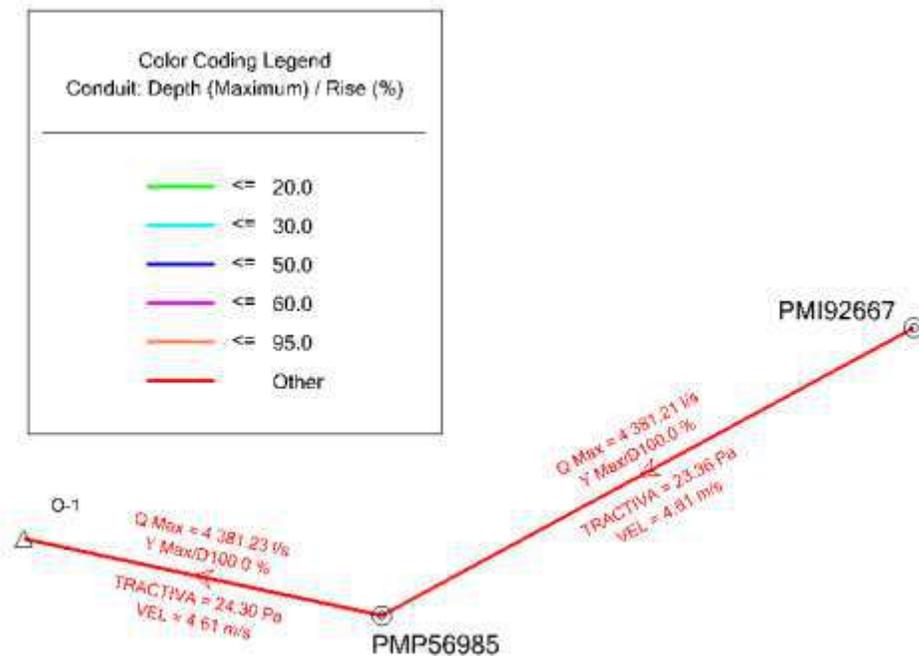
En la siguiente imagen se muestran las redes del cuarto tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



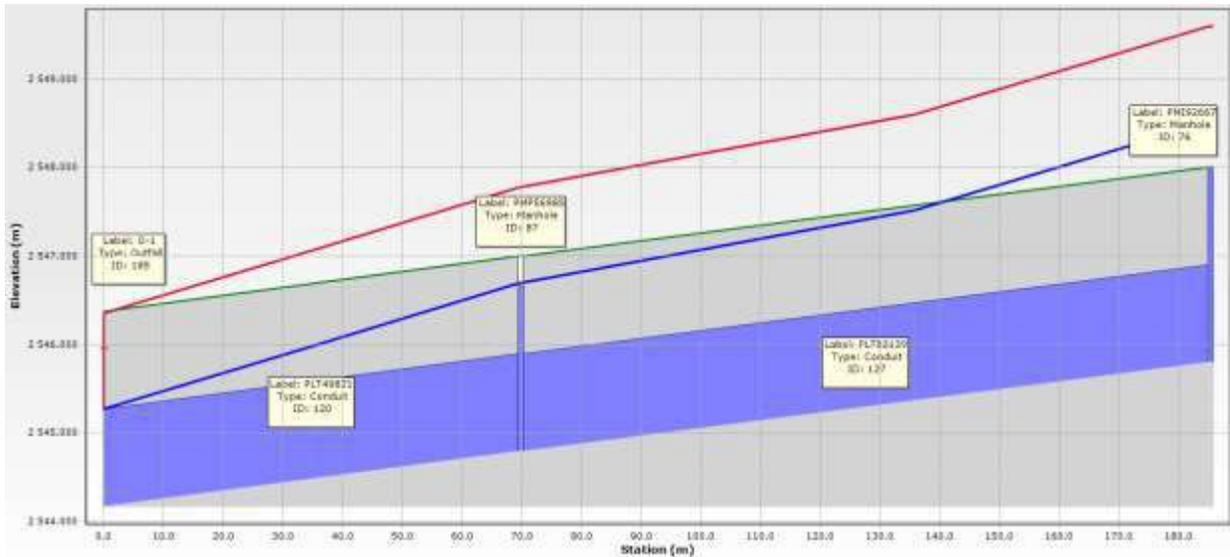
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
PMP56985	O-1	69.8	2 547.00	2 546.37	2 545.90	2 545.27	1 100.00	Concreto
PMI92667	PMP56985	115.4	2 548.00	2 547.00	2 546.90	2 545.90	1 100.00	Concreto

A continuación, se presentan los resultados de la modelación hidráulica.



Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera sin capacidad para transportar el caudal de la cuenca asociada. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada.



Teniendo en cuenta los resultados anteriores, estos tramos operan sin capacidad y no pueden transportar un caudal adicional.

10.2.2.5 TRAMO 5 (CARRERA 118 – CALLE 126 (UF-3))

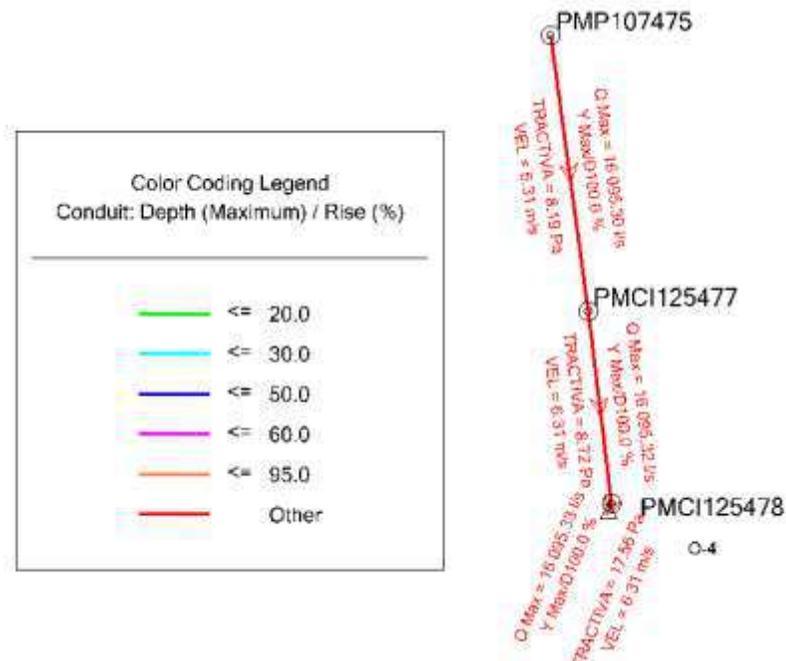
En la siguiente imagen se muestran las redes del quinto tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



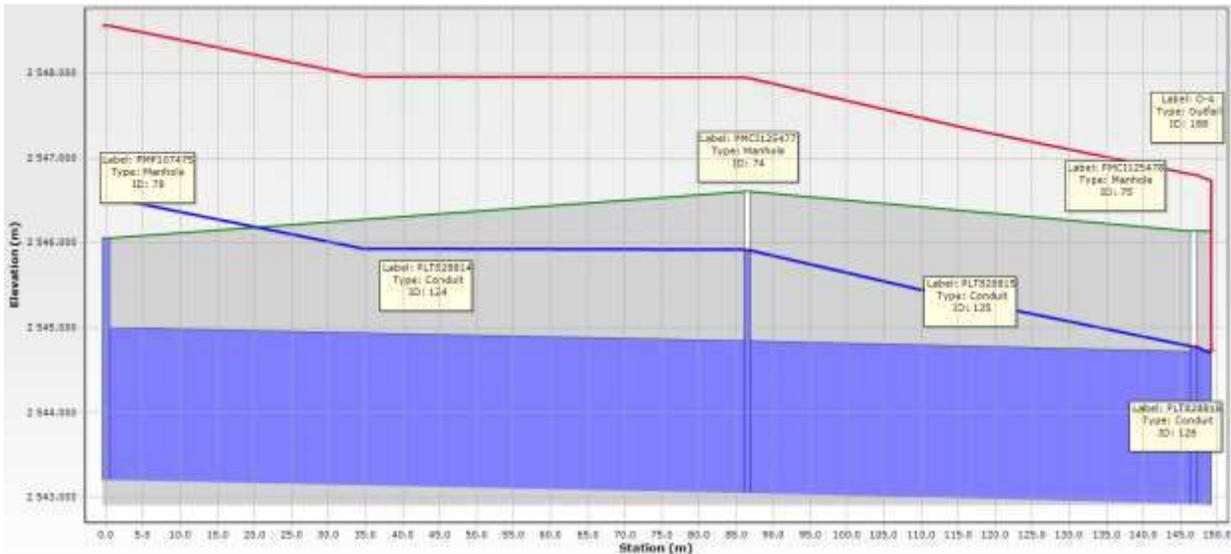
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
PMP107475	PMCI125477	86.5	2 546.06	2 546.60	2 545.00	2 544.84	1 800.00	Concreto
PMCI125477	PMCI125478	60.2	2 546.60	2 546.14	2 544.84	2 544.72	1 800.00	Concreto
PMCI125478	O-4	2.4	2 546.14	2 546.14	2 544.72	2 544.71	1 800.00	Concreto

A continuación, se presentan los resultados de la modelación hidráulica.



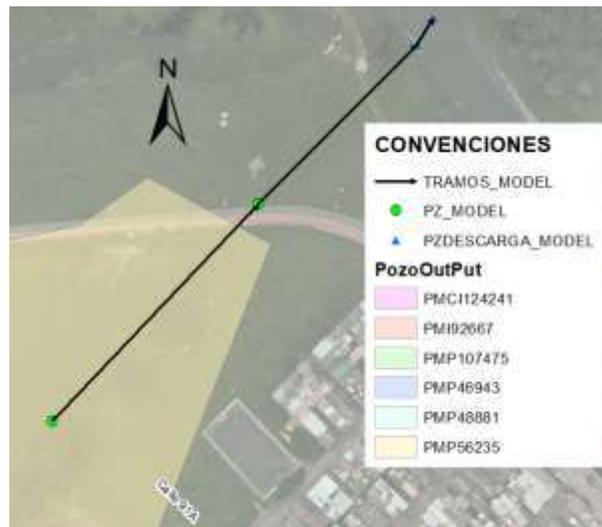
Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera sin capacidad para transportar el caudal de la cuenca asociada. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada.



Teniendo en cuenta los resultados anteriores, estos tramos operan sin capacidad y no pueden transportar un caudal adicional.

10.2.2.6 TRAMO 6 (CARRERA 118 – Calle 91A (UF-2))

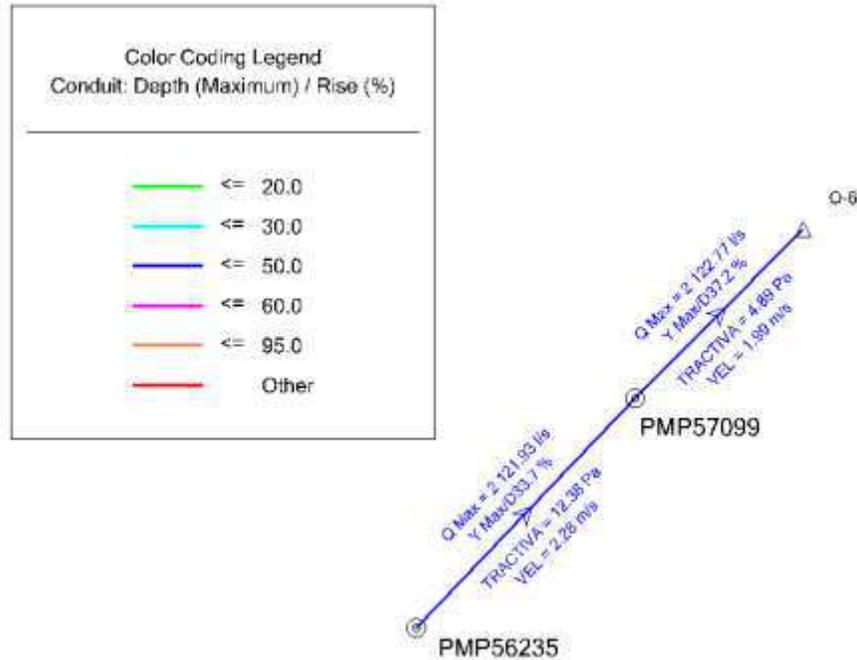
En la siguiente imagen se muestran las redes del sexto tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



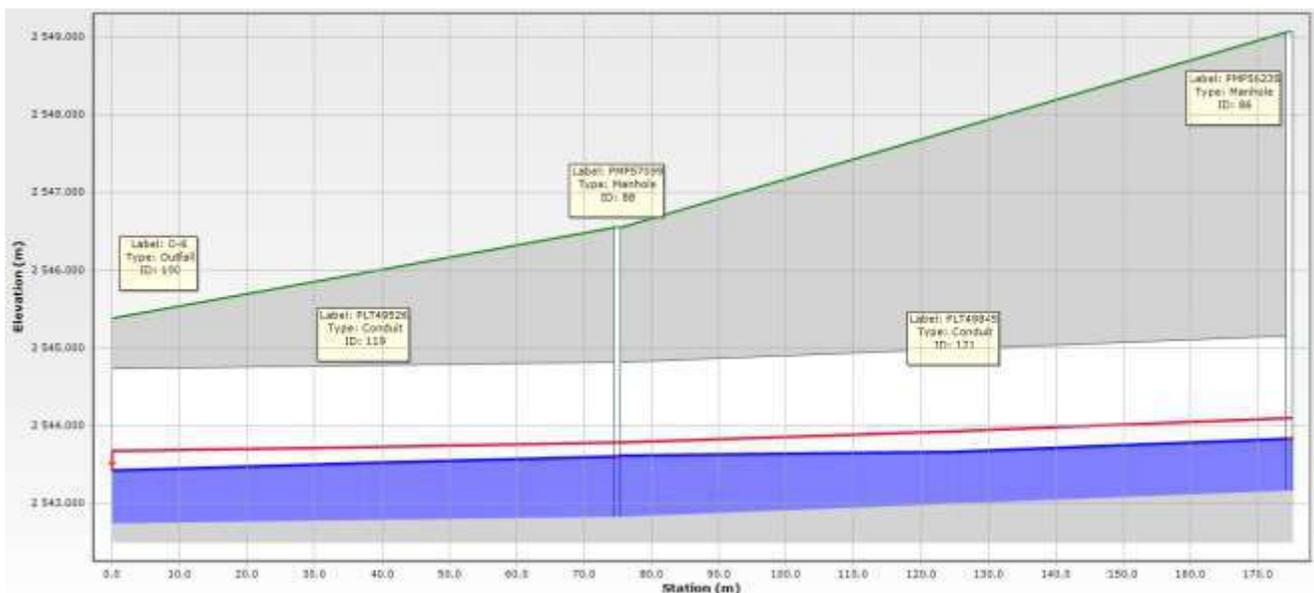
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Díámetro (mm)	Material
PMP57099	O-6	74.9	2 546.55	2 545.38	2 544.82	2 544.74	2 000.00	Concreto
PMP56235	PMP57099	99.7	2 549.06	2 546.55	2 545.16	2 544.82	2 000.00	Concreto

A continuación, se presentan los resultados de la modelación hidráulica.



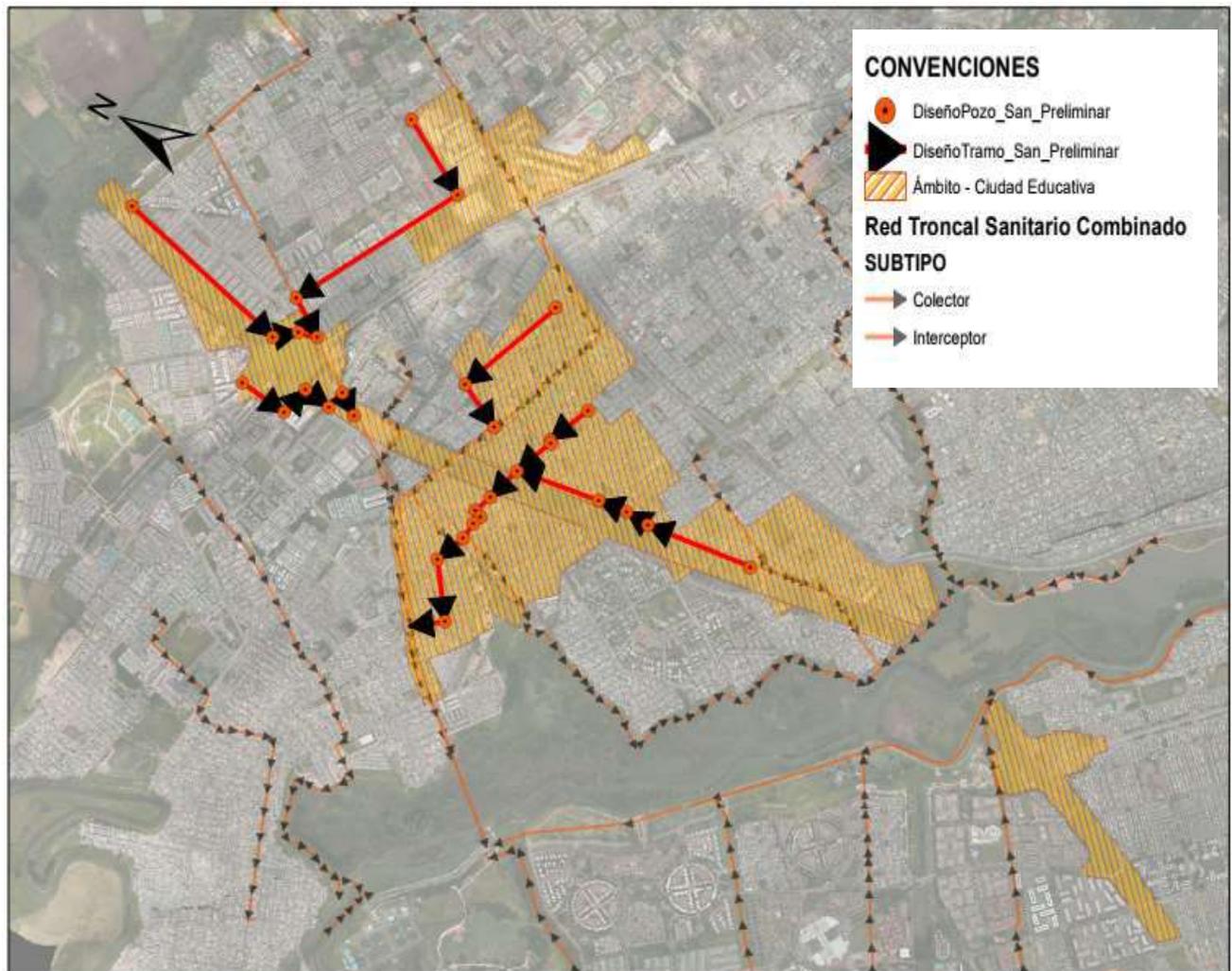
Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera con una fuerza tractiva superior a los 4.00 Pa. que indicada la norma, por consiguiente, la red cumple con la condición de auto limpieza, por otro lado, los tramos operan a una capacidad inferior a 35% por lo que pueden manejar los caudales adicionales. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada.



11 DISEÑO DE REDES ACTUACIÓN ESTRATÉGICA

Teniendo en cuenta la disposición urbanística de la actuación estratégica y las características de uso del suelo, se determinaron los caudales para cada uno de los sistemas.

11.1 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

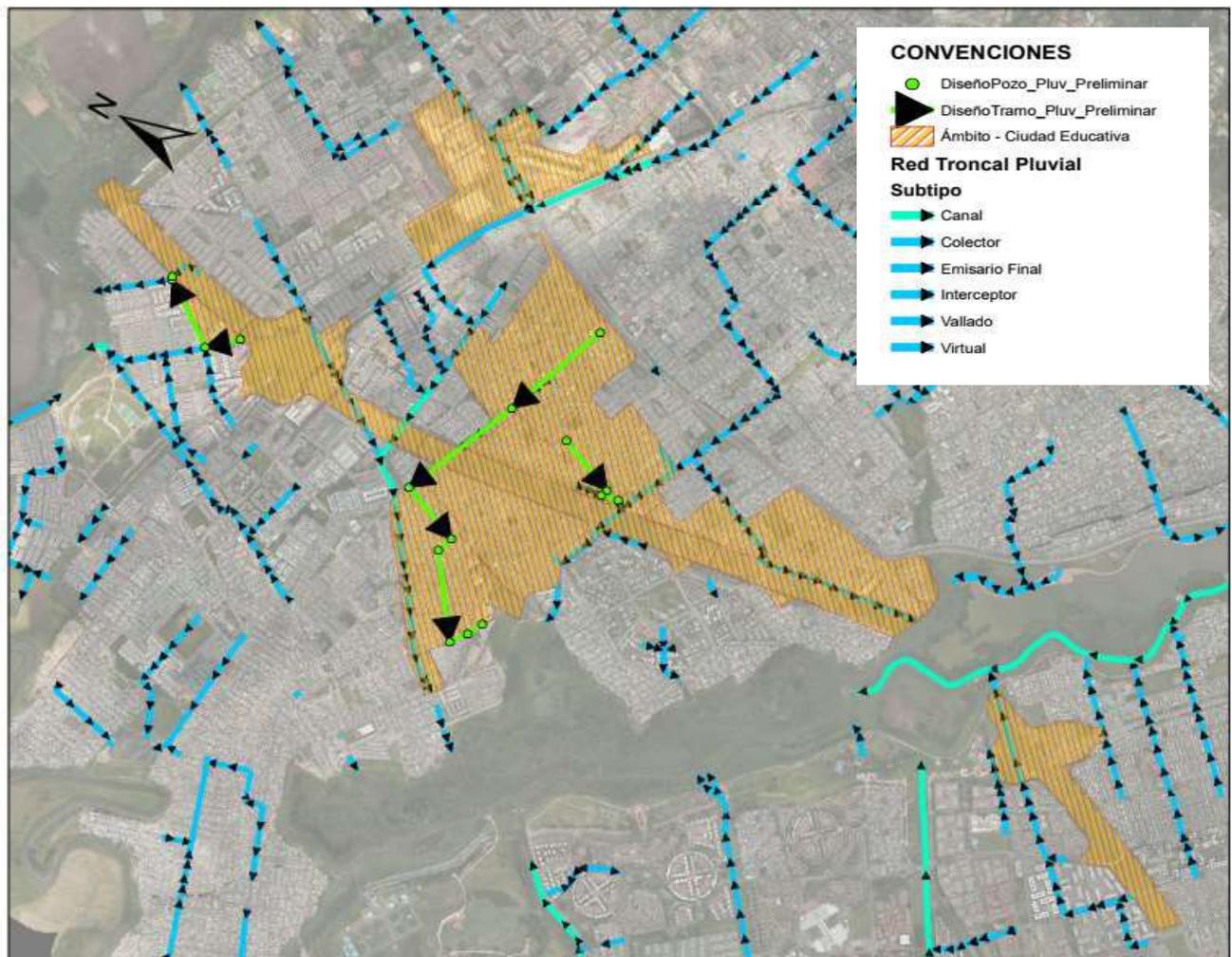


Para el sistema de alcantarillado sanitario se propusieron una serie de colectores perimetrales a las áreas de desarrollo de la actuación los cuales se disponen con el fin de recolectar las aguas residuales de las redes menores a construir internamente.

Los interceptores propuestos entrega sobre la infraestructura actual evaluada en el capítulo anterior, la cual tiene capacidad de acuerdo a los resultados obtenidos.

11.2 ALCANTARILLADO PLUVIAL

Durante el desarrollo del diagnóstico del sistema de alcantarillado pluvial se evidencio que la zona esta totalmente urbanizada por tanto los caudales o las zonas de generación de aguas lluvias no tendrán cambios sustanciales en la operación hablando netamente del sistema pluvial.



El diseño desarrollado corresponde a las zonas donde no existe infraestructura pluvial dentro de las zonas a desarrollar dentro de la actuación estratégica

	CONTRATO N. 2-02-12300-1409-2023	VERSIÓN 01 (18/10/2023) Página 84 de 88
	METODOLOGÍA DE TRABAJO	

12 PRESUPUESTO CONCEPTUAL

12.1 CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO DEL PRESUPUESTO

12.1.1 Sección de instalación de la tubería

Teniendo en cuenta que las tuberías seleccionadas para el sistema de alcantarillado pluvial tienen diámetros importantes (entre 600 y 1500 mm) y que adicionalmente transcurren por corredores ya desarrollados que tienen infraestructura ya construida, se considera que la mejor alternativa constructiva es la utilización de sistemas sin zanja, y para el caso que nos ocupa es claro que la tecnología a utilizar es el pipejacking.

La profundidad en promedio requerida para la instalación de la tubería es de 3.3 m a batea, por lo que se considerará la construcción de pozos de lanzamiento y recepción a dicha profundidad.

12.1.2 . Cámaras de inspección

De acuerdo a los requerimientos operativos y de mantenimiento del sistema, y a la topología del manzaneo de este sector de la ciudad, se ha tenido en cuenta la construcción de pozos de inspección para tuberías cada 70 m y con profundidades de 3.3 m.

12.2 CÁLCULO DEL PRESUPUESTO

Para el cálculo de presupuesto a nivel conceptual se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cantidades de obra aproximadas, basados en información secundaria.
 - Utilización de los precios de lista del SISTEMA DE AVALÚO DE LA INFRAESTRUCTURA. – SAI, actualizado para el año 2023.
 - Precios de referencia de algunos componentes de proyectos similares ejecutados en Bogotá.

12.2.1 Presupuesto de Estudios y Diseños para la ingeniería de detalle de los colectores pluviales.

En el anexo No 4 se presenta el cálculo de los costos de estudios y diseños requeridos para la construcción de los refuerzos requeridos.

PRESUPUESTO DETALLADO DISEÑOS
LISTA DE PERSONAL, RECURSOS Y COSTOS DIRECTOS
ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LOS COLECTORES PLUVIALES REQUERIDOS PARA LA ACTUACION ESTRATEGICA CIUDADELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO
PLAZO DE EJECUCIÓN NUEVE (9)
1. COSTOS DE PERSONAL

ITEM	CATEGORIA	CARGO	UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA SALARIO MES (4)	FM (5)	COSTO TOTAL (6) = (1)x(2)x(3)x(4)x(5)
802.001.003.001	Categoría 3	DIRECTOR DE INTERVENTORIA (Categoría 3)	MES	1	50,00%	9,00	9.127.000,00	2,25	\$ 92.410.875,00
802.001.004.001	Categoría 4	COORDINADOR DE INTERVENTORIA (Categoría 4)	MES	1	100,00%	9,00	6.563.000,00	2,25	\$ 132.900.750,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA HIDRÁULICO (Categoría 4)	MES	1	100,00%	9,00	6.563.000,00	2,25	\$ 132.900.750,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA DISEÑOS TUBERÍA SIN ZANJA (Categoría 4)	MES	1	30,00%	9,00	6.563.000,00	2,25	\$ 39.870.225,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA GEOTÉCNICO (Categoría 4)	MES	1	50,00%	9,00	6.563.000,00	2,25	\$ 66.450.375,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA ESTRUCTURAL (Categoría 4)	MES	1	50,00%	9,00	6.563.000,00	2,25	\$ 66.450.375,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA PREDIAL	MES	1	30,00%	9,00	6.563.000,00	2,25	\$ 39.870.225,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA AMBIENTAL	MES	1	30,00%	9,00	6.563.000,00	2,25	\$ 39.870.225,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA EN TRÁNSITO Y TRANSPORTE	MES	1	30,00%	9,00	6.563.000,00	2,25	\$ 39.870.225,00
802.001.005.001	Categoría 5	PROFESIONAL SOCIAL	MES	1	50,00%	9,00	5.148.000,00	2,25	\$ 52.123.500,00
802.001.005.001	Categoría 5	ESPECIALISTA PROGRAMACIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL	MES	1	25,00%	9,00	5.148.000,00	2,25	\$ 26.061.750,00
802.001.006.001	Categoría 6	ARQUEÓLOGO (Categoría 6)	MES	1	30,00%	9,00	4.395.000,00	2,25	\$ 26.699.625,00
802.001.005.001	Categoría 5	PROFESIONAL SGC (Categoría 5)	MES	1	30,00%	9,00	5.148.000,00	2,25	\$ 31.274.100,00
802.001.008.001	Categoría 8	PROFESIONAL SST (Categoría 8)	MES	1	30,00%	9,00	3.114.000,00	2,25	\$ 18.917.550,00
802.001.008.001	Categoría 8	AUXILIAR DE INGENIERIA (Categoría 8)	MES	1	100,00%	9,00	3.114.000,00	2,25	\$ 63.058.500,00
802.002.003	Dibujante 1	DIBUJANTE ESPECIALIZADO	MES	1	100,00%	9,00	2.048.000,00	2,25	\$ 41.472.000,00
802	Comisión de topo	COMISIÓN DE TOPOGRAFÍA	MES	1	50,00%	9,00	4.910.000,00	2,25	\$ 49.713.750,00
802.002.016	Secretaria	SECRETARIA	MES	1	20,00%	9,00	1.930.000,00	2,25	\$ 7.816.500,00
802.002.019	Conductor	MENSAJERO	MES	1	20,00%	9,00	1.239.000,00	2,25	\$ 5.017.950,00
802.002.019	Conductor	CONDUCTOR	MES	1	50,00%	9,00	1.239.000,00	2,25	\$ 12.544.875,00
802.001.007.001	Categoría 7	CONTADOR (Categoría 7)	MES	1	10,00%	9,00	4.017.000,00	2,25	\$ 8.134.425,00
(A) SUBTOTAL PERSONAL									\$ 993.428.550,00

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA (4)	COSTO TOTAL (5) = (1)x(2)x(3)x(4)
	Campero Pick-up, Camioneta 1600-2000cc	Veh-mes	1,00	50,00%	9,00	\$ 5.500.000	\$ 24.750.000,00
	Estudios de suelos y laboratorios	Global	1,00	100,00%	1,00	\$ 80.000.000	\$ 80.000.000,00
	Equipo de topografía	Equip-Mes	1,00	50,00%	9,00	\$ 1.400.000	\$ 6.300.000,00
(B) SUBTOTAL OTROS COSTOS DIRECTOS							\$ 111.050.000,00

3. COSTOS REEMBOLSABLES

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA (4)	COSTO TOTAL (5) = (1)x(2)x(3)x(4)
(C) SUBTOTAL COSTOS REEMBOLSABLES							\$ -
(D) SUBTOTAL (A+B+C)							\$ 1.104.478.550,00
(D) IVA (19%)							\$ 209.850.925,00
(E) TOTAL COSTOS DIRECTOS CON IVA (C+D)							\$ 1.314.329.475,00

NOTA: El factor multiplicador (FM) incluyen los pagos referentes a Oficina, Arriendo, Servicios, Costo de polizas, impuestos y parafiscales entre otros.

12.2.2 Presupuesto Interventoría estudios y diseños

 PRESUPUESTO DETALLADO DE INTERVENTORÍA DISEÑOS LISTA DE PERSONAL, RECURSOS Y COSTOS DIRECTOS INTERVENTORÍA INTEGRAL PARA LOS DISEÑOS DE LOS COLECTORES PLUVIALES REQUERIDOS PARA LA ACTUACION ESTRATEGICA CIUDADELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO PLAZO DE EJECUCIÓN NUEVE (9)									
1. COSTOS DE PERSONAL									
ITEM	CATEGORIA	CARGO	UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA SALARIO MES (4)	FM (5)	COSTO TOTAL (6) = (1)x(2)x(3)x(4)x(5)
802.001.003.001	Categoría 3	DIRECTOR DE INTERVENTORÍA (Categoría 3)	MES	1	20.00%	9,00	9 127 000.00	2,25	\$ 36 964 350.00
802.001.004.001	Categoría 4	COORDINADOR DE INTERVENTORÍA (Categoría 4)	MES	1	30.00%	9,00	6 563 000.00	2,25	\$ 39 870 225.00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA HIDRÁULICO (Categoría 4)	MES	1	30.00%	9,00	6 563 000.00	2,25	\$ 39 870 225.00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA DISEÑOS TUBERÍA SIN ZANJA (Categoría 4)	MES	1	10.00%	9,00	6 563 000.00	2,25	\$ 13 290 075.00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA GEOTÉCNICO (Categoría 4)	MES	1	15.00%	9,00	6 563 000.00	2,25	\$ 19 935 113.00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA ESTRUCTURAL (Categoría 4)	MES	1	15.00%	9,00	6 563 000.00	2,25	\$ 19 935 113.00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA PREDIAL	MES	1	15.00%	9,00	6 563 000.00	2,25	\$ 19 935 113.00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA AMBIENTAL	MES	1	15.00%	9,00	6 563 000.00	2,25	\$ 19 935 113.00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA EN TRÁNSITO Y TRANSPORTE	MES	1	10.00%	9,00	6 563 000.00	2,25	\$ 13 290 075.00
802.001.005.001	Categoría 5	PROFESIONAL SOCIAL	MES	1	15.00%	9,00	5 148 000.00	2,25	\$ 15 637 050.00
802.001.005.001	Categoría 5	ESPECIALISTA PROGRAMACIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL	MES	1	10.00%	9,00	5 148 000.00	2,25	\$ 10 424 700.00
802.001.006.001	Categoría 6	ARQUEÓLOGO (Categoría 6)	MES	1	10.00%	9,00	4 395 000.00	2,25	\$ 8 899 875.00
802.001.005.001	Categoría 5	PROFESIONAL SGC (Categoría 5)	MES	1	15.00%	9,00	5 148 000.00	2,25	\$ 15 637 050.00
802.001.008.001	Categoría 8	PROFESIONAL SST (Categoría 8)	MES	1	10.00%	9,00	3 114 000.00	2,25	\$ 6 305 850.00
802	Comisión de topo	COMISIÓN DE TOPOGRAFÍA	MES	1	10.00%	9,00	4 910 000.00	2,25	\$ 9 942 750.00
802.002.016	Secretaria	SECRETARIA	MES	1	20.00%	9,00	1 930 000.00	2,25	\$ 7 816 500.00
802.002.019	Conductor	MENSAJERO	MES	1	20.00%	9,00	1 239 000.00	2,25	\$ 5 017 950.00
802.002.019	Conductor	CONDUCTOR	MES	1	15.00%	9,00	1 239 000.00	2,25	\$ 3 763 463.00
802.001.007.001	Categoría 7	CONTADOR (Categoría 7)	MES	1	5.00%	9,00	4 017 000.00	2,25	\$ 4 067 213.00
(A) SUBTOTAL PERSONAL									\$ 310 537 803.00
ITEM	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA (4)	COSTO TOTAL (5) = (1)x(2)x(3)x(4)
	Campero, Pick-up, Camioneta 1600-2000cc			Veh-mes	1,00	15.00%	9,00	\$ 5 500 000	\$ 7 425 000.00
	Equipo de topografía			Equip-Mes	1,00	10.00%	9,00	\$ 1 400 000	\$ 1 260 000.00
(B) SUBTOTAL OTROS COSTOS DIRECTOS									\$ 8 685 000.00
ITEM	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA (4)	COSTO TOTAL (5) = (1)x(2)x(3)x(4)
(C) SUBTOTAL COSTOS REEMBOLSABLES									\$ -
(D) SUBTOTAL (A+B+C)									\$ 319 222 803.00
(D) IVA (19%)									\$ 60 652 333.00
(E) TOTAL COSTOS DIRECTOS CON IVA (C+D)									\$ 379 875 136.00

NOTA: El factor multiplicador (FM) incluyen los pagos referentes a Oficina, Arriendo, Servicios, Costo de pólizas, impuestos y parafiscales entre otros.

1.1.1. Presupuesto de obra Pluvial

ITEM: OPTIMIZACION DE SISTEMA PLUVIAL CIUDADELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO	PRESUPUESTO PLUVIAL ACTUACIONES ESTRATEGICAS			\$ 90.193.400.108,00
	TOTAL COSTO DIRECTO			
ADMINISTRACIÓN	A		33,00%	\$ 29.763.822.035,64
IMPREVISTOS	I		1,00%	\$ 901.934.001,08
UTILIDAD	U		3,00%	\$ 2.705.802.003,24
IMPACTO URBANO			5,00%	\$ 4.509.670.005,40
TOTAL	PRESUPUESTO PLUVIAL ACTUACIONES			\$ 128.074.628.153,36
INTERVENTORIA	VALOR		12,00%	\$ 15.368.955.378,40
	IVA		19,00%	\$ 2.920.101.521,90
	TOTAL			\$ 18.289.056.900,30
TOTAL PROYECTO				\$ 146.363.685.053,66

12.2.3 Presupuesto de Estudios y Diseños para la ingeniería de detalle de los colectores pluviales.

En el anexo No 4 se presenta el cálculo de los costos de estudios y diseños requeridos para la construcción de los refuerzos requeridos.

									
PRESUPUESTO DETALLADO DISEÑOS LISTA DE PERSONAL, RECURSOS Y COSTOS DIRECTOS									
ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LOS COLECTORES SANITARIOS REQUERIDOS PARA LA ACTUACION ESTRATEGICA CIUDADELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO									
PLAZO DE EJECUCIÓN Doce (12)									
1. COSTOS DE PERSONAL									
ITEM	CATEGORIA	CARGO	UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA SALARIO MES (4)	FM (5)	COSTO TOTAL (6) = (1)x(2)x(3)x(4)x(5)
802.001.003.001	Categoría 3	DIRECTOR DE INTERVENTORÍA (Categoría 3)	MES	1	50,00%	12,00	9.127.000,00	2,25	\$ 123.214.500,00
802.001.004.001	Categoría 4	COORDINADOR DE INTERVENTORÍA (Categoría 4)	MES	1	100,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 177.201.000,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA HIDRÁULICO (Categoría 4)	MES	1	100,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 177.201.000,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA DISEÑOS TUBERÍA SIN ZANJA (Categoría 4)	MES	1	30,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 53.160.300,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA GEOTÉCNICO (Categoría 4)	MES	1	50,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 88.600.500,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA ESTRUCTURAL (Categoría 4)	MES	1	50,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 88.600.500,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA PREDIAL	MES	1	30,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 53.160.300,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA AMBIENTAL	MES	1	30,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 53.160.300,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA EN TRÁNSITO Y TRANSPORTE	MES	1	30,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 53.160.300,00
802.001.005.001	Categoría 5	PROFESIONAL SOCIAL	MES	1	50,00%	12,00	5.148.000,00	2,25	\$ 69.498.000,00
802.001.005.001	Categoría 5	ESPECIALISTA PROGRAMACIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL	MES	1	25,00%	12,00	5.148.000,00	2,25	\$ 34.749.000,00
802.001.006.001	Categoría 6	ARQUEÓLOGO (Categoría 6)	MES	1	30,00%	12,00	4.395.000,00	2,25	\$ 35.599.500,00
802.001.005.001	Categoría 5	PROFESIONAL SGC (Categoría 5)	MES	1	30,00%	12,00	5.148.000,00	2,25	\$ 41.698.800,00
802.001.008.001	Categoría 8	PROFESIONAL SST (Categoría 8)	MES	1	30,00%	12,00	3.114.000,00	2,25	\$ 25.223.400,00
802.001.008.001	Categoría 8	AUXILIAR DE INGENIERÍA (Categoría 8)	MES	1	100,00%	12,00	3.114.000,00	2,25	\$ 84.078.000,00
802.002.003	Dibujante 1	DIBUJANTE ESPECIALIZADO	MES	1	100,00%	12,00	2.048.000,00	2,25	\$ 55.296.000,00
802	Comisión de topo	COMISIÓN DE TOPOGRAFÍA	MES	1	50,00%	12,00	4.910.000,00	2,25	\$ 66.285.000,00
802.002.016	Secretaria	SECRETARIA	MES	1	20,00%	12,00	1.930.000,00	2,25	\$ 10.422.000,00
802.002.019	Conductor	MENSAJERO	MES	1	20,00%	12,00	1.239.000,00	2,25	\$ 6.690.600,00
802.002.019	Conductor	CONDUCTOR	MES	1	50,00%	12,00	1.239.000,00	2,25	\$ 16.726.500,00
802.001.007.001	Categoría 7	CONTADOR (Categoría 7)	MES	1	10,00%	12,00	4.017.000,00	2,25	\$ 10.845.900,00
(A) SUBTOTAL PERSONAL									\$ 1.324.571.400,00
ITEM	DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA (4)	COSTO TOTAL (5) = (1)x(2)x(3)x(4)	
	Campero, Pick-up, Camioneta 1600-2000cc		Veh-mes	1,00	50,00%	12,00	\$ 5.500.000	\$ 33.000.000,00	
	Estudios de suelos y laboratorios		Global	1,00	100,00%	1,00	\$ 80.000.000	\$ 80.000.000,00	
	Equipo de topografía		Equip-Mes	1,00	50,00%	12,00	\$ 1.400.000	\$ 8.400.000,00	
(B) SUBTOTAL OTROS COSTOS DIRECTOS									\$ 121.400.000,00
3. COSTOS REEMBOLSABLES									
ITEM	DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA (4)	COSTO TOTAL (5) = (1)x(2)x(3)x(4)	
(C) SUBTOTAL COSTOS REEMBOLSABLES									\$ -
(D) SUBTOTAL (A+B+C)									\$ 1.445.971.400,00
(D) IVA (19%)									\$ 274.734.566,00
(E) TOTAL COSTOS DIRECTOS CON IVA (C+D)									\$ 1.720.705.966,00

NOTA: El factor multiplicador (FM) incluyen los pagos referentes a Oficina, Arriendo, Servicios, Costo de polizas, impuestos y parafiscales entre otros.

12.2.4 Presupuesto Interventoría estudios y diseños

 <p style="text-align: center;">PRESUPUESTO DETALLADO DE INTERVENTORÍA DISEÑOS LISTA DE PERSONAL, RECURSOS Y COSTOS DIRECTOS</p> <p style="text-align: center;">INTERVENTORÍA INTEGRAL PARA LOS DISEÑOS DE LOS COLECTORES SANITARIO REQUERIDOS PARA LA ACTUACION ESTRATEGICA CIUDELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO</p> <p style="text-align: center;">PLAZO DE EJECUCIÓN Doce (12)</p>									
1. COSTOS DE PERSONAL									
ITEM	CATEGORIA	CARGO	UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA SALARIO MES (4)	FM (5)	COSTO TOTAL (6) = (1)x(2)x(3)x(4)x(5)
802.001.003.001	Categoría 3	DIRECTOR DE INTERVENTORÍA (Categoría 3)	MES	1	20,00%	12,00	9.127.000,00	2,25	\$ 49.285.800,00
802.001.004.001	Categoría 4	COORDINADOR DE INTERVENTORÍA (Categoría 4)	MES	1	30,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 53.160.300,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA HIDRÁULICO (Categoría 4)	MES	1	30,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 53.160.300,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA DISEÑOS TUBERÍA SIN ZANJA (Categoría 4)	MES	1	10,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 17.720.100,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA GEOTECNICO (Categoría 4)	MES	1	15,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 26.580.150,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA ESTRUCTURAL (Categoría 4)	MES	1	15,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 26.580.150,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA PREDIAL	MES	1	15,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 26.580.150,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA AMBIENTAL	MES	1	15,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 26.580.150,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA EN TRÁNSITO Y TRANSPORTE	MES	1	10,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 17.720.100,00
802.001.005.001	Categoría 5	PROFESIONAL SOCIAL	MES	1	15,00%	12,00	5.148.000,00	2,25	\$ 20.849.400,00
802.001.005.001	Categoría 5	ESPECIALISTA PROGRAMACIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL	MES	1	10,00%	12,00	5.148.000,00	2,25	\$ 13.899.600,00
802.001.006.001	Categoría 6	ARQUEÓLOGO (Categoría 6)	MES	1	10,00%	12,00	4.395.000,00	2,25	\$ 11.866.500,00
802.001.005.001	Categoría 5	PROFESIONAL SGC (Categoría 5)	MES	1	15,00%	12,00	5.148.000,00	2,25	\$ 20.849.400,00
802.001.008.001	Categoría 8	PROFESIONAL SST (Categoría 8)	MES	1	10,00%	12,00	3.114.000,00	2,25	\$ 8.407.800,00
802	Comisión de topo	COMISIÓN DE TOPOGRAFÍA	MES	1	10,00%	12,00	4.910.000,00	2,25	\$ 13.257.000,00
802.002.016	Secretaría	SECRETARIA	MES	1	20,00%	12,00	1.930.000,00	2,25	\$ 10.422.000,00
802.002.019	Conductor	MENSAJERO	MES	1	20,00%	12,00	1.239.000,00	2,25	\$ 6.690.600,00
802.002.019	Conductor	CONDUCTOR	MES	1	15,00%	12,00	1.239.000,00	2,25	\$ 5.017.950,00
802.001.007.001	Categoría 7	CONTADOR (Categoría 7)	MES	1	5,00%	12,00	4.017.000,00	2,25	\$ 5.422.950,00
(A) SUBTOTAL PERSONAL									\$ 414.050.400,00
ITEM	DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD (1)		MESES (3)	TARIFA (4)		COSTO TOTAL (5) = (1)x(2)x(3)x(4)
	Campero, Pick-up, Camioneta 1600-2000cc		Veh-mes	1,00		12,00	\$ 5.500.000		\$ 9.900.000,00
	Equipo de topografía		Equip-Mes	1,00		12,00	\$ 1.400.000		\$ 1.680.000,00
(B) SUBTOTAL OTROS COSTOS DIRECTOS									\$ 11.580.000,00
ITEM	DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA (4)		COSTO TOTAL (5) = (1)x(2)x(3)x(4)
									\$ -
(C) SUBTOTAL COSTOS REEMBOLSABLES									\$ -
(D) SUBTOTAL (A+B+C)									\$ 425.630.400,00
(D) IVA (19%)									\$ 80.869.776,00
(E) TOTAL COSTOS DIRECTOS CON IVA (C+D)									\$ 506.500.176,00

NOTA: El factor multiplicador (FM) incluyen los pagos referentes a Oficina, Arriendo, Servicios, Costo de pólizas, impuestos y parafiscales entre otros.

12.2.5 Presupuesto de obra colectores sanitarios

ITEM: OPTIMIZACION DE SISTEMA SANITARIO CIUDELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO	TOTAL COSTO DIRECTO PRESUPUESTO SANITARIO ACTUACIONES		\$ 75.439.274.314,00	
	ADMINISTRACIÓN	A	33,00%	\$ 24.894.960.523,62
	IMPREVISTOS	I	1,00%	\$ 754.392.743,14
	UTILIDAD	U	3,00%	\$ 2.263.178.229,42
	IMPACTO URBANO		5,00%	\$ 3.771.963.715,70
	TOTAL PRESUPUESTO SANITARIO ACTUACIONES		\$ 107.123.769.525,88	
	INTERVENTORIA	VALOR	12,00%	\$ 12.854.852.343,11
		IVA	19,00%	\$ 2.442.421.945,19
		TOTAL		\$ 15.297.274.288,30
TOTAL PROYECTO			\$ 122.421.043.814,18	

1020001-S-2023-317743

Bogotá, 24 de noviembre de 2023

Doctora
NATALIA VALENCIA DÁVILA
Dirección de Planeamiento Local
Secretaría Distrital de Planeación
Carrera 30 # 25-90 Pisos 5, 8, 13 / SuperCade Piso 2
servicioalciudadanogel@sdp.gov.co
Bogotá D.C.

Asunto: Alcance a Respuesta a “Pronunciamiento frente a la formulación general de la Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado”. Radicado SDP 2-2023-118835 del 17 de noviembre de 2023. E-2023-116584, E-2023-116653 y E-2023-117098.

Respetada Doctora Natalia Valencia Dávila:

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB ESP recibió de parte de la Secretaría Distrital de Planeación, mediante oficio con radicado SDP 2-2023-118835 del 17 de noviembre de 2023, información relacionada con la documentación soporte que acompaña la formulación general de la Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado. Para tal fin, la Secretaría Distrital de Planeación compartió el siguiente link de acceso al Drive que funciona como repositorio de la información técnica mencionada:

https://sdhtmy.sharepoint.com/:f/g/person/efren_cardenas_habitatbogota_gov_co/EoY5-dA2fb1Ogl2a-6uOjuYBILlixL72jLhaZkmeikHXhg?e=8bzYZc

Como respuesta a la mencionada solicitud, la EAAB ESP remitió el oficio con radicado EAAB 1020001-S-2023-312284 del 21 de noviembre de 2023 (anexo), mediante el cual avalaba lo incluido en el Documento Técnico de Soporte, en el *Capítulo 2.7 Diseño conceptual de redes de acueducto y alcantarillado AE_CEC* (páginas 77 a la 87), y en el *Anexo 03_Diseño Conceptual EAAB*, en lo correspondiente a las Redes Matrices de Acueducto.



SC701-1

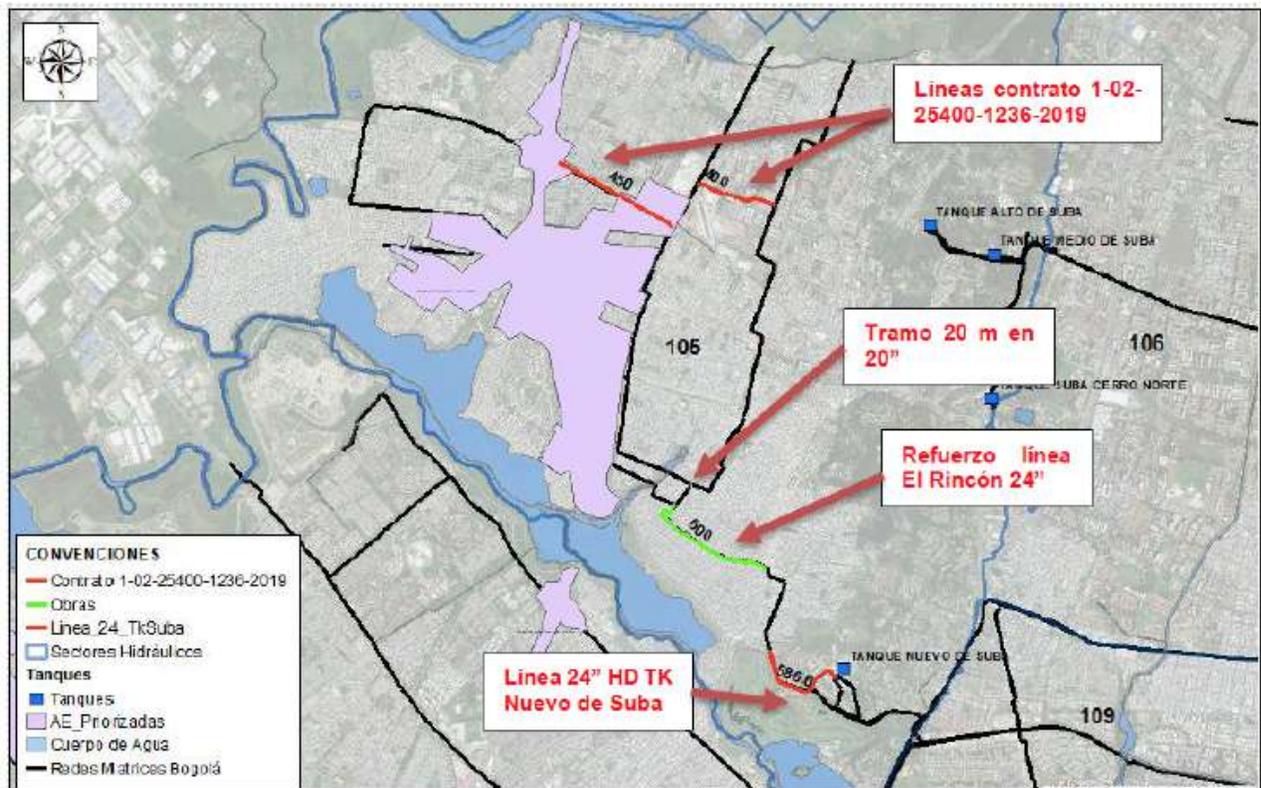
Av. Calle 24 # 37-15. Código Postal: 111321.
PBX: (571) 3447000. www.acueducto.com.co
Bogotá D.C. - Colombia

MPFD0801F02-05



Lo incluido en el DTS mencionado corresponde a los resultados del Informe Técnico *ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS CONCEPTUALES DE LAS REDES MATRICES DE ACUEDUCTO REQUERIDOS PARA LAS ÁREAS Y PROYECTOS PRIORIZADOS POR LA ALCALDÍA DE BOGOTÁ Y QUE FORMAN PARTE DE LAS ACTUACIONES ESTRATÉGICAS DEFINIDAS EN EL POT VIGENTE DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ*, el cual fue remitido a la Secretaría Distrital de Planeación por parte de la EAAB ESP el pasado 15 de noviembre de 2021 mediante el oficio con radicado EAAB 1020001-S-2023-306346.

Ilustración 1. Obras propuestas sector 105 – Refuerzo Línea El Rincón. Fuente: DRMA EAAB ESP.

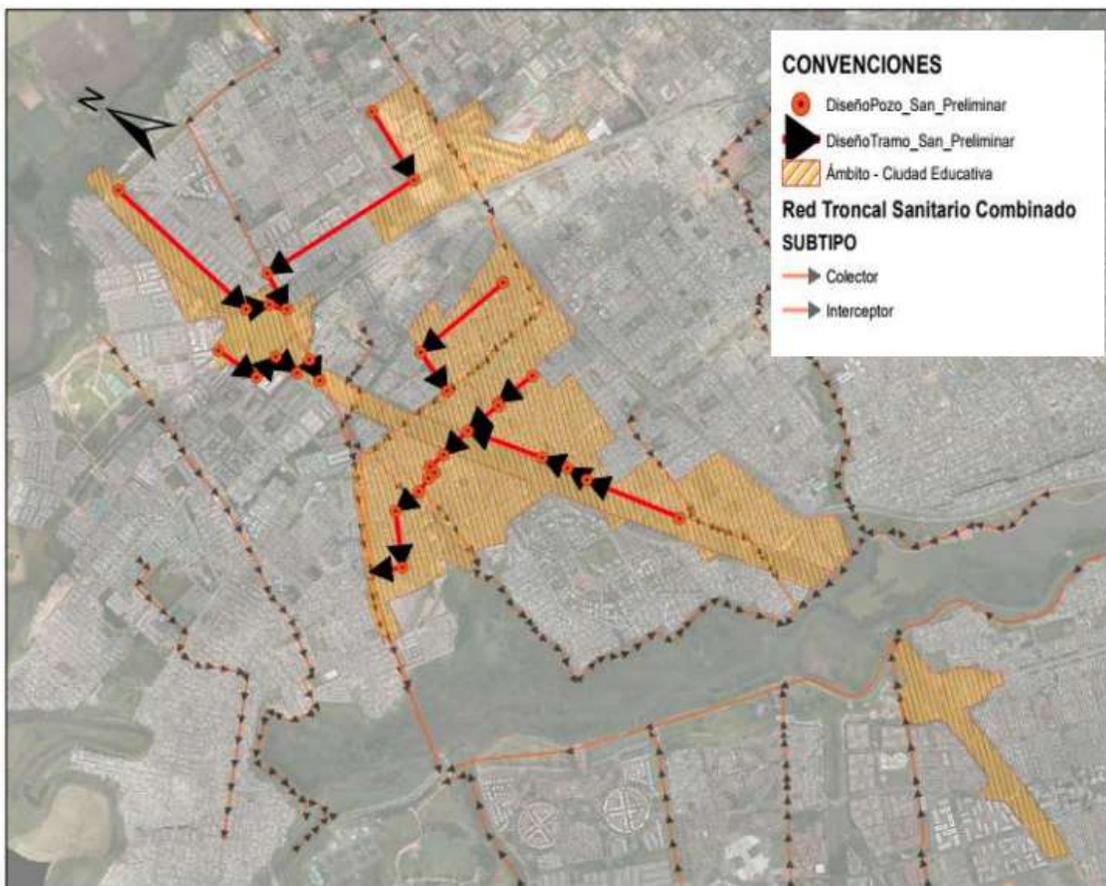


En lo que tiene que ver con las Redes Troncales de Alcantarillado, el oficio con radicado EAAB 1020001-S-2023-312284 incluyó la información correspondiente a los Diseños Conceptuales de la infraestructura de alcantarillado sanitario y pluvial, recogida en el Informe Técnico *CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS CONCEPTUALES DE LAS REDES TRONCALES DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, REQUERIDOS PARA LAS ÁREAS Y PROYECTOS PRIORIZADOS POR LA ALCALDÍA DE BOGOTÁ Y QUE FORMAN PARTE DE LAS ACTUACIONES ESTRATÉGICAS DEFINIDOS EN EL POT VIGENTE DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ*.

En el mencionado Informe Técnico se indica que, en lo relacionado con la infraestructura de alcantarillado sanitario, en el área del proyecto, los caudales no aumentarían considerablemente para el escenario del 2035, por lo que las condiciones operativas de las redes troncales serían relativamente similares a las actuales. En este sentido, en los diferentes tramos de redes troncales de alcantarillado sanitario analizados, el aumento del caudal no afectaría el funcionamiento de la red troncal instalada.

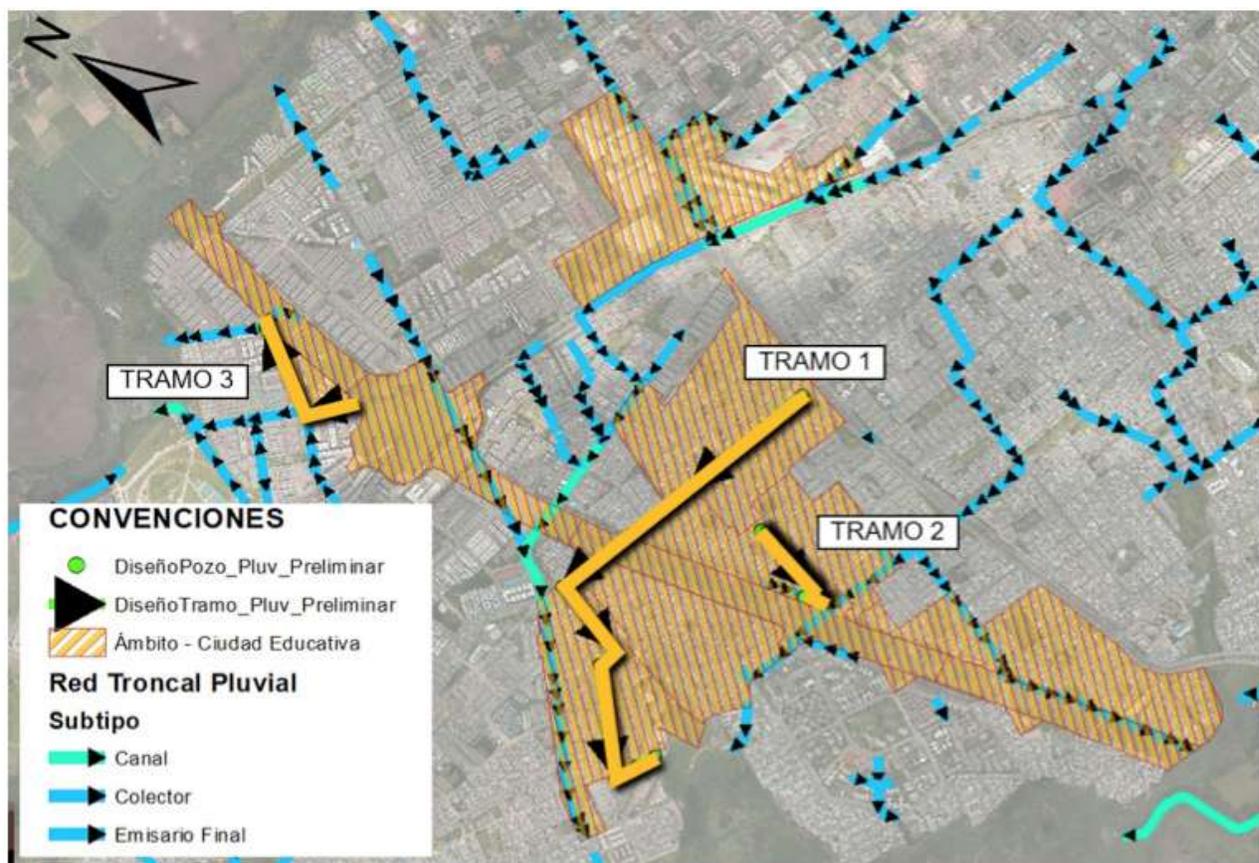
Es de anotar que el diseño conceptual llevado a cabo identifica la necesidad de construcción de una serie de colectores sanitarios secundarios, perimetrales a las áreas de desarrollo de la Actuación Estratégica, los cuales permitan recolectar las aguas residuales de las redes menores a construir internamente en la medida en que se ejecuten los diferentes proyectos urbanísticos incluidos en la Actuación Estratégica. Por sus características técnicas estas infraestructuras corresponden a redes secundarias que entregarían sobre la infraestructura troncal existente en el área de influencia del proyecto, la cual cuenta con capacidad remanente, de acuerdo a los resultados obtenidos.

Ilustración 2. Obras de redes secundarias de alcantarillado sanitario propuestas. Fuente: DRTA EAAB ESP.



En relación con el drenaje pluvial, el Informe Técnico CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS CONCEPTUALES DE LAS REDES TRONCALES DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, REQUERIDOS PARA LAS ÁREAS Y PROYECTOS PRIORIZADOS POR LA ALCALDÍA DE BOGOTÁ Y QUE FORMAN PARTE DE LAS ACTUACIONES ESTRATÉGICAS DEFINIDOS EN EL POT VIGENTE DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ, indica que la mayor parte del área de la Actuación Estratégica está totalmente urbanizada, por tanto los caudales o las zonas de generación de aguas lluvias no tendrían cambios sustanciales en la operación pluvial actual. En este sentido, el diseño conceptual desarrollado en el estudio corresponde a las zonas en las cuales no existe actualmente infraestructura pluvial.

Ilustración 3. Obras de redes troncales de alcantarillado pluvial propuestas. Fuente: DRTA EAAB ESP.



Para la elaboración del presupuesto preliminar de las redes troncales de alcantarillado pluvial, se ha considerado que, teniendo en cuenta que las tuberías seleccionadas tienen diámetros importantes (entre 600 y 1500 mm) y que adicionalmente transcurren por corredores ya desarrollados que tienen infraestructura ya construida, la mejor alternativa constructiva sería la utilización de sistemas sin zanja, en este caso la tecnología *pipejacking*. Así, la profundidad en promedio requerida para la instalación de la tubería es de 3.3 m a batea, por lo que se considerará la construcción de pozos de lanzamiento y recepción a dicha profundidad.

El resultado preliminar de la elaboración de los presupuestos para cada uno de los tramos identificados es el siguiente:

ITEM: OPTIMIZACIÓN DE SISTEMA PLUVIAL CIUDELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO	TOTAL COSTO DIRECTO TRAMO 1		\$ 72 636 630 128.00	
	ADMINISTRACIÓN	A 33.00%	\$ 23 970 087 942.24	
	IMPREVISTOS	I 1.00%	\$ 726 366 301.28	
	UTILIDAD	U 3.00%	\$ 2 179 098 903.84	
	IMPACTO URBANO	5.00%	\$ 3 631 831 506.40	
	TOTAL PRESUPUESTO PLUVIAL TRAMO 1		\$ 103 144 014 781.76	
	INTERVENTORÍA	VALOR	12.00%	\$ 12 377 281 773.81
		IVA	19.00%	\$ 2 351 683 537.02
TOTAL INTERVENTORÍA TRAMO No. 1		\$ 14 728 965 310.84		
TOTAL PROYECTO PLUVIAL TRAMO 1		\$ 117 872 980 092.60		

ITEM: OPTIMIZACIÓN DE SISTEMA PLUVIAL CIUDELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO	TOTAL COSTO DIRECTO TRAMO 2		\$ 6 863 210 535.00	
	ADMINISTRACIÓN	A 33.00%	\$ 2 264 859 476.55	
	IMPREVISTOS	I 1.00%	\$ 68 632 105.35	
	UTILIDAD	U 3.00%	\$ 205 896 316.05	
	IMPACTO URBANO	5.00%	\$ 343 160 526.75	
	TOTAL PRESUPUESTO PLUVIAL TRAMO 2		\$ 9 745 758 959.70	
	INTERVENTORÍA	VALOR	12.00%	\$ 1 169 491 075.16
		IVA	19.00%	\$ 222 203 304.28
TOTAL INTERVENTORÍA TRAMO No. 2		\$ 1 391 694 379.45		
TOTAL PROYECTO PLUVIAL TRAMO 2		\$ 11 137 453 339.15		

ITEM: OPTIMIZACIÓN DE SISTEMA PLUVIAL CIUDELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO	TOTAL COSTO DIRECTO TRAMO 3		\$ 10 890 201 562.00	
	ADMINISTRACIÓN	A 33.00%	\$ 3 593 766 515.46	
	IMPREVISTOS	I 1.00%	\$ 108 902 015.62	
	UTILIDAD	U 3.00%	\$ 326 706 046.86	
	IMPACTO URBANO	5.00%	\$ 544 510 078.10	
	TOTAL PRESUPUESTO PLUVIAL TRAMO 3		\$ 15 464 086 218.04	
	INTERVENTORÍA	VALOR	12.00%	\$ 1 855 690 346.16
		IVA	19.00%	\$ 352 581 165.77
TOTAL INTERVENTORÍA TRAMO No. 3		\$ 2 208 271 511.94		
TOTAL PROYECTO PLUVIAL TRAMO 3		\$ 17 672 357 729.98		

El detalle de los diseños conceptuales para las infraestructuras de alcantarillado sanitario y de drenaje pluvial, así como de los presupuestos preliminares para las alternativas de optimización planteadas, se encuentra en el Informe Técnico y en los anexos que acompañan la presente comunicación.

Por otra parte, en relación con la información requerida para la definición de las cargas generales de la Actuación Urbanística, relacionada con las infraestructuras de redes matrices de acueducto y redes troncales de alcantarillado y drenaje pluvial, se anota lo siguiente:

- En relación con las redes matrices de acueducto, la EAAB ESP tiene contempladas líneas proyectadas mediante el contrato de consultoría 1-02-25400-1236-2019: “ESTUDIOS Y DISEÑOS DETALLADOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LAS LÍNEAS MATRICES AVENIDA CENTENARIO, AV. CENTENARIO – ALSACIA Y REFUERZO AVENIDA CUNDINAMARCA – AVENIDA SUBA – FRENTE 3 SUBA TRAMO 1 Y AV. SUBA FRENTE 4 LÍNEA SUBA TRAMO 2”, las cuales corresponden a dos líneas de 16” y 18” en acero que se localizan en el sector 105, y que se tiene contemplada la contratación de la obra en el año 2024, para ser construida en el año 2025. Así mismo, la EAAB ESP plantea la inclusión de la línea de 24” desde el TK Nuevo de Suba hasta su conexión con la tubería de REFUERZO SUBA ZONA BAJA de diámetro 36”, en una longitud aproximada de 845.52 metros, y que entrará en operación en el año 2024.

Por su parte, los costos asociados al diseño y construcción de la Línea de 24” que funcionaría como refuerzo a la línea existente El Rincón de 30”, en una longitud aproximada de 1140 metros y que se debería localizar por el mismo corredor de la línea existente, corresponderían a una carga general del proyecto Actuación Estratégica Ciudadela Educativa y del Cuidado y, dado que no se encuentran contemplados actualmente en el Plan de Inversiones de la EAAB ESP, deberán ser asumidos por parte de los promotores del proyecto.

- En relación con las redes troncales de alcantarillado sanitario, dado que la infraestructura troncal existente en el área de la Actuación Estratégica cuenta con la capacidad suficiente para recibir los vertimientos generados en el proyecto, no se requiere la ejecución de nueva infraestructura troncal que pudiera representar cargas generales para el proyecto. La infraestructura que se requeriría corresponde a redes secundarias de alcantarillado sanitario.
- En relación con las redes troncales de alcantarillado pluvial, en las áreas de la Actuación Estratégica en las que ya se cuenta con infraestructura existente, los caudales o zonas de generación de aguas lluvias no generarían cambios sustanciales en la operación actual del sistema de drenaje pluvial. No obstante, existen zonas en las cuales no se cuenta con infraestructura troncal de drenaje pluvial y en las que sería necesaria la construcción de infraestructuras que entraría dentro de la definición de carga general. En este sentido, se requiere la construcción de tres (3) tramos de redes troncales de drenaje pluvial, cuya definición técnica estaría sujeta a los estudios de detalle que se lleven a cabo. Conforme a las posibilidades que brinda la normativa urbanística y de servicios públicos, estas obras de carga general serían asumidas por parte de la EAAB ESP en el marco de sus instrumentos de planificación de la inversión y para su financiación se haría uso de los mecanismos establecidos en la normativa vigente, siguiendo los procedimientos establecidos para tal fin.

Finalmente, dada la especificidad de los temas técnicos relacionados con la prestación del servicio público de acueducto y alcantarillado en el área de formulación del proyecto y con la planificación de la infraestructura correspondiente, se considera necesario que, durante el proceso de ejecución de la Actuación Estratégica, se puedan llevar a cabo mesas de trabajo específicas con el promotor del proyecto, con el fin de avanzar en los diseños de detalle



SC701-1

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

MPFD0801F02-05



correspondientes a las infraestructuras de acueducto y alcantarillado, así como para despejar posibles inquietudes específicas y para que la EAAB ESP pueda estar al tanto de la ejecución de la iniciativa.

Por lo anterior, se ha dispuesto que la articulación y coordinación al interior de la EAAB-ESP de las diferentes actividades relacionadas con la formulación de las Actuaciones Estratégicas sean realizadas desde la Gerencia Corporativa de Planeamiento y Control, en cabeza de la Dra. María Lucía Flórez Jiménez (mflorezj@acueducto.com.co) y con la participación de la Dra. Luisa Fernanda González Mozo, Directora de Planeación y Control de Inversiones (lgonzalez@acueducto.com.co), y del Arquitecto León Darío Espinosa Restrepo (lespinosar@acueducto.com.co). Así, se propone que todas las convocatorias relacionadas con la participación de la EAAB ESP en el proceso de formulación de las Actuaciones Estratégicas sean canalizadas a través de la Gerencia de Planeamiento y Control, mediante los correos electrónicos mencionados anteriormente, de forma que, dependiendo de la temática a tratar, se pueda llevar a cabo al interior de la Empresa la correspondiente convocatoria de los profesionales competentes. En este sentido, quedamos atentos a cualquier solicitud de información adicional.

Cordialmente.



Firmado por NOEL
VALENCIA LOPEZ
el 24/11/2023 a las
16:48:12 COT

NOEL VALENCIA LÓPEZ.
Gerente General

ANEXO: Informe Técnico CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS CONCEPTUALES DE LAS REDES TRONCALES DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, REQUERIDOS PARA LAS ÁREAS Y PROYECTOS PRIORIZADOS POR LA ALCALDÍA DE BOGOTÁ Y QUE FORMAN PARTE DE LAS ACTUACIONES ESTRATÉGICAS DEFINIDOS EN EL POT VIGENTE DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ.

Copia oficio EAAB 1020001-S-2023-312284 del 21 de noviembre de 2023

Archivo ANEXOS INFORME ALCANTARILLADO SANITARIO PLUVIAL AE CIUADDELA EDUCATIVA.zip

COPIA: Dr. JAIME ANDRÉS SÁNCHEZ BONILLA. Subdirector de Gestión del Suelo. Secretaría Distrital del Hábitat. Calle 52 # 13-64, Bogotá D.C. jaime.sanchez@habitatbogota.gov.co

Aprobó: Nicolás Fernando Aparicio Alvarado . Asesor Gerencia General.

María Lucía Flórez Jiménez – Gerente Corporativo Planeamiento y Control

Diego Germán Montero Osorio – Gerente de Sistema Maestro

Revisó: Yamid García – Director Red Troncal Alcantarillado

Mauricio Jiménez – Director Red Matriz Acueducto

Proyecto: León Darío E.

Iniziali di LEON DARIO
ESPINOSA RESTREPO
il 24/11/2023 COT alle
15:49:22 COT

Aprobado por NICOLAS FERNANDO
APARICIO ALVARADO
el 24/11/2023 a las 16:47:27 COT

Aprobado por MARTA LUCIA FLOREZ
JIMENEZ
el 24/11/2023 a las 16:37:37 COT

Approved by DIEGO GERMAN
MONTERO OSORIO
on 24/11/2023 at 16:43:41 COT

Leído por YAMID GARCIA ZUNIGA
el 24/11/2023 a las 15:50:42
COT

Leído por MAURICIO JIMENEZ
ALDANA
el 24/11/2023 a las 16:29:35 COT



SC701-1

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

MPFD0801F02-05



ACTUACIONES ESTRATÉGICAS



CHAFIK INGENIERÍA S.A.S.

**CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS
CONCEPTUALES DE LAS REDES TRONCALES DE
ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, REQUERIDOS PARA
LAS ÁREAS Y PROYECTOS PRIORIZADOS POR LA ALCALDÍA
DE BOGOTÁ Y QUE FORMAN PARTE DE LAS ACTUACIONES
ESTRATÉGICAS DEFINIDOS EN EL POT VIGENTE DE LA CIUDAD
DE BOGOTÁ**

CIUDADELA EDUTAVIVA Y DEL CUIDADO

RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN Y DIAGNÓSTICO

REVISIÓN 01

OCTUBRE 2023

CONTROL DE APROBACIÓN

CONTRATISTA: **CHAFIK INGENIERIA S.A.S.**

ELABORO:	REVISO:	APROBÓ:
Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: Ing. Luisa Fernanda Chacón	Nombre: Luis Hernando Leal	Nombre: Luis Hernando Leal
Cargo: Coordinador de Proyecto	Cargo: Representante Legal	Cargo: Representante Legal
Fecha: 28-04-2023	Fecha: 28-04-2023	Fecha: 28-04-2023

SUPERVISOR:

APROBÓ:
Firma:
Nombre: Jhon A. Henao Arias
Cargo: ING. SUPERVISOR DE LA EAAB
Fecha:

CONTROL DE REVISIONES

REVISIÓN No.	FECHA	DESCRIPCIÓN
00	26/10/2023	Versión inicial

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	6
2	ASPECTOS GENERALES.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	7
3.1	ALCANCE GENERAL.....	42
3.2	UBICACIÓN	43
4	RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	45
5	DIAGNOSTICO DE REDES	45
5.1	SANITARIO.....	47
5.1.1	ANÁLISIS HIDRÁULICO - SANITARIO	53
5.2	PLUVIAL	67
5.2.1	RESULTADOS ANÁLISIS HIDROLÓGICO.....	67
5.2.2	ANÁLISIS HIDRÁULICO - PLUVIAL.....	73

GLOSARIO

Alcantarilla: Conducto cerrado el cual es diseñado principalmente para flujos a superficie libre.

Área de Drenaje: Área en proyección horizontal aferente a la vía hasta el sitio de cruce con la misma.

Caudal: Cantidad de agua, generalmente en volumen, que circula en determinado tiempo.

Caudal Máximo Instantáneo: Mayor caudal registrado en un periodo de tiempo.

Coeficiente de Escorrentía: Relación entre el volumen de agua escurrido superficialmente y el volumen de agua precipitado.

Cuneta: Canal situado en uno o ambos lados de una vía que conducen la escorrentía superficial de dicha vía a un punto de entrega.

Curvas IDF: Curvas que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración, y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia o periodo de retorno (Témez, 1978).

Embalse: Acumulación de agua producida por la construcción de una represa en determinado punto de un cauce.

Escorrentía: Parte de la precipitación que fluye por la superficie del terreno o por debajo de él.

Estación Climatológica: Artefacto u artefactos destinados al registro y obtención de datos relacionados con fenómenos climatológicos.

Estación Hidrometeorológica: Estaciones diseñadas para realizar mediciones en ríos y quebradas principalmente.

Evaporación: Emisión de vapor de agua por una superficie libre a temperatura inferior a su punto de ebullición.

Evaporación Potencial: Pérdida de agua observada en una superficie líquida o sólida saturada por evaporación y por transpiración de las plantas, que ocurriría en el caso que hubiera un adecuado abastecimiento de humedad de agua al suelo en todo momento.

Coeficiente de Rugosidad: Coeficiente que tiene en cuenta la rugosidad del material con el que se encuentra construido un conducto. Este parámetro es utilizado en el cálculo de pérdidas de energía por fricción.

Flujo Crítico: Estado de flujo en el que el número de Froude es igual a 1. En general es un flujo de transición, muy poco estable. No es aconsejable que las estructuras hidráulicas se encuentren con números de Froude cercanos a este valor, en general el número de Froude debe estar fuera del rango 0.9 a 1.1.

Flujo Gradualmente Variado: Flujo permanente en el cual la profundidad de la lámina de agua varía de forma gradual a lo largo del canal.

Flujo Rápidamente Variado: Flujo en el cual el cambio en la curvatura de las líneas de corriente es bastante pronunciado.

Flujo Subcrítico: Estado de flujo en el que el número de Froude es menor a la unidad. Se caracteriza por ser un flujo lento, con láminas de agua mayores.

Flujo Supercrítico: Estado de flujo en el que el número de Froude es mayor a uno. Se caracteriza por ser flujo con altas velocidades, mayores pérdidas de energía, mayor poder erosivo.

Hidráulica: Rama de la física que estudia el comportamiento de los fluidos y los aspectos que gobiernan dicho comportamiento.

Hidrograma: Representación de la variación del caudal de escorrentía respecto al tiempo.

Hidrograma Unitario: Hidrograma resultante de escorrentía superficial producido por una precipitación efectiva unitaria.

Hietograma: Es un diagrama de barras que representa la variación de la precipitación o intensidad, en un determinado tiempo.

Infiltración: Formación de un paso de agua en forma de conducto a través de materiales naturales o artificiales, cuando las resultantes de todas las fuerzas que actúan sobre las partículas del suelo tienen una componente vertical en el sentido de la gravedad.

Intensidad: Cantidad de agua que cae en un determinado tiempo.

Inundación: Ocupación del agua en zonas donde generalmente no suele estar debido a un desbordamiento.

Isolneas de precipitación: Curvas que unen puntos con el mismo valor de precipitación.

Método Racional: Método que busca estimar la escorrentía superficial resultante de una lluvia cualquiera a partir de un coeficiente de escorrentía, una intensidad asociada a una duración y a un periodo de retorno y a un área en cuestión.

Permeabilidad: Capacidad de un material de permitir el paso de un fluido sin que este afecte la estructura interna de dicho material.

Pluviómetro: Instrumento destinado a medir la precipitación de un determinado lugar.

Pluviógrafo: Instrumento destinado a medir la precipitación de un determinado lugar y, a diferencia del pluviómetro, este es capaz de medir el tiempo en el que se presentó dicha precipitación.

Polígonos de Thiessen: Método que consiste en atribuir un factor de peso a los totales de precipitación en cada aparato, proporcionales al área de influencia de cada uno. Sin embargo, no considera influencias orográficas.

Precipitación: Agregado de partículas acuosas, líquidas o sólidas, cristalizadas, o amorfas, que caen de una nube o grupo de nubes y alcanzan el suelo.

Profundidad Normal: Profundidad que se presenta en el flujo uniforme.

Red de Drenaje: Transporte natural de agua de forma gravitacional conformada por ríos, lagos y flujos subterráneos.

Resalto Hidráulico: Fenómeno que se presenta por un abrupto cambio de un nivel de agua bajo a uno alto.

Tiempo de Concentración: Tempo que la lluvia que cae en el punto más distante de la corriente de aguade una hoya toma para llegar a una sección determinada de dicha corriente. El tiempo de concentración mide el tiempo que se necesita para que toda la hora contribuya con la escorrentía superficial en una sección considerada.

Aguas lluvias: Aguas procedentes de precipitación a las cuales no se les ha dado un uso o sometidas a algún tipo de tratamiento.

Caudal de diseño: Caudal estimado a partir de cual se realiza el dimensionamiento de estructuras en un sistema determinado.

Cota batea: Nivel del punto más bajo de la sección interna de una tubería.

Cota clave: Nivel del punto más alto de la sección interna de una tubería.

Cota Rasante: Nivel del punto más bajo de la sección interna de una tubería.

Escorrentía: Caudal generado por la precipitación el cual se genera de acuerdo a las condiciones geomorfológicas y de cobertura que presenta una determinada superficie.

Estructura de entrega: Estructura que permite descargar el agua con velocidades adecuadas en las cuales no se generen daños o afectaciones en el cuerpo receptor.

Información Secundaria: Información técnica de redes hidráulicas, vías y espacio público existentes, disponibles en el banco de datos de las entidades competentes y de la EAAB-ESP.

Periodo de retorno: Estructura que permite descargar el agua con velocidades adecuadas en las cuales no se generen daños o afectaciones en el cuerpo receptor.

Red Local y secundaria de alcantarillado: Conjunto de tuberías, accesorios, estructuras y equipos que conforman el sistema de evacuación y transporte de las aguas lluvias, residuales o combinadas de una comunidad y a la cual descargan las acometidas de alcantarillado de los inmuebles y llega hasta la red troncal de alcantarillado.

Red troncal de alcantarillado: Conjunto de tuberías, accesorios, estructuras y equipos que reciben el agua procedente de las redes locales y secundarias de alcantarillado pluvial y sanitario, y las transporta hasta las plantas de tratamiento de aguas residuales o hasta el sitio de su disposición final. Cualquier canal abierto, río y quebrada del sistema de drenaje pluvial y hacen parte de la red troncal del sistema de alcantarillado.

1 INTRODUCCIÓN

En el presente documento se especifica la metodología para desarrollar los diseños conceptuales, así como la normatividad técnica usada para la evaluación hidráulica de estos.

Este documento describe los principales procesos y actividades derivadas del contrato No. 2-02-12300-1409-2023, basado en los requerimientos definidos en los pliegos de condiciones correspondientes a la invitación Directa No. IP-1559-2023, el contrato No. 1-02-31100-0685-2023 que tiene como objeto "CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS CONCEPTUALES DE LAS REDES TRONCALES DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, REQUERIDOS PARA LAS ÁREAS Y PROYECTOS PRIORIZADOS POR LA ALCALDÍA DE BOGOTÁ Y QUE FORMAN PARTE DE LAS ACTUACIONES ESTRATÉGICAS DEFINIDOS EN EL POT VIGENTE DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ", durante su periodo de ejecución.

Esta metodología se actualizará por exigencias del Supervisor y/o Interventor, modificaciones, suspensiones de contrato y de común acuerdo de las partes.

Entre las actividades principales en la metodología de trabajo es necesario destacar las siguientes:

- Solicitud de información ante las diferentes las diferentes entidades públicas y privadas.
- Solicitud ante la EAAB de un modelo hidráulico de las redes de alcantarillado Sanitario y Pluvial, así como la información comercial de los usuarios (m3/vigencias).
- Identificar las redes troncales que se ubican dentro de las áreas del proyecto a desarrollar.
- Definir las áreas aferentes de las redes troncales identificadas.
- Hacer un análisis de población para las áreas aferentes de las redes troncales a analizar.
- Determinar los caudales de las áreas del proyecto, así como los de las áreas aferentes de las redes troncales a analizar.
- Evaluación de capacidad hidráulica de las redes troncales existentes.
- Diagnosticar las redes existentes con los caudales futuros.
- Proyectar los diseños conceptuales para cada una de las redes a desarrollar, de acuerdo a los resultados obtenidos en los diagnostico y que dichos diseños conceptuales se ajusten a las necesidades de cada una de las zonas del proyecto.
- Trazados de las redes proyectadas.

2 ASPECTOS GENERALES

2.1 NORMATIVIDAD SISTEC EAAB

En la siguiente tabla se especifican las normas técnicas que se usaran como referencia para la evaluación y diseños conceptuales.

Tabla 1. Normas técnicas

NORMAS TÉCNICAS			
Código Norma Técnica	Nombre	Versión	Uso
NS-085	Criterios De Diseño De Sistemas De Alcantarillado	4.20	Evaluación Hidráulica de los componentes del diseño y Determinación de caudales
NS-012	Aspectos técnicos para cruces y detección de interferencias en construcción Bogotá EAAB-ESP	1.10	Para la proyección de las alternativas de redes nuevas que represente la menor afectación posible a la infraestructura existente
NS-029	Pozos de inspección Bogotá EAAB-ESP	4.00	Evaluación hidráulica de los pozos proyectados y existentes
NS-030	Lineamientos para trabajos topográficos Bogotá EAAB-ESP	5.40	Define los lineamientos de los trabajos en campo para la topografía
NS-031	Estudios de población y demanda de agua en sectores específicos	2.00	Determinación de la población base de las áreas aferentes
NS-054	Presentación de diseños de sistemas de alcantarillado	2.10	Presentación de los diseños
NS-097	Criterios de diseño de estaciones de bombeo de alcantarillado	1.00	Si se requiere, la proyección de una estación de bombeo
NS-123	Criterios para selección de materiales de tuberías para redes de acueducto y alcantarillado	1.00	Proyección de los materiales para la red

FUENTE: EAAB, 2023.

Cabe aclarar que la normativa relacionada en la tabla anterior, corresponde a las versiones vigentes a la fecha (25/10/2023).

2.2 REGLAMENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO (RAS 0330 2017)

La resolución 0330 de 2017 es la normatividad vigente para la República de Colombia en lo concerniente a los aspectos técnicos de diseño, operación y mantenimiento de sistemas de acueducto y alcantarillado. Junto con las normas del SISTEC de la EAAB - ESP, es la información básica para la definición de parámetros de diseño. En especial para el presente proyecto se tendrá en cuenta el Título 2, Capítulo 4 “SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS Y PLUVIALES”.

2.3 DESCRIPCIÓN DE METODOLOGÍA

En el presente ítem se describe la metodología empleada para el análisis hidráulico de las redes a evaluar, este análisis es fundamental para determinar el funcionamiento de la red, el cual debe ser específico debido a que las redes hacen parte del sistema troncal. A continuación, se presentan los pasos empleados para el análisis.

2.4 DEFINICIÓN DE LA RED TRONCAL (SANITARIO Y PLUVIAL)

Las áreas de las actuaciones estratégicas definidas contractualmente, tienen en su mayoría redes con un área aferente que se extiende mucho más allá de la zona de evaluación, y esto amplia de manera sustancial la cobertura y escala del proyecto, por tal motivo, la consultoría plantea enfocar los recursos para análisis hidráulicos de la red a las redes troncales. Para lo anterior, se requieren los modelos hidráulicos de las redes troncales para los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial dentro de las áreas estratégicas al igual que los shapes de estas, con el fin de evaluar los sistemas bajo las condiciones físicas en las cuales las redes están instaladas.

Para poder identificar las redes troncales dentro de las áreas del proyecto, se hace un análisis espacial con ayuda de un software especializado en el campo de los Sistemas de Información Geográfica SIG, sobreponiendo las áreas del proyecto con las redes existentes; este procedimiento es válido para el sistema de alcantarillado sanitario como pluvial.

3 DEFINICIÓN ÁREAS AFERENTES (SANITARIO Y PLUVIAL)

En el presente ítem se describe la metodología empleada para la construcción del esquema a detalle de las a para cada uno de los grupos definidos anteriormente, este análisis es fundamental para determinar el funcionamiento de la red, el cual debe ser específico debido a que las redes hacen parte del sistema troncal de Suba. A continuación, se presentan los pasos empleados para el análisis.

3.1 ANÁLISIS DE CONECTIVIDAD DE LA RED

Debido a que las redes a evaluar son troncales, estas presentan múltiples conexiones aguas arriba desde los puntos a intervenir y cada una de estas conexiones suponen aportes residuales, por tal motivo se requiere determinar por interceptor, cuantos tramos le aportan un caudal, para esto, la consultoría propone una metodología que consiste en revisar la conectividad de las redes desde el punto en donde inician las intervenciones hacia aguas arriba hasta encontrar los pozos iniciales del sistema. A continuación, se presentan unas imágenes ejemplificando lo anterior.

Figura 1. Análisis de conectividad de la red – Paso 1 punto de evaluación.



FUENTE: PROPIA, 2023.

El primer paso consiste en definir un punto de evaluación del sistema de alcantarillado sanitario, en la imagen anterior se muestra un pozo de ejemplo suponiendo este es el pozo inicial de la red a evaluar, desde donde inicia la verificación aguas arriba para determinar cuáles tramos hacen parte de los aportes residuales o están interconectados.

Figura 2. Análisis de conectividad de la red – Paso 2 Tramos conectados



FUENTE: PROPIA, 2023.

En el paso dos, se identifican los tramos conectados al punto de evaluación, en la imagen anterior se evidencia que son dos los que le llegan al pozo seleccionado.

Figura 3. Análisis de conectividad de la red – Paso 3 Tramos conectados a pozos del sistema



FUENTE: PROPIA, 2023.

Se hace lo mismo que en el paso anterior, se identifican que tramos el llegan al punto de evaluación, pero esta vez tomando como referencia los pozos iniciales de las dos tuberías anteriormente seleccionadas, así como se muestra en la imagen anterior. Este proceso se debe repetir para cada uno de los tramos que se conecten entre sí hasta encontrar pozos iniciales, como por ejemplo el PZ INICIAL 2 de la imagen anterior.

Figura 4. Análisis de conectividad de la red – Paso 4 Pozos iniciales



FUENTE: PROPIA, 2023.

La verificación de la conectividad entre tramos finaliza cuando se encuentren los pozos iniciales del sistema, en la imagen anterior se muestra el resultado de este análisis y se puede corroborar que los pozos no cuentan con ningún tipo de conexión sanitaria o pluvial aguas arriba.

Figura 5. Análisis de conectividad de la red – Paso 5 Punto evaluación



FUENTE: PROPIA, 2023.

Conociendo las redes que se conectan entre sí hasta llegar al punto de evaluación del sistema de alcantarillado sanitario, se puede hallar caudal con el análisis de áreas aferentes.

3.2 DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS AFERENTES

La manera más práctica para determinar el caudal transportado por una tubería, es haciendo una relación de las posibles conexiones domiciliarias dentro del área de cobertura del tramo analizado, al tener el área definida por cada tramo del sistema de alcantarillado podemos obtener el caudal que transporta la red.

La delimitación de las áreas aferentes, requiere de diferentes insumos indicados a continuación:

- El trazado de la red instalada en el área de influencia, dicha información fue suministrada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá en formato shape (.shp).
- La localización de los lotes, los cuales delimitarán las áreas aferentes por tramo.
- Registros de consumos de agua potable por usuario y su localización.

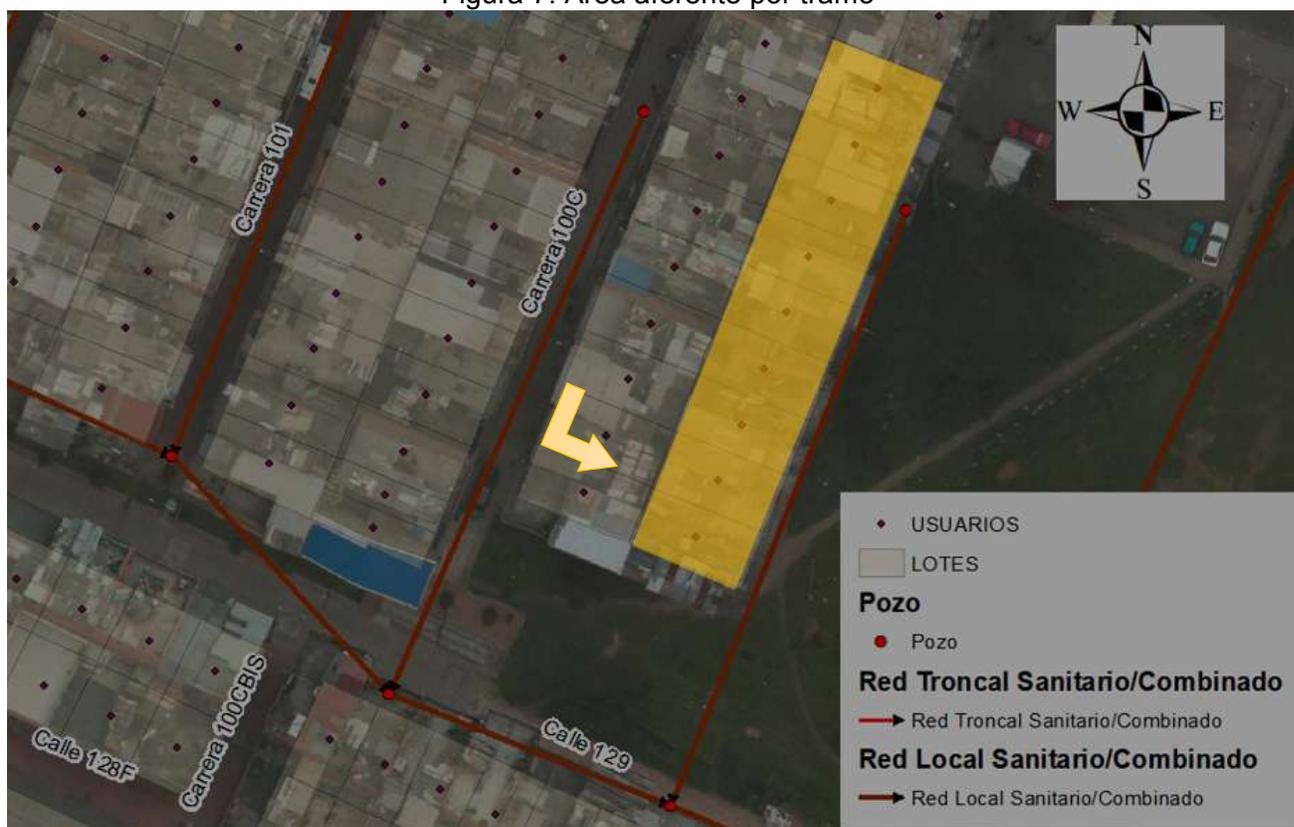
Figura 6. Elementos para delimitación de áreas aferentes



FUENTE: PROPIA, 2023.

Las conexiones domiciliarias generalmente parten desde el centro del lote y se conecta a la tubería de alcantarillado sanitario más cercana; La sumatoria de las áreas de estos lotes definen la dimensión del área aferente por tramo, en la siguiente imagen se muestra un ejemplo de lo anterior.

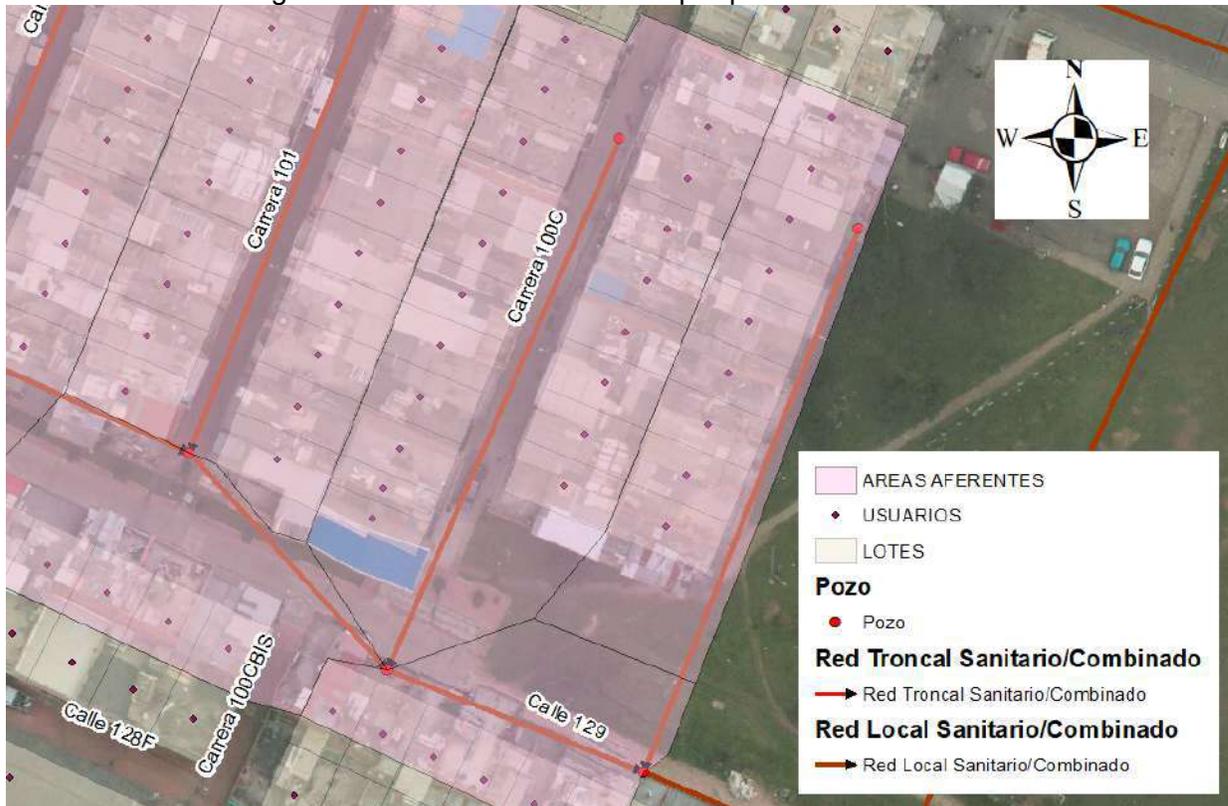
Figura 7. Área aferente por tramo



FUENTE: PROPIA, 2023.

Los lotes del área sombreada entregan al tramo indicado por la flecha, a partir de esto se delimita el área aferente a dicho tramo, este proceso se repite por tramo hasta cubrir con la totalidad de los tramos del sistema con el fin de obtener la totalidad del área de aportes sanitarios. A continuación, se muestra el resultado de sumar todas las áreas aferentes de cada uno de los tramos hasta el punto de evaluación de la red.

Figura 8. Áreas aferentes totales por punto de evaluación



FUENTE: PROPIA, 2023.

Una vez definidas las áreas aferentes, tanto para el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, se pueden asignar caudales en función a la cobertura de estas.

4 ALCANTARILLADO PLUVIAL

En la presente sección se realiza un resumen de los parámetros utilizados para realizar el predimensionamiento de las redes troncales de las diferentes actuaciones estratégicas, la metodología y los parámetros fueron tomados de la normatividad técnica de la EAAB, así como de la resolución 0330 de 2017.

4.1 PERIODO DE RETORNO DEL EVENTO DE DISEÑO

De acuerdo con la norma NS-085 de la EAAB, la selección del período de retorno está asociada con las características de protección e importancia del área de estudio y, por lo tanto, el valor adoptado debe estar justificado de acuerdo con dicho criterio. En la siguiente tabla se presentan los valores de períodos de retorno de diseño (T_r) establecidos por la norma NS-085.

Tabla 2. Periodos de retorno mínimo según el grado de protección del sistema

Características del área de drenaje	Periodo de retorno para diseño (años)
Tramos pertenecientes a la red local y secundaria de alcantarillado en zonas residenciales, comerciales, industriales, institucionales o mixtas.	5
Tramos de la red troncal de alcantarillado, zonas comerciales de alto valor e infraestructura especial como Aeropuertos, Hospitales, Centros de emergencia y Deprimidos Viales.	10
Canales abiertos y adecuación de cauces de ríos y quebradas de cualquier área.	100

FUENTE: NS-085 EAAB

4.2 METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE CAUDALES

La norma NS-085 prevé dos métodos para el cálculo de caudales de diseño de los sistemas de alcantarillado pluvial en función del área, que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 3. Metodologías cálculo de caudales sistema pluvial

Características del proyecto	Método de cálculo de caudales
Proyectos con áreas de drenaje menores a 80 hectáreas	<ul style="list-style-type: none"> Método racional Método lluvia escorrentía
Proyectos con áreas mayores a 80 hectáreas	<ul style="list-style-type: none"> Método lluvia escorrentía exclusivamente.
Caudales máximos para redes troncales, canalizaciones y ríos	<ul style="list-style-type: none"> Método lluvia escorrentía exclusivamente.

FUENTE: NS-085 EAAB

5 MÉTODO LLUVIA – ESCORRENTÍA

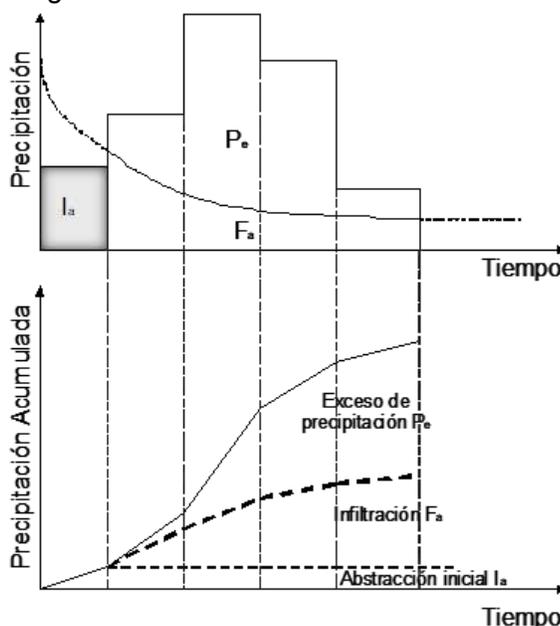
El caudal pluvial se determina por medio de la metodología lluvia – escorrentía que calcula el Hietograma producido por una cuenca a partir de los datos físicos de la cuenca y la precipitación considerada, utilizando diferentes métodos para el cálculo de la infiltración y la transformación de la precipitación en escorrentía. A continuación, se describen los métodos utilizados en la modelación realizada para la zona de estudio.

5.1 MÉTODO SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS)

El Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos (Soil Conservation Service - SCS), desarrolló un método para el cálculo de las abstracciones iniciales de una tormenta, las cuales incluyen la interceptación, la detención superficial y la infiltración cuantificada a partir de un parámetro conocido como el número de curva de escorrentía.

Si se conoce el volumen total de lluvia precipitada en una tormenta (P_{max} 24 horas), y la distribución temporal de un aguacero (hietograma de lluvia ver Figura 9) en éste una parte del volumen en el inicio de la lluvia, es retenido o interceptado en la vegetación o en depresiones topográficas, de forma que en un aguacero existe una pérdida de volumen inicial o abstracción inicial (I_a). De igual forma, parte de dicho volumen se infiltra en el suelo (F_a), es decir sólo una parte de la lluvia total es la que contribuye a la escorrentía directa (precipitación efectiva, P_e).

Figura 9. Método de abstracción del SCS.



FUENTE: NS-085 EAAB

El método del SCS parte de la relación entre las siguientes cantidades:

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a}$$

Donde S es la retención potencial máxima, o el almacenamiento. Siguiendo con la deducción de la precipitación efectiva, por el principio de continuidad se tiene que:

$$P = P_e + I_a + F_a$$

Combinando las dos ecuaciones anteriores se obtiene:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Siendo esta última la ecuación con la que se calcula la precipitación de exceso, donde las abstracciones iniciales pueden ser expresadas en términos del almacenamiento, a partir de la expresión $I_a = C_a S$, donde C_a es un coeficiente que varía entre 0.15 y 0.20 para cuencas colombianas.

Los caudales de las diferentes cuencas se estimarán a partir del hidrograma unitario el cual presenta la precipitación efectiva obtenida a partir de las precipitaciones.

La metodología de hidrograma unitario permite estimar el hidrograma de salida de una determinada cuenca, a partir de los hidrogramas de salida de las subcuencas que la componen.

A continuación, se presentan los principales parámetros a tener en cuenta en la aplicación del método del Soil Conservation Service

- Periodo de retorno
- Tiempo de rezago
- Número de curva
- Porcentaje de área impermeable
- Volumen de la tormenta de diseño
- Distribución temporal de la tormenta de diseño

5.1.1 Tiempo de rezago

De acuerdo con la norma NS-085 de la EAAB, el tiempo de rezago (lag time) para la aplicación de modelo del HEC-HMS corresponde al 60% del tiempo de concentración.

5.1.2 Curva número

El almacenamiento en la cuenca se puede expresar en términos de un parámetro adimensional que tiene en cuenta las características geomorfológicas del suelo, su uso y cobertura vegetal. Este

parámetro es conocido, de acuerdo con la metodología propuesta por el SCS, como el Número de Curva (CN).

El Número de Curva depende de la clasificación hidrológica del suelo, realizada a partir de la geomorfología de la zona de estudio, el uso del suelo, la condición del suelo, es decir, si es pobre, aceptable o buena, y la condición de humedad antecedente. Este parámetro varía entre 0 y 100, siendo un suelo con capacidad de almacenamiento infinito aquel que presenta un CN igual a 0, y un suelo sin ninguna retención o infiltración aquel que presenta un CN igual a 100.

La norma NS-085 de la EAAB determina que los valores de CN se deben estimar a partir de la siguiente tabla:

Tabla 4. Valores de Curva número de acuerdo a tipo de suelo.

Uso del suelo y cobertura	Tratamiento del suelo	Condición para la infiltración	Grupo hidrológico del suelo				
			A	B	C	D	
ÁREAS URBANAS	Residencial (1)						
	Tamaño promedio del lote	% promedio de impermeabilidad (2)					
	0,05 ha o menor	55	89	94	96	97	
	0,10 ha	38	61	75	93	95	
	0,13 ha	30	75	72	92	94	
	0,20 ha	25	73	70	91	94	
	0,40 ha	20	70	68	91	93	
	Parqueaderos pavimentados, techos, garajes, etc.		99	99	99	99	
	Calles y carreteras:						
	Pavimentadas con sardinés y drenajes de aguas lluvias (3)		99	99	99	99	
	Zanjas o diques pavimentados		93	96	97	98	
	Zona cubierta de grava		89	94	96	97	
	Zona cubierta de arenas o polvo (En tierra sin afirmar)		86	92	95	96	
	Zonas comerciales y de negocios	85% de impermeabilidad	96	97	98	98	
	Zonas industriales	72% de impermeabilidad	92	95	97	98	
Espacios abiertos, prados, parques, campos de golf, cementerios, etc.							
Buenas condiciones: cobertura de pasto en más del 75% del área			59	78	88	91	
Cobertura parcial: cobertura de pasto entre el 50% y 75% del área			69	84	91	93	
Cobertura pobre (cobertura de pastos < 50%)			84	91	94	96	
ÁREAS NO URBANAS	Barbecho	Hileras rectas	Mala	89	94	97	98
		Hileras rectas	Mala	88	92	95	97
		Hileras rectas	Buena	83	90	94	96
	Cultivo en hileras	Líneas de nivel	Mala	85	81	93	95
		Líneas de nivel	Buena	82	88	92	94
		Terrazas a nivel	Mala	82	88	91	92
		Terrazas a nivel	Buena	79	88	90	92
		Hileras rectas	Mala	82	89	93	95
	Cereales	Hileras rectas	Buena	80	89	93	95
		Líneas de nivel	Mala	80	88	92	94
		Líneas de nivel	Buena	78	87	92	93
		Terrazas a nivel	Mala	78	88	91	92
		Terrazas a nivel	Buena	77	85	90	92
	ÁREAS NO URBANAS	Leguminosas o praderas con rotación***	Hileras rectas	Mala	82	89	94
Hileras rectas			Buena	76	86	92	94
Líneas de nivel			Mala	81	88	93	94
Líneas de nivel			Buena	74	84	90	93
Terrazas a nivel			Mala	80	87	91	93
Pastizales		Terrazas a nivel	Buena	70	83	89	91
		-	Mala	84	91	94	96
		-	Regular	69	84	91	93
		-	Buena	59	78	88	91
		Líneas de nivel	Mala	67	83	92	95
Pradera permanente		Líneas de nivel	Regular	43	77	88	93
		Líneas de nivel	Buena	13	55	85	91
		-	-	50	76	86	90
		-	Mala	65	82	89	93
		-	Regular	56	78	87	91
Bosques naturales	-	Buena	43	74	85	89	
	-	-	77	88	92	94	
	-	-	77	88	92	94	
(1) Los números de curva son calculados asumiendo que la escorrentía desde la casa y el garaje es dirigida hacia la calle con un mínimo de agua del techo dirigida hacia el prado donde puede ocurrir infiltración. (2) La condición para estos números de curva es que las áreas permeables adicionales (prados) son consideradas sembradas con pastos de buena condición. (3) Sembradas en conjunto.							

FUENTE: NS-085 EAAB

Los tipos de suelo A, B, C y D son una clasificación hidrológica basada en el potencial de escorrentía del suelo, donde típicamente los suelos tipo A presentan el potencial de escorrentía más bajo y los suelos tipo D presentan el potencial de escorrentía más alto. La definición de los tipos de suelo A, B, C y D se encuentra en el Capítulo 7 del Hydrology National Engineering Handbook del SCS, disponible en su página web.

Tabla 5. Grupos hidrológicos del suelo para el método de infiltración del Soil Conservation Service

Grupo hidrológico de suelo	Textura del suelo
A	Arena, arena margosa o marga arenosa (capacidad de infiltración mayor a 7,62 mm/h)
B	Limo margoso o marga (capacidad de infiltración de 3,81 a 7.62 mm/h)
C	Margas arcillo arenosas (capacidad de infiltración de 1,27 a 3,81 mm/h)
D	Marga arcillosa, marga arcillo limosa, arcilla arenosa, arcilla limosa o arcilla (capacidad de infiltración de 0 a 127 mm/h)

FUENTE: RESOLUCIÓN 0330 2017

El diseñador debe, basado en la información disponible en la EAAB, en el SISGEO, seleccionar el tipo de suelo que más se ajuste a la categoría del SCS. Se debe reportar este ejercicio como parte de las memorias de cálculo.

Por otra parte, la norma NS-085 determina que para áreas de drenaje que incluyan sub-áreas con números de curva diferentes, el valor de CN representativo del área debe calcularse como el promedio ponderado con las respectivas áreas.

$$C = \frac{\sum(C_i \times A_i)}{\sum A_i}$$

Donde:

- CN = Número de curva ponderado total (adimensional) [-]
- C_i = Número de curva perteneciente a la sub-área “ i ” [-]
- A_i = Área de la sub-área de drenaje “ i ” [Ha]

5.1.3 Porcentaje área impermeable

El área impermeable es la correspondiente a las condiciones de diseño que drenará el 100% de la esorrentía al alcantarillado pluvial. Estas áreas están asociadas a cubiertas, pavimentos y demás zonas antropogénicas. La determinación del porcentaje del área impermeable debe basarse en imágenes satelitales recientes de la cuenca de drenaje, dentro del análisis se deben considerar los usos futuros del suelo de acuerdo con lo establecido en el Plan de Ordenamiento Territorial.

Específicamente para las diferentes actuaciones estratégicas se definieron porcentajes de áreas permeables e impermeables de acuerdo al tipo de urbanismo y los diferentes desarrollos que se proyectan en los diferentes ámbitos.

De acuerdo a lo anterior, a manera de ejemplo se presenta la información de la actuación estratégica ciudadela Educativa en donde se presentan las áreas permeables proyectadas para cada uno de los ámbitos.

Tabla 6. Valores de áreas permeables por ámbito Ciudadela Educativa

ÁREAS PERMEABLES PARA TODA LA AE Y SU ÁREA DE INFLUENCIA						
AE CIUDELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO - ÁREAS PERMEABLES						
	área bruta (ha)	área terreno (ha)	% EP/área terreno	área EP existente (ha)	área EP a generar (ha) (UPL y AE)	área permeable (ha) (50% de EP)
UNIDAD FUNCIONAL 1 - ALO Entre humedales	49,85	22,72	20%		4,56	2,28
UNIDAD FUNCIONAL 2 - ALO Engativá	20,43	8,00	20%		1,69	0,85
UNIDAD FUNCIONAL 3 - Área licenciamiento directo	124,09	N/A	N/A	15,39	2,90	9,15
UNIDAD FUNCIONAL 4 - Éxito	29,55	N/A	N/A	1,05	0,00	0,52
Entorno inmediato (existentes y proyectos UPL)	495,37	N/A	N/A	74,14	2,76	38,45
TOTALES	719,29	30,72	N/A	90,58	11,91	51,24

Aquí podrá colocar los pies de página



FUENTE: NS-085 EAAB

Para cada una de las actuaciones estratégicas se contemplan diferentes desarrollos de acuerdo a la proyección del urbanismo, a partir de esto se realiza una proyección de las áreas que presentaran un tipo de cobertura permeable.

5.1.4 Volumen de la tormenta de diseño

De acuerdo con la norma NS-085, la intensidad que se utilizará en los diseños se obtendrá de acuerdo a la ubicación del área estudiada, obteniendo la intensidad en el centroide del área de drenaje a partir de las curvas IDF de la ciudad, para una duración de 6 horas para el período de retorno correspondiente. Posteriormente, con el valor de la intensidad extraído de las curvas IDF, se recomienda calcular el volumen de lluvia total a distribuir como:

$$P[mm] = I[mm/h] \times Duración[h]$$

Donde:

P = Precipitación total en un intervalo [mm]

I = Intensidad de la precipitación [mm/h]

Duración = Duración del intervalo para el que se calcula la precipitación [h]. La norma NS-085 prevé una duración total de 6 horas para el aguacero de diseño.

Teniendo en cuenta que la intensidad del aguacero es variable de acuerdo con la duración del mismo, la metodología empleada para calcular la precipitación total durante un aguacero de determinada duración es la integración numérica de la curva IDF. Dicha metodología se describe a continuación:

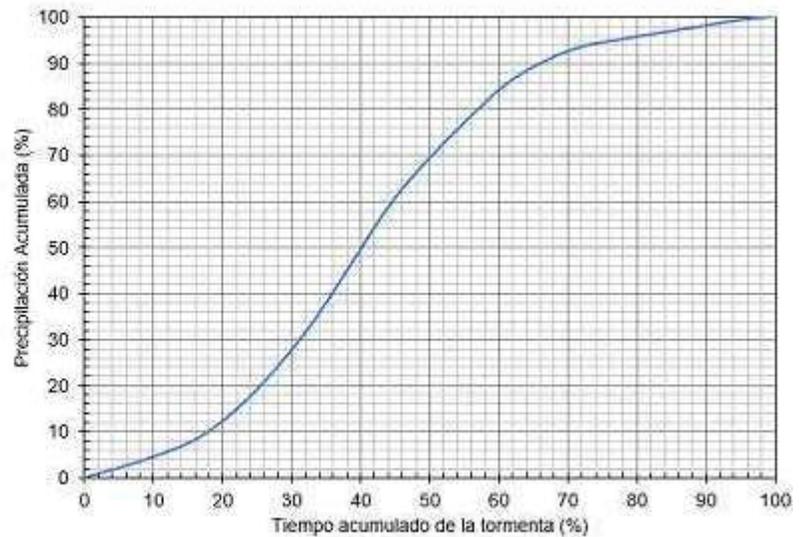
- Se divide la duración total del aguacero en intervalos de 5 minutos. Por ejemplo, para un aguacero de 3 horas, los intervalos serían: 0-5, 5-10, 10-15, ... , 177-180.
- A partir de la curva IDF correspondiente al periodo de retorno de diseño se calcula la intensidad promedio para cada intervalo. Para ello se entra en la curva IDF con la duración promedio del intervalo. Por ejemplo, para el intervalo entre 20 y 25 minutos, se entra a la curva con $D=22.5\text{min}$.
- Se calcula la precipitación de cada intervalo multiplicando la duración del intervalo (en este caso 5 minutos) por la intensidad promedio en el mismo intervalo.
- Se suma la precipitación promedio de todos los intervalos, y así se obtiene la precipitación total del aguacero de diseño.

5.1.5 Distribución temporal de la tormenta de diseño

La distribución temporal de la tormenta de diseño define la manera como el volumen total del aguacero cae sobre el área de drenaje del proyecto. Como se mencionó anteriormente, la norma NS-085 establece que se debe suponer que la lluvia de diseño cae efectivamente en 3 horas. El hietograma de diseño (que representa el aguacero de diseño) se obtiene a partir de la distribución de la lluvia presentada en la norma NS-085 obtenida a partir de eventos históricos registrados en Bogotá. Esta figura presenta los valores de la misma tabulados para la duración de 6 horas cada 15 minutos. A partir de los valores porcentuales presentados en esta tabla se distribuye el volumen total del aguacero para obtener el hietograma de diseño.

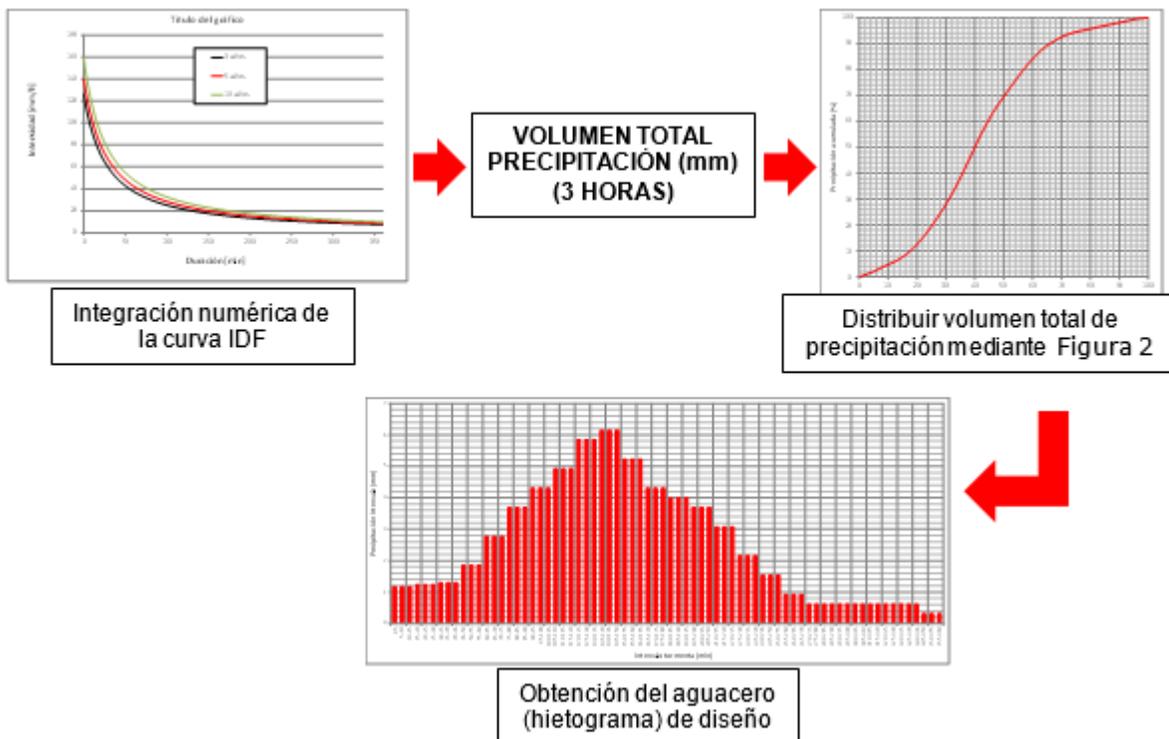
Figura 10. Distribución de la lluvia 6 horas

Tiempo Acumulado (minutos)	(%)	Precipitación Acumulada (%)
0	0	0
10	5.6	2.4
20	11.1	5.1
30	16.7	8.8
40	22.2	15.1
50	27.8	23.8
60	33.3	34.2
70	38.9	47
80	44.4	59.6
90	50	69.4
100	55.6	77.9
110	61.1	85.4
120	66.7	90.4
130	72.2	93.6
140	77.8	95.1
150	83.3	96.5
160	88.9	97.8
170	94.4	99.2
180	100	100



FUENTE: NORMA Ns-085 EAAB

Figura 11. Diagrama obtención de hietograma



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

5.1.6 Transformación lluvia escorrentía – Hidrograma unitario del SCS

A partir de varias series de hidrogramas reales correspondientes a cuencas de diversos tamaños, ubicadas en distintos sitios de los Estados Unidos, el SCS desarrolló un hidrograma unitario sintético adimensional el cual es función del área, la pendiente de la cuenca y que es válido para una lluvia de una duración determinada. En este hidrograma, el caudal máximo se expresa en términos del área de drenaje (A) en kilómetros cuadrados, y el tiempo al pico (T_p), a partir de la siguiente ecuación:

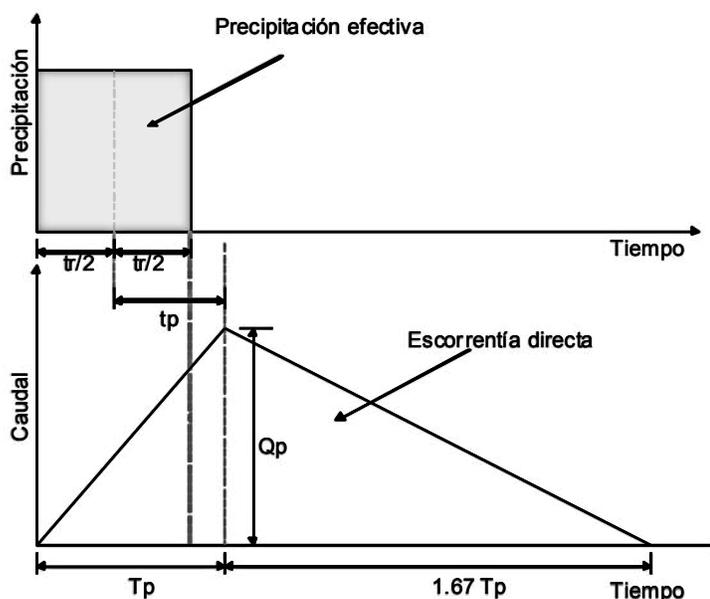
$$Q_p = \frac{2.08A}{T_p}$$

Donde

$$T_p = \frac{tr}{2} + tp$$

Donde tr es el tiempo de duración de la lluvia y tp el tiempo de rezago o de retardo de la cuenca que se define como el tiempo comprendido entre el centroide del hidrograma de precipitación de exceso y el pico del caudal en el hidrograma. Cuando se conoce el tiempo de concentración (T_c), es posible determinar el tiempo de retardo asumiendo que $tr = 0.6T_c$.

Figura 12. Esquema del Hidrograma unitario del SCS.



Fuente: Propia, 2023.

El tiempo de retardo o rezago (T_{lag}) puede ser calculado a través de la siguiente ecuación:

$$T_{lag} = L^{0.8} \frac{\left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7}}{1900\sqrt{Y}}$$

Donde T_{lag} es el tiempo de retardo en horas, L es la longitud hidráulica en pies, CN es el número de Curva, e Y es la pendiente en porcentaje.

5.1.7 Propiedades De Las Sub-Cuencas

Con el fin de determinar el caudal, es necesario delimitar las áreas de drenaje del sistema troncal pluvial, siendo estas el insumo principal para el cálculo del caudal para cada uno de los tramos de la red troncal. A continuación, se muestra en detalle la delimitación de las mismas y los distintos parámetros calculados para cada una.

5.1.8 Delimitación Áreas De Drenaje Pluvial

Para la delimitación de áreas aferentes se utilizó la información suministrada por la EAAB ESP de las redes existentes. Se utilizaron las capas de red troncal y red local para identificar los principales tramos que componen la red troncal dentro de la Actuación Estratégica.

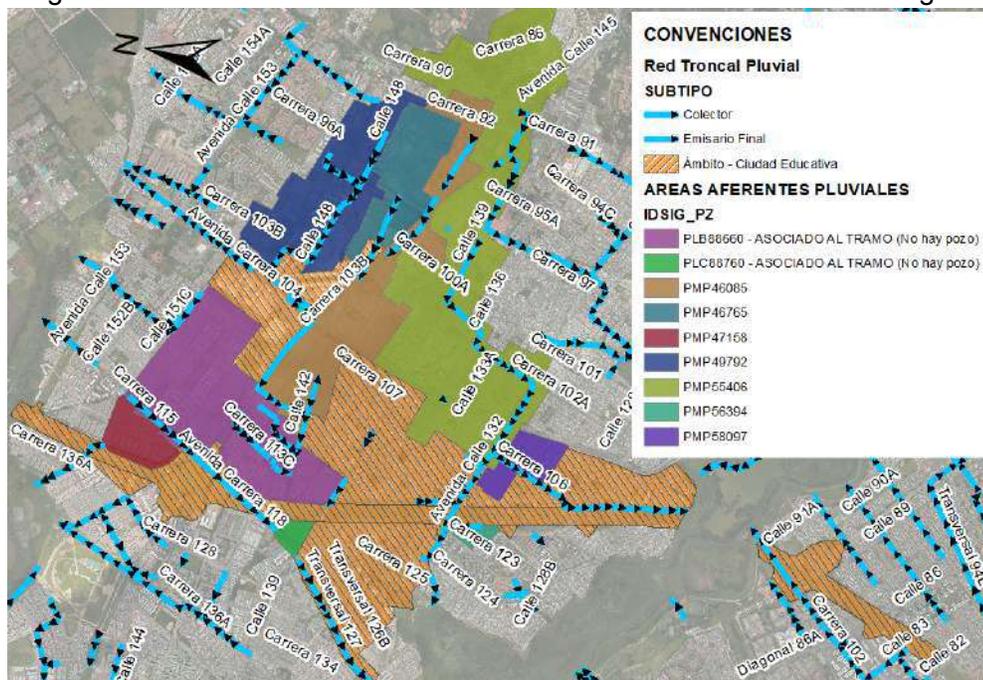
Figura 13. Redes Troncales en la Actuación Estratégica.



FUENTE: PROPIA, 2023.

Luego de identificar los tramos de la red troncal, se trazó el área aferente para cada uno de los tramos que reciben aportes pluviales teniendo en cuenta las áreas aferentes locales.

Figura 14. Áreas aferentes a redes Troncales en la Actuación Estratégica.



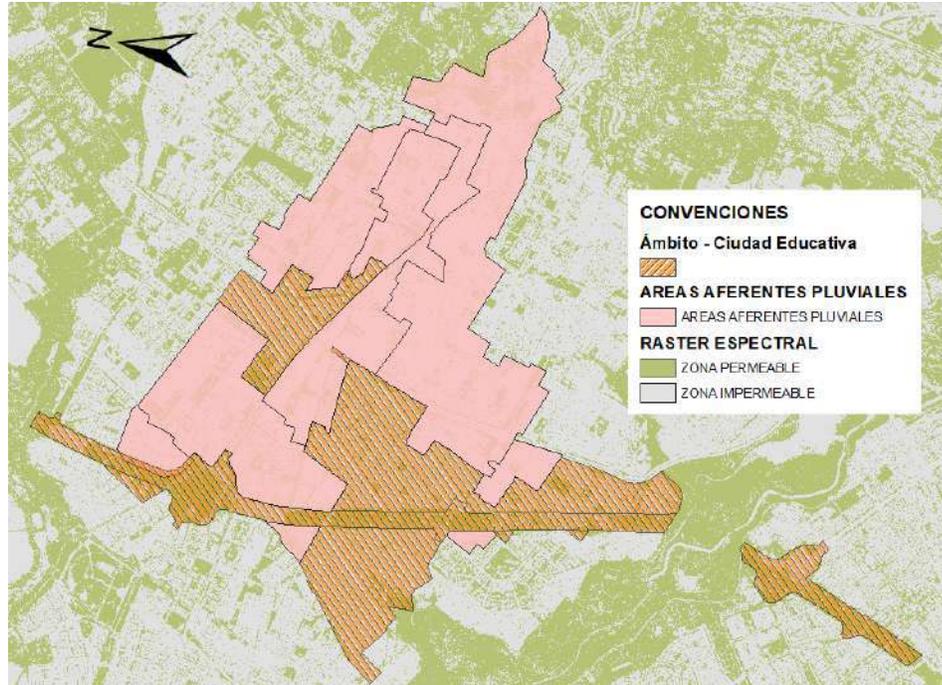
FUENTE: PROPIA, 2023.

5.1.9 Porcentaje De Área Impermeable Y Número De Curva (Cn)

Para la determinación del porcentaje de área impermeable se realizó una clasificación raster supervisada en el programa ArcGIS a partir de una imagen Satelital de la ciudad de Bogotá del año 2014, obtenida del Web Map Service de la Unidad Administrativa Especial de Catastro Digital (IDECA).

En la siguiente figura, se muestra el resultado de la clasificación realizada para la determinación del porcentaje de área impermeable para las áreas de la red troncal pluvial de la Actuación Estratégicas. Este análisis fue realizado de manera desagregada para área.

Figura 15. Zonas permeables impermeable en la Actuación Estratégica.



Fuente: Propia, 2023.

El número de curva (CN) es una medida del potencial de producción de escorrentía del suelo en cuestión. Suelos con alto potencial de generación de escorrentía tienen valores de CN más altos. La definición de este factor está en función del tipo de suelo, la impermeabilidad de la zona y del tipo de cobertura del terreno, y en principio no varían de tormenta a tormenta. Estas características determinan la fracción de lluvia que efectivamente se convierte en escorrentía. Este parámetro se calculó de manera ponderada según las áreas de cada uso. Se adoptó un CN de 80 para las superficies permeables urbanas y 56 en áreas permeables rurales, mientras que para las superficies impermeables se adoptó un CN de 98 que corresponde a parqueaderos, techos y zonas pavimentadas; en ambos casos se consideró un suelo del grupo hidrológico D, que corresponde a suelos que presentan tasas bajas de infiltración. Los valores adoptados se encuentran de acuerdo con lo establecido en el cuadro 2 de la norma de diseño de alcantarillados NS-085.

5.1.10 Precipitación Máxima 24 Horas

La precipitación máxima en 24 horas representa el volumen máximo de precipitación registrado en un día, este dato se extrae a partir de un estudio suministrado por le Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB, realizado por La Dirección de Ingeniería Especializada (DIE) a principios del año 2020 para la actualización de la norma NS-085. La DIE consideró oportuno realizar un análisis de la información disponible y desarrollar mapas de isolíneas de precipitación máxima en 24 horas para toda la ciudad de Bogotá para distintos períodos de retorno (TR=10 años y TR=100 años), de tal manera que pudieran ser empleados como uno de los insumos para los proyectos de modelación hidráulica e hidrológica, además de las revisiones que se adelantan al interior del área.

La consultoría trabajará con la imagen correspondiente al periodo de retorno de 10 años que cuenta con su ubicación geográfica para todo Bogotá, la cual se cruza geográficamente con el área de la Actuación Estratégica analizada, dando como resultado un promedio de precipitación máxima.

5.1.11 Tormenta De Diseño

Posterior al cálculo de las precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes tiempos de retorno, se determinaron las zonas de influencia para cada una de las áreas pluviales mostradas en la Ilustración 17. La influencia de cada estación sobre un área pluvial fue determinada por medio de la herramienta Thiessen Polygon del software ArcMap, tal como se mostró en la Ilustración 8. La distribución del volumen de lluvia hallado por medio del análisis de frecuencia se realizó a partir de la distribución temporal mostrada en la Ilustración 19, la cual es sugerida en la norma de diseño de alcantarillado (NS-085) de la EAAB ESP. Esta distribución temporal fue obtenida del análisis de eventos históricos de precipitación registrados en la ciudad de Bogotá.

6 ALCANTARILLADO SANITARIO

6.1 CONSIDERACIONES GENERALES

De acuerdo con la norma NS-085, El volumen de aguas residuales aportadas a un sistema de recolección y evacuación presenta los siguientes parámetros.

- Aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales.
- Su estimación debe basarse en lo posible, en información histórica de consumos o patrones de consumo, mediciones periódicas y evaluaciones.

6.2 HORIZONTE O PERIODO DE DISEÑO

La capacidad del sistema residual debe estar determinada de acuerdo con la población actual y la población futura estimada partir de los estudios de población y demanda elaborados de acuerdo a la norma NS-031 para la condición de saturación. A continuación, se resumen los parámetros presentados en la norma NS-031 para la estimación de la población para la realización de diseños.

6.3 ESTUDIOS DE POBLACIÓN Y DEMANDA DE AGUA

6.3.1 Proyección de la población, viviendas y establecimientos no residenciales.

Con base en la información obtenida de las características de los predios que se encuentran involucrados en el diseño, se debe realizar un modelo de proyección que permita establecer las condiciones futuras poblacionales en el área. Para todas las zonas de estudio debe verificarse que las proyecciones de población no superen las densidades máximas de saturación previstas para la localidad, esto de acuerdo a las normas urbanísticas, planes de ordenamiento territorial y reglamentación vigente de la distribución espacial de la población, viviendas y establecimientos residenciales UPZ

Las proyecciones de población se deben realizar año a año, hasta alcanzar el horizonte del proyecto, definido por la población de saturación en los proyectos de alcantarillado. La ocupación promedio por estrato según el estudio de demanda y población para la ciudad de Bogotá se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 7. Ocupación por vivienda y por usuario

Estrato	Número de Habitantes por Vivienda	Número de Habitantes por Usuario
1	4.1	5.5
2	3.6	4.9
3	3.4	4.5

Estrato	Número de Habitantes por Vivienda	Número de Habitantes por Usuario
4	2.5	3.4
5	2.8	3.7
6	2.3	3.1

FUENTE: NORMA NS-085 EAAB

El valor de habitantes por vivienda se utilizará para las proyecciones de vivienda nueva. Para las áreas existentes se utilizará los valores presentados en la tabla anterior, para número de habitantes por usuario.

6.3.2 Distribución espacial de la demanda

Con base en la información determinada a través de los valores de habitantes por usuario y por vivienda se debe realizar una distribución espacial de la demanda de acuerdo a una base de datos que contenga información urbanística y socioeconómica, a partir de esta base de datos se debe generar un modelo que permita simular el desarrollo y el cambio poblacional del sector año a año presentando como se desarrollarán los sectores residenciales, comerciales, etc.

6.3.3 Dotación Neta (Consumo per cápita)

Para el área de estudio se deben clasificar los usuarios residenciales por estrado, con esta clasificación se deben determinar los consumos por cuenta m³ /vigencia, de acuerdo con el estudio de población y demanda vigente para la ciudad de Bogotá y municipios aledaños. En la siguiente tabla se presentan las dotaciones netas facturadas y las dotaciones netas reales clasificadas por estrato.

Tabla 8. Dotación neta facturada y dotación neta real

Estrato	Dotación Neta facturada L/hab-día	Dotación Neta real L/hab-día
1	70	85
2	75	90
3	75	90
4	100	115
5	100	120
6	140	165

FUENTE: NORMA NS-085 EAAB

6.4 CAUDAL DEL DISEÑO

El caudal de diseño de cada tramo se obtiene sumando el caudal máximo horario del día máximo (Q_{MH}), los aportes por infiltraciones y por conexiones erradas.

$$Q_{DT} = Q_{MHf} + Q_{INF} + Q_{CE}$$

Dónde

Q_{DT} = Caudal de diseño para cada tramo de la red

Q_{MHf} = Caudal Máximo de saturación

Q_{INF} = Caudal por infiltraciones

Q_{CE} = Caudal por conexiones erradas

Cuando el caudal de diseño calculado para el tramo sea menor a 1.5 L/s, debe adoptarse este último valor como caudal de diseño para dimensionar las tuberías de sistemas de alcantarillado de aguas residuales.

6.5 CAUDAL MEDIO DIARIO

El caudal medio diario de aguas residuales (Q_{MD}) para un tramo con área de drenaje dada es la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales.

$$Q_{MD} = Q_D + Q_I + Q_C + Q_{IN}$$

Dónde

Q_{MD} = Caudal medio diario de aguas residuales

Q_D = Caudal de aguas residuales domésticas

Q_I = Caudal de aguas residuales industriales

Q_C = Caudal de aguas residuales comerciales

Q_{IN} = Caudal de aguas residuales institucionales

Q_{MD} debe ser estimado para las condiciones iniciales Q_{MDI} y de saturación, Q_{MDS} de operación del sistema. En los casos donde las contribuciones industriales, comerciales e institucionales sean marginales con respecto a las domésticas, pueden ser estimadas como un porcentaje de los aportes domésticos.

6.5.1 Caudal de aguas residuales domésticas (l/s)

El cálculo del caudal se realiza utilizando la proyección de la población en la zona objeto de diseño.

$$Q_D = \frac{C_R * P * D_{NETAREAL}}{86400}$$

Dónde

Q_D = Caudal de aguas residuales domésticas

C_R = Coeficiente de retorno

P = Población proyectada al periodo de diseño

$D_{NETAREAL}$ = Demanda neta real de agua potable proyectada por habitante

En caso de que la demanda de agua potable se haya hecho haciendo uso de la proyección de los suscriptores del servicio en el área de objeto del proyecto del sistema de alcantarillado, el caudal de diseño de aguas residuales domésticas se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$Q_D = \frac{C_R * P_S * D_{NETAFACURADA}}{(1 - p) * 30}$$

Dónde

Q_D = Caudal de aguas residuales domésticas

C_R = Coeficiente de retorno

P_S = Número de suscriptores proyectados al periodo de diseño

$D_{NETAFACURADA}$ = Demanda neta facturada de agua potable proyectada

p = Porcentaje de pérdidas comerciales en la red de distribución de agua potable

En zonas residenciales se debe tomar un coeficiente de retorno de 0.85.

6.6 CAUDALES DENTRO DE LAS ÁREAS ESTRATÉGICAS (SANITARIO)

Para las áreas estratégicas se requiere la población proyectada definida por los formuladores AE, la distribución de la población dentro de las zonas del proyecto depende de lo que definan los formuladores, en caso de que lo anterior no se especifique, la consultoría hará una distribución uniforme de la población dentro del área y finalmente, conociendo el número de habitantes y su distribución espacial, se desarrollará la metodología definida por la EAAB en la NS-031 para hallar los caudales futuros.

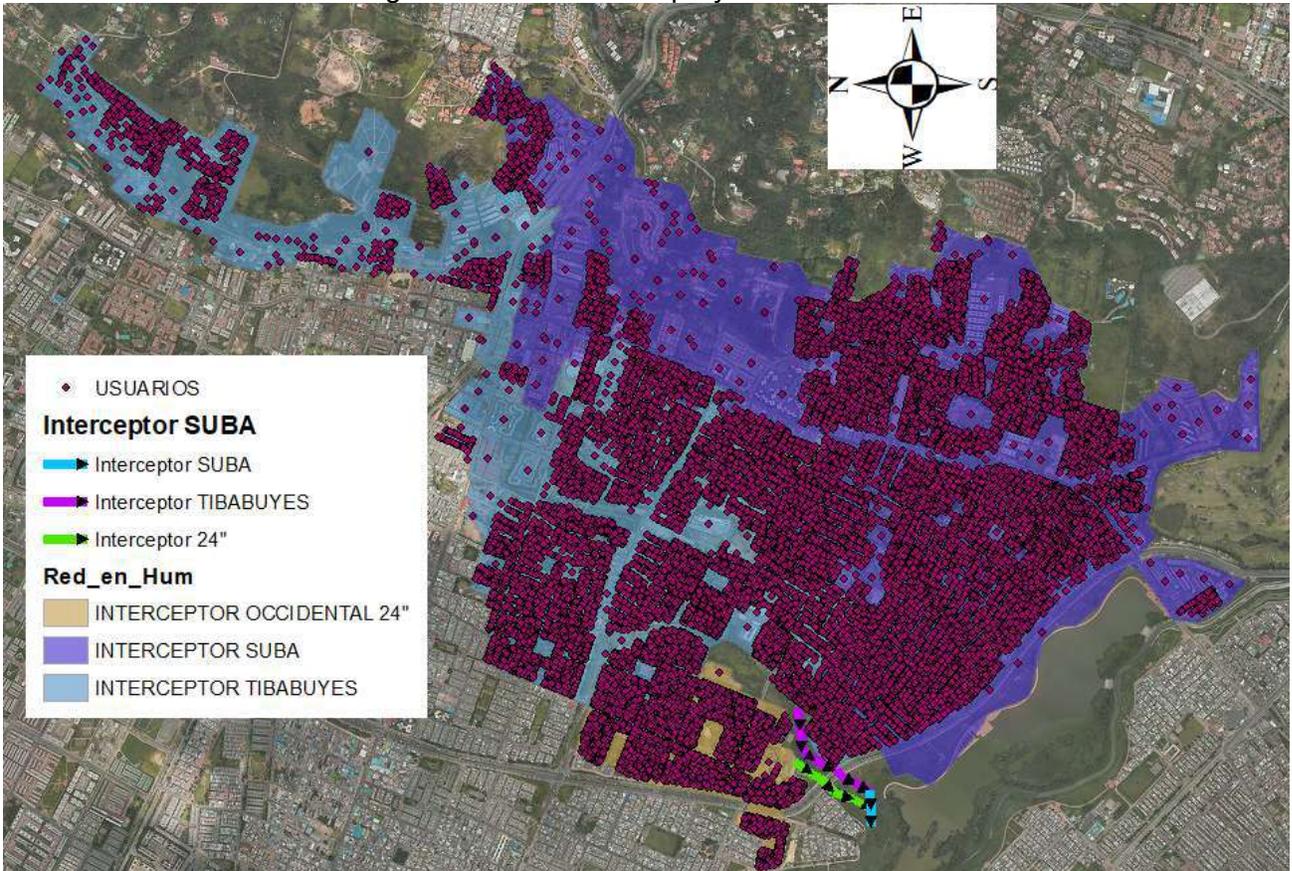
6.7 CAUDALES FUERAS DE LAS ÁREAS ESTRATÉGICAS (SANITARIO)

Para las áreas aferentes aguas arriba que se encuentran fuera de las áreas estratégicas, la consultoría estableció una metodología que toma en cuenta la edificabilidad actual y los registros de demandas por usuarios, los cuales se encuentran dentro de la información comercial de usuarios suministrada por la empresa EAAB ESP.

6.7.1 ANÁLISIS DE REGISTROS DE CONSUMO POR USUARIO

El primer paso para el cálculo del caudal actual consiste en analizar la información de usuarios de la base comercial de suscriptores realizada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB, para esto, se extraen los usuarios que están dentro de las áreas aferentes de las redes a analizar, el resultado de este proceso se agrega en los anexos tipo Shape con el nombre de Usuarios. A continuación, se muestra una imagen con el resultado de este proceso.

Figura 16. Usuarios del proyecto – Cuencas



Fuente: Propia, 2023.

Dentro de los atributos por usuario encontramos información de interés, la cual es requerida para el cálculo de caudales y se describe a continuación:

- **Consumos.** Son los registros de los volúmenes de agua consumidos por cada usuario, los datos se presentan en (m^3 / (Vigencia = 2 meses)), estos registros corresponden a las vigencias del 2022 y 2023.
- **Estrato socioeconómico.** De igual manera que con los usos del suelo por usuario, la EAAB registra de manera particular los estratos socioeconómicos por usuario, por tal motivo se usa la información de la base comercial.

De lo anterior, el uso del suelo y la estratificación se consideran datos fijos, los cuales no van a cambiar durante el análisis de la información de usuarios, Al determinar todos los consumos máximos por usuario, se totalizan para conocer el consumo de toda la cuenca, se procede a

transformar de (m³/2 meses) a Litros/Segundo (l/s) y este valor es afectado por el coeficiente de retorno el cual es de 85%, el cual se asigna al pozo aguas arriba del área estratégica.

6.8 DETERMINACIÓN DE POBLACIÓN FUTURA POR ÁREA AFERENTE (SANITARIO)

Para la proyección de la población que se encuentra fuera de la actuación estratégica, se utilizará la información de las proyecciones del DANE por UPZ para la ciudad de Bogotá, en donde se toma como información base la población de las UPZ de los años comprendidos entre 2018 y 2024.

6.8.1 MÉTODOS DE PROYECCIÓN

Para la proyección de la población se utilizarán los métodos establecidos en la resolución 330 de 2017, en particular se implementarán los métodos, aritmético, geométrico y exponencial.

6.8.1.1 PROYECCIÓN MÉTODO ARITMÉTICO

La ecuación para calcular la población proyectada a través del método aritmético es la siguiente:

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} * (T_f - T_{uc})$$

Dónde:

P_f es la población (Hab) correspondiente al año para el que se quiere proyectar la población.

P_{uc} es la población (Hab) correspondiente al último año censado con información

P_{ci} es la población (Hab) correspondiente al censo inicial con información

T_{uc} es el año correspondiente al último año censado con información

T_{ci} es el año correspondiente al censo inicial con información

T_f es el año al cual se quiere proyectar la información.

6.8.1.2 PROYECCIÓN MÉTODO GEOMÉTRICO

Es útil en poblaciones que muestren una importante actividad económica, que genera un apreciable desarrollo y que poseen importantes áreas de expansión las cuales pueden ser dotadas de servicios públicos sin mayores dificultades. La ecuación que se emplea es:

$$P_f = P_{uc} * (1 + r)^{(T_f - T_{uc})}$$

$$r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{(T_{uc} - T_{ci})}}$$

Dónde:

- P_f es la población (Hab) correspondiente al año para el que se quiere proyectar la población
- P_{uc} es la población (Hab) correspondiente al último año censado con información
- T_{uc} es el año correspondiente al último año censado con información
- T_f es el año al cual se quiere proyectar la información.
- r es la tasa de crecimientos anual en forma decimal.
- P_{ci} es la población (Hab) correspondiente al censo inicial con información
- T_{ci} es el año correspondiente al censo inicial con información

6.8.1.3 PROYECCIÓN MÉTODO ARITMÉTICO

Para la implementación de este método se requiere conocer por lo menos tres datos de censos para poder determinar el promedio de la tasa de crecimiento de la población, en donde el último censo corresponde a la proyección del DANE. Se recomienda su aplicación a poblaciones que muestren apreciable desarrollo y posean abundantes áreas de expansión. La ecuación empleada por este método es la siguiente:

$$P_f = P_{ci} * e^{k * (T_f - T_{ci})}$$

$$k = \frac{\ln(P_{cp}) - \ln(P_{ca})}{(T_{cp} - T_{ca})}$$

Dónde:

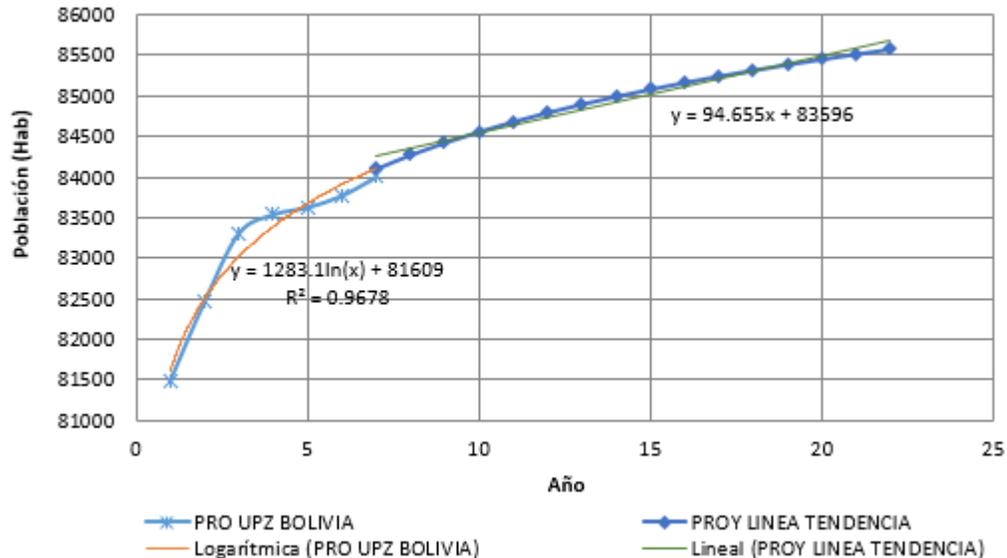
- P_f es la población (Hab) correspondiente al año para el que se quiere proyectar la población
- P_{cp} es la población (Hab) correspondiente censo posterior (proyección del DANE)
- P_{ca} es la población (Hab) correspondiente censo censo anterior (habitantes).
- T_{cp} es es el año correspondiente al censo posterior
- T_{ca} es es el año correspondiente al censo anterior
- L_n corresponde al logaritmo natural o neperiano
- T_f es el año al cual se quiere proyectar la información.
- T_{ci} es el año correspondiente al censo inicial con información

6.8.1.4 PROYECCIÓN DANE

A partir de los datos de población dados por el DANE para las diferentes UPZ se realizará la proyección de la población graficando estos datos a través del tiempo y asignando una línea de tendencia para cada UPZ con la cual se proyectará la población al año horizonte del proyecto.

Figura 17. Proyecciones DANE

PROYECCIÓN TENDENCIA - DANE

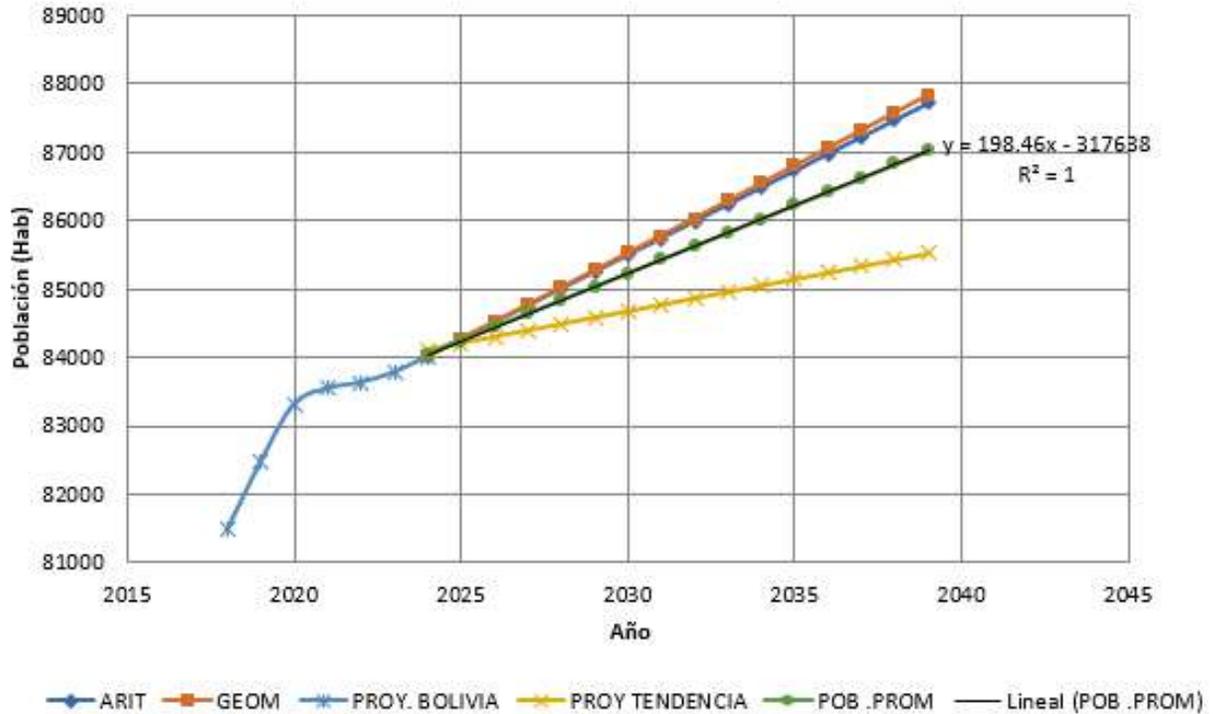


FUENTE: PROPIA, 2023.

6.8.2 DETERMINACIÓN DEL MÉTODO DE PROYECCIÓN

Para la determinación de la población futura, se utilizará el promedio de las proyecciones realizadas con los diferentes métodos de proyección de población para este promedio se determinará una línea de tendencia y una ecuación de crecimiento que se establecerá para cada UPZ.

Figura 18. Métodos de Proyección



Fuente: Propia, 2023.

De esta manera a partir de la información de usuarios dada por la EAAB se realizará la proyección de la población.

7 PARÁMETROS DE DISEÑO HIDRÁULICO

A pesar de que el alcance del proyecto es el predimensionamiento de las redes troncales que se encuentran en el área de influencia de las diferentes actuaciones estratégicas, es necesario tener en cuenta los diferentes parámetros hidráulicos presentados en la normatividad a fin de obtener resultados ajustados que permitan estimar costos y de esta manera realizar la proyección de las redes que son necesarias para la atención de los habitantes de estas zonas de Bogotá. A continuación, se presenta un resumen de los parámetros hidráulicos presentados en la normatividad que serán tenidos en cuenta para el prediseño de las redes.

7.1 MÉTODO DE ANÁLISIS HIDRÁULICO

De acuerdo con la Norma NS-085:

- Los colectores y canales abiertos deben diseñarse como conducciones a flujo libre por gravedad.
- El tamaño y la pendiente de un colector deben ser adecuados para conducir el caudal de diseño.
- La pendiente del colector debe ser la adecuada para evitar la sedimentación de sólidos para las condiciones iniciales de servicio. y garantizar su adecuada operación y funcionalidad.
- El diámetro de la tubería que debe tenerse en cuenta para el diseño es el diámetro interno real.

7.2 ECUACIONES PARA ANÁLISIS HIDRÁULICO

LA norma NS-085 de la EAAB establece que, para los casos en los cuales proceda el cálculo con flujo uniforme, para el análisis hidráulico de colectores de alcantarillado se empleará la ecuación de Manning:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R_{\text{HID}}^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V	=	Velocidad promedio del flujo [m/s]
n	=	Coefficiente de rugosidad de Manning (adimensional) [-]
R _{HID}	=	Radio hidráulico (Área mojada/Perímetro mojado) [m]
S	=	Pendiente del colector o conducto [m/m]

Vale la pena mencionar que los programas de modelación hidráulica empleados por la EAAB también emplean la ecuación de Manning para el análisis hidráulico de conductos que funcionan a flujo libre.

Por otra parte, aunque no se menciona en la normatividad de la EAAB, para el análisis hidráulico es igualmente importante la aplicación de la ecuación de continuidad:

$$Q = A \times V$$

Donde:

Q	=	Caudal [m ³ /s]
V	=	Velocidad promedio del flujo [m/s]
A	=	Área de la sección transversal del flujo [m ²]

7.3 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

De acuerdo con lo establecido en la norma NS-085, los siguientes son los valores del coeficiente n, el coeficiente de rugosidad de Manning (n) aceptados por la Empresa para los diseños hidráulicos (conductos cerrados):

Tabla 9. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning n para conductos cerrados

Característica interna del Material*	n
Interior Liso	0.010
Interior Semi-rugoso	0.013
Interior Rugoso	0.015
*Clasificación de n de Manning creada por el Acueducto de Bogotá. Se relaciona con las propiedades físicas del material y permite realizar diseños con propiedades genéricas (no con marcas) y da la posibilidad de elegir el material a utilizar de acuerdo con las condiciones de mercado.	

7.4 FUENTE: NORMA NS-085 EAAB

7.5 PENDIENTES

De acuerdo con la norma NS-085, la pendiente de los conductos y canales deberá seleccionarse de tal manera que se ajuste a la topografía del terreno y que, en lo posible, no produzca velocidades que estén por fuera de las especificadas para alcantarillados pluviales o sanitarias. En los tramos en que la pendiente natural del terreno sea tan pronunciada que pueda ocasionar velocidades mayores que las permitidas, se debe proveer al colector de un número suficiente de estructuras de caída para los tramos cortos resultantes tengan la pendiente adecuada.

7.6 VELOCIDAD MÍNIMA

La norma NS-085 no establece una velocidad mínima de flujo fija, sino que recomienda que la velocidad mínima en el sistema debe ser aquella que permita tener condiciones de auto limpieza para lo cual es necesario utilizar el criterio de esfuerzo tractivo (cortante medio), el cual está dado por la siguiente ecuación:

$$\tau = \gamma \cdot R_{HID} \cdot S$$

Donde:

τ	=	Esfuerzo tractivo (cortante medio) [N/m ²]
γ	=	peso específico del agua [N/m ³]
R_{HID}	=	Radio hidráulico (Área mojada/Perímetro mojado) [m]
S	=	Pendiente del colector o conducto [m/m]

Para alcantarillados sanitarios la norma NS-085 establece lo siguiente:

- El valor del esfuerzo cortante medio sea mayor o igual a 1.5 N/m² para tuberías de diámetro nominal menor que 450 mm.
- el valor del esfuerzo cortante medio sea mayor o igual a 2.0 N/m² para tuberías de diámetro nominal mayor que 450 mm.

Para alcantarillados pluviales la norma NS-085 establece lo siguiente:

- El valor del esfuerzo cortante medio sea mayor o igual a 3.0 N/m² para el caudal de diseño y 1.5 N/m² para el 10% de la capacidad del tubo lleno.

7.7 VELOCIDAD MÁXIMA

De acuerdo con la norma NS-085, los valores máximos permisibles para la velocidad máxima en los colectores y canales dependen del material, en función de su sensibilidad a la abrasión. Para canales excavados en tierra el diseñador debe sustentar las velocidades máximas adoptadas, pero de ningún caso podrán ser mayores de 2 m/s. En la siguiente tabla se presentan los valores máximos permisibles por tipo de material.

Tabla 10. Velocidades máximas permisibles por tipo de material

Material	Velocidad máxima permisible (m/s)*
Conductos cerrados	
Concreto fundido in situ (box culvert)	5.00
Concreto prefabricado (tuberías)	6.00
PVC - PEAD*	9.00
Fibra de vidrio GRP.	4.00
Conductos abiertos	

Material	Velocidad máxima permisible (m/s)*
Conductos cerrados	
Canal revestido de ladrillo	3.00
Canal revestido de concreto	5.00
Canal revestido en piedra pegada	4.00
Canal excavado en tierra	Es función del suelo y debe ser sustentado.

*Si la velocidad es superior a 6 m/s deberá contemplarse la utilización de pozos de inspección en materiales plásticos o con recubrimientos plásticos debidamente anclados y diseñados para soportar los esfuerzos que puedan generarse por la presencia de altas velocidades en el sistema. De igual forma deberá garantizarse que la cimentación de la tubería sea la adecuada para garantizar su estabilidad en pendientes altas.

FUENTE: NORMA NS-085 EAAB

En el caso de que el fabricante de los elementos certifique una velocidad máxima menor a la especificada en el cuadro anterior para efectos del diseño solo se podrá tomar la certificada por el fabricante.

7.8 DIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN

El diseño debe establecer la profundidad de flujo máxima en cada una de las tuberías, con el fin de permitir una adecuada aireación de las aguas pluviales y residuales. La tabla siguiente presenta la relación entre la profundidad de flujo y el diámetro para diferentes rangos. La relación máxima profundidad versus diámetro (y/D), se debe calcular con el caudal máximo de diseño.

Tabla 11. Relación máxima de tubo y/\varnothing para sistemas pluviales y sanitarios

Diámetro real interno (mm)	Relación máxima y/D (%)
Menor que 500	70
Entre 500 y 1000	80
Mayor que 1000	85

FUENTE: NORMA NS-085 EAAB.

Otros aspectos generales a tener en cuenta para el dimensionamiento de la sección de las tuberías son:

- Todos los cálculos y las comprobaciones de relaciones hidráulicas deben hacerse con el diámetro real interno de la tubería.
- **En ningún caso deben realizarse conexiones directas entre tuberías domiciliarias y tuberías de diámetros mayores que 600 mm nominales de la red pública de aguas residuales.**

- Se deben contemplar las medidas necesarias para garantizar que el funcionamiento a presión de la tubería no constituye una amenaza de inundación para la zona objeto del diseño y, en caso necesario, se deberán incluir estructuras anti-reflujo.

Por otra parte, para el diseño de box culverts, la lámina de agua no debe superar el 90% de la altura interna del mismo y para canales se deben tener las previsiones apropiadas del borde libre dependiendo de si el nivel de diseño de la superficie de agua se encuentra por debajo o por encima del nivel del terreno natural.

7.9 DIÁMETRO MÍNIMO

En las redes de recolección y evacuación de aguas residuales, la sección circular es la más usual para los colectores, principalmente en los tramos iniciales. El diámetro nominal mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales es 200 mm (8”).

En cuanto al sistema pluvial la norma NS-085 establece que el diámetro mínimo permitido para los colectores sanitario es de 300mm.

8 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

8.1 ALCANCE GENERAL

El alcance general de esta Consultoría comprende la evaluación de la infraestructura troncal existente con base en los directrices de la Actuación Estratégica identificada como “Ciudadela Educativa y del Cuidado”, con base en esto realizar los diseños a nivel conceptual de las redes de alcantarillado sanitario y pluvial complementarias con el fin de asegurar la correcta prestación del servicio.

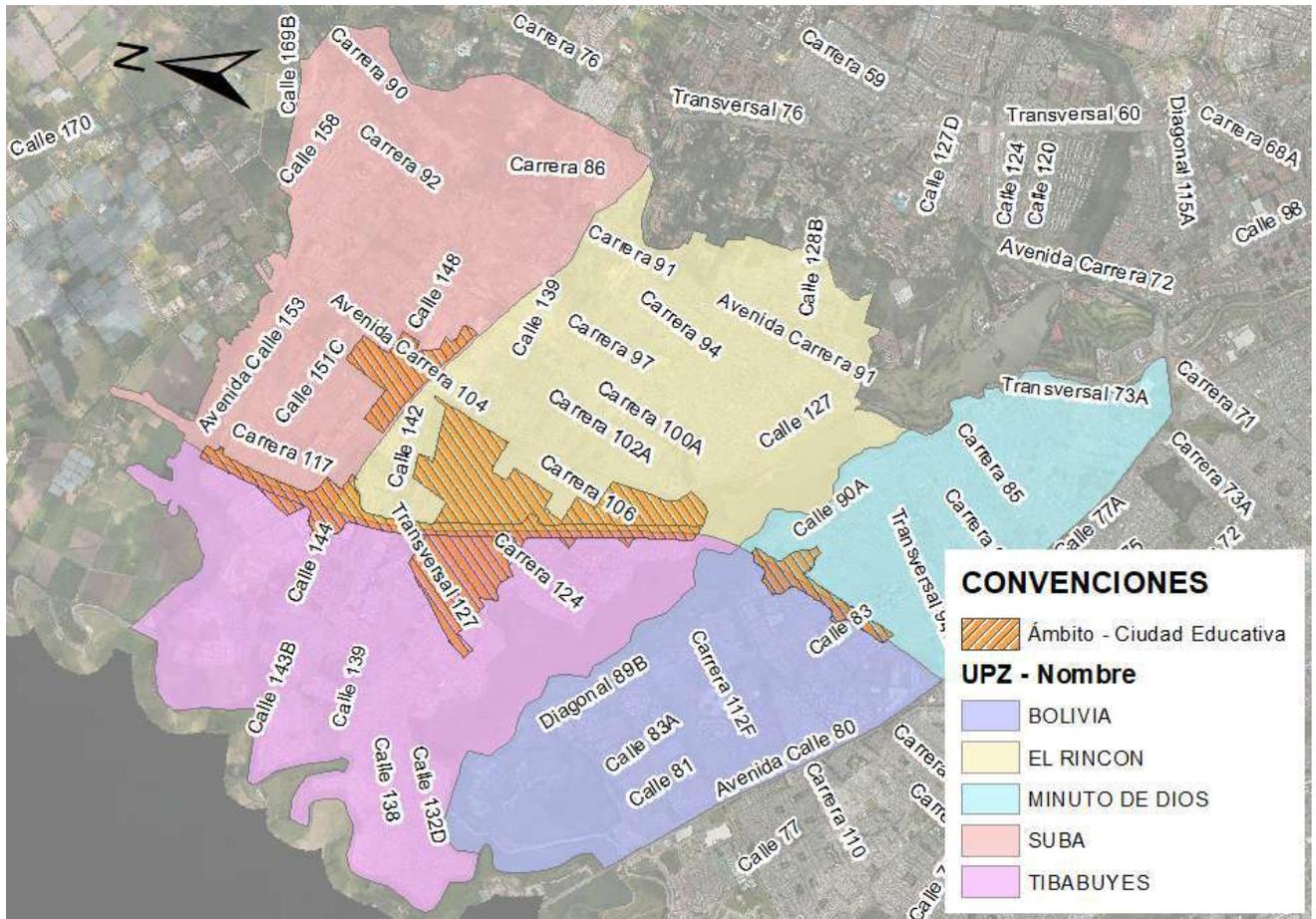
Los diseños se consideran como conceptuales o a nivel de pre factibilidad debido a que las definiciones para cada una de las Actuaciones Estratégicas a la fecha no cuentan con información detallada, y adicional a lo anterior los insumos o la base técnica recopilada por la consultoría se clasifican como información secundaria, ya que estos no son obtenidos en su totalidad con mediciones en campo tales como: catastro de redes, topografía detallada, nivelación de pozos, estudios hidrológicos, identificación y catastro de redes secas, etc. Cabe aclarar que, al ser diseños a nivel de pre factibilidad estos no tendrán en cuenta las posibles interferencias con otras redes o la infraestructura existente, y los trazados de las redes se realizarán de tal manera que se generen el menor número de interferencias.

8.2 UBICACIÓN



FUENTE: PROPIA, 2023.

El Ámbito de la Actuación Estratégica se encuentra ubicado en la Zona 1 de la EAAB, el proyecto se ubica sobre las UPZ'S: 27 Suba, 28 El Rincón, 29 Minuto de Dios, 71 Tibabuyes y 72 Bolivia. La Actuación Estratégica se ubica sobre el corredor verde entre los costados oriente y occidente de la carrera 118, entre la Avenida calle 153 hasta el Humedal Juan Amarillo, y al sur del Juan Amarillo hasta la calle 86. En la siguiente imagen se muestran las UPZ'S que se intersectan con el proyecto.



FUENTE: PROPIA, 2023.

En la siguiente tabla se presentan los códigos de las UPZ'S.

UPZ CÓDIGO	UPZ NOMBRE
UPZ - 27	SUBA
UPZ - 72	BOLIVIA
UPZ - 71	TIBABUYES
UPZ - 29	MINUTO DE DIOS
UPZ - 28	EL RINCON

FUENTE: PROPIA, 2023.

9 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

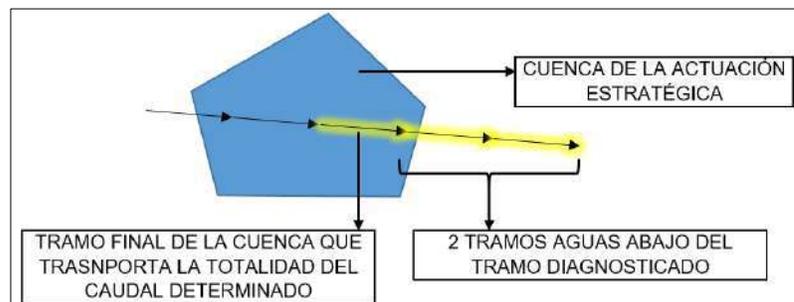
La información recopilada tiene fecha del 20 de octubre de 2023, información que se organiza según su aplicabilidad dentro del desarrollo del proyecto. A continuación, se presenta en la siguiente tabla donde se discrimina la información recibida.

	Carpeta 1	Carpeta 2	Carpeta 3	Carpeta 4
	Ámbitos propuestos	Directrices adoptadas resolución	Tabla aprovechamientos urbanos	Otros
Ciudadela educativa	Shape ámbito: Áreas con priorización . Ciudadela educativa MXD: Red peatonal, red matriz, etc.	GDB Directrices: Especialización directrices. Documento directrices: Actuación estratégica Ciudadela Educativa y del cuidado. Resolución 0074: Por la cual se adopta las Directrices para la definición de lo público para la formulación de la Actuación Estratégica Ciudadela Educativa..	Excel 1 escenario moderado: Usos y aprovechamientos urbanísticos, equipamientos. Excel 2 escenario tope: Usos y aprovechamientos urbanísticos, equipamientos. Excel 3 escenario moderado final: Usos y aprovechamientos urbanísticos, equipamientos.	Áreas permeables publicas PPTX y XLS Distribución usos UND funcional DWG, XLS y PDF. Información áreas privadas XLS Equipamientos usuarios XLS

La información a usar está contenida en los shapes asociados a los diferentes sistemas de alcantarillado (sanitario y pluvial), entre ellos las redes troncales, locales y pozos, adicionalmente, presentan los polígonos en formato shape de las Actuaciones Estratégicas. Por otro lado, se hace uso de la información dentro del documento de directrices y la resolución 0074 del 13 de enero de 2023, áreas permeables en formato PPTX y la distribución de usos y aprovechamientos urbanos en formato XLS, puntualmente analizando el escenario moderado final para la determinación del caudal sanitario.

10 DIAGNOSTICO DE REDES

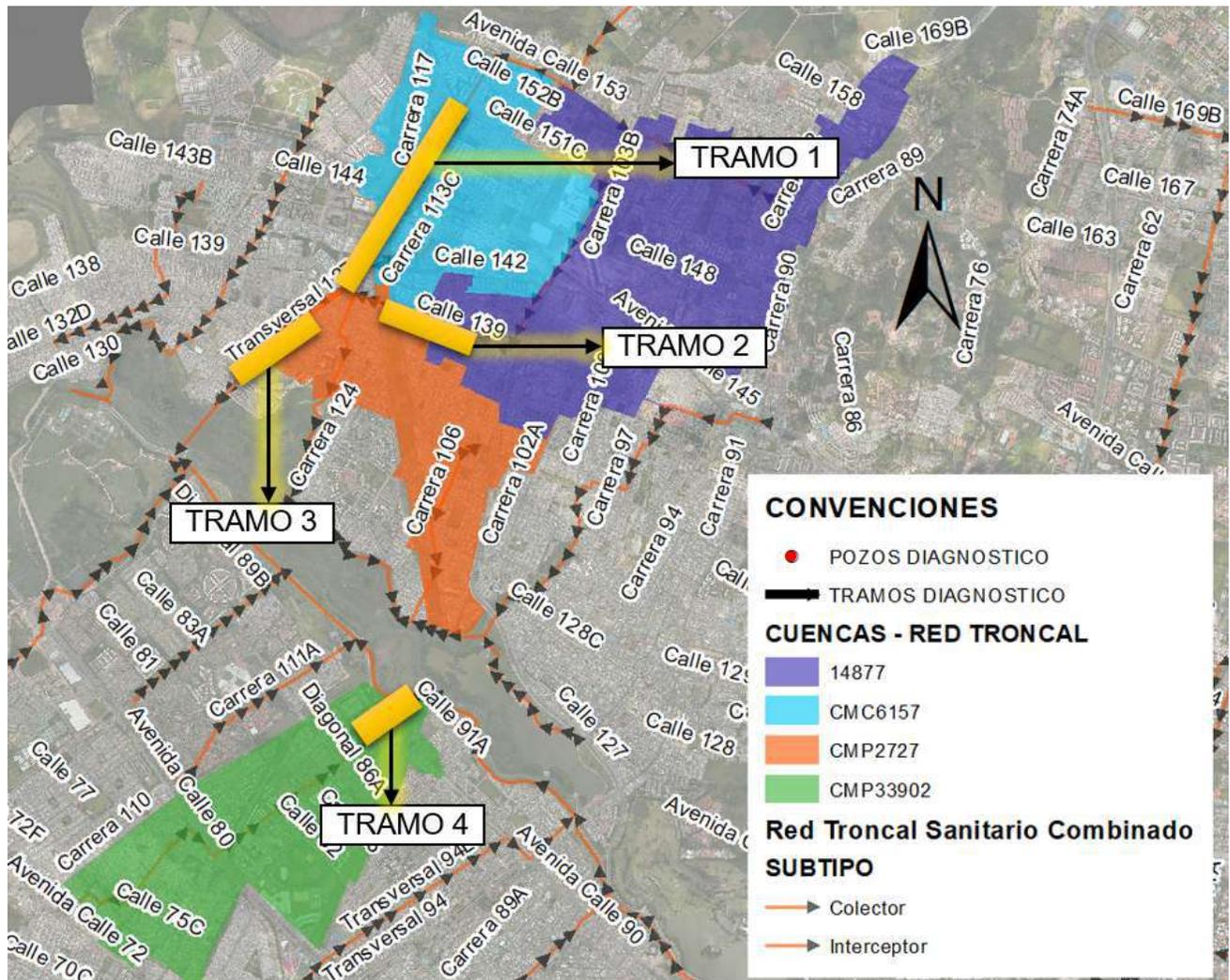
El periodo de diseño conceptual se proyecta desde 2024 al 2035 debido a que las proyecciones de población de las Actuaciones Estratégicas van hasta el 2035. Solo se evaluaron las redes troncales existentes a las que se las Actuaciones Estratégicas conectan, estos tramos de ubican al final de las cuencas de cada punto de evaluación, como se ve en el siguiente esquema.



Lo anterior aplica para los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial.

10.1 SANITARIO

En la siguiente imagen se presenta la localización de los tramos de redes sanitarias



10.1.1 RESULTADOS ANÁLISIS CAUDALES

Cuenca sanitaria 1

La siguiente cuenca limita al sur con la Calle 133^a, al nororiente con la Calle 170 y al noroccidente con la Calle 153. Al occidente con la Carrera 111Bis y al oriente con la Carrera 92. La cuenca descarga al pozo 14877. Se presentan a continuación, los límites de la cuenca sanitaria 1:

Figura 19. Cuenca Sanitaria 1.



FUENTE: PROPIA, 2023.

A continuación, se presentan los caudales provenientes de la cuenca analizada dentro del de la actuación estratégica:

Tabla 12. Caudal actuación estratégica - Cuenca sanitaria 1

Cuenca Dentro de actuación estratégica				
Pozo al que entrega a la cuenca	Área (ha)	Caudal 2024 L/s	Caudal 2035 L/s	Caudal Infil_Erra L/s
14877	31.68	14.74	14.74	0.00

*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega

FUENTE: PROPIA, 2023.

A continuación, se presentan los caudales provenientes de la cuenca analizada fuera de la Actuación Estratégica:

Tabla 13. Caudal área aferente - Cuenca sanitaria 1

Área aferente				
Pozo al que entrega a la cuenca	Área (ha)	Caudal 2024 L/s	Caudal 2035 L/s	Caudal Infil_Erra L/s
14877	281.35	119.57	134.17	112.54

* Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega

FUENTE: PROPIA, 2023.

Cuenca sanitaria 2

La siguiente cuenca limita al suroccidente con la Calle 139 y al suroriente con la Calle 141A y al norte con la Avenida Calle 153, al occidente con la Carrera 133 y al oriente con el Portal Suba y el Centro Comercial Fiesta Suba. La cuenca descarga al pozo CMC6157. Se presentan a continuación, los límites de la cuenca sanitaria 2:

Figura 20. Cuenca Sanitaria 2.


FUENTE: PROPIA, 2023.

A continuación, se presentan los caudales provenientes de la cuenca analizada dentro del de la actuación estratégica:

Tabla 14. Caudal actuación estratégica - Cuenca sanitaria 2

Cuenca Dentro de actuación estratégica				
Pozo al que entrega a la cuenca	Área (ha)	Caudal 2024 L/s	Caudal 2035 L/s	Caudal Infil_Erra L/s
CMC6157	58.76	27.90	27.90	0.00

*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega

FUENTE: PROPIA, 2023.

A continuación, se presentan los caudales provenientes de la cuenca analizada fuera de la Actuación Estratégica:

Tabla 15. Caudal área aferente - Cuenca sanitaria 2.

Área aferente				
Pozo al que entrega a la cuenca	Área (ha)	Caudal 2024 L/s	Caudal 2035 L/s	Caudal Infil_Erra L/s
CMC6157	124.23	75.66	84.90	49.69

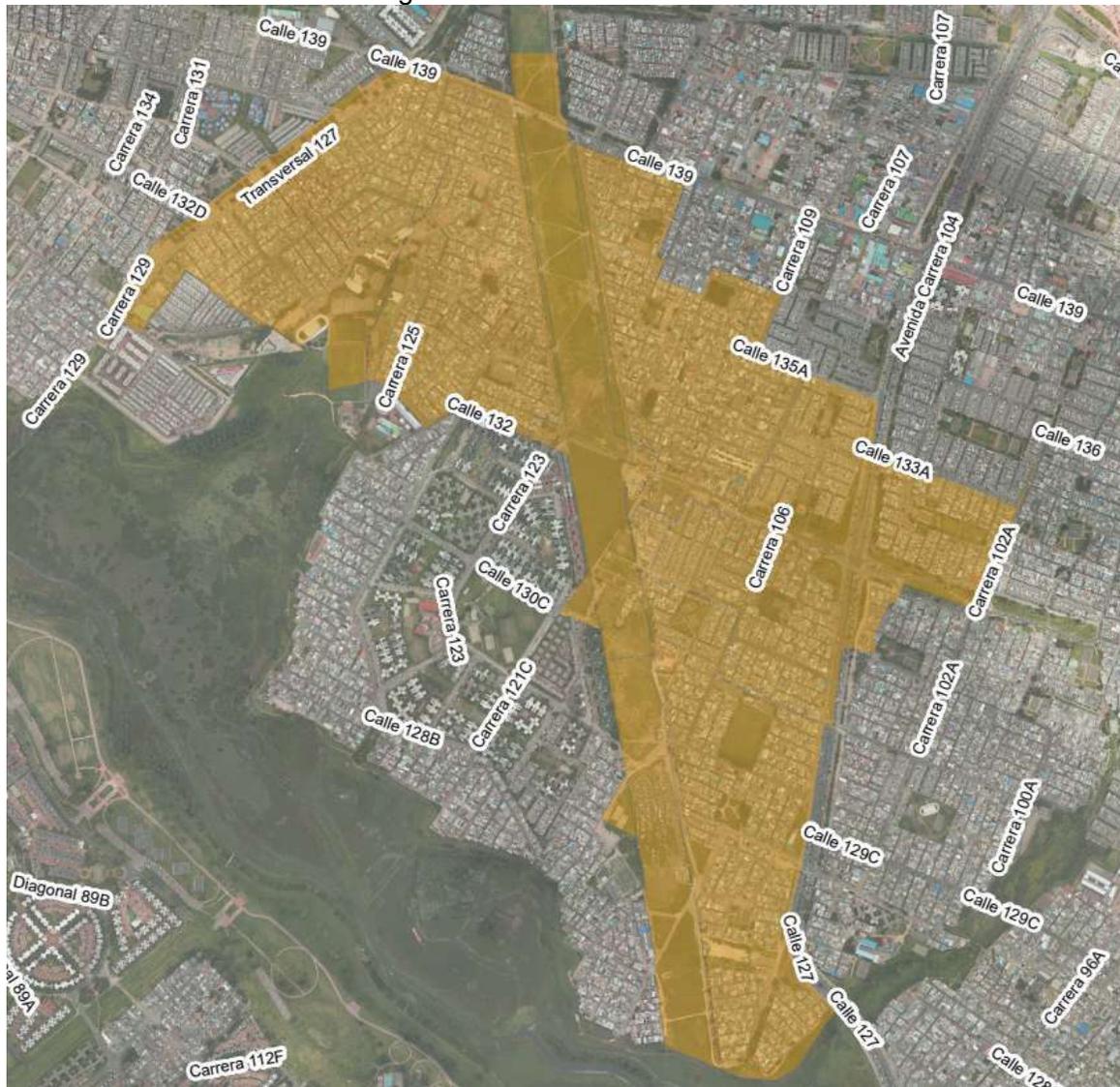
*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega

FUENTE: PROPIA, 2023.

Cuenca sanitaria 3

La siguiente cuenca limita al sur con la Calle 126 (Humedal Juan Amarillo) y al norte con la Calle 139, al occidente con la Carrera 129A junto con la Carrera 121C y al oriente con la Carrera 102A. La cuenca descarga al pozo CMP2727. Se presentan a continuación, los límites de la cuenca sanitaria 3:

Figura 21. Cuenca Sanitaria 3.



FUENTE: PROPIA, 2023.

A continuación, se presentan los caudales provenientes de la cuenca analizada dentro del de la actuación estratégica:

Tabla 16. Caudal actuación estratégica - Cuenca sanitaria 3.

Cuenca Dentro de actuación estratégica				
Pozo al que entrega a la cuenca	Área (ha)	Caudal 2024 L/s	Caudal 2035 L/s	Caudal Infil_Erra L/s
CMP2727	113.10	1.99	1.99	0.00

* Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega

FUENTE: PROPIA, 2023.

A continuación, se presentan los caudales provenientes de la cuenca analizada fuera de la Actuación Estratégica:

Tabla 17. Caudal área aferente - Cuenca sanitaria 3.

Área aferente				
Pozo al que entrega a la cuenca	Área (ha)	Caudal 2024 L/s	Caudal 2035 L/s	Caudal Infil_Erra L/s
CMP2727	27.12	34.88	39.14	10.85

*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega

FUENTE: PROPIA, 2023.

Cuenca sanitaria 4

La siguiente cuenca limita al sur con la “Calle 72 y al norte con la Calle 90 (Humedal Juan Amarillo), al occidente con la Carrera 110 y al oriente con la Carrera “95F (Junto con el Portal 80)”. La cuenca descarga al pozo CMP33902. Se presentan a continuación los límites de la cuenca:

Figura 22. Cuenca Sanitaria 4.



FUENTE: PROPIA, 2023.

A continuación, se presentan los caudales provenientes de la cuenca analizada dentro del de la actuación estratégica:

Tabla 18. Caudal actuación estratégica - Cuenca sanitaria 4.

Cuenca Dentro de actuación estratégica				
Pozo al que entrega a la cuenca	Área (ha)	Caudal 2024 L/s	Caudal 2035 L/s	Caudal Infil_Erra L/s
CMP33902	18.97	28.63	28.63	0.00

*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega

FUENTE: PROPIA, 2023.

A continuación, se presentan los caudales provenientes de la cuenca analizada fuera de la Actuación Estratégica:

Tabla 19. Caudal área aferente - Cuenca sanitaria 4.

Área aferente				
Pozo al que entrega a la cuenca	Área (ha)	Caudal 2024 L/s	Caudal 2035 L/s	Caudal Infil_Erra L/s
CMP33902	196.11	58.63	65.79	78.44

*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega

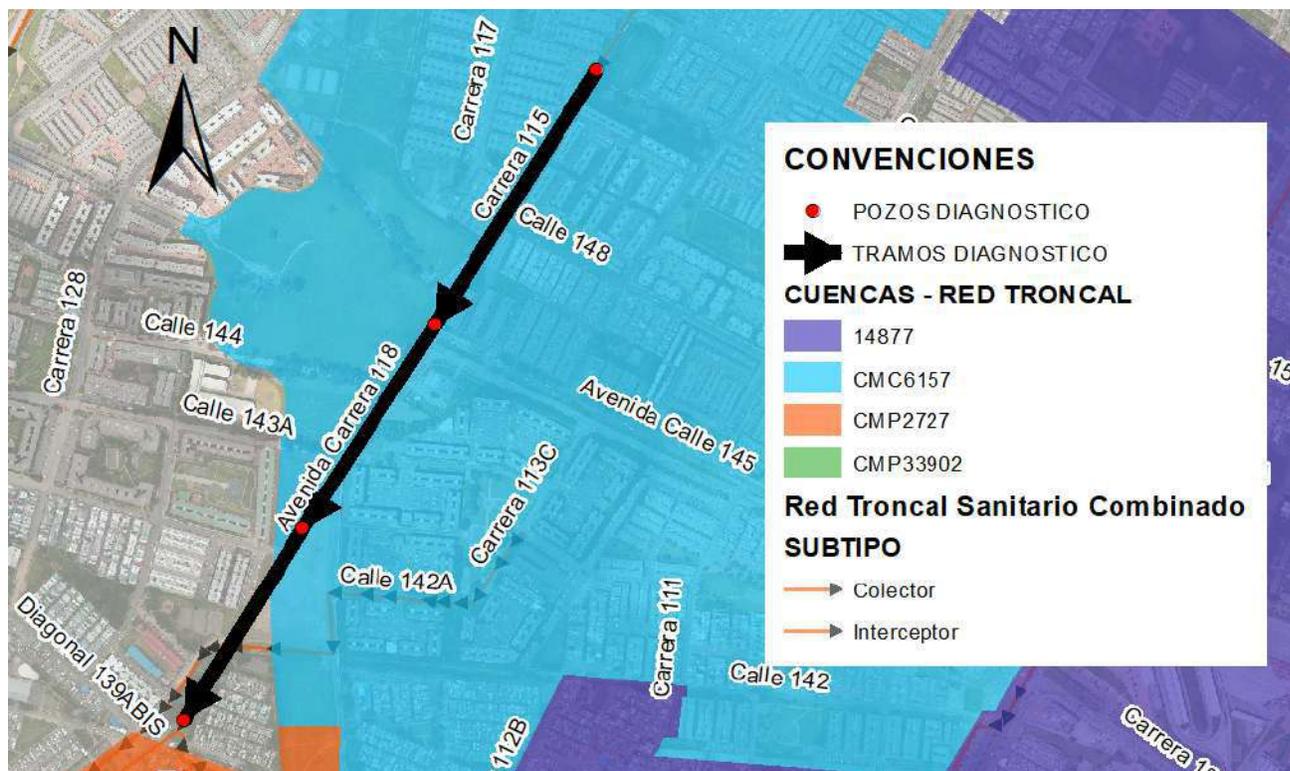
FUENTE: PROPIA, 2023.

10.1.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO - SANITARIO

En este ítem se presentan los resultados de la modelación hidráulica realizada en los tramos del sistema de alcantarillado sanitario que recibirán los futuros aportes de provenientes de la Actuación estratégica.

10.1.2.1 TRAMO 1 (CARRERA 115 ENTRE CALLE 139 - CALLE 151B)

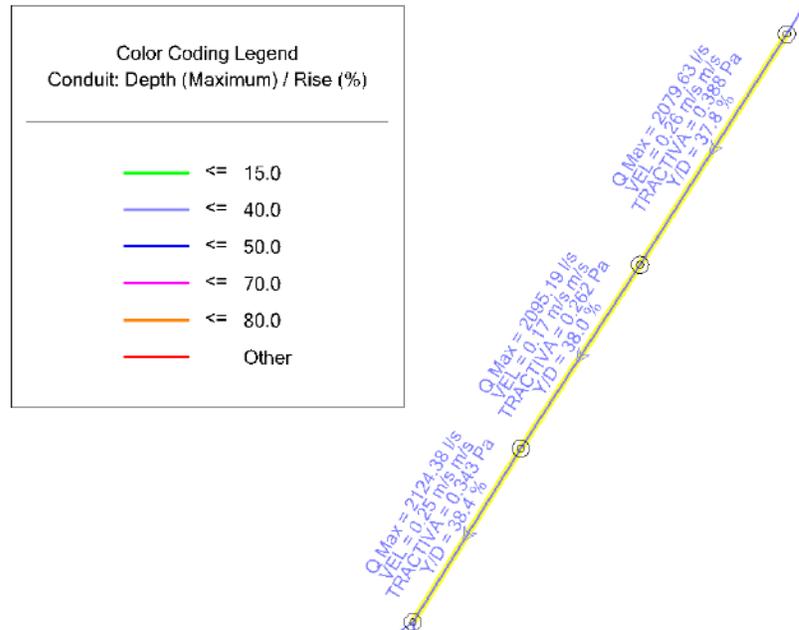
En la siguiente imagen se muestran las redes del primer tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



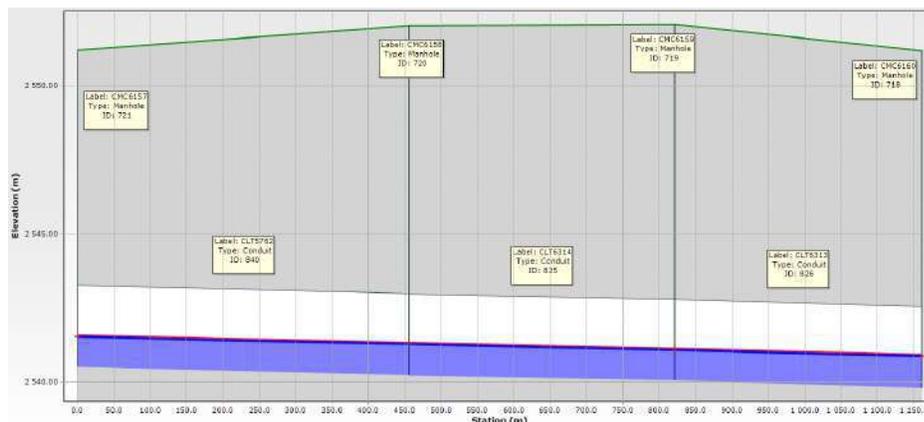
Se presentan los resultados de las modelaciones hidráulicas con las características físicas de la red instalada en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
CMC6158	CMC6159	365.1	2 552.02	2 552.07	2 542.96	2 542.80	2 750.00	Concreto
CMC6159	CMC6160	340.8	2 552.07	2 551.16	2 542.80	2 542.55	2 750.00	Concreto
CMC6157	CMC6158	455.9	2 551.20	2 552.02	2 543.25	2 542.98	2 750.00	Concreto

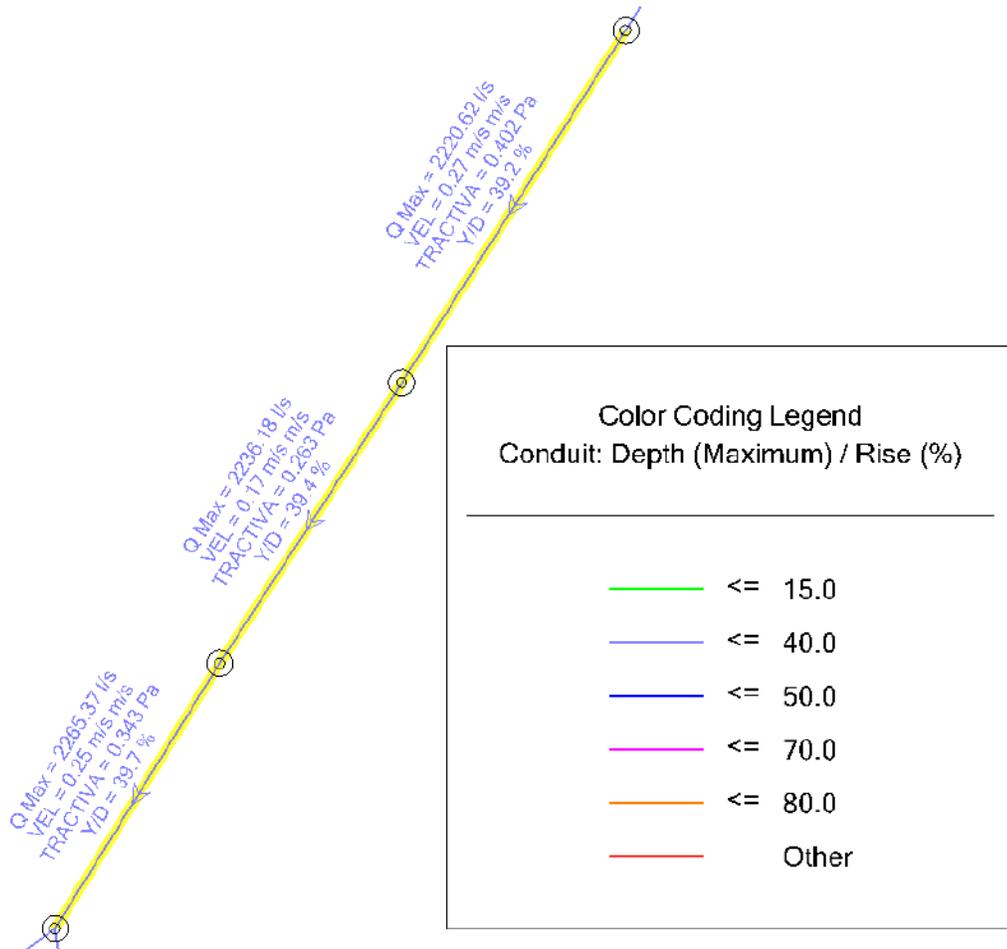
Año 2024



Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera con una fuerza tractiva baja por el orden de 0.35 Pa y en la norma se indica que la fuerza de arrastre para diámetros superiores a 450 (mm) debe ser de 2.00 Pa, por consiguiente, la red no cumple con la condición de auto limpieza y se recomiendan mantenimientos periódicos, por otro lado, los tramos operan a una capacidad menor al 50% por lo que pueden manejar los caudales adicionales. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada para la condición de operación del 2024.



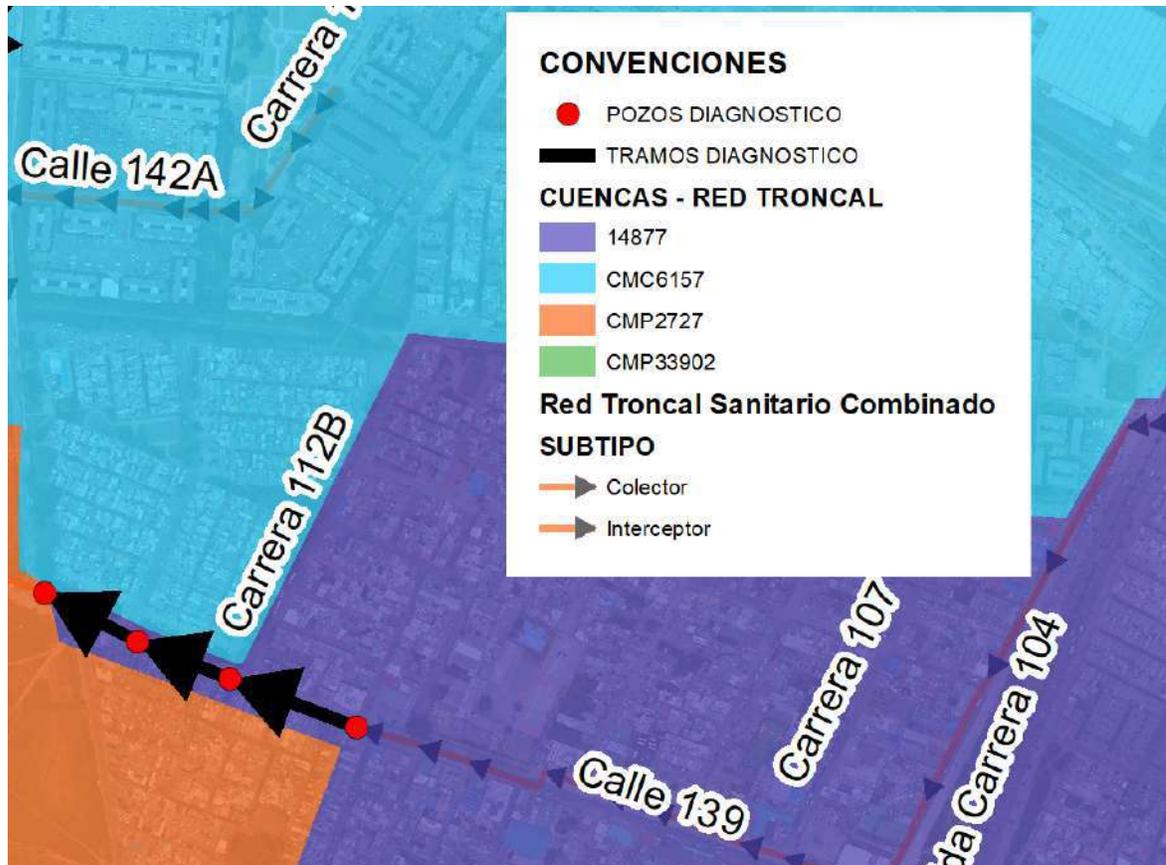
- Año 2035



Los caudales no aumentan considerablemente para el escenario del 2035, por lo que las condiciones operativas son relativamente similares a las actuales; se evidencia un aumento en la profundidad hidráulica aumentando la capacidad en la que operan las redes a un 40% mejorando y con esto mejorando la capacidad de auto limpieza, pero sin que llegue a los rangos de operación definidos por el EAAB, por lo que de igual manera se recomiendan mantenimientos periódicos al sistema.

10.1.2.2 TRAMO 2 (CALLE 139 ENTRE CARRERAS 111B BIS - CALLE 118)

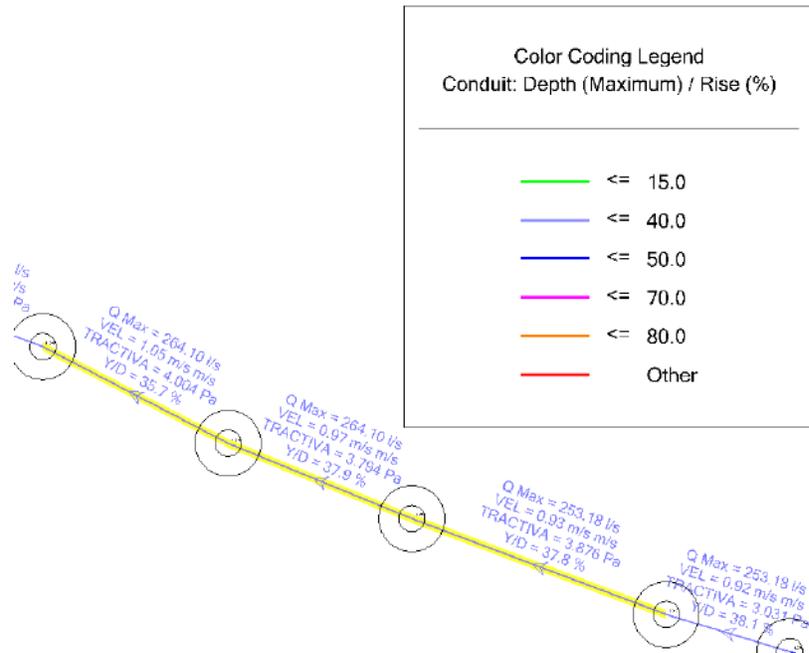
En la siguiente imagen se muestran las redes del segundo tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



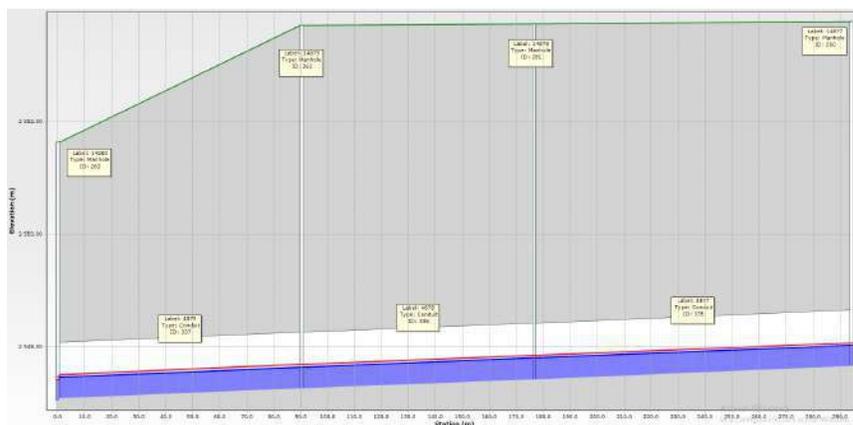
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
14877	14878	117.8	2 553.77	2 553.73	2 548.65	2 548.42	1 000.00	Concreto
14878	14879	86	2 553.73	2 553.70	2 548.42	2 548.26	1 000.00	Concreto
14879	14880	90.5	2 553.70	2 551.63	2 548.26	2 548.08	1 000.00	Concreto

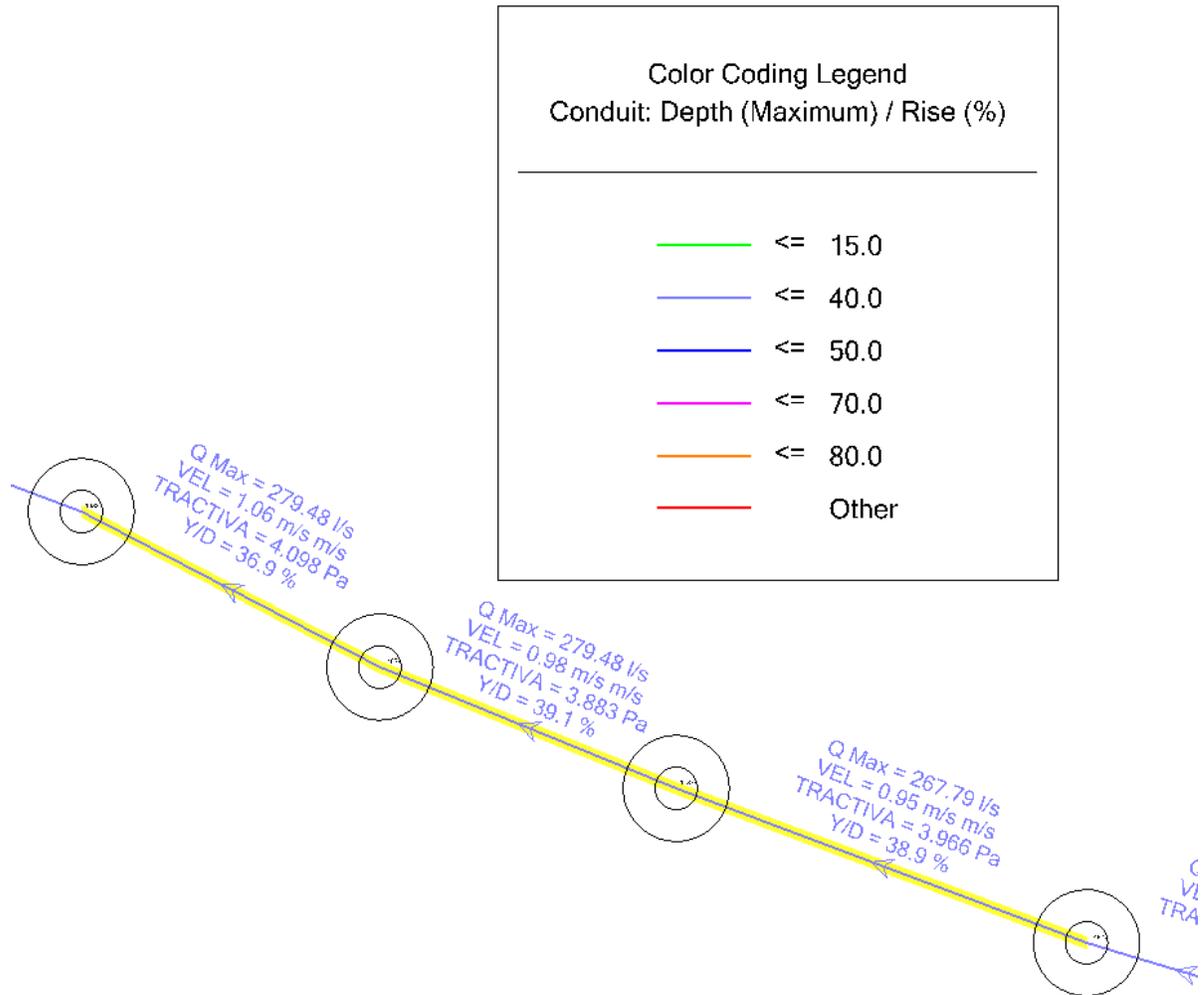
- Año 2024



Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera con una fuerza tractiva por el orden de 3.80 Pa, la norma del EAAB indica que para tubos con diámetro superior a 450 (mm) la fuerza tractiva mínima debe ser de 2.00 Pa, por consiguiente, la red cumple con la condición de auto limpieza, por otro lado, los tramos operan a una capacidad al 35% por lo que pueden manejar los caudales adicionales. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada para la condición de operación del 2024.



- Año 2035



Los caudales no aumentan considerablemente para el escenario del 2035, por lo que las condiciones operativas son relativamente similares a las actuales; se evidencia un aumento en la profundidad hidráulica aumentando la capacidad en la que operan las redes a un 40% y con esto mejorando la capacidad de auto limpieza, alcanzando el orden de 4.00 Pa, el aumento del caudal no afecta el funcionamiento de la red instalada.

10.1.2.3 TRAMO 3 (TR 127 ENTRE CALLES 113 - CALLE 132B BIS)

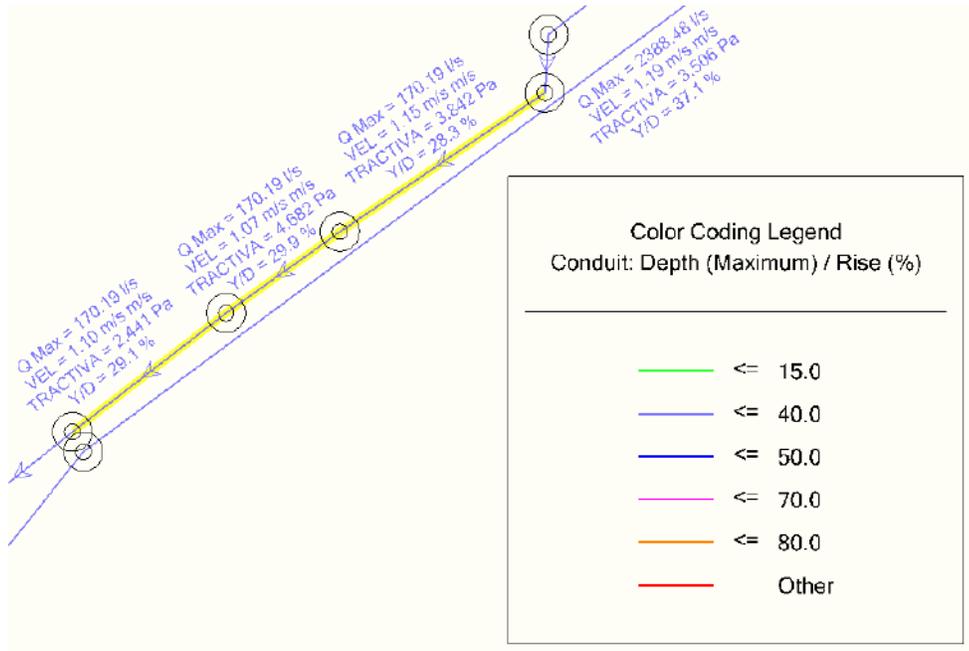
En la siguiente imagen se muestran las redes del tercer tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



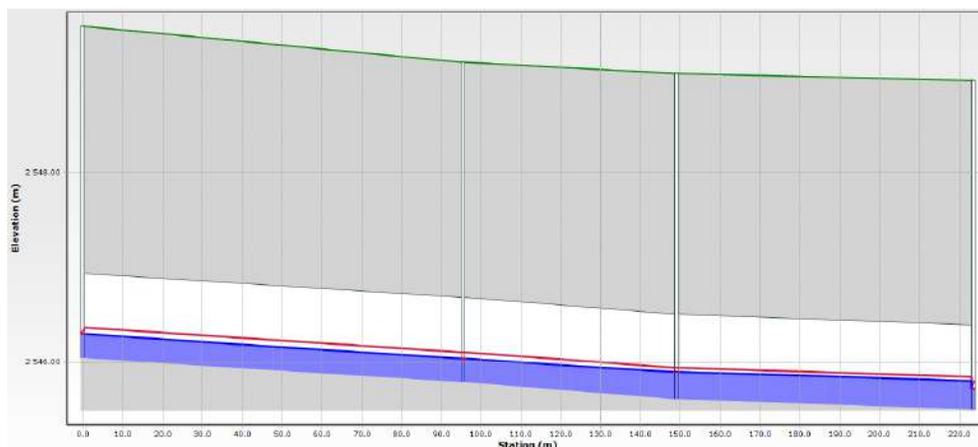
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
CMP2727	CMP2881	96.7	2 549.55	2 549.17	2 546.94	2 546.69	900.00	Concreto
CMP2881	CMP2981	54.6	2 549.17	2 549.05	2 546.69	2 546.51	900.00	Concreto
CMP2981	CMP3028	75.8	2 549.05	2 548.98	2 546.51	2 546.40	900.00	Concreto

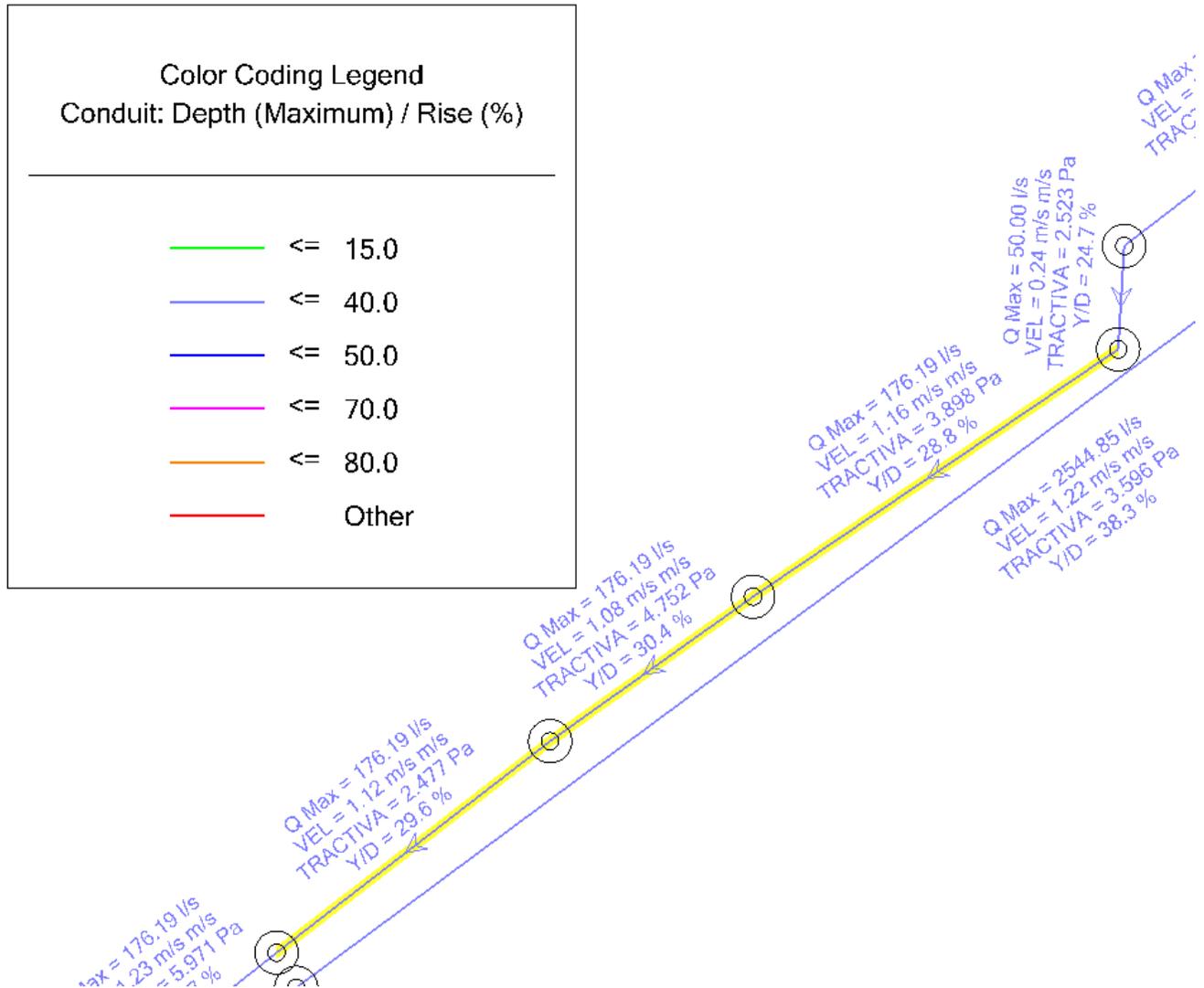
- Año 2024



Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera con una fuerza tractiva menor a 2.00 Pa indicados por la norma del EAAB para tubos con diámetro superior a 450 (mm), por consiguiente, la red cumple con la condición de auto limpieza, por otro lado, los tramos operan a una capacidad menor al 30% por lo que pueden manejar los caudales adicionales. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada para la condición de operación del 2024.



• Año 2035



Los caudales no aumentan considerablemente para el escenario del 2035, por lo que las condiciones operativas son relativamente similares a las actuales; se evidencia un aumento en la profundidad hidráulica aumentando la capacidad en la que operan las redes a un 30% y con esto mejorando la capacidad de auto limpieza, el aumento del caudal no afecta el funcionamiento de la red instalada.

10.1.2.4 TRAMO 4 (CARRERA 118 ENTRE CALLES 89 - CALLE 96)

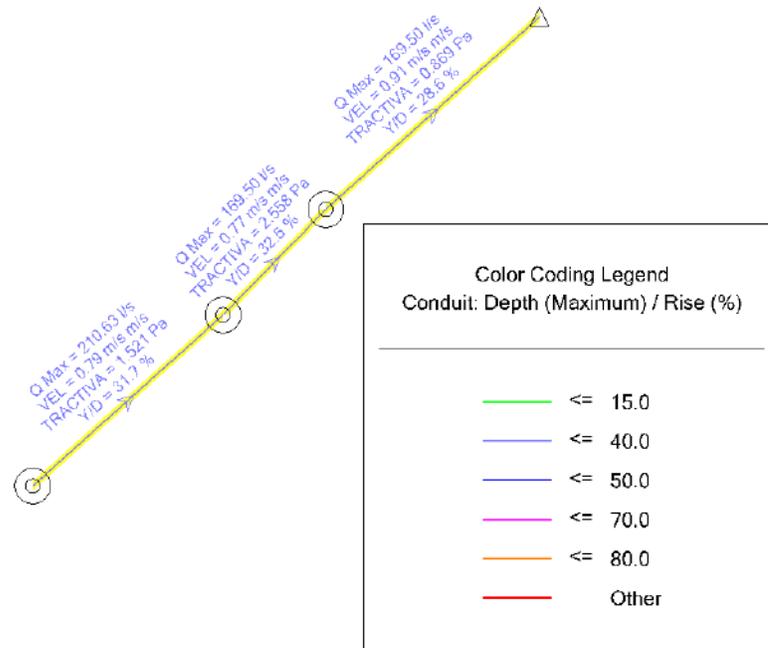
En la siguiente imagen se muestran las redes del cuarto tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



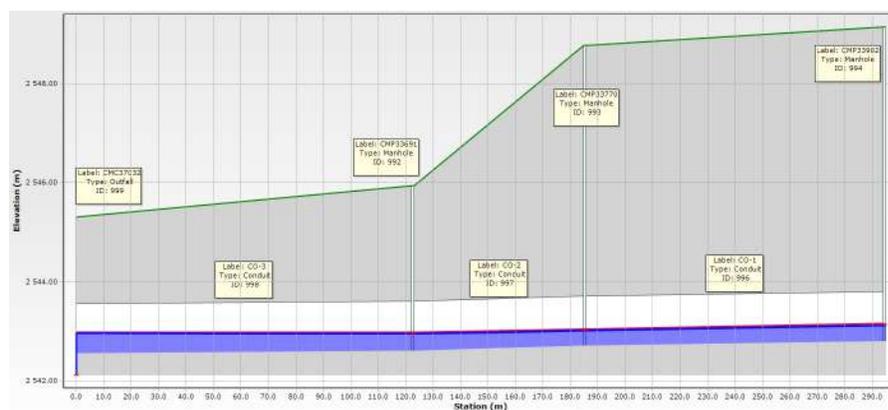
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
CMP33902	CMP33770	109.1	2 549.14	2 548.77	2 543.80	2 543.71	1 000.00	Concreto
CMP33770	CMP33691	62.7	2 548.77	2 545.94	2 543.71	2 543.61	1 000.00	Concreto
CMP33691	CMC37032	122.6	2 545.94	2 545.31	2 543.61	2 543.56	1 000.00	Concreto

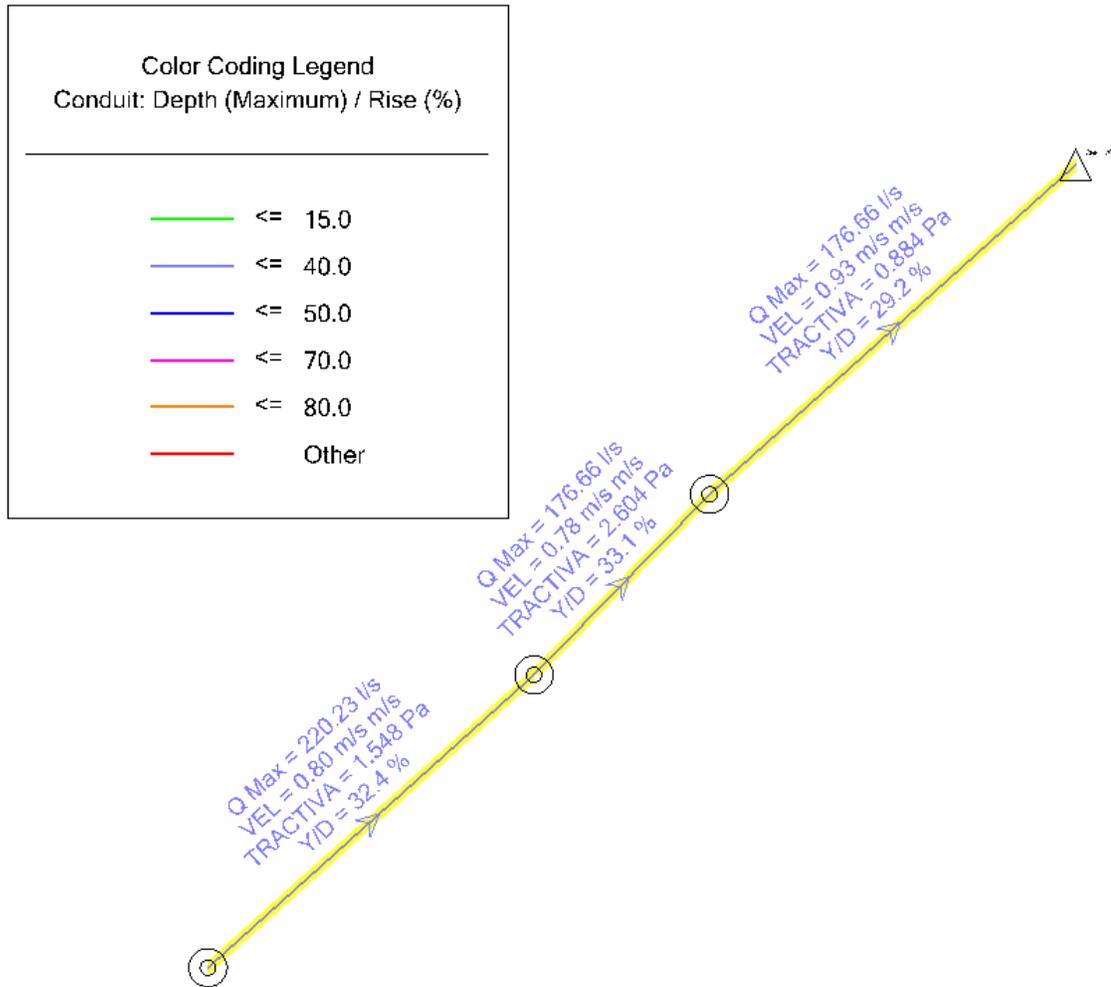
- Año 2025



Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera con una fuerza tractiva baja, exceptuando un tramo, en la norma se indica que la fuerza de arrastre para diámetros superiores a 450 (mm) debe ser de 2.00 Pa, por consiguiente, la red no cumple con la condición de auto limpieza y se recomiendan mantenimientos periódicos, por otro lado, los tramos operan a una capacidad menor al 35%, por lo que pueden manejar los caudales adicionales. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada para la condición de operación del 2024.



- **Año 2035**



Los caudales no aumentan considerablemente para el escenario del 2035, por lo que las condiciones operativas son relativamente similares a las actuales; se evidencia un aumento en la profundidad hidráulica aumentando la capacidad en la que operan las redes a un 32% y con esto mejorando la capacidad de auto limpieza, el aumento del caudal no afecta el funcionamiento de la red instalada. como se evidencia una capacidad de auto limpieza menor a lo indicado por la norma, se recomiendan mantenimientos periódicos para las redes.

Cuenca pluvial 2

Esta cuenca limita al sur con la Avenida Calle 149 y al norte con el humedal la Conejera. Al oriente limita con la Carrera 118 y al occidente con la Carrera 128. La cuenca descarga al pozo PMP46943.

Pozo al que entrega a la cuenca	Caudal L/s	Valores promedio de la cuenca	
		% Área impermeable	CN
PMP46943	1243.08	0.94	98.40

*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega



Cuenca pluvial 4

Esta cuenca limita al sur con la Calle 130C. Al norte con Calle 139. Al oriente limita con la Carrera 107B y al occidente con la Carrera 126. La cuenca descarga al pozo PMI92667.

Pozo al que entrega a la cuenca	Caudal L/s	Valores promedio de la cuenca	
		% Área impermeable	CN
PMI92667	7330.08	0.88	97.64

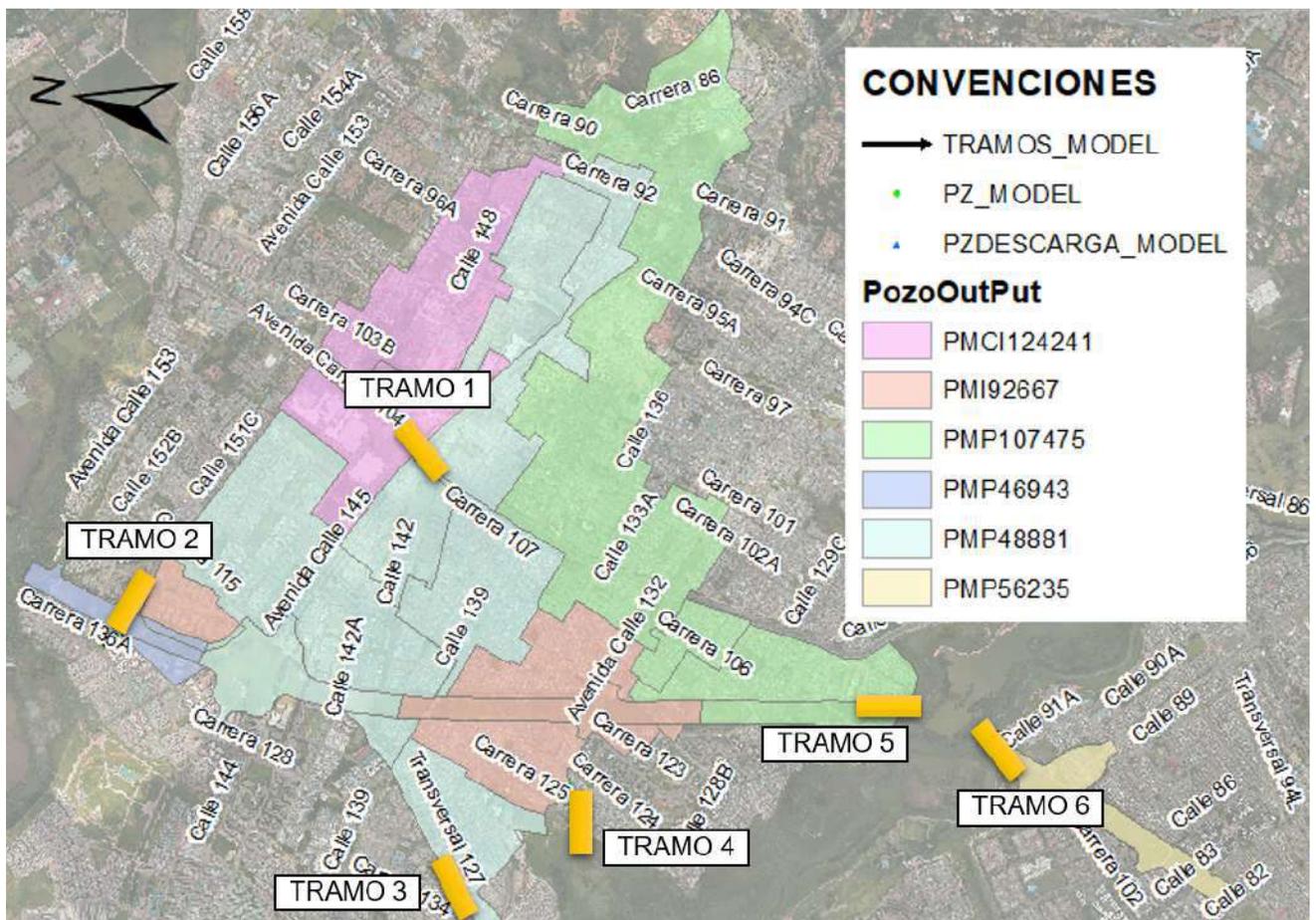
*Los valores promedio son los extraídos de las características físicas de cada una de las áreas aferentes que conforman la cuenca al pozo que se entrega



10.2.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO - PLUVIAL

En este ítem se presentan los resultados de la modelación hidráulica realizada en los tramos del sistema de alcantarillado pluvial que recibirán los futuros aportes de provenientes de la Actuación estratégica.

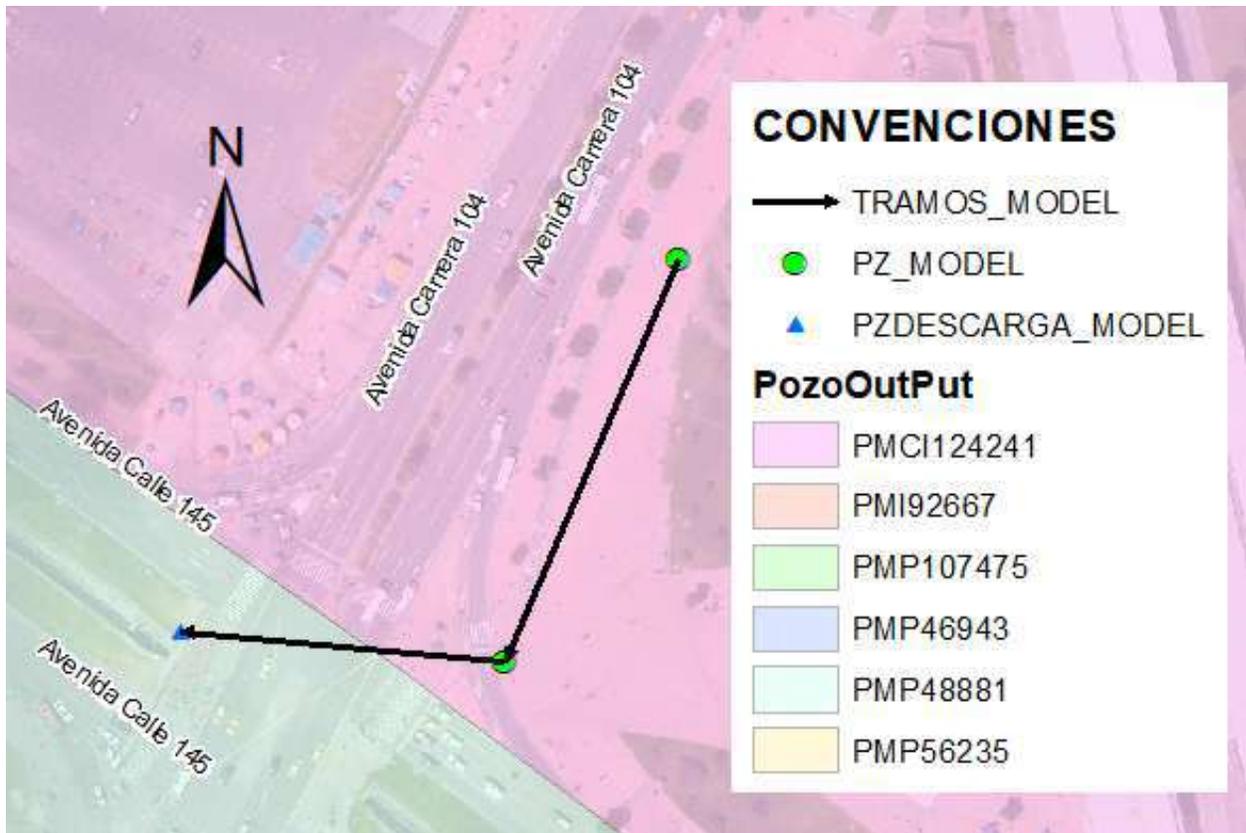
En la siguiente imagen se muestra la localización general de las cuencas pluviales que hacen parte de las redes a analizar y también se muestra la localización puntual de los tramos de la red existente a analizar.



En el siguiente ítem, se muestran de manera puntual cada uno de los tramos de la imagen anterior con sus respectivos análisis hidráulicos.

10.2.2.1 TRAMO 1 (AV CARRERA 104 – AV CALLE 145 (UF-4))

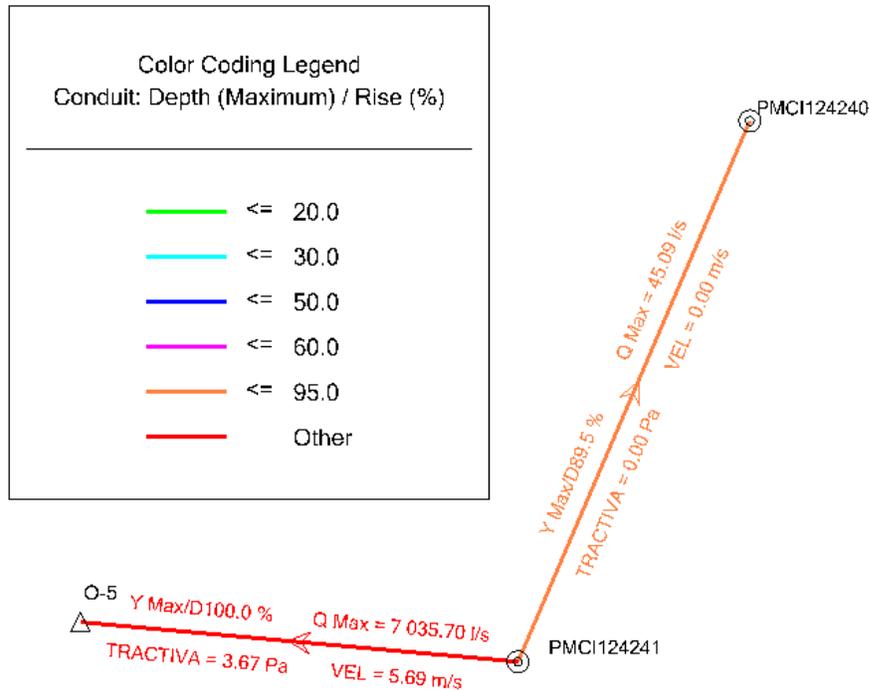
En la siguiente imagen se muestran las redes del primer tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



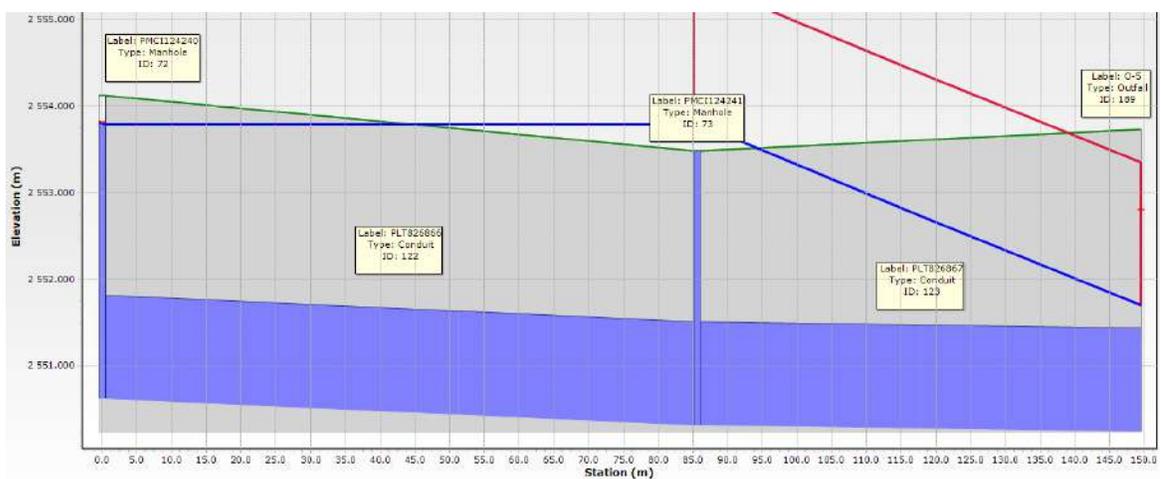
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
PMCI124240	PMCI124241	85.6	2 554.12	2 553.48	2 551.81	2 551.51	1 200.00	Concreto
PMCI124241	O-5	63.9	2 553.48	2 553.73	2 551.51	2 551.43	1 200.00	Concreto

A continuación, se presentan los resultados de la modelación hidráulica.



Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema último tramo opera con una fuerza tractiva de 3.67 Pa y en la norma se indica que la fuerza de arrastre para diámetros la red pluvial debe ser de 3.00 Pa, si bien el tramo cumple con el parámetro de auto limpieza, no cumple la con relación de llenado la cual no debe superar el 93%, las condiciones en las que opera el último tramo afecta el comportamiento del tramo aguas arriba. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada para la condición de operación de diseño.



Según lo anterior, el tramo opera de manera ineficiente, y no cuenta con la capacidad para atender el caudal que genera la cuenca al final del periodo de diseño.

10.2.2.2 TRAMO 2 (CALLE 151D – CARRERA133 (UF-1))

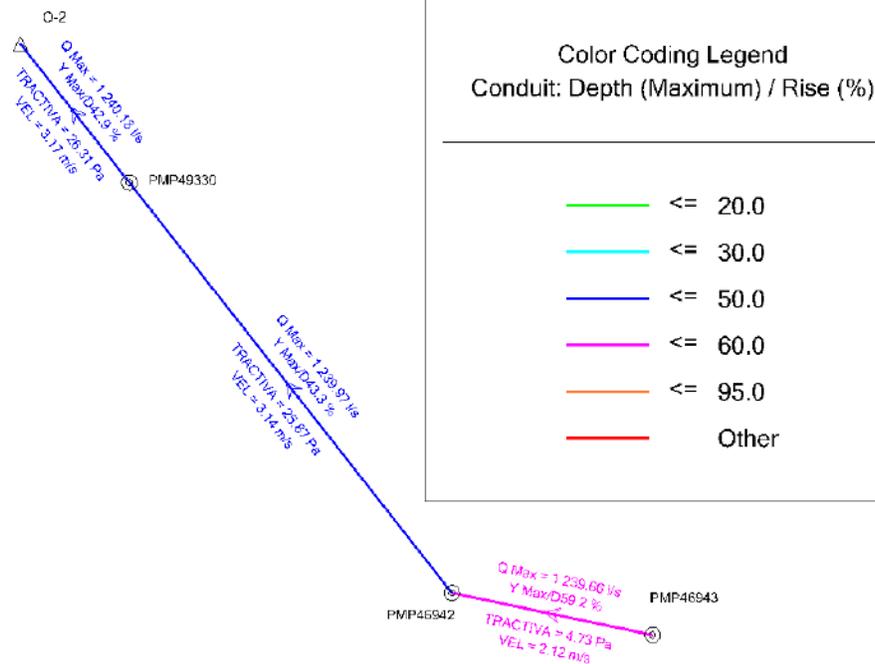
En la siguiente imagen se muestran las redes del segundo tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



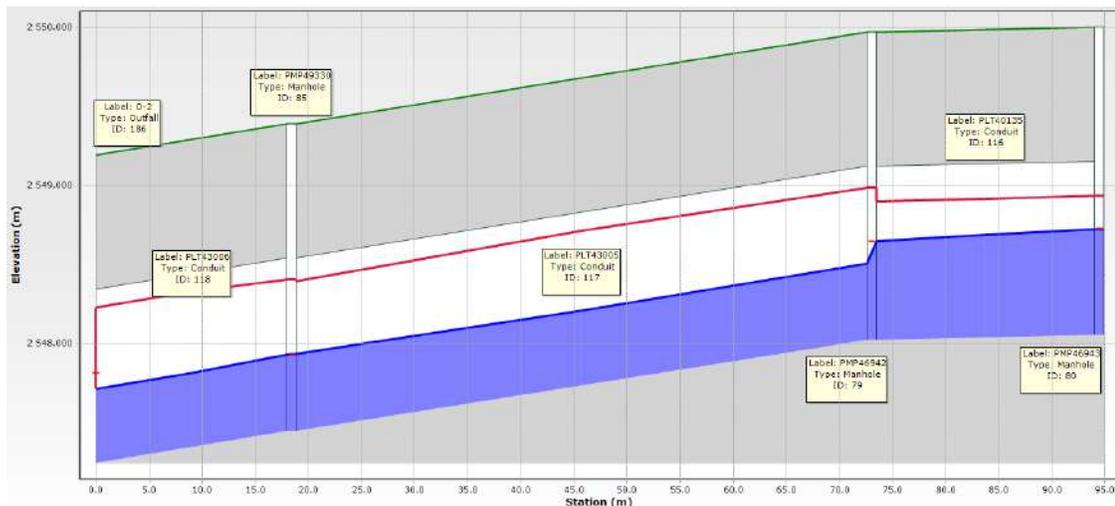
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
PMP46943	PMP46942	21.4	2 550.00	2 549.97	2 549.15	2 549.12	1 100.00	Concreto
PMP46942	PMP49330	54.6	2 549.97	2 549.39	2 549.12	2 548.54	1 100.00	Concreto
PMP49330	O-2	18.4	2 549.39	2 549.19	2 548.54	2 548.34	1 100.00	Concreto

A continuación, se presentan los resultados de la modelación hidráulica.



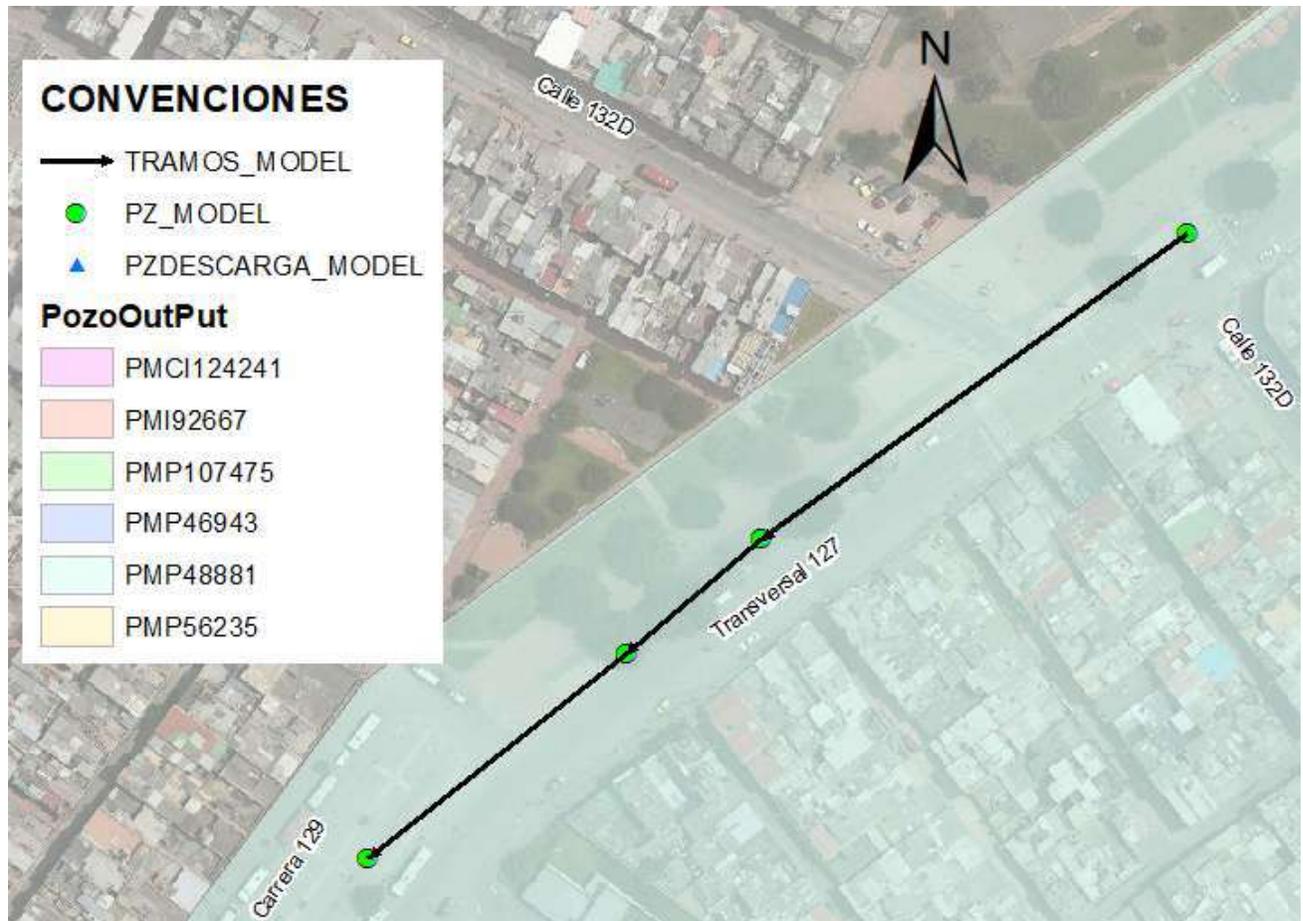
Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera con una fuerza tractiva superior a los 4.00 Pa. que indicada la norma, por consiguiente, la red cumple con la condición de auto limpieza, por otro lado, los tramos operan a una capacidad inferior a 60% por lo que pueden manejar los caudales adicionales. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada.



Teniendo en cuenta los resultados anteriores, estos tramos operan de manera correcta y cuentan con la capacidad de para transportar un caudal superior.

10.2.2.3 TRAMO 3 (TRANSVERSAL 127 – CALLE 132D (UF-3))

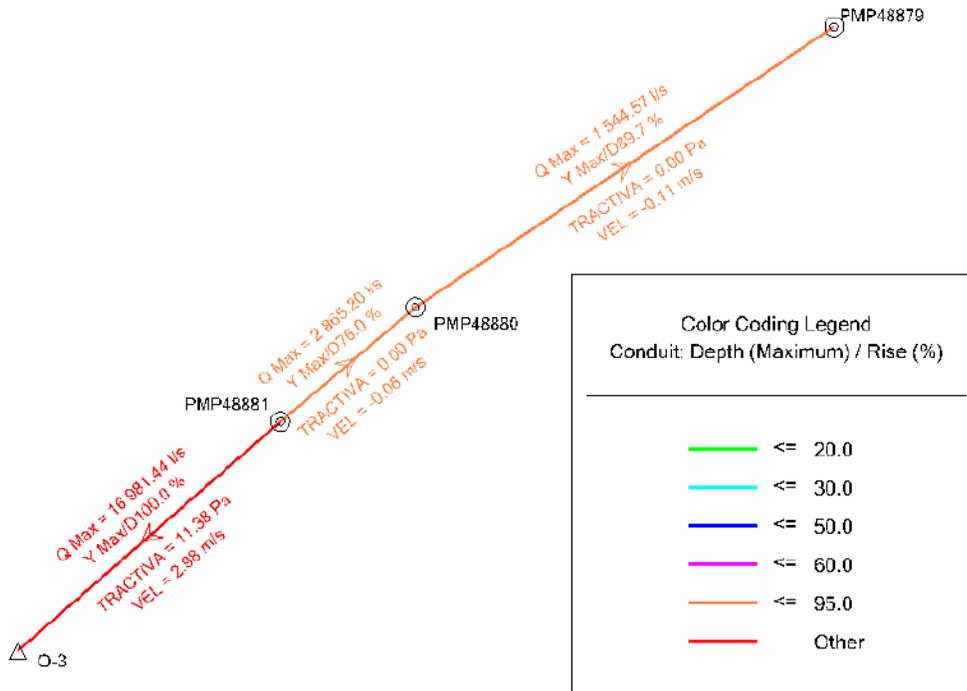
En la siguiente imagen se muestran las redes del tercer tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



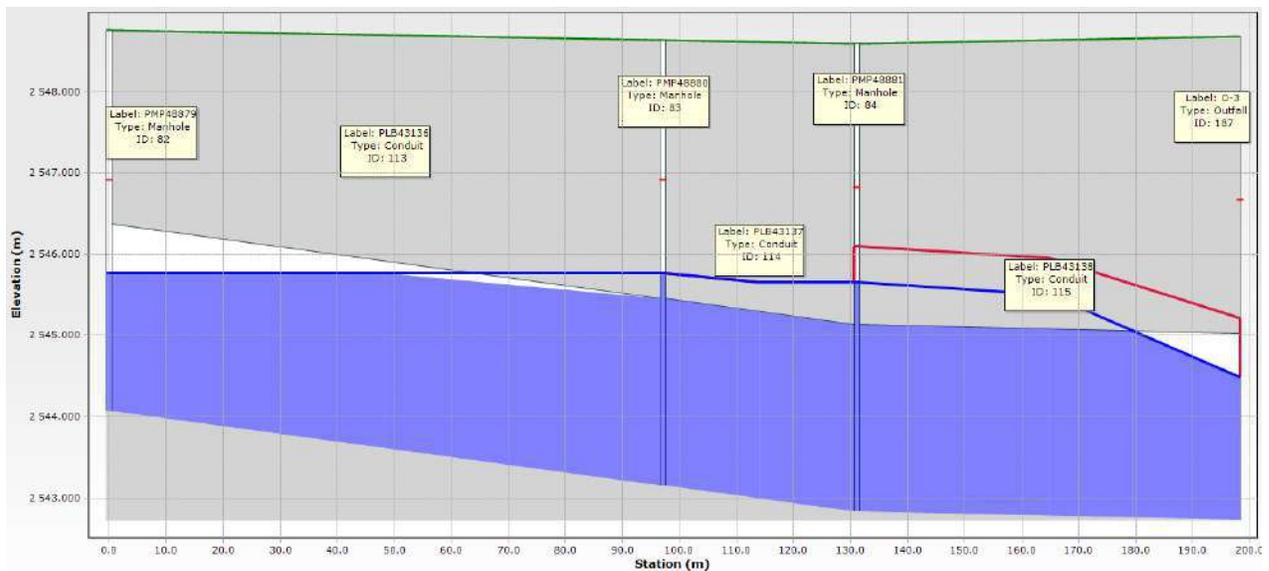
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
PMP48879	PMP48880	97.1	2 548.76	2 548.64	2 546.37	2 545.45	0.00	Concreto
PMP48880	PMP48881	34.1	2 548.64	2 548.59	2 545.45	2 545.13	0.00	Concreto
PMP48881	O-3	67.1	2 548.59	2 548.68	2 545.13	2 545.03	0.00	Concreto

A continuación, se presentan los resultados de la modelación hidráulica.



Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera sin capacidad para transportar el caudal de la cuenca asociada. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada.



Teniendo en cuenta los resultados anteriores, estos tramos operan sin capacidad y no pueden transportar un caudal adicional.

10.2.2.4 TRAMO 4 (TRANSVERSAL 124B – CALLE 131A (UF-3))

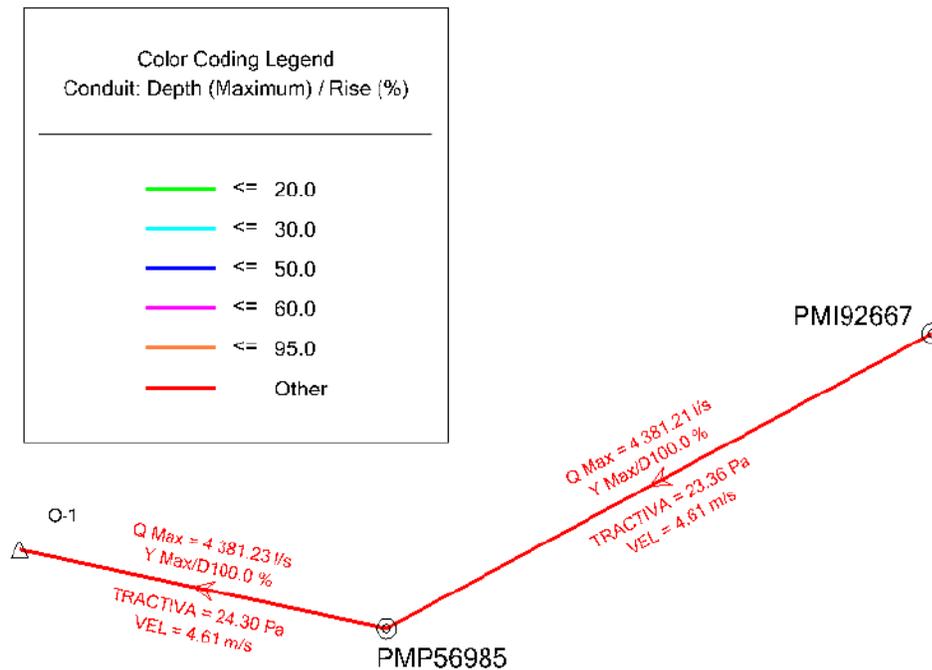
En la siguiente imagen se muestran las redes del cuarto tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



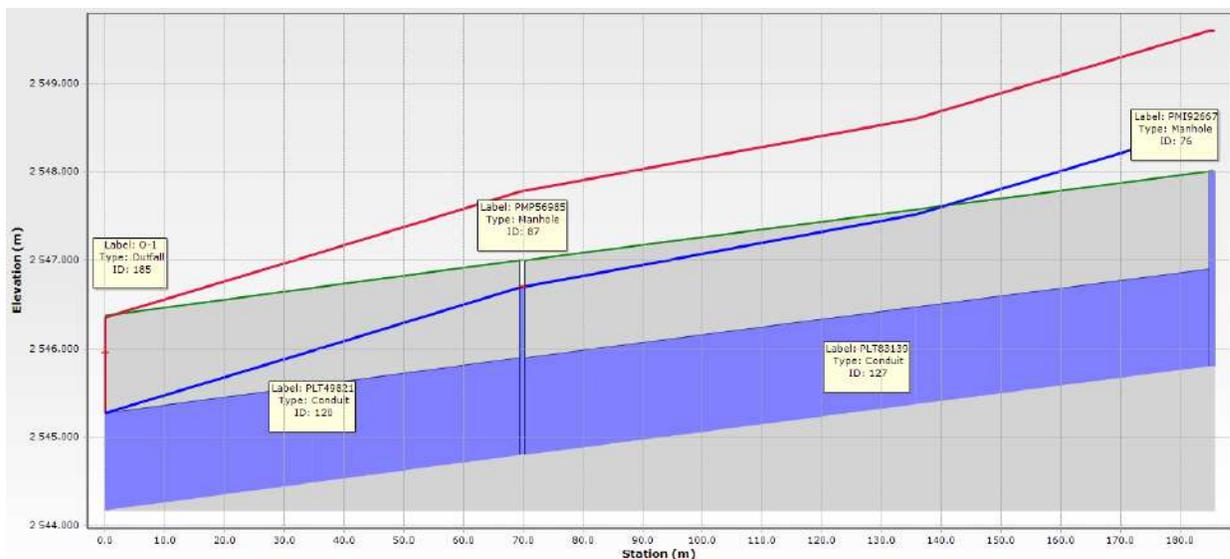
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
PMP56985	O-1	69.8	2 547.00	2 546.37	2 545.90	2 545.27	1 100.00	Concreto
PMI92667	PMP56985	115.4	2 548.00	2 547.00	2 546.90	2 545.90	1 100.00	Concreto

A continuación, se presentan los resultados de la modelación hidráulica.



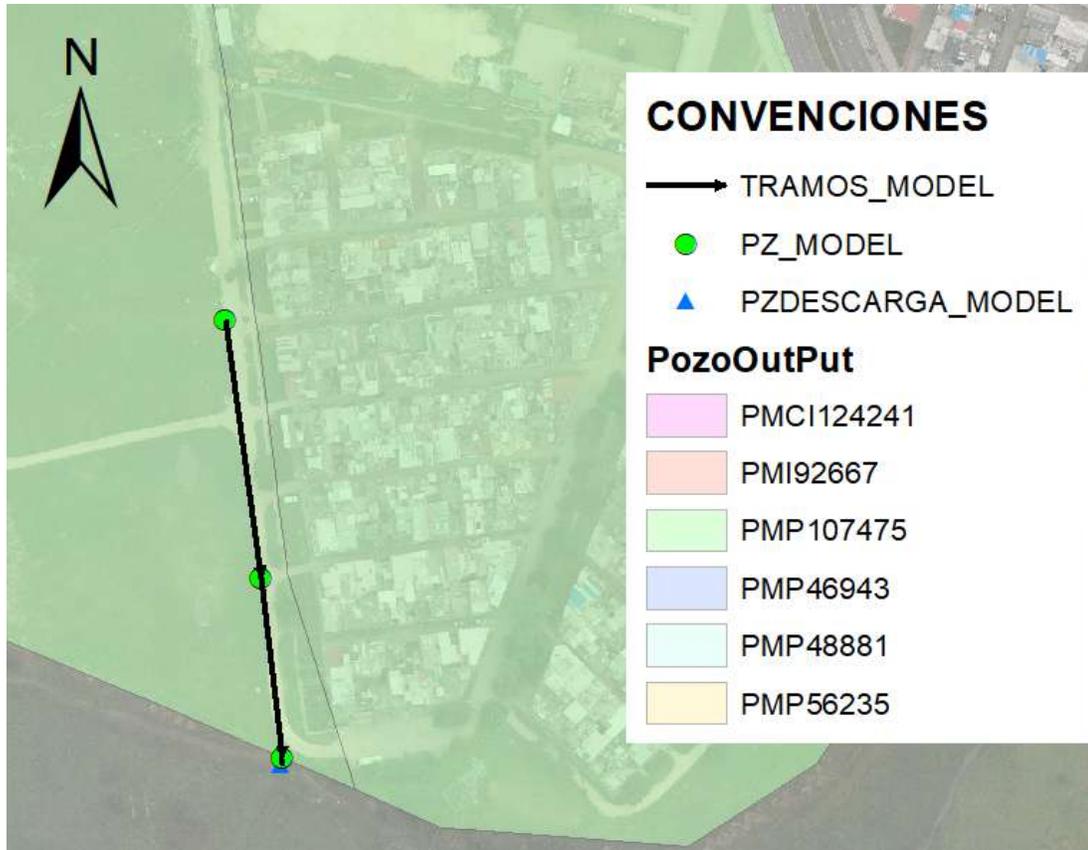
Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera sin capacidad para transportar el caudal de la cuenca asociada. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada.



Teniendo en cuenta los resultados anteriores, estos tramos operan sin capacidad y no pueden transportar un caudal adicional.

10.2.2.5 TRAMO 5 (CARRERA 118 – CALLE 126 (UF-3))

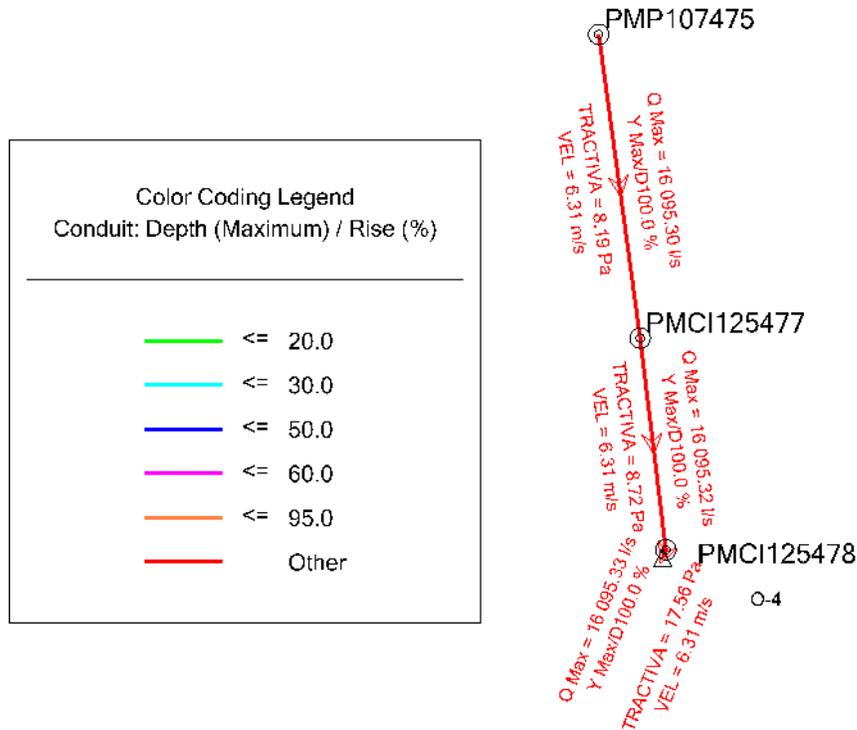
En la siguiente imagen se muestran las redes del quinto tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



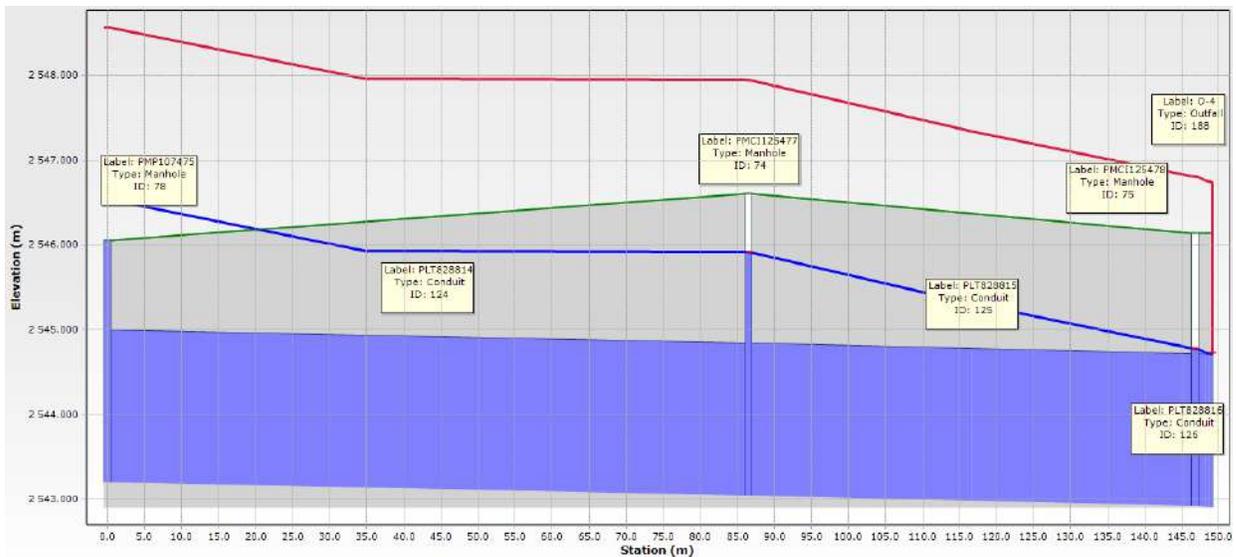
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
PMP107475	PMCI125477	86.5	2 546.06	2 546.60	2 545.00	2 544.84	1 800.00	Concreto
PMCI125477	PMCI125478	60.2	2 546.60	2 546.14	2 544.84	2 544.72	1 800.00	Concreto
PMCI125478	O-4	2.4	2 546.14	2 546.14	2 544.72	2 544.71	1 800.00	Concreto

A continuación, se presentan los resultados de la modelación hidráulica.



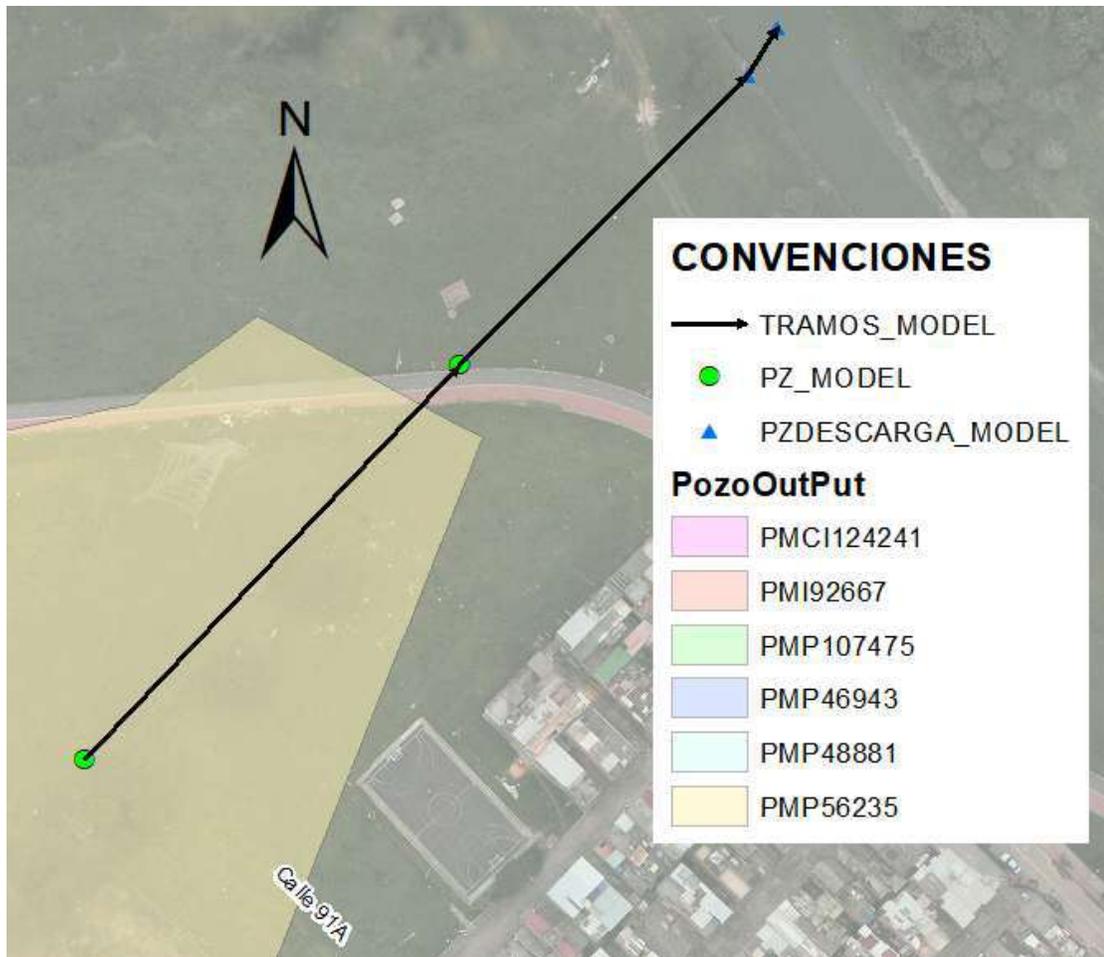
Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera sin capacidad para transportar el caudal de la cuenca asociada. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada.



Teniendo en cuenta los resultados anteriores, estos tramos operan sin capacidad y no pueden transportar un caudal adicional.

10.2.2.6 TRAMO 6 (CARRERA 118 – Calle 91A (UF-2))

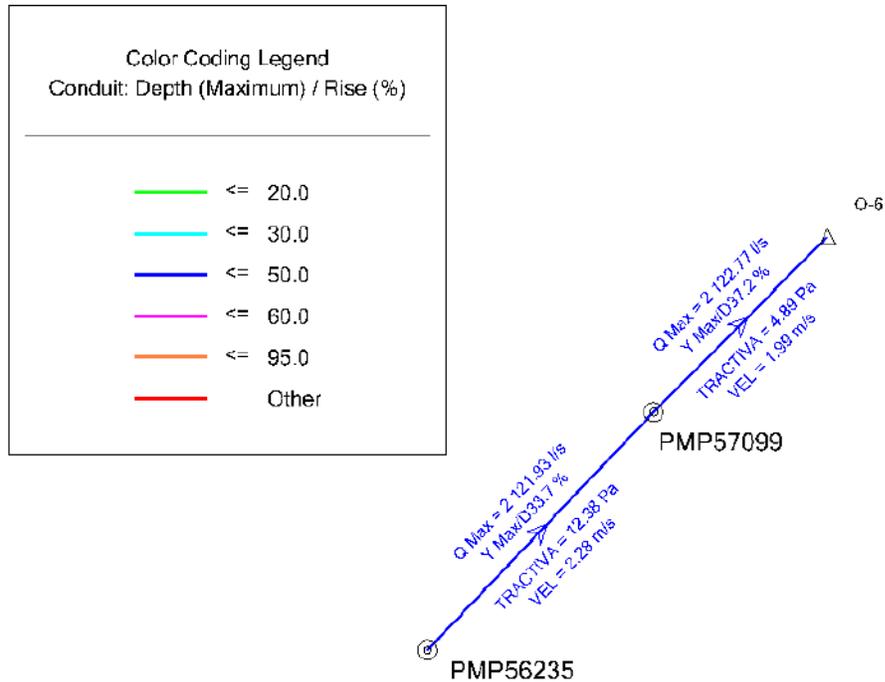
En la siguiente imagen se muestran las redes del sexto tramo a evaluar por medio del modelo hidráulico.



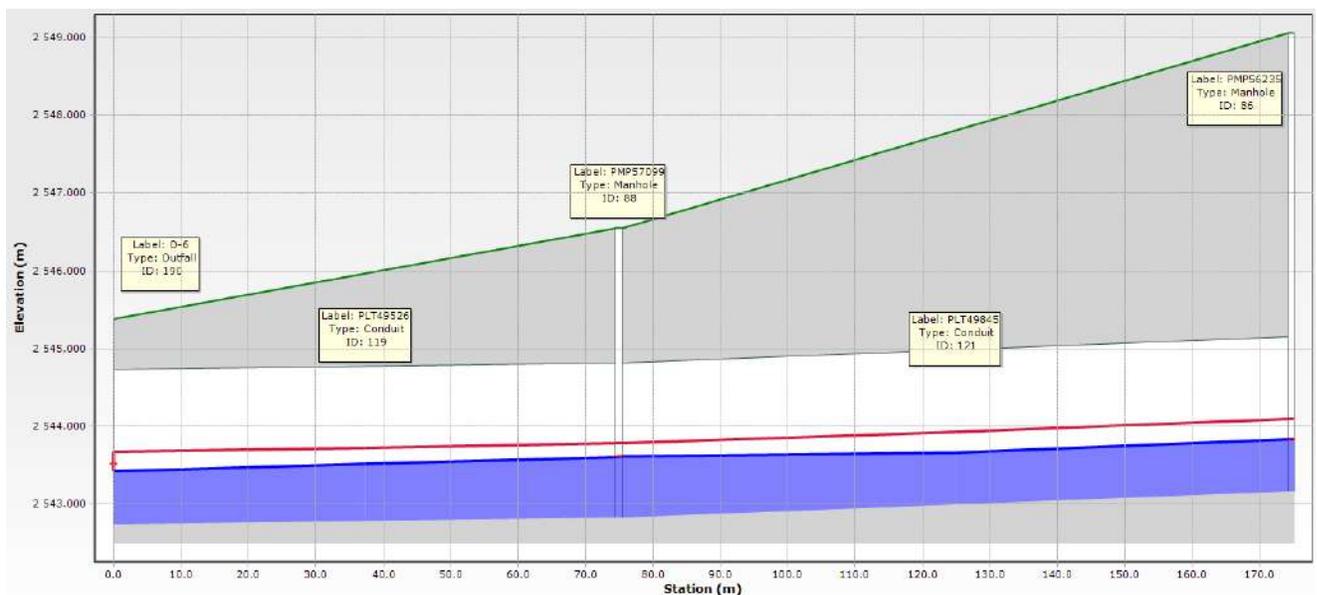
Las características físicas de la red instalada se especifican en el siguiente cuadro.

Pozo Inicial	Pozo Final	Longitud (m)	Rasante Inicial (m.s.n.m.)	Rasante Final (m.s.n.m.)	Clave Inicial (m.s.n.m.)	Clave Final (m.s.n.m.)	Diámetro (mm)	Material
PMP57099	O-6	74.9	2 546.55	2 545.38	2 544.82	2 544.74	2 000.00	Concreto
PMP56235	PMP57099	99.7	2 549.06	2 546.55	2 545.16	2 544.82	2 000.00	Concreto

A continuación, se presentan los resultados de la modelación hidráulica.



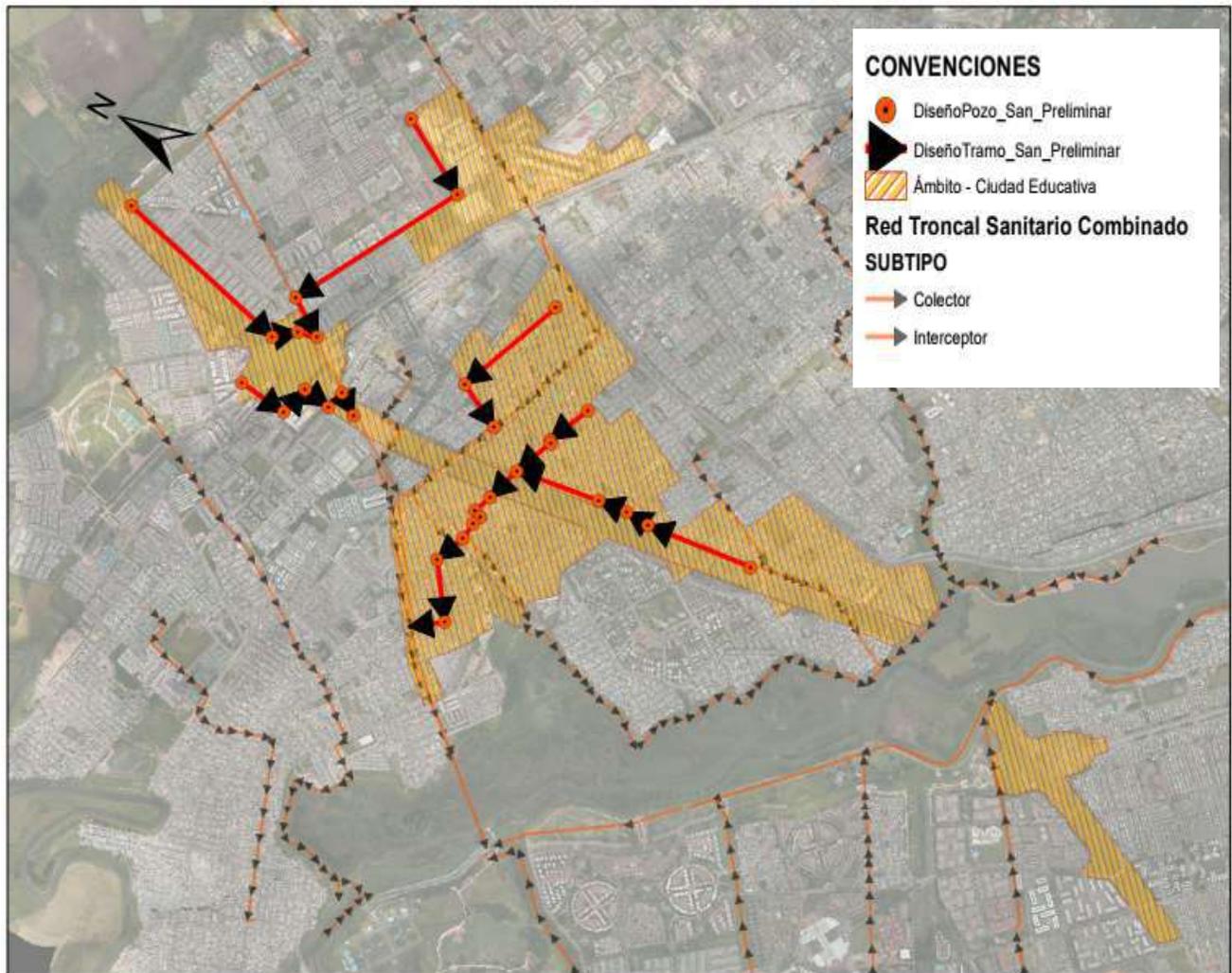
Según los resultados del modelo hidráulico presentados en la imagen anterior, el sistema opera con una fuerza tractiva superior a los 4.00 Pa. que indicada la norma, por consiguiente, la red cumple con la condición de auto limpieza, por otro lado, los tramos operan a una capacidad inferior a 35% por lo que pueden manejar los caudales adicionales. A continuación, se muestra el perfil del modelo hidráulico en donde se evidencia de manera visual la capacidad de la red instalada.



11 DISEÑO DE REDES ACTUACIÓN ESTRATÉGICA

Teniendo en cuenta la disposición urbanística de la actuación estratégica y las características de uso del suelo, se determinaron los caudales para cada uno de los sistemas.

11.1 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

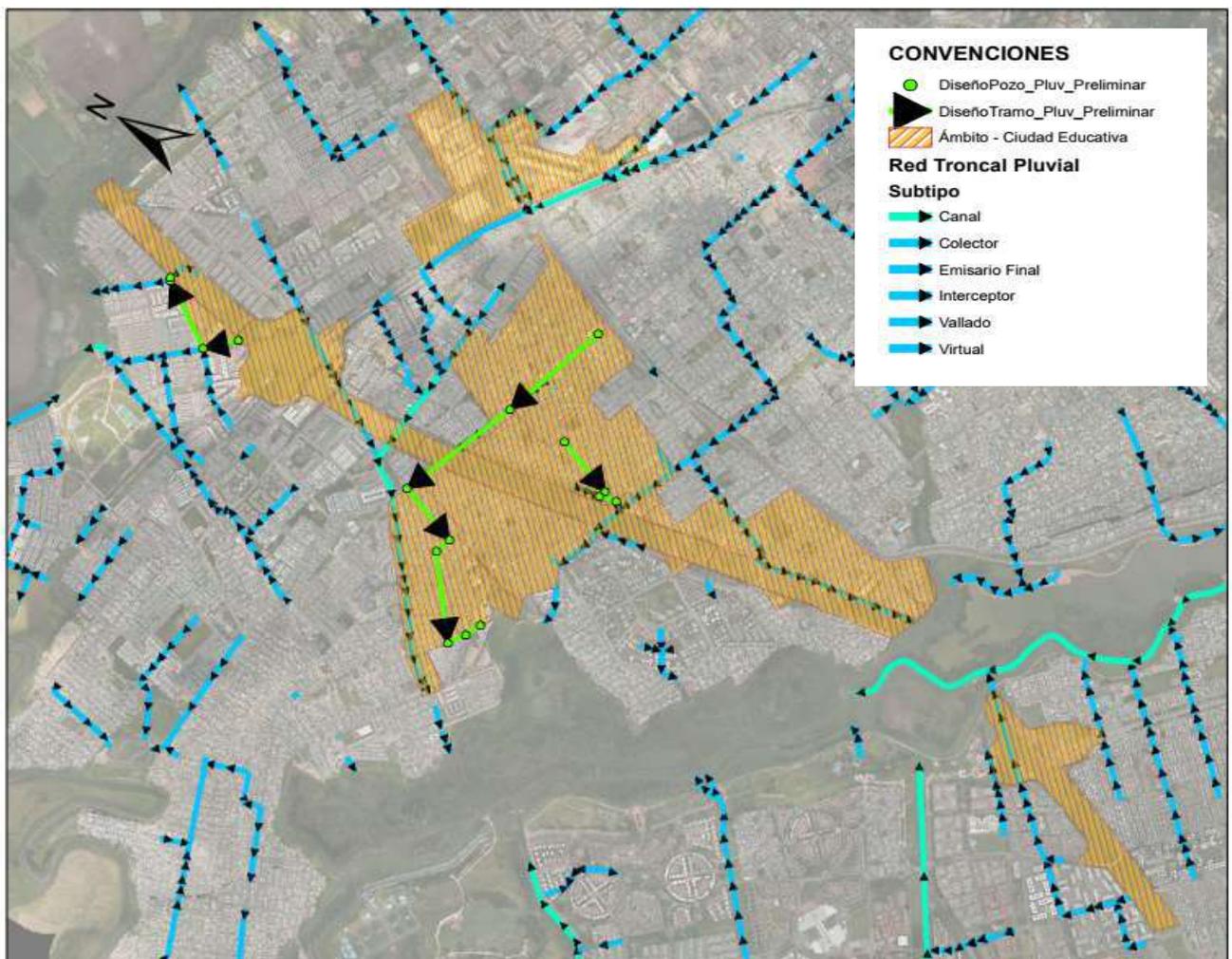


Para el sistema de alcantarillado sanitario se propusieron una serie de colectores perimetrales a las áreas de desarrollo de la actuación los cuales se disponen con el fin de recolectar las aguas residuales de las redes menores a construir internamente.

Los interceptores propuestos entrega sobre la infraestructura actual evaluada en el capítulo anterior, la cual tiene capacidad de acuerdo a los resultados obtenidos.

11.2 ALCANTARILLADO PLUVIAL

Durante el desarrollo del diagnóstico del sistema de alcantarillado pluvial se evidencio que la zona esta totalmente urbanizada por tanto los caudales o las zonas de generación de aguas lluvias no tendrán cambios sustanciales en la operación hablando netamente del sistema pluvial.



El diseño desarrollado corresponde a las zonas donde no existe infraestructura pluvial dentro de las zonas a desarrollar dentro de la actuación estratégica

12 PRESUPUESTO CONCEPTUAL

12.1 CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO DEL PRESUPUESTO

12.1.1 Sección de instalación de la tubería

Teniendo en cuenta que las tuberías seleccionadas para el sistema de alcantarillado pluvial tienen diámetros importantes (entre 600 y 1500 mm) y que adicionalmente transcurren por corredores ya desarrollados que tienen infraestructura ya construida, se considera que la mejor alternativa constructiva es la utilización de sistemas sin zanja, y para el caso que nos ocupa es claro que la tecnología a utilizar es el pipejacking.

La profundidad en promedio requerida para la instalación de la tubería es de 3.3 m a batea, por lo que se considerará la construcción de pozos de lanzamiento y recepción a dicha profundidad.

12.1.2 . Cámaras de inspección

De acuerdo a los requerimientos operativos y de mantenimiento del sistema, y a la topología del manzaneo de este sector de la ciudad, se ha tenido en cuenta la construcción de pozos de inspección para tuberías cada 70 m y con profundidades de 3.3 m.

12.2 CÁLCULO DEL PRESUPUESTO

Para el cálculo de presupuesto a nivel conceptual se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cantidades de obra aproximadas, basados en información secundaria.
 - Utilización de los precios de lista del SISTEMA DE AVALÚO DE LA INFRAESTRUCTURA. –SAI, actualizado para el año 2023.
 - Precios de referencia de algunos componentes de proyectos similares ejecutados en Bogotá.

12.2.1 Presupuesto de Estudios y Diseños para la ingeniería de detalle de los colectores pluviales.

En el anexo No 4 se presenta el cálculo de los costos de estudios y diseños requeridos para la construcción de los refuerzos requeridos.

PRESUPUESTO DETALLADO DISEÑOS
LISTA DE PERSONAL, RECURSOS Y COSTOS DIRECTOS
ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LOS COLECTORES PLUVIALES REQUERIDOS PARA LA ACTUACION ESTRATEGICA CIUDADELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO
PLAZO DE EJECUCIÓN NUEVE (9)
1. COSTOS DE PERSONAL

ITEM	CATEGORIA	CARGO	UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA SALARIO MES (4)	FM (5)	COSTO TOTAL (6) = (1)x(2)x(3)x(4)x(5)
802.001.003.001	Categoría 3	DIRECTOR DE INTERVENTORÍA (Categoría 3)	MES	1	50,00%	9,00	9.127.000,00	2,25	\$ 92.410.875,00
802.001.004.001	Categoría 4	COORDINADOR DE INTERVENTORÍA (Categoría 4)	MES	1	100,00%	9,00	6.563.000,00	2,25	\$ 132.900.750,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA HIDRÁULICO (Categoría 4)	MES	1	100,00%	9,00	6.563.000,00	2,25	\$ 132.900.750,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA DISEÑOS TUBERÍA SIN ZANJA (Categoría 4)	MES	1	30,00%	9,00	6.563.000,00	2,25	\$ 39.870.225,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA GEOTÉCNICO (Categoría 4)	MES	1	50,00%	9,00	6.563.000,00	2,25	\$ 66.450.375,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA ESTRUCTURAL (Categoría 4)	MES	1	50,00%	9,00	6.563.000,00	2,25	\$ 66.450.375,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA PREDIAL	MES	1	30,00%	9,00	6.563.000,00	2,25	\$ 39.870.225,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA AMBIENTAL	MES	1	30,00%	9,00	6.563.000,00	2,25	\$ 39.870.225,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA EN TRÁNSITO Y TRANSPORTE	MES	1	30,00%	9,00	6.563.000,00	2,25	\$ 39.870.225,00
802.001.005.001	Categoría 5	PROFESIONAL SOCIAL	MES	1	50,00%	9,00	5.148.000,00	2,25	\$ 52.123.500,00
802.001.005.001	Categoría 5	ESPECIALISTA PROGRAMACIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL	MES	1	25,00%	9,00	5.148.000,00	2,25	\$ 26.061.750,00
802.001.006.001	Categoría 6	ARQUEÓLOGO (Categoría 6)	MES	1	30,00%	9,00	4.395.000,00	2,25	\$ 26.699.625,00
802.001.005.001	Categoría 5	PROFESIONAL SGC (Categoría 5)	MES	1	30,00%	9,00	5.148.000,00	2,25	\$ 31.274.150,00
802.001.008.001	Categoría 8	PROFESIONAL SST (Categoría 8)	MES	1	30,00%	9,00	3.114.000,00	2,25	\$ 18.917.550,00
802.001.008.001	Categoría 8	AUXILIAR DE INGENIERIA (Categoría 8)	MES	1	100,00%	9,00	3.114.000,00	2,25	\$ 63.058.500,00
802.002.003	Dibujante 1	DIBUJANTE ESPECIALIZADO	MES	1	100,00%	9,00	2.048.000,00	2,25	\$ 41.472.000,00
802	Comisión de topo	COMISIÓN DE TOPOGRAFIA	MES	1	50,00%	9,00	4.910.000,00	2,25	\$ 49.713.750,00
802.002.016	Secretaria	SECRETARIA	MES	1	20,00%	9,00	1.930.000,00	2,25	\$ 7.816.500,00
802.002.019	Conductor	MENSAJERO	MES	1	20,00%	9,00	1.239.000,00	2,25	\$ 5.017.950,00
802.002.019	Conductor	CONDUCTOR	MES	1	50,00%	9,00	1.239.000,00	2,25	\$ 12.544.875,00
802.001.007.001	Categoría 7	CONTADOR (Categoría 7)	MES	1	10,00%	9,00	4.017.000,00	2,25	\$ 8.134.425,00
(A) SUBTOTAL PERSONAL									\$ 993.428.550,00

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA (4)	COSTO TOTAL (5) = (1)x(2)x(3)x(4)
	Camper, Pick-up, Camioneta 1600-2000cc	Veh-mes	1,00	50,00%	9,00	\$ 5.500.000	\$ 24.750.000,00
	Estudios de suelos y laboratorios	Global	1,00	100,00%	1,00	\$ 80.000.000	\$ 80.000.000,00
	Equipo de topografía	Equip-Mes	1,00	50,00%	9,00	\$ 1.400.000	\$ 6.300.000,00
(B) SUBTOTAL OTROS COSTOS DIRECTOS							\$ 111.050.000,00

3. COSTOS REEMBOLSABLES

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA (4)	COSTO TOTAL (5) = (1)x(2)x(3)x(4)
(C) SUBTOTAL COSTOS REEMBOLSABLES							\$ -
(D) SUBTOTAL (A+B+C)							\$ 1.104.478.550,00
(D) IVA (19%)							\$ 209.850.925,00
(E) TOTAL COSTOS DIRECTOS CON IVA (C+D)							\$ 1.314.329.475,00

NOTA: El factor multiplicador (FM) incluyen los pagos referentes a Oficina, Arriendo, Servicios, Costo de polizas, impuestos y parafiscales entre otros.

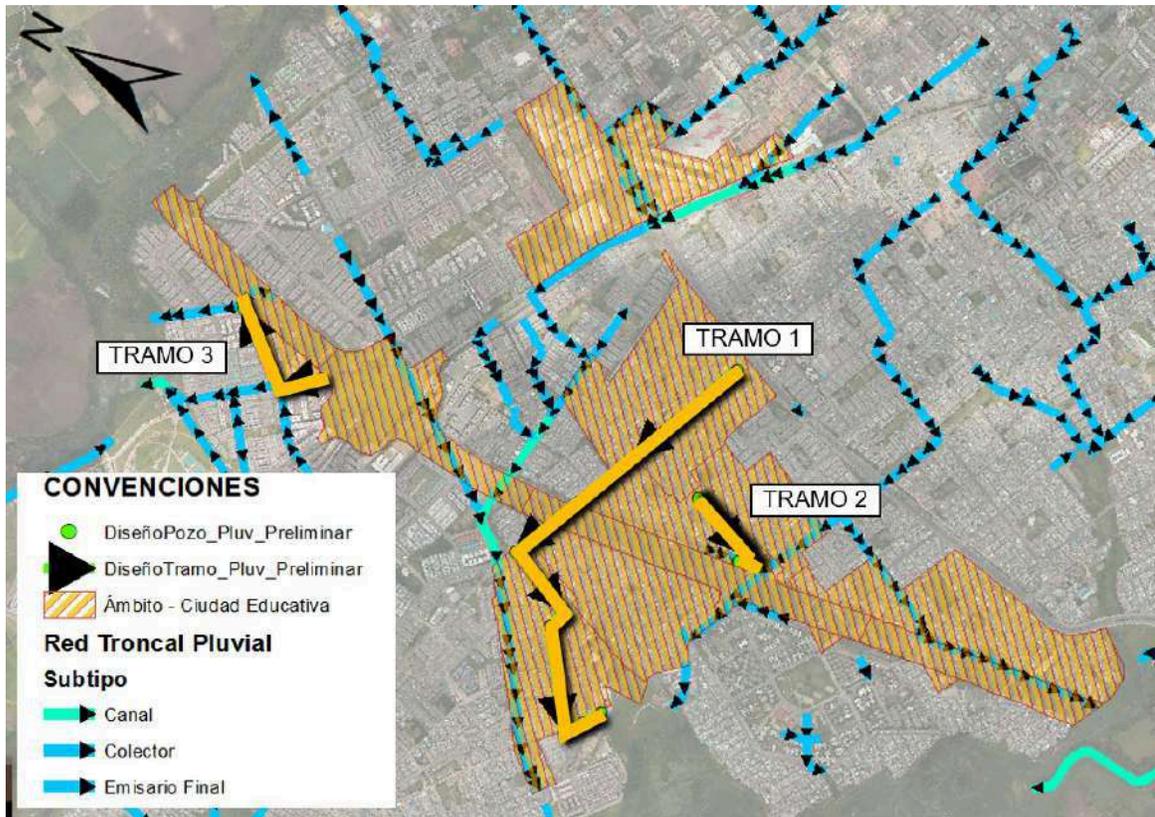
12.2.2 Presupuesto Interventoría estudios y diseños

									
PRESUPUESTO DETALLADO DE INTERVENTORÍA DISEÑOS LISTA DE PERSONAL, RECURSOS Y COSTOS DIRECTOS									
INTERVENTORÍA INTEGRAL PARA LOS DISEÑOS DE LOS COLECTORES PLUVIALES REQUERIDOS PARA LA ACTUACION ESTRATEGICA CIUDADELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO									
PLAZO DE EJECUCIÓN NUEVE (9)									
1. COSTOS DE PERSONAL									
ITEM	CATEGORIA	CARGO	UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA SALARIO MES (4)	FM (5)	COSTO TOTAL (6) = (1)x(2)x(3)x(4)x(5)
802.001.003.001	Categoría 3	DIRECTOR DE INTERVENTORÍA (Categoría 3)	MES	1	20.00%	9,00	9 127 000.00	2,25	\$ 36 964 350.00
802.001.004.001	Categoría 4	COORDINADOR DE INTERVENTORÍA (Categoría 4)	MES	1	30.00%	9,00	6 563 000.00	2,25	\$ 39 870 225.00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA HIDRÁULICO (Categoría 4)	MES	1	30.00%	9,00	6 563 000.00	2,25	\$ 39 870 225.00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA DISEÑOS TUBERÍA SIN ZANJA (Categoría 4)	MES	1	10.00%	9,00	6 563 000.00	2,25	\$ 13 290 075.00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA GEOTÉCNICO (Categoría 4)	MES	1	15.00%	9,00	6 563 000.00	2,25	\$ 19 935 113.00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA ESTRUCTURAL (Categoría 4)	MES	1	15.00%	9,00	6 563 000.00	2,25	\$ 19 935 113.00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA PREDIAL	MES	1	15.00%	9,00	6 563 000.00	2,25	\$ 19 935 113.00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA AMBIENTAL	MES	1	15.00%	9,00	6 563 000.00	2,25	\$ 19 935 113.00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA EN TRÁNSITO Y TRANSPORTE	MES	1	10.00%	9,00	6 563 000.00	2,25	\$ 13 290 075.00
802.001.005.001	Categoría 5	PROFESIONAL SOCIAL	MES	1	15.00%	9,00	5 148 000.00	2,25	\$ 15 637 050.00
802.001.005.001	Categoría 5	ESPECIALISTA PROGRAMACIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTR	MES	1	10.00%	9,00	5 148 000.00	2,25	\$ 10 424 700.00
802.001.006.001	Categoría 6	ARQUEÓLOGO (Categoría 6)	MES	1	10.00%	9,00	4 395 000.00	2,25	\$ 8 899 875.00
802.001.005.001	Categoría 5	PROFESIONAL SGC (Categoría 5)	MES	1	15.00%	9,00	5 148 000.00	2,25	\$ 15 637 050.00
802.001.008.001	Categoría 8	PROFESIONAL SST (Categoría 8)	MES	1	10.00%	9,00	3 114 000.00	2,25	\$ 6 305 850.00
802	Comisión de topo	COMISIÓN DE TOPOGRAFÍA	MES	1	10.00%	9,00	4 910 000.00	2,25	\$ 9 942 750.00
802.002.016	Secretaria	SECRETARIA	MES	1	20.00%	9,00	1 930 000.00	2,25	\$ 7 816 500.00
802.002.019	Conductor	MENSAJERO	MES	1	20.00%	9,00	1 239 000.00	2,25	\$ 5 017 950.00
802.002.019	Conductor	CONDUCTOR	MES	1	15.00%	9,00	1 239 000.00	2,25	\$ 3 763 463.00
802.001.007.001	Categoría 7	GONFADOR (Categoría 7)	MES	1	5.00%	9,00	4 017 000.00	2,25	\$ 4 067 213.00
(A) SUBTOTAL PERSONAL									\$ 310 537 803.00
ITEM	DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA (4)	COSTO TOTAL (5) = (1)x(2)x(3)x(4)	
	Campero, Pick-up, Camioneta 1600-2000cc		Veh-mes	1.00	15.00%	9,00	\$ 5 500 000	\$ 7 425 000.00	
	Equipo de topografía		Equip-Mes	1.00	10.00%	9,00	\$ 1 400 000	\$ 1 260 000.00	
(B) SUBTOTAL OTROS COSTOS DIRECTOS									\$ 8 685 000.00
3. COSTOS REEMBOLSABLES									
ITEM	DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA (4)	COSTO TOTAL (5) = (1)x(2)x(3)x(4)	
(C) SUBTOTAL COSTOS REEMBOLSABLES									\$ -
(D) SUBTOTAL (A+B+C)									\$ 319 222 803.00
(D) IVA (19%)									\$ 60 652 333.00
(E) TOTAL COSTOS DIRECTOS CON IVA (C+D)									\$ 379 875 136.00

NOTA: El factor multiplicador (FM) incluyen los pagos referentes a Oficina, Arriendo, Servicios, Costo de pólizas, impuestos y parafiscales entre otros.

12.2.3 Presupuesto de obra Pluvial

Para la elaboración del presupuesto de obra (etapa constructiva) de los colectores pluviales se realizó una división de las redes en tres (3) grandes tramos, como se muestra en la siguiente Imagen:



12.2.3.1 Presupuesto Conectores Pluviales Tramo No. 1

TRAMO 1				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR/UNIT	CANT	VALOR/TOTAL
LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO				
Replanteo	KM	\$ 227 742.00	1.93	\$ 439 701.00
Referenciación obra-Mojones en Concreto en planimetría	Und	\$ 162 435.00	4.00	\$ 649 740.00
EXCAVACIONES				
Excavación En Zanja a máquina en material común 2 <= h <= 5 m	M3	\$ 4 967.00	192.97	\$ 958 494.00
ENTIBADOS				
Entibado deslizante 3,00<H<=4,80 M	M2	\$ 26 683.00	455.84	\$ 12 163 179.00
Entibado para Camara de lanzamiento. Incluye tiempo de: entibado, excavación, instalación tubería sin zanja, instalación cámara prefabricada en GRP, ejecución de rellenos. Superficie entibado: 146m2.	Und	\$ 91 195 883.00	28.00	\$ 2 553 484 724.00
Entibado para Camra de recepción. Incluye tiempo de: entibado, excavación, instalación tubería sin zanja, instalación cámara prefabricada en GRP, ejecución de rellenos. Superficie entibado: 73m2.	Und	\$ 24 882 331.00	28.00	\$ 696 705 268.00
RELLENOS				
Suministro, transporte e instalación Recebo	M3	\$ 76 064.00	11.64	\$ 885 504.00
Suministro, Transporte e Inst. de Sub Base Granular (Clase A Norma IDU 400-11)	M3	\$ 149 694.00	6.05	\$ 905 284.00
Suministro, Transporte e Instalación de Base Granular (Clase A Norma IDU 400-11)	M3	\$ 158 710.00	6.05	\$ 959 809.00
INTERVENCIÓN - RECUPERACIÓN DE VÍAS Y ESPACIO PÚBLICO				
Demolición pavimento asfáltico	M3	\$ 62 326.00	10.89	\$ 678 457.00
Suministro e Instalación pavimento flexible MD - 20 (suministro + instalación)	M3	\$ 1 259 694.00	9.14	\$ 11 518 541.00
RETIRO Y DISPOSICIÓN DE MATERIALES SOBANTES				
Retiro y disposic. materiales sobrantes excav y demol	m3k	\$ 2 239.00	95646.05	\$ 214 151 508.00
CONCRETOS Y ACERO				
Sumin.-Instal. concreto resist.28MPa	m3	\$ 714 604.00	37.80	\$ 27 010 092.00
Sumin.-Instal. concreto resist.10,5 Mpa	m3	\$ 614 040.00	2.47	\$ 1 519 138.00
Suministro e intalación Varillas de acero NTC 2289 Grado 60	kg	\$ 6 110.00	6425.54	\$ 39 260 042.00
CAMARAS DE LANZAMIENTO Y POZOS				
Camara de Lanzamiento	Und	\$ 39 487 613.00	28.00	\$ 1 105 653 164.00
Camara de Recepción	Und	\$ 27 443 830.00	28.00	\$ 768 427 240.00
Cilindro para pozo insp D1.20m H=0.25m	m	\$ 1 494 275.00	43.96	\$ 65 688 329.00
Cilindro para pozo insp D1.20m H=0.50m	m	\$ 1 276 255.00	43.96	\$ 56 104 170.00
Inst de cono de reducción prefabricado concreto reforzado 28 MPa, para pozo.	Und	\$ 245 564.00	28.00	\$ 6 875 792.00
Cono reduc Prefabr CR 28Mpa Pozo Insp	Und	\$ 660 070.00	28.00	\$ 18 481 960.00
Cargue conc E0,25mD1.7m pozo insp. Cilín	Und	\$ 1 155 987.00	28.00	\$ 32 367 636.00
Sumin-insta Sello polivinilo 0.10m ancho	m	\$ 31 166.00	131.95	\$ 4 112 257.00
Instalación escalera de acceso en polipropileno con refuerzo	m	\$ 32 749.00	140.00	\$ 4 584 860.00
Suministro escalera de acceso en polipropileno con refuerzo	m	\$ 202 300.00	140.00	\$ 28 322 000.00
Instalación Tapa de seguridad tipo 2	Und	\$ 41 110.00	28.00	\$ 1 151 080.00
Tapa segur circ. tráf. pesado T.2 HD aro	Und	\$ 1 783 469.00	28.00	\$ 49 937 132.00
INSTALACIÓN DE TUBERÍA				
Inst tub alcant Pipe Jacking DN 1100mm, Longitud hasta 100 m	M	\$ 8 788 887.00	0.00	\$ -
Inst tub alcant Pipe Jacking DN 1600mm, Longitud hasta 100 m	M	\$ 18 195 165.00	1930.70	\$ 35 129 405 066.00
Tubería GRP Jacking Pipe, alcant. 600s Empuje <700 Ton, DN 1100	M	\$ 10 772 424.00	0.00	\$ -
Tubería GRP Jacking Pipe, alcant. 800s Empuje <900 Ton, DN 1600	M	\$ 16 472 901.00	1930.70	\$ 31 804 229 961.00

12.2.3.2 Presupuesto Conectores Pluviales Tramo No. 2

TRAMO 2				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR/UNIT	CANT	VALOR/TOTAL
LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO				
Replanteo	KM	\$ 227 742.00	0.30	\$ 68 254.00
Referenciación obra-Mojones en Concreto en planimetría	Und	\$ 162 435.00	2.00	\$ 324 870.00
EXCAVACIONES				
Excavación En Zanja a máquina en material común 2 <= h <= 5 m	M3	\$ 4 967.00	34.46	\$ 171 160.00
ENTIBADOS				
Entibado deslizante 3,00<H<=4,80 M	M2	\$ 26 683.00	81.40	\$ 2 171 996.00
Entibado para Camara de lanzamiento. Incluye tiempo de: entibado, excavación, instalación tubería sin zanja, instalación cámara prefabricada en GRP, ejecución de rellenos. Superficie entibado: 146m2.	Und	\$ 91 195 883.00	5.00	\$ 455 979 415.00
Entibado para Camra de recepción. Incluye tiempo de: entibado, excavación, instalación tubería sin zanja, instalación cámara prefabricada en GRP, ejecución de rellenos. Superficie entibado: 73m2.	Und	\$ 24 882 331.00	5.00	\$ 124 411 655.00
RELLENOS				
Suministro, transporte e instalación Recebo	M3	\$ 76 064.00	2.08	\$ 158 126.00
Suministro, Transporte e Inst. de Sub Base Granular (Clase A Norma IDU 400-11)	M3	\$ 149 694.00	1.08	\$ 161 658.00
Suministro, Transporte e Instalación de Base Granular (Clase A Norma IDU 400-11)	M3	\$ 158 710.00	1.08	\$ 171 394.00
INTERVENCIÓN - RECUPERACIÓN DE VÍAS Y ESPACIO PUBLICO				
Demolición pavimento asfáltico	M3	\$ 62 326.00	1.94	\$ 121 153.00
Suministro e Instalación pavimento flexible MD - 20 (suministro + instalación)	M3	\$ 1 259 694.00	1.63	\$ 2 056 882.00
RETIRO Y DISPOSICIÓN DE MATERIALES SOBANTES				
Retiro y disposic. materiales sobrantes excav y demol	m3k	\$ 2 239.00	9082.81	\$ 20 336 404.00
CONCRETOS Y ACERO				
Sumin.-Instal. concreto resist.28MPa	m3	\$ 714 604.00	6.75	\$ 4 823 231.00
Sumin.-Instal. concreto resist.10,5 Mpa	m3	\$ 614 040.00	0.44	\$ 271 275.00
Suministro e intalación Varillas de acero NTC 2289 Grado 60	kg	\$ 6 110.00	1147.42	\$ 7 010 722.00
CAMARAS DE LANZAMIENTO Y POZOS				
Camara de Lanzamiento	Und	\$ 39 487 613.00	5.00	\$ 197 438 065.00
Camara de Recepción	Und	\$ 27 443 830.00	5.00	\$ 137 219 150.00
Cilindro para pozo insp D1.20m H=0.25m	m	\$ 1 494 275.00	7.85	\$ 11 730 059.00
Cilindro para pozo insp D1.20m H=0.50m	m	\$ 1 276 255.00	7.85	\$ 10 018 602.00
Inst de cono de reducción prefabricado concreto reforzado 28 MPa, para pozo.	Und	\$ 245 564.00	5.00	\$ 1 227 820.00
Cono reduc Prefabr CR 28Mpa Pozo Insp	Und	\$ 660 070.00	5.00	\$ 3 300 350.00
Cargue conc E0,25mD1.7m pozo insp. Cilín	Und	\$ 1 155 987.00	5.00	\$ 5 779 935.00
Sumin-insta Sello polivinilo 0.10m ancho	m	\$ 31 166.00	23.56	\$ 734 332.00
Instalación escalera de acceso en polipropileno con refuerzo	m	\$ 32 749.00	25.00	\$ 818 725.00
Suministro escalera de acceso en polipropileno con refuerzo	m	\$ 202 300.00	25.00	\$ 5 057 500.00
Instalación Tapa de seguridad tipo 2	Und	\$ 41 110.00	5.00	\$ 205 550.00
Tapa segur circ. tráf. pesado T.2 HD aro	Und	\$ 1 783 469.00	5.00	\$ 8 917 345.00
INSTALACIÓN DE TUBERIA				
Inst tub alcant Pipe Jacking DN 1100mm, Longitud hasta 100 m	M	\$ 8 788 887.00	299.70	\$ 2 634 029 434.00
Inst tub alcant Pipe Jacking DN 1600mm, Longitud hasta 100 m	M	\$ 18 195 165.00	0.00	\$ -
Tubería GRP Jacking Pipe, alcant. 600≤ Empuje <700 Ton, DN 1100	M	\$ 10 772 424.00	299.70	\$ 3 228 495 473.00
Tubería GRP Jacking Pipe, alcant. 800≤ Empuje <900 Ton, DN 1600	M	\$ 16 472 901.00	0.00	\$ -

12.2.3.3 Presupuesto Conectores Pluviales Tramo No. 3

TRAMO 3				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR/UNIT	CANT	VALOR/TOTAL
LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO				
Replanteo	KM	\$ 227 742.00	0.48	\$ 110 432.00
Referenciación obra-Mojones en Concreto en planimetría	Und	\$ 162 435.00	2.00	\$ 324 870.00
EXCAVACIONES				
Excavación En Zanja a máquina en material común 2 <= h <= 5 m	M3	\$ 4 967.00	48.24	\$ 239 623.00
ENTIBADOS				
Entibado deslizante 3,00<H<=4,80 M	M2	\$ 26 683.00	113.96	\$ 3 040 795.00
Entibado para Camara de lanzamiento. Incluye tiempo de: entibado, excavación, instalación tubería sin zanja, instalación cámara prefabricada en GRP, ejecución de rellenos. Superficie entibado: 146m2.	Und	\$ 91 195 883.00	7.00	\$ 638 371 181.00
Entibado para Camra de recepción. Incluye tiempo de: entibado, excavación, instalación tubería sin zanja, instalación cámara prefabricada en GRP, ejecución de rellenos. Superficie entibado: 73m2.	Und	\$ 24 882 331.00	7.00	\$ 174 176 317.00
RELLENOS				
Suministro, transporte e instalación Recebo	M3	\$ 76 064.00	2.91	\$ 221 376.00
Suministro, Transporte e Inst. de Sub Base Granular (Clase A Norma IDU 400-11)	M3	\$ 149 694.00	1.51	\$ 226 321.00
Suministro, Transporte e Instalación de Base Granular (Clase A Norma IDU 400-11)	M3	\$ 158 710.00	1.51	\$ 239 952.00
INTERVENCIÓN - RECUPERACIÓN DE VÍAS Y ESPACIO PUBLICO				
Demolición pavimento asfáltico	M3	\$ 62 326.00	2.72	\$ 169 614.00
Suministro e Instalación pavimento flexible MD - 20 (suministro + instalación)	M3	\$ 1 259 694.00	2.29	\$ 2 879 635.00
RETIRO Y DISPOSICIÓN DE MATERIALES SOBANTES				
Retiro y disposic. materiales sobrantes excav y demol	m3k	\$ 2 239.00	14536.86	\$ 32 548 021.00
CONCRETOS Y ACERO				
Sumin.-Instal. concreto resist.28MPa	m3	\$ 714 604.00	9.45	\$ 6 752 523.00
Sumin.-Instal. concreto resist.10,5 Mpa	m3	\$ 614 040.00	0.62	\$ 379 784.00
Suministro e intalación Varillas de acero NTC 2289 Grado 60	kg	\$ 6 110.00	1606.38	\$ 9 815 010.00
CAMARAS DE LANZAMIENTO Y POZOS				
Camara de Lanzamiento	Und	\$ 39 487 613.00	7.00	\$ 276 413 291.00
Camara de Recepción	Und	\$ 27 443 830.00	7.00	\$ 192 106 810.00
Cilindro para pozo insp D1.20m H=0.25m	m	\$ 1 494 275.00	10.99	\$ 16 422 082.00
Cilindro para pozo insp D1.20m H=0.50m	m	\$ 1 276 255.00	10.99	\$ 14 026 042.00
Inst de cono de reducción prefabricado concreto reforzado 28 MPa, para pozo.	Und	\$ 245 564.00	7.00	\$ 1 718 948.00
Cono reduc Prefabr CR 28Mpa Pozo Insp	Und	\$ 660 070.00	7.00	\$ 4 620 490.00
Cargue conc E0,25mD1.7m pozo insp. Cilín	Und	\$ 1 155 987.00	7.00	\$ 8 091 909.00
Sumin-insta Sello polivinilo 0.10m ancho	m	\$ 31 166.00	32.99	\$ 1 028 064.00
Instalación escalera de acceso en polipropileno con refuerzo	m	\$ 32 749.00	35.00	\$ 1 146 215.00
Suministro escalera de acceso en polipropileno con refuerzo	m	\$ 202 300.00	35.00	\$ 7 080 500.00
Instalación Tapa de seguridad tipo 2	Und	\$ 41 110.00	7.00	\$ 287 770.00
Tapa segur circ. tráf. pesado T.2 HD aro	Und	\$ 1 783 469.00	7.00	\$ 12 484 283.00
INSTALACIÓN DE TUBERIA				
Inst tub alcant Pipe Jacking DN 1100mm, Longitud hasta 100 m	M	\$ 8 788 887.00	484.90	\$ 4 261 731 306.00
Inst tub alcant Pipe Jacking DN 1600mm, Longitud hasta 100 m	M	\$ 18 195 165.00	0.00	\$ -
Tubería GRP Jacking Pipe, alcant. 600≤ Empuje <700 Ton, DN 1100	M	\$ 10 772 424.00	484.90	\$ 5 223 548 398.00
Tubería GRP Jacking Pipe, alcant. 800≤ Empuje <900 Ton, DN 1600	M	\$ 16 472 901.00	0.00	\$ -

12.2.3.4 Presupuesto Conectores Pluviales

ITEM: OPTIMIZACIÓN DE SISTEMA PLUVIAL CIUDELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO	TOTAL COSTO DIRECTO TRAMO 1			\$ 72 636 630 128.00	
	ADMINISTRACIÓN	A	33.00%	\$ 23 970 087 942.24	
	IMPREVISTOS	I	1.00%	\$ 726 366 301.28	
	UTILIDAD	U	3.00%	\$ 2 179 098 903.84	
	IMPACTO URBANO		5.00%	\$ 3 631 831 506.40	
	TOTAL PRESUPUESTO PLUVIAL TRAMO 1			\$ 103 144 014 781.76	
	INTERVENTORÍA	VALOR		12.00%	\$ 12 377 281 773.81
		IVA		19.00%	\$ 2 351 683 537.02
		TOTAL INTERVENTORÍA TRAMO No. 1			\$ 14 728 965 310.84
	TOTAL PROYECTO PLUVIAL TRAMO 1			\$ 117 872 980 092.60	

ITEM: OPTIMIZACIÓN DE SISTEMA PLUVIAL CIUDELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO	TOTAL COSTO DIRECTO TRAMO 2			\$ 6 863 210 535.00	
	ADMINISTRACIÓN	A	33.00%	\$ 2 264 859 476.55	
	IMPREVISTOS	I	1.00%	\$ 68 632 105.35	
	UTILIDAD	U	3.00%	\$ 205 896 316.05	
	IMPACTO URBANO		5.00%	\$ 343 160 526.75	
	TOTAL PRESUPUESTO PLUVIAL TRAMO 2			\$ 9 745 758 959.70	
	INTERVENTORÍA	VALOR		12.00%	\$ 1 169 491 075.16
		IVA		19.00%	\$ 222 203 304.28
		TOTAL INTERVENTORÍA TRAMO No. 2			\$ 1 391 694 379.45
	TOTAL PROYECTO PLUVIAL TRAMO 2			\$ 11 137 453 339.15	

ITEM: OPTIMIZACIÓN DE SISTEMA PLUVIAL CIUDELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO	TOTAL COSTO DIRECTO TRAMO 3			\$ 10 890 201 562.00	
	ADMINISTRACIÓN	A	33.00%	\$ 3 593 766 515.46	
	IMPREVISTOS	I	1.00%	\$ 108 902 015.62	
	UTILIDAD	U	3.00%	\$ 326 706 046.86	
	IMPACTO URBANO		5.00%	\$ 544 510 078.10	
	TOTAL PRESUPUESTO PLUVIAL TRAMO 3			\$ 15 464 086 218.04	
	INTERVENTORÍA	VALOR		12.00%	\$ 1 855 690 346.16
		IVA		19.00%	\$ 352 581 165.77
		TOTAL INTERVENTORÍA TRAMO No. 3			\$ 2 208 271 511.94
	TOTAL PROYECTO PLUVIAL TRAMO 3			\$ 17 672 357 729.98	

12.2.4 Presupuesto de Estudios y Diseños para la ingeniería de detalle de los colectores sanitarios.

En el anexo No 4 se presenta el cálculo de los costos de estudios y diseños requeridos para la construcción de los refuerzos requeridos.

12.2.5 Presupuesto Interventoría estudios y diseños

 PRESUPUESTO DETALLADO DE INTERVENTORÍA DISEÑOS LISTA DE PERSONAL, RECURSOS Y COSTOS DIRECTOS INTERVENTORÍA INTEGRAL PARA LOS DISEÑOS DE LOS COLECTORES SANITARIO REQUERIDOS PARA LA ACTUACION ESTRATEGICA CIUDADELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO PLAZO DE EJECUCIÓN Doce (12)									
1. COSTOS DE PERSONAL									
ITEM	CATEGORIA	CARGO	UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA SALARIO MES (4)	FM (5)	COSTO TOTAL (6) = (1)x(2)x(3)x(4)x(5)
802.001.003.001	Categoría 3	DIRECTOR DE INTERVENTORÍA (Categoría 3)	MES	1	20,00%	12,00	9.127.000,00	2,25	\$ 49.285.800,00
802.001.004.001	Categoría 4	COORDINADOR DE INTERVENTORÍA (Categoría 4)	MES	1	30,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 53.160.300,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA HIDRÁULICO (Categoría 4)	MES	1	30,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 53.160.300,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA DISEÑOS TUBERÍA SIN ZANJA (Categoría 4)	MES	1	10,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 17.720.100,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA GEOTÉCNICO (Categoría 4)	MES	1	15,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 26.580.150,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA ESTRUCTURAL (Categoría 4)	MES	1	15,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 26.580.150,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA PREDIAL	MES	1	15,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 26.580.150,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA AMBIENTAL	MES	1	15,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 26.580.150,00
802.001.004.001	Categoría 4	ESPECIALISTA EN TRÁNSITO Y TRANSPORTE	MES	1	10,00%	12,00	6.563.000,00	2,25	\$ 17.720.100,00
802.001.005.001	Categoría 5	PROFESIONAL SOCIAL	MES	1	15,00%	12,00	5.148.000,00	2,25	\$ 20.849.400,00
802.001.005.001	Categoría 5	ESPECIALISTA PROGRAMACIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL	MES	1	10,00%	12,00	5.148.000,00	2,25	\$ 13.899.600,00
802.001.006.001	Categoría 6	ARQUEÓLOGO (Categoría 6)	MES	1	10,00%	12,00	4.395.000,00	2,25	\$ 11.866.500,00
802.001.005.001	Categoría 5	PROFESIONAL SGC (Categoría 5)	MES	1	15,00%	12,00	5.148.000,00	2,25	\$ 20.849.400,00
802.001.008.001	Categoría 8	PROFESIONAL SST (Categoría 8)	MES	1	10,00%	12,00	3.114.000,00	2,25	\$ 8.407.800,00
802	Comisión de topo	COMISION DE TOPOGRAFIA	MES	1	10,00%	12,00	4.910.000,00	2,25	\$ 13.257.000,00
802.002.016	Secretaría	SECRETARIA	MES	1	20,00%	12,00	1.930.000,00	2,25	\$ 10.422.000,00
802.002.019	Conductor	MENSAJERO	MES	1	20,00%	12,00	1.239.000,00	2,25	\$ 6.690.600,00
802.002.019	Conductor	CONDUCTOR	MES	1	15,00%	12,00	1.239.000,00	2,25	\$ 5.017.950,00
802.001.007.001	Categoría 7	CONTADOR (Categoría 7)	MES	1	5,00%	12,00	4.017.000,00	2,25	\$ 5.422.950,00
(A) SUBTOTAL PERSONAL									\$ 414.050.400,00
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA (4)	COSTO TOTAL (5) = (1)x(2)x(3)x(4)		
	Campero, Pick-up, Camioneta 1600-2000cc	Veh-mes	1,00	15,00%	12,00	\$ 5.500.000	\$ 9.900.000,00		
	Equipo de topografía	Equip-Mes	1,00	10,00%	12,00	\$ 1.400.000	\$ 1.680.000,00		
(B) SUBTOTAL OTROS COSTOS DIRECTOS									\$ 11.580.000,00
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (1)	DEDICACIÓN (2)	MESES (3)	TARIFA (4)	COSTO TOTAL (5) = (1)x(2)x(3)x(4)		
							\$ -		
(C) SUBTOTAL COSTOS REEMBOLSABLES									\$ -
(D) SUBTOTAL (A+B+C)									\$ 425.630.400,00
(D) IVA (19%)									\$ 80.869.776,00
(E) TOTAL COSTOS DIRECTOS CON IVA (C+D)									\$ 506.500.176,00

NOTA: El factor multiplicador (FM) incluyen los pagos referentes a Oficina, Arriendo, Servicios, Costo de polizas, impuestos y parafiscales entre otros.

12.2.6 Presupuesto de obra colectores sanitarios

PRESUPUESTO SANITARIO ACTUACIONES ESTRATEGICAS				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR/UNIT	CANT	VALOR/TOTAL
LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO				
Replanteo	KM	\$ 227 742.00	6.12	\$ 1 393 758.00
Referenciación obra-Mojones en Concreto en planimetría	Und	\$ 162 435.00	13.00	\$ 2 111 655.00
EXCAVACIONES				
Excavación En Zanja a máquina en material común 2 <= h <= 5 m	M3	\$ 4 967.00	606.48	\$ 3 012 408.00
ENTIBADOS				
Entibado deslizante 3,00<H<=4,80 M	M2	\$ 26 683.00	1432.64	\$ 38 227 133.00
Entibado para Camara de lanzamiento. Incluye tiempo de: entibado, excavación, instalación tubería sin zanja, instalación cámara prefabricada en GRP, ejecución de rellenos. Superficie entibado: 146m2.	Und	\$ 91 195 883.00	88.00	\$ 8 025 237 704.00
Entibado para Camra de recepción. Incluye tiempo de: entibado, excavación, instalación tubería sin zanja, instalación cámara prefabricada en GRP, ejecución de rellenos. Superficie entibado: 73m2.	Und	\$ 24 882 331.00	88.00	\$ 2 189 645 128.00
RELLENOS				
Suministro, transporte e instalación Recebo	M3	\$ 76 064.00	36.59	\$ 2 783 012.00
Suministro, Transporte e Inst. de Sub Base Granular (Clase A Norma IDU 400-11)	M3	\$ 149 694.00	19.01	\$ 2 845 179.00
Suministro, Transporte e Instalación de Base Granular (Clase A Norma IDU 400-11)	M3	\$ 158 710.00	19.01	\$ 3 016 543.00
INTERVENCIÓN - RECUPERACIÓN DE VÍAS Y ESPACIO PUBLICO				
Demolición pavimento asfáltico	M3	\$ 62 326.00	34.21	\$ 2 132 294.00
Suministro e Instalación pavimento flexible MD - 20 (suministro + instalación)	M3	\$ 1 259 694.00	28.74	\$ 36 201 128.00
RETIRO Y DISPOSICIÓN DE MATERIALES SOBANTES				
Retiro y disposic. materiales sobrantes excav y demol	m3k	\$ 2 239.00	38513.53	\$ 86 231 783.00
CONCRETOS Y ACERO				
Sumin.-Instal. concreto resist.28MPa	m3	\$ 714 604.00	118.79	\$ 84 888 861.00
Sumin.-Instal. concreto resist.10,5 Mpa	m3	\$ 614 040.00	7.78	\$ 4 774 432.00
Suministro e intalación Varillas de acero NTC 2289 Grado 60	kg	\$ 6 110.00	20194.55	\$ 123 388 702.00
CAMARAS DE LANZAMIENTO Y POZOS				
Camara de Lanzamiento	Und	\$ 39 487 613.00	88.00	\$ 3 474 909 944.00
Camara de Recepción	Und	\$ 27 443 830.00	88.00	\$ 2 415 057 040.00
Cilindro para pozo insp D1.20m H=0.25m	m	\$ 1 494 275.00	138.16	\$ 206 449 034.00
Cilindro para pozo insp D1.20m H=0.50m	m	\$ 1 276 255.00	138.16	\$ 176 327 391.00
Inst de cono de reducción prefabricado concreto reforzado 28 MPa, para pozo.	Und	\$ 245 564.00	88.00	\$ 21 609 632.00
Cono reduc Prefabr CR 28Mpa Pozo Insp	Und	\$ 660 070.00	88.00	\$ 58 086 160.00
Cargue conc E0,25mD1.7m pozo insp. Cilín	Und	\$ 1 155 987.00	88.00	\$ 101 726 856.00
Sumin-insta Sello polivinilo 0.10m ancho	m	\$ 31 166.00	414.69	\$ 12 924 236.00
Instalación escalera de acceso en polipropileno con refuerzo	m	\$ 32 749.00	440.00	\$ 14 409 560.00
Suministro escalera de acceso en polipropileno con refuerzo	m	\$ 202 300.00	440.00	\$ 89 012 000.00
Instalación Tapa de seguridad tipo 2	Und	\$ 41 110.00	88.00	\$ 3 617 680.00
Tapa segur circ. trá. pesado T.2 HD aro	Und	\$ 1 783 469.00	88.00	\$ 156 945 272.00
INSTALACIÓN DE TUBERIA				
Inst tub alcant Pipe Jacking DN 400mm, Longitud hasta 100 m	M	\$ 5 500 000.00	4126.60	\$ 22 696 300 000.00
Inst tub alcant Pipe Jacking DN 600mm, Longitud hasta 100 m	M	\$ 6 500 000.00	1993.30	\$ 12 956 450 000.00
Tubería GRP Jacking Pipe, alcant. 50≤ Empuje <100 Ton, DN 400	M	\$ 2 850 430.00	4126.60	\$ 11 762 584 438.00
Tubería GRP Jacking Pipe, alcant. 100≤ Empuje <200 Ton, DN 500	M	\$ 4 099 779.00	1442.20	\$ 5 912 701 274.00
Tubería GRP Jacking Pipe, alcant. 200≤ Empuje <300 Ton, DN 600	M	\$ 4 777 911.00	551.10	\$ 2 633 106 752.00

ITEM: OPTIMIZACIÓN DE SISTEMA PLUVIAL CIUDADELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO	TOTAL COSTO DIRECTO		\$ 73 298 106 989.00	
	ADMINISTRACIÓN	A 33.00%	\$ 24 188 375 306.37	
	IMPREVISTOS	I 1.00%	\$ 732 981 069.89	
	UTILIDAD	U 3.00%	\$ 2 198 943 209.67	
	IMPACTO URBANO	5.00%	\$ 3 664 905 349.45	
	TOTAL PRESUPUESTO SANITARIO		\$ 104 083 311 924.38	
	INTERVENTORÍA	VALOR	12.00%	\$ 12 489 997 430.93
		IVA	19.00%	\$ 2 373 099 511.88
		TOTAL INTERVENTORÍA SANITARIO		\$ 14 863 096 942.80
	TOTAL PROYECTO SANITARIO		\$ 118 946 408 867.18	