CONSULTORÍA TÉCNICA, "EJECUTAR, POR EL SISTEMA DE PRECIOS GLOBAL FIJO SIN FORMULA DE REAJUSTE, Y AMONTO AGOTABLE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN MALLA VIAL Y ESPACIO PUBLICO ASOCIADO DE LA LOCALIDAD DE BOSA".

CONTRATO 254 DE 2018

DIAGNÓSTICO REDES HIDRÁULICAS
BOSA – ARGELIA

OCTUBRE de 2021

Versión 0

Bogotá D.C.

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Copias de este documento han sido entregadas, según se indica a continuación. Las observaciones que resulten de su revisión y aplicación deben ser informadas a esta oficina para proceder a realizar sus modificaciones:

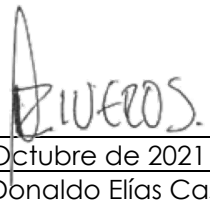
ENTIDAD Y/O DEPENDENCIA	N° de Copias
CLIENTE	1
CONSORCIO BOSA 2018	Digital

El cliente es responsable de administrar las copias correspondientes de este documento dentro de los grupos de trabajo.

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Versión	Fecha de Modificación	Capítulo Modificado	Observaciones
0			Versión original

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

ELABORÓ	Nombre	Diana Lorena Medina Piza
	Firma	
	Fecha	Octubre de 2021
REVISÓ	Nombre	Fernando Riveros
	Firma	
	Fecha	Octubre de 2021
APROBÓ	Nombre	Donaldo Elías Castilla Rodríguez
	Firma	
	Fecha	Octubre de 2021

CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 10

2 OBJETIVOS Y ALCANCE 11

2.1 OBJETIVO GENERAL 11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 11

3 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 12

3.1 LOCALIZACIÓN 12
3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 14
3.2.1 GENERALIDADES 14
3.2.2 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS 14
3.2.3 USO DEL SUELO 14
3.2.4 NORMATIVIDAD APLICABLE AL PROYECTO 15

4 ALCANTARILLADO SANITARIO 16

4.1 ESTUDIO DE POBLACIÓN Y DEMANDA 16
4.1.1 CÁLCULO DE LA DENSIDAD DE POBLACIÓN 16
4.1.2 DOTACIÓN 17
4.1.3 CÁLCULO DE CAUDALES 17
4.1.3.1 Caudal máximo horario 17
4.1.3.2 Caudal medio diario 18
4.1.3.3 Caudal por conexiones erradas 19
4.1.3.4 Caudal por infiltración 19
4.2 PARAMETROS DE ANÁLISIS HIDRÁULICO 19
4.2.1 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD 19
4.2.2 PENDIENTES 20
4.2.3 VELOCIDADES MÍNIMAS 20
4.2.4 VELOCIDADES MÁXIMAS 20
4.2.5 SECCIÓN 21
4.2.6 DIÁMETRO MÍNIMO 21
4.2.7 PROFUNDIDAD MÍNIMA Y MÁXIMA A COTA CLAVE 21

4.3 DIAGNÓSTICO SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO 22
4.3.1 PROCESAMIENTO PARA LA EVALUACIÓN HIDRÁULICA 22
4.3.2 SOFTWARE DE MODELACIÓN 23
4.3.3 CONSTRUCCIÓN DE MODELO HIDRÁULICO 23
4.3.4 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN HIDRÁULICA 23

5 ALCANTARILLADO PLUVIAL 36

5.1 CÁLCULO DE CAUDALES 36
5.1.1 DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE DRENAJE 36
5.1.2 PERIODO DE RETORNO 37
5.1.3 METODOLOGÍA DE CALCULO 38
5.1.4 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA 38
5.1.5 INTENSIDAD DE LLUVIAS 39
5.2 PARAMETROS DE ANÁLISIS HIDRÁULICO 39
5.2.1 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD 40
5.2.2 PENDIENTES 40
5.2.3 VELOCIDADES MÍNIMAS 40
5.2.4 VELOCIDADES MÁXIMAS 41
5.2.5 SECCIÓN 41
5.2.6 DIÁMETRO MÍNIMO 41
5.2.7 PROFUNDIDAD MÍNIMA Y MÁXIMA A COTA CLAVE 41
5.3 DIAGNÓSTICO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL 42
5.3.1 PROCESAMIENTO PARA LA EVALUACIÓN HIDRÁULICA 42
5.3.2 SOFTWARE DE MODELACIÓN 43
5.3.3 CONSTRUCCIÓN DE MODELO HIDRÁULICO 43
5.3.4 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN HIDRÁULICA 43

6 ACUEDUCTO 55

6.1 CONSIDERACIONES 55
6.2 GENERALIDADES 55

7 CONCLUSIONES 58

LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1 Topología sistema de alcantarillado sanitario 12
Figura 3-2 Localización General del Proyecto – Segmentos viales 13
Figura 3-3 Uso predominante por el Lote catastral 15
Figura 4-1 Topología sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 1 24
Figura 4-2 Topología sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 2 25
Figura 4-3 Topología sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 3 26
Figura 4-4 Caudales sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 1 27
Figura 4-5 Caudales sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 2 28
Figura 4-6 Caudales sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 3 29
Figura 4-7 Velocidades sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 1 30
Figura 4-8 Velocidades sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 2 31
Figura 4-9 Velocidades sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 3 32
Figura 4-10 Perfil nodo CMP101779 – CMP112279 34
Figura 4-11 Perfil nodo CMP113787 – CMP182892 34
Figura 4-12 Perfil nodo PV3 – PV1 34
Figura 4-13 Perfil nodo PV5 – PV1 35
Figura 5-1 Áreas aferentes sistema de alcantarillado pluvial existente 37
Figura 5-2 Topología sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 1 44
Figura 5-3 Topología sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 2 - cuenca 3 45
Figura 5-4 Topología sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 4 46
Figura 5-5 Caudales sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 1 47
Figura 5-6 Caudales sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 2 – cuenca 3 48
Figura 5-7 Caudales sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 4 49
Figura 5-8 Velocidades sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 1 49

Figura 5-9 Velocidades sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 2 – cuenca 3 50

Figura 5-10 Velocidades sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 4 51

Figura 5-11 Perfil nodo PMI37306 – PLT36727 52

Figura 5-12 Perfil nodo 29366 – PPV4 53

Figura 5-13 Perfil nodo 29645 – PPV5 53

Figura 5-14 Perfil nodo PPV1 – PPV2 53

Figura 6-1 Redes a intervenir sistema de acueducto 57

LISTA DE TABLAS

Tabla 3-1 Marco 15

Tabla 4-1 Ocupación por vivienda y por usuario 16

Tabla 4-2 Dotación bruta promedio 17

Tabla 4-3 Coeficiente de rugosidad de Manning n 19

Tabla 4-4 Velocidades máximas en conductos cerrados 21

Tabla 4-5 Relación máxima de tubo y/D para sistemas sanitarios 21

Tabla 4-6 Profundidad mínima 22

Tabla 4-7 Resumen de diámetro y longitud alcantarillado sanitario 26

Tabla 4-8 Capacidad sistema de alcantarillado sanitario 32

Tabla 5-1 Periodos de retorno mínimo 37

Tabla 5-2 Coeficientes de escorrentía (C) para zona de estudio 39

Tabla 5-3 Datos técnicos – Calculo Intensidad 39

Tabla 5-4 Coeficiente de rugosidad de Manning n 40

Tabla 5-5 Velocidades máximas en conductos cerrados 41

Tabla 5-6 Profundidad mínima 42

Tabla 5-7 Resumen de diámetro y longitud alcantarillado pluvial 46

Tabla 5-8 Capacidad sistema de alcantarillado pluvial 51

Tabla 6-1 Longitud de red por diámetro material..... 56

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 . CATASTRO DE REDES 60

ANEXO 2 . MEMORIAS DE CÁLCULO 61

ANEXO 3 . MODELOS HIRÁULICOS 62

ANEXO 4 . PLANOS 63

1 INTRODUCCIÓN

La Alcaldía del Municipio de Bosa dentro del Plan de Desarrollo tiene como objetivo la construcción de vías y andenes que ofrezcan a los ciudadanos las mejores condiciones de movilidad y seguridad, requiriendo, por tanto, de diseños técnicos que garanticen una adecuada planeación y ejecución de una obra de infraestructura[1].

De acuerdo a los resultados del diagnóstico de la malla vial del Distrito Capital, realizado por el Instituto de Desarrollo Urbano en el año 2016, se evidenció que la malla vial de Bosa presenta un atraso en está, donde aproximadamente 1.628 CIVs están en condiciones de afirmado respecto a un total de 9.136 segmentos viales de la Localidad de Bosa; suma que equivale al 18 % de la malla vial de la Localidad y además se resalta que el 27 % de los CIVs que están construidos se encuentra en malas condiciones de deterioro.

Con lo anterior, se describe que la Localidad de Bosa se caracteriza por el déficit de su malla vial y espacio público, donde ocasiona afectación en la movilidad tanto peatonal como vehicular, representando insuficiencias en la comunidad. También, causa una baja calidad en el servicio de transporte público y desintegración de los modos de transporte, dando como resultado la baja accesibilidad en la localidad de Bosa.

Por todo lo anterior descrito el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), implementó un plan de asesoría y asistencia técnica en la estructuración del Modelo de priorización para la Localidad de Bosa que permita definir la infraestructura vial y de espacio público para la intervención con cargo al presupuesto del FDLB, 2017- 2020, resultado de lo cual, el Fondo de Desarrollo Local de Bosa formuló y viabilizó el Proyecto de Inversión 1345, "INNOVACIÓN EN INFRAESTRUCTURA PARA UNA MOVILIDAD MEJOR PARA TODOS"[2], lo cual el Fondo de Desarrollo Local de Bosa para desarrollar y cumplir con el proyecto de inversión 1345, identificó la necesidad de contratar los estudios y diseños necesarios para la construcción de la infraestructura vial y espacio público asociado en la Localidad de Bosa.

El desarrollo de los Estudios y Diseños en la actualidad está enmarcado bajo el contrato 254 de 2018, cuyo alcance comprende la **"EJECUTAR, POR EL SISTEMA DE PRECIOS GLOBAL FIJO SIN FORMULA DE REAJUSTE, Y AMONTO AGOTABLE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN MALLA VIAL Y ESPACIO PUBLICO ASOCIADO DE LA LOCALIDAD DE BOSA".** Así mismo el proyecto cuenta con una Supervisión general que se desarrolla bajo el contrato de Interventoría 253 de 2019, cuyo alcance es **"REALIZAR LA INTERVENTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA, FINANCIERA, LEGAL, AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO AL CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 254 de 2018"**.

[1] Información tomada del anexo técnico Estudios y Diseños vías y espacio público, 1.1 ANTECEDENTES
[2] Información tomada textualmente del documento Estudios Previos, 1.1 Antecedentes y Necesidad.

2 OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo general y los objetivos específicos del documento se presentan a continuación:

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el comportamiento actual del sistema de alcantarillado sanitario, revisando el cumplimiento de los parámetros establecidos en las normas SISTEC de la EAAB EPS
- Evaluar si la infraestructura existente de alcantarillado pluvial cumple con las condiciones necesarias para evacua las aguas lluvias producto de un evento de precipitación dado.
- Identificar si las redes de acueducto exístete cumplen con las normas SISTEC de la EAAB EPS.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Delimitar las áreas de drenaje sanitario y pluvial aferente a cada tramo y pozo.
- Analizar los puntos de entrega, identificando la capacidad de las redes para recibir los nuevos aportes sanitarios y pluviales.
- Realizar el trazado de los sistemas según los anchos de vía disponibles, con el mínimo número de cruces entre los mismos.
- Identificar el diámetro y material de la tubería de acueducto y según la normatividad realizar las recomendaciones necesarias.

3 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 LOCALIZACIÓN

El proyecto está localizado al sur occidente de la ciudad de Bogotá en la localidad de Bosa, en la Unidad de Planeación Zonal (UPZ) 85 Bosa Central, en el sector de Argelia, como se muestra en la siguiente figura

Figura 3-1 Topología sistema de alcantarillado sanitario



Fuente: Alcaldía Local de Bosa, link: http://www.bosa.gov.co/

El diagnóstico abarca las redes localizadas sobre los siguientes CIVs:

- 7004503: Diagonal 59 A Sur entre Carrera 81 A y Carrera 81 B
- 7004413: Diagonal 59 A Sur entre Carrera 81 B y Carrera 81 C
- 7004403: Carrera 81 C con Diagonal 559 A Sur
- 7004377: Diagonal 59 A Sur entre Carrera 81 C y Carrera 81H
- 7004331: Calle 59 A Sur con Carrera 81 H
- 7008640: Carrera 81H entre Calle 59 A Sur y Calle 59 Sur
- 7004462: Carrea 81D entre Calle 59 Bis A Sur y Calle 60 Sur
- 7004238: Calle 58 K Bis Sur entre Carrera 81H y Carrera 81I
- 7004199: Carrera 81I entre Calle 58 K Bis Sur y Calle 58 K Sur
- 7004227: Carrera 81I entre Calle 58L Sur y Calle 58 K Bis Sur
- 50006652: Calle 58 K Bis Sur entre Carrera 81I y Carrera 81J
- 50006651: Calle 58 K Bis Sur con Carrera 81J

En la siguiente figura se muestran marcados los segmentos viales objeto de diseño.

Figura 3-2 Localización General del Proyecto – Segmentos viales



Fuente: Google Earth – Edición: Consorcio Bosa 2020.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.2.1 Generalidades

Se contempla el mejoramiento de la malla vial de la localidad de Bosa, para este fin se realizarán los diseños urbanísticos, arquitectónicos, geométricos y las capas rasantes de las vías en puntos específicos dentro de la localidad; para esto se realizará un análisis del estado actual de las redes hidráulicas de los sistemas de alcantarillados sanitario y pluvial como las redes de suministro de agua potable.

Para el sector de Argelia, se encontró en el estudio de Catastro realizado por el CONSORCIO BOSA 2018, que en la zona se cuentan con redes de acueducto y redes separadas de alcantarillado sanitario y pluvial, pero, no se observaron estructuras para el drenaje de escorrentías como sumideros o cunetas directamente sobre la zona del proyecto, pero si hay sumideros en las bocacalles perpendiculares. Por este motivo este estudio se centrará en realizar un diagnóstico hidráulico de las redes existentes basado en los parámetros de las Normas Técnicas de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB).

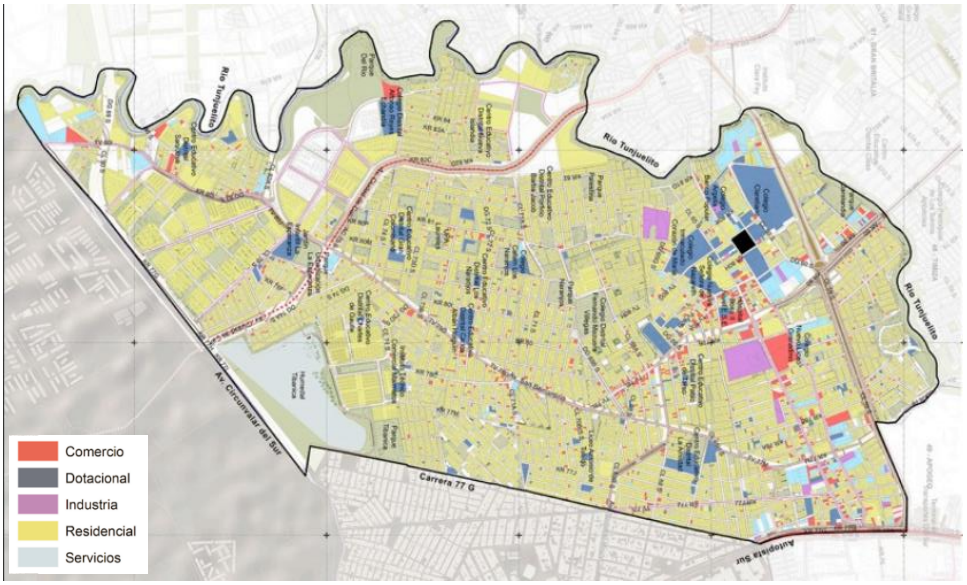
3.2.2 Aspectos socioeconómicos

De acuerdo con el decreto 551 del 12 de septiembre del año 2019 y según el Anexo 1 de este decreto "Estratos adoptados por manzana en la octava actualización de la estratificación del distrito capital", la zona de estudio se encuentra dentro de la localidad de Bosa en el barrio Argelia por lo que el estrato catalogado dentro del estudio es dos (2).

3.2.3 Uso del suelo

De acuerdo con el POT, según la zona de estudio se encuentra distribuida en un alto porcentaje de zona netamente residencial; no se encuentran instituciones, industrias y comercio.

Figura 3-3 Uso predominante por el Lote catastral



Fuente: Presentación Plan de Ordenamiento Territorial UPZ 85, 2020

3.2.4 Normatividad aplicable al proyecto

Este estudio se basa en las normas vigentes de la EAAB, entre las principales:

Tabla 3-1 Marco

Código	Nombre
NS-085	CRITERIOS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO
NS-047	SUMIDEROS
NS-031	ESTUDIOS DE POBLACIÓN Y DEMANDA EN SECTORES ESPECÍFICOS DE LA CIUDAD
NS-036	CRITERIOS PARA DISEÑO DE RED DE ACUEDUCTO SECUNDARIA Y MENOR DE DISTRIBUCIÓN
NS-123	CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE MATERIALES DE TUBERÍAS PARA REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO
NS-035	REQUERIMIENTOS PARA CIMENTACIONES DE TUBERIAS EN REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO
NS-060	CRITERIOS DE DISEÑO DE ANCLAJES EN REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO
NS-023	EMPATES DE TUBERIAS EN REDES DE ACUEDUCTO
NS-068	CONEXIÓN DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO
NS-028	PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE SISTEMAS DE ACUEDUCTO
RES 0330 DE 2017	RESOLUCION 0330. REGLAMENTO TÉCNICO PARA EL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO - RAS

4 ALCANTARILLADO SANITARIO

4.1 ESTUDIO DE POBLACIÓN Y DEMANDA

4.1.1 Cálculo de la densidad de población

Para poder determinar el flujo de demanda en el sector de Argelia se utilizaron como referencia diferentes documentos del distrito con el fin de establecer la densidad de la zona; inicialmente se localizó el nivel socioeconómico para fijar el número de habitantes por vivienda existente, este valor se tomó de la norma de la EAAB NS – 031, en el Capítulo4.4.

En la Tabla 3-1 se clasifica el número de habitantes por vivienda o por usuario para cada estrato, esta zona se cataloga como estrato dos, la norma específica que: el valor de número de habitantes por usuario se utiliza para condiciones existentes.

Tabla 4-1 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
4	2.5	3.4
5	2.8	3.7
6	2.3	3.1

Fuente: Norma EAAB NS – 031 Tabla 1, 2020.

De acuerdo con lo manifestado en el capítulo 3.2.2 el estrato del área de influencia de los tramos a evaluar es dos, por lo que el número de habitantes por usuario según la norma para este estudio es de 4.9 habitantes.

Posteriormente se tomó del documento Presentación UPZ 085 - Bosa Occidental publicado el 9 de febrero del 2019, el cual determina el número de viviendas por hectárea, 226 viviendas, el documento se encuentra en http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/085_bosa_occidental.

Una vez se encontró cual es la cantidad de viviendas por hectárea y los habitantes por usuarios en viviendas existentes, se calculó la densidad de población para Argelia, el resultado es de 1107 habitantes por hectárea.

4.1.2 Dotación

La norma NS – 031 de la EAAB define la demanda bruta en el capítulo 4.7 Proyección de la Demanda de Agua, para la demanda residencial la EAAB clasifica la dotación según el estrato. En la Tabla 3-2, se muestra la dotación según la norma.

Tabla 4-2 Dotación bruta promedio

Estrato	Dotación bruta (l/hab-dia)
1	110
2	115
3	115
4	150
5	155
6	215

Fuente: Norma EAAB NS – 031 Tabla 3, 2020.

De acuerdo con lo manifestado en el capítulo 3.2.2 el estrato del área de influencia de los tramos a evaluar es dos, por lo que la dotación en este estudio es de 115 L/hab – día.

4.1.3 Cálculo de caudales

El cálculo de diseño de cada tramo de la red de obtiene sumando el caudal máximo horario del día máximo (Qmh), los aportes por infiltraciones y conexiones erradas.

$$Q_{dt} = Q_{mh} + Q_{inf} + Q_{ce}$$

Donde:

Q_{dt}= Caudal de diseño por cada tramo de la red (l/s)
Q_{mh}= Caudal máximo horario a saturación (l/s)
Q_{inf}=Caudal de infiltración (l/s)
Q_{ce}=Caudal por conexiones erradas (l/s)

4.1.3.1 Caudal máximo horario

El cálculo del caudal máximo horario se calcula como:

$$Q_{mh} = F * Q_{md}$$

Donde:

F= Factor de maximización
Q_{md}= Caudal medio diario de aguas residuales (l/s)

El factor de mayoración para estimar el caudal máximo horario, con base en el caudal medio diario tiene en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población. Para el presente diseño fue calculado mediante la ecuación de Harmon.

$$F = 1 + \frac{14}{4 + P^{0.5}}$$

Donde:

P = Número de habitantes

4.1.3.2 Caudal medio diario

El volumen de aguas residuales aportadas a un sistema de recolección y evacuación está integrado por las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales. Su estimación debe basarse, en lo posible, en información histórica de consumos, mediciones periódicas y evaluaciones regulares.

El caudal medio diario es entonces calculado mediante:

$$Q_{md} = Q_d + Q_i + Q_c + Q_{in}$$

Donde:
Q_d= Caudal Agua Residuales Domesticas (l/s)
Q_il= Caudal Agua Residuales Industriales (l/s)
Q_c= Caudal Agua Residuales Comerciales (l/s)
Q_{in}= Caudal Agua Residuales Institucionales (l/s)

- Caudal domestico

El caudal doméstico está dado por la siguiente expresión:

$$QD = \frac{CR * P * D}{86400}$$

Donde:
D: Consumo medio diario por habitante o Dotación.
P: Población estimada por servir.
CR: Coeficiente de Retorno.

EL coeficiente de retorno se define en la EAAB, como una fracción del consumo de usuarios, para zonas residenciales debe usarse un valor adimensional de 0.85.

4.1.3.3 Caudal por conexiones erradas

La norma NS-085 V.4.0 de la EAAB, estipula en el numeral 4.3.5.3.1 establece que el aporte máximo de las conexiones erradas a un sistema de alcantarillado de aguas residuales existente o proyectado debe ser de hasta 0.2 L/s- Ha.

4.1.3.4 Caudal por infiltración

La norma NS-085 V.4.0 de la EAAB, estipula en el numeral 4.3.5.3.1 establece que la infiltración debe ser función de factores como: -

- Edad de la tubería
- Material de la tubería y tipo de juntas
- Profundidad a nivel freático

Teniendo en cuenta los factores mencionados, el valor unitario de aporte por infiltración se divide así:

- Infiltración alta: 0.20 L/s-Ha
- Infiltración baja: 0.10 L/s-Ha

Para este estudio se adopta un valor de infiltración alto.

4.2 PARAMETROS DE ANÁLISIS HIDRÁULICO

Los parámetros de diseño para sistemas de alcantarillado descritos a continuación son tomados de la norma vigente NS – 085 de la EAAB.

4.2.1 Coeficiente de rugosidad

De acuerdo a las características genéricas de forma y material de los conductos, se utilizó el siguiente coeficiente de rugosidad.

Tabla 4-3 Coeficiente de rugosidad de Manning n

Característica interna del material	Material	n
Interior Liso	Tubería PVC Tubería Polietileno de Alta Densidad (PEAD) Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP) Tuberías con recubrimientos epóxidos o similares	0.01
Interior Semi Rugoso	Tubería de concreto prefabricado	0.013

Característica interna del material	Material	n
	Tubería de GRES	
Interior Rugoso	Tubería de concreto fundido Tubería metálica corrugada con revestimiento en concreto	0.015

Fuente: Norma EAAB NS – 085 Tabla 3, 2020.

4.2.2 Pendientes

Las pendientes deben ser de tal manera que se ajusten a las condiciones topográficas del terreno y en lo posible que no generen velocidades que no estén por fuera del rango tanto.

4.2.3 Velocidades mínimas

Debe ser aquella que permita las condiciones de auto limpieza, para esto se utiliza el criterio de esfuerzo tractivo, el cual se da por la siguiente ecuación:

$$\tau = \gamma * r * s$$

Donde:

τ: Esfuerzo Tractivo (N/m2)
γ: Peso específico del agua (N/m3)
R: Radio hidráulico (m)
S: Pendiente de la tubería (m/m)

Para el sistema de alcantarillado pluvial la velocidad mínima será aquella que garantice que, para el caudal máximo horario, el valor del esfuerzo cortante medio sea mayor o igual a $1.5\ \frac{N}{m^2}$ para tubería de diámetro nominal menor que 450mm y mayor o igual a $2.0\ \frac{N}{m^2}$ para tubería de diámetro nominal mayor que 450mm.

4.2.4 Velocidades máximas

Los valores máximos permisibles para la velocidad máxima en los colectores y canales dependen del material, en función de su sensibilidad a la abrasión. En el siguiente cuadro se presentan los valores máximos permisibles por tipo de material.

Tabla 4-4 Velocidades máximas en conductos cerrados

Material	Velocidad máxima permisibles (m/s)
Concreto fundido in situ	5
Concreto prefabricado	6
PVC - PEAD	9
Fibra de vidrio GRP	4

Fuente: Norma EAAB NS – 085 Cuadro 4, 2020.

4.2.5 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 residuales.

La relación máxima entre la profundidad del flujo y el diámetro de la tubería en alcantarillados sanitario se evidencia en la siguiente tabla.

Tabla 4-5 Relación máxima de tubo y/D para sistemas sanitarios

Diámetro real interno (mm)	Relaciones máximas y/D
Menor que 500	70
Entre 500 y 1000	80
Mayor que 1000	85

Fuente: Norma EAAB NS – 085 Tabla 4, 2020.

4.2.6 Diámetro mínimo

En las redes de recolección y evacuación de aguas residuales, y principalmente en los primeros tramos, la sección circular es la más usual para los colectores. El diámetro nominal mínimo permitido en este tipo de sistemas es de 200mm.

4.2.7 Profundidad mínima y máxima a cota clave

- Profundidad mínima

La profundidad debe estar sujeta a estudios geotécnicos y de estabilidad, teniendo en cuenta las condiciones mecánicas y estructurales de la tubería. Los valores mínimos permisibles de recubrimiento de los colectores que no requieren protección se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4-6 Profundidad mínima

Servidumbre	Profundidad a la cota clave (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0.75
Vías vehiculares	1.2

Fuente: Norma EAAB NS – 085 Tabla 5, 2020.

- Profundidad máxima

La norma NS – 085 define como profundidad máxima a la cota clave de los colectores una altura de 5 m, aunque especifica que puede ser mayor siempre y cuando se garanticen los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y estructurales durante y después del periodo de instalación.

4.3 DIAGNÓSTICO SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

4.3.1 Procesamiento para la evaluación hidráulica

De acuerdo a los resultados geométricos, topológicos y de conectividad obtenidos en el estudio de catastro y topografía, se procede a desarrollar la evaluación hidráulica del sistema, esta se desarrollará de la siguiente forma:

- Investigación del Sistema: esta etapa del proceso está representado en la recopilación de información, tanto trabajos de campo como investigación en las entidades pertinentes, en esta etapa se hicieron trabajos de investigación en entidades como la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y la alcaldía local de Bosa.

- Construcción del Modelo Hidráulico: con base en la información topológica y de conectividad obtenida de la investigación de redes, se define una codificación y una estructura de datos para armar el modelo hidráulico en plataforma EPASWWM y las hojas de cálculo de simulación hidráulica. Estas se refieren a la información geométrica y de aportes de caudales, así como información cualitativa de los tramos (rugosidad, pendientes, etc). Todo esto basado en la normatividad vigente de la EAAB.

- Evaluación Hidráulica: la etapa final de la evaluación hidráulica, se logra cuando al modelo construido se cargan los insumos asociados a los caudales. La evaluación hidráulica se basa en los parámetros definidos en el capítulo "PARÁMETROS DE DISEÑO HIDRÁULICO". Finalmente se obtienen los resultados numéricos y calificativos de la red, según los valores se comparan con los rangos permitidos en las normas de la EAAB y así se

comprueba si el funcionamiento hidráulico se encuentra dentro de lo permitido para el correcto funcionamiento de las redes hidráulicas.

4.3.2 Software de modelación

La evaluación hidráulica del sistema existente se ha definido hacerla por medio del software EPASWMM, desarrollado por la EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos).

4.3.3 Construcción de modelo hidráulico

El modelo hidráulico se construye a partir de la información del catastro, la conectividad topológica de los tramos y las características de los nodos (ver Anexo 1), la información faltante se complementó con la información plasmada en el Sistema de Información Geográfica (SIG) suministrados por la EAAB-ESP:

1. Topología de Tramos (Tramos): se refiere a la información referente a la topología de los tramos, la cual indica cuales son los pozos iniciales y finales, así como el diámetro del tramo en milímetros y pulgadas, cotas claves iniciales y finales y el material de la tubería del tramo. Esta información constituye la geometría y parametrización de los tramos para la construcción del modelo.

2. Base de Datos de Pozos (Coordenadas): es la información geográfica de la base de pozos, que se convertirán en nodos cuando se construya el modelo hidráulico. Las características son: Numero del Pozo (Pozo), coordenada este y nortes de cada pozo y por último Cota Rasante del Pozo. Esta información es extraída de la Cartera Topográfica del Proyecto en coordenadas del Sistema MAGNA-SIRGAS amarrada por el consultor según la metodología de bases permanentes del IGAC. Esta base de información es denominada Topología de Puntos o Nodos, y se convierte en la localización de los puntos de inicio y/o final de los tramos.

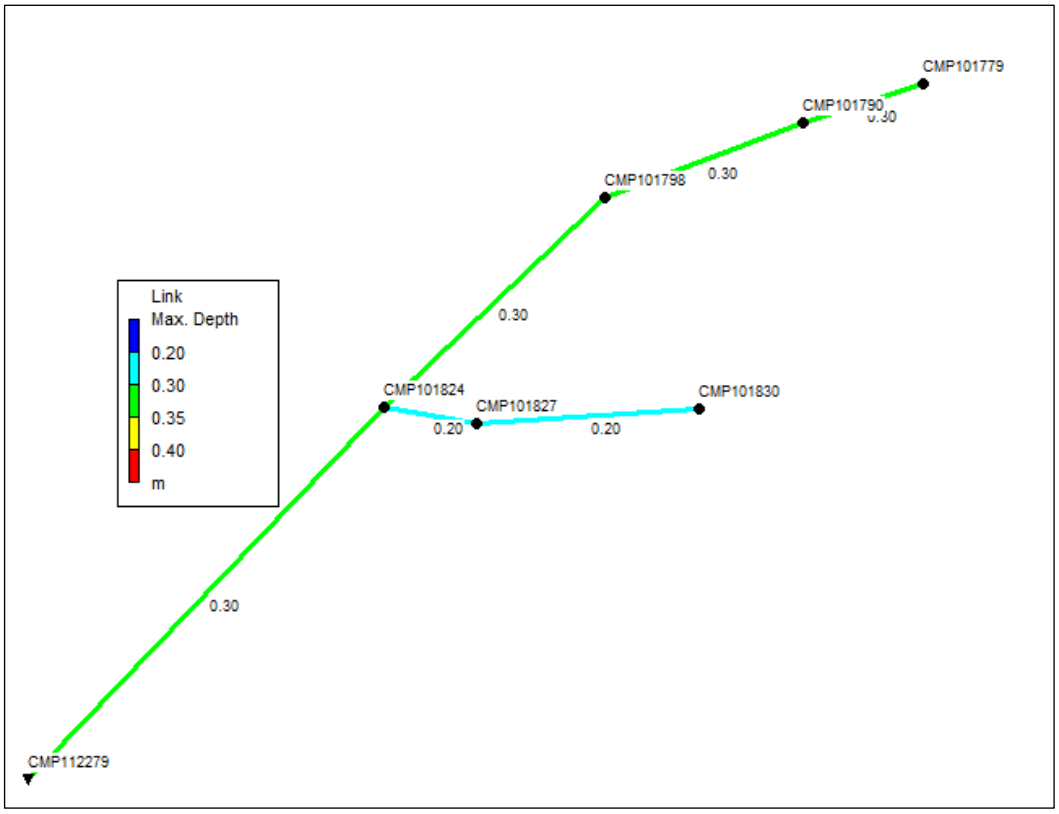
4.3.4 Resultados de la evaluación hidráulica

Los parámetros de evaluación del sistema de alcantarillado sanitario existente, se realizaron con base a los descrito en el capítulo 4.2.

1. Generalidades

El sistema de alcantarillado sanitario evaluado en la zona consta de tres cuencas, en la siguiente imagen la topología de las redes objeto de estudio.

Figura 4-1 Topología sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 1



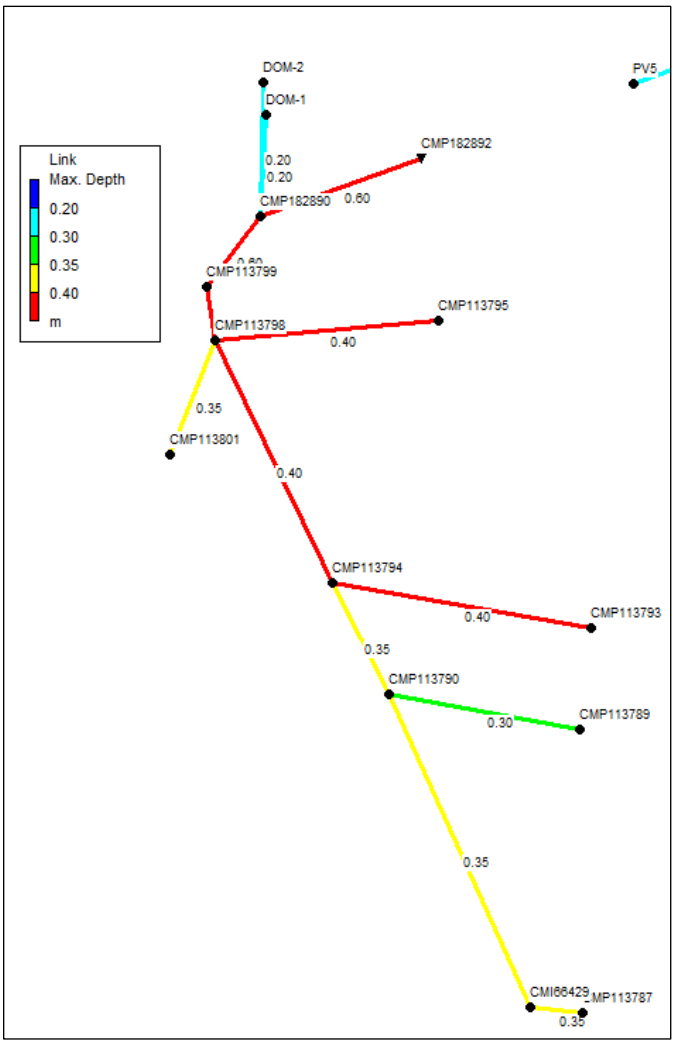
Fuente: Consorcio Bosa, 2020

A pesar de que se evalúa todo el sistema (redes principales y afluentes, dentro del área de influencia del contrato solo se encuentran los siguientes tramos:

- CMP101790 – CMP101798
- CMP101798 – CMP101824
- CMP101827 – CMP202824

Es importante mencionar que, de acuerdo con información del SIG entre la carrera 81A y Calle 50 Sur se encuentra una red troncal de alcantarillado sanitario de 2.45m de diámetro en concreto reforzado

Figura 4-2 Topología sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 2

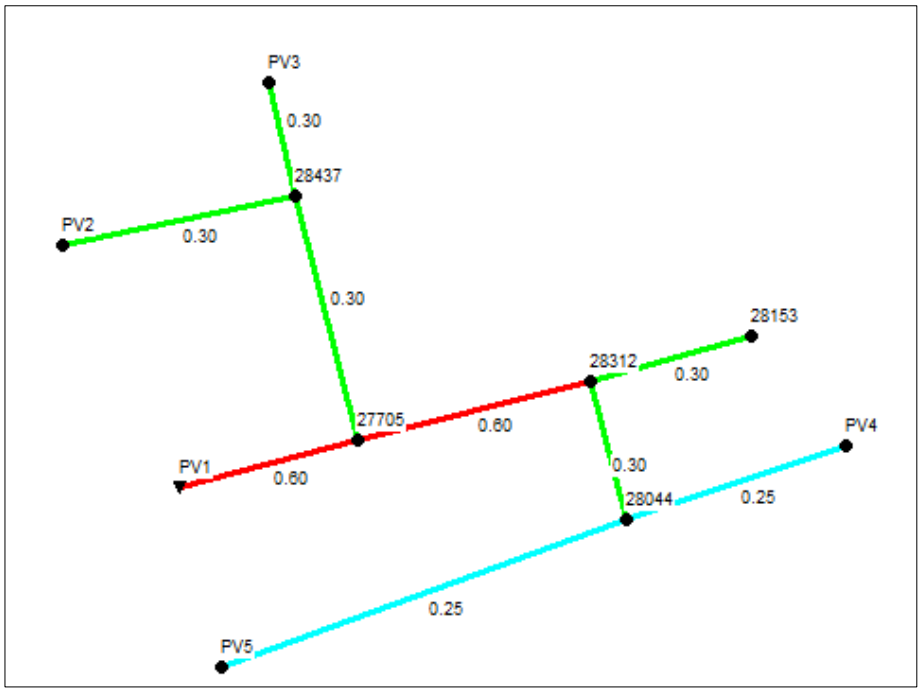


Fuente: Consorcio Bosa, 2020

A pesar de que se evalúa todo el sistema (redes principales y afluentes, dentro del área de influencia del contrato solo se encuentran los siguientes tramos:

- CMI66429 – CMP113790
- CMP113790 – CMP113794
- CMP113794 – CMP113798
- CMP113798 – CMP113799
- CMP113799 – CMP182890
- CMP182890 – CMP182892
- CMP113793 – CMP113794

Figura 4-3 Topología sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 3



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Los nombres de los nodos poseen la numeración dada por la topografía en campo, esto debido a que el SIG en el lugar de estudio no posee registros de las redes.

A pesar de que se evalúa todo el sistema (redes principales y afluentes, dentro del área de influencia del contrato solo se encuentran los siguientes tramos:

- 28312 - 27705
- 27705 – PV1
- PV3 – 28437
- 28437 – 27705

En la siguiente tabla se muestra la longitud por diámetro de los tramos que componen la cuenca en su totalidad.

Tabla 4-7 Resumen de diámetro y longitud alcantarillado sanitario

Diámetro (")	Longitud (m)	%
8	85.38	10.40%
10	82.40	10.04%

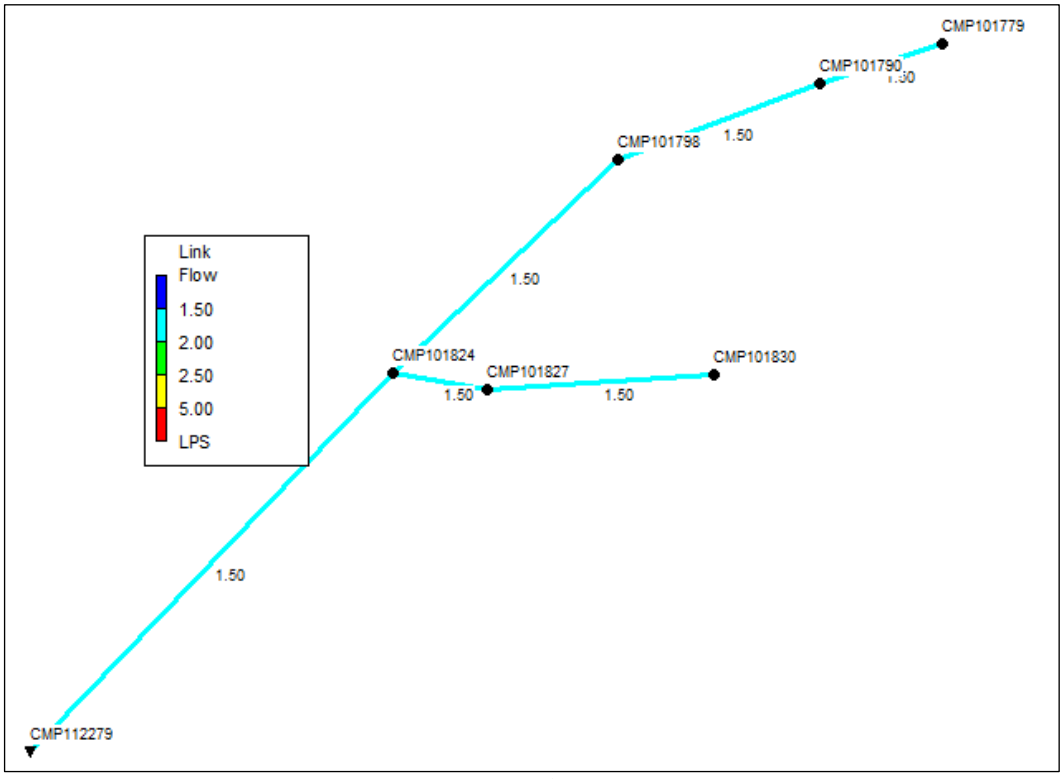
Diámetro (")	Longitud (m)	%
12	314.25	38.29%
14	107.50	13.10%
16	126.16	15.37%
24	105.09	12.80%
Total	**820.78**	**20.44%**

Fuente: Consorcio Bosa, 2020

2. Caudales en el sistema de alcantarillado sanitario

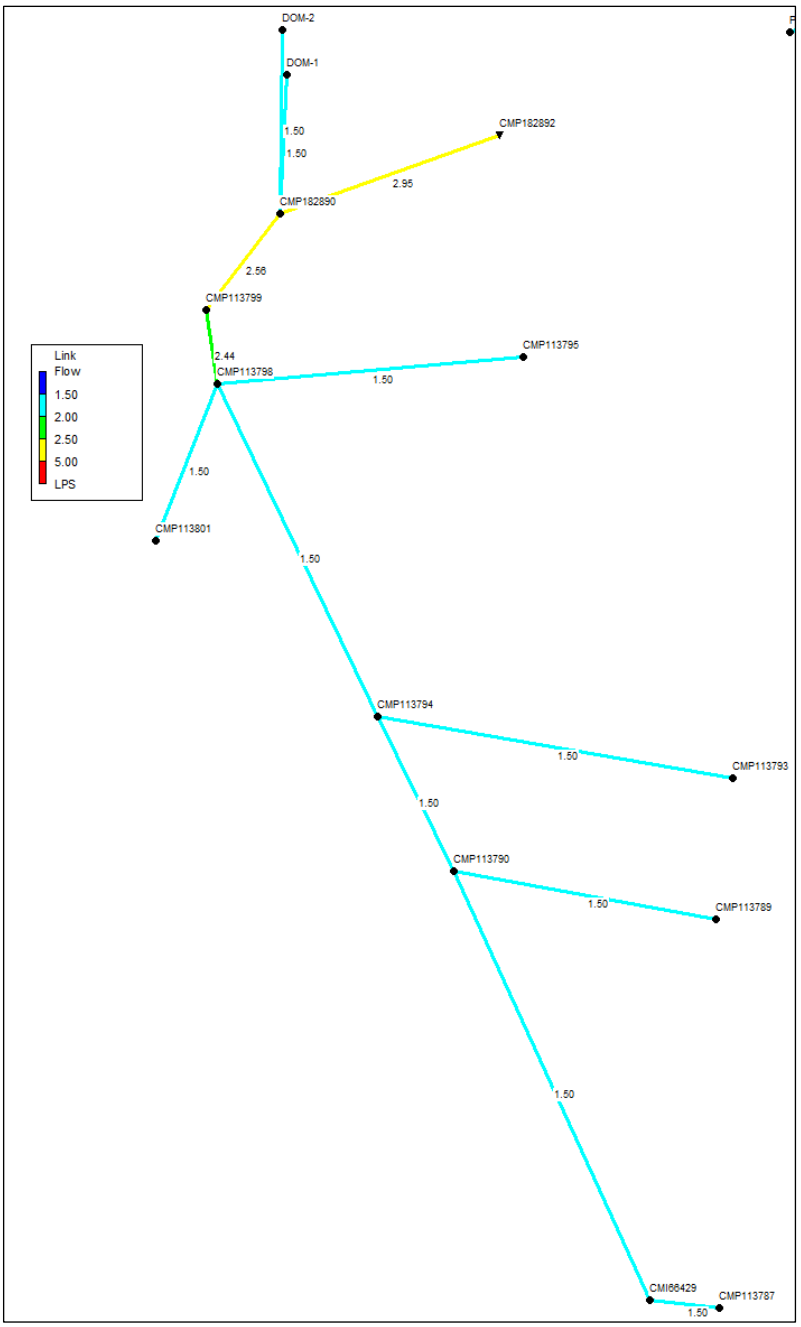
En la siguiente imagen se muestran los caudales evaluados para el sistema, los caudales varían desde 1.5 l/s hasta 2.95 l/s.

Figura 4-4 Caudales sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 1



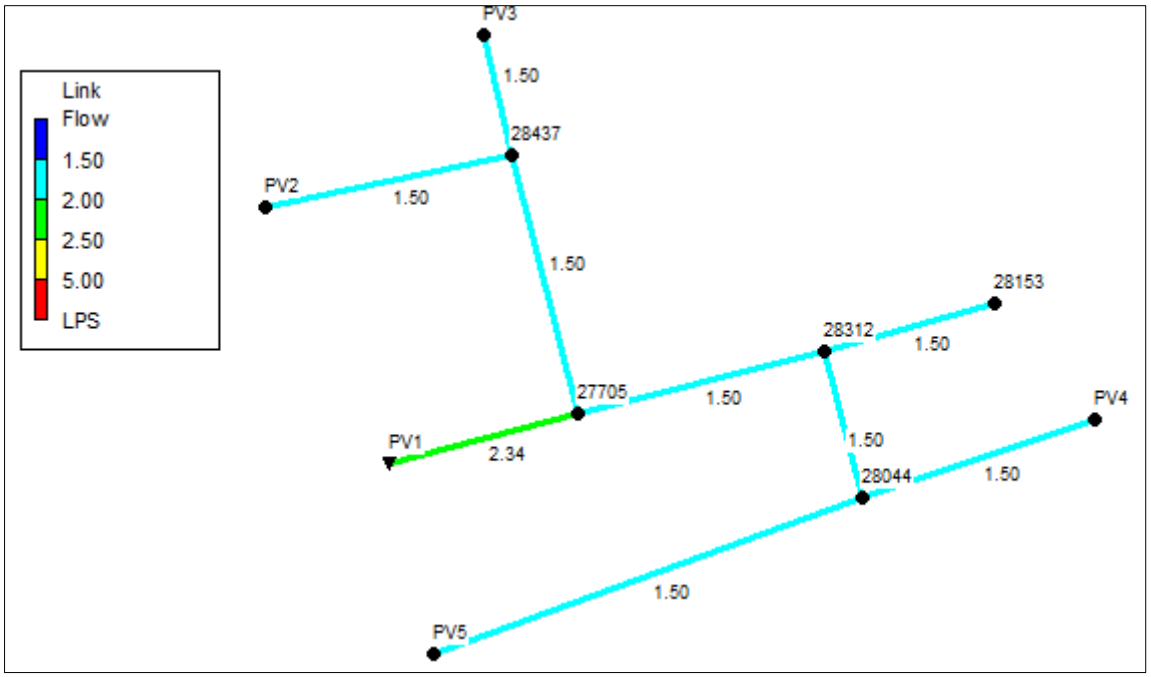
Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 4-5 Caudales sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 2



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 4-6 Caudales sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 3

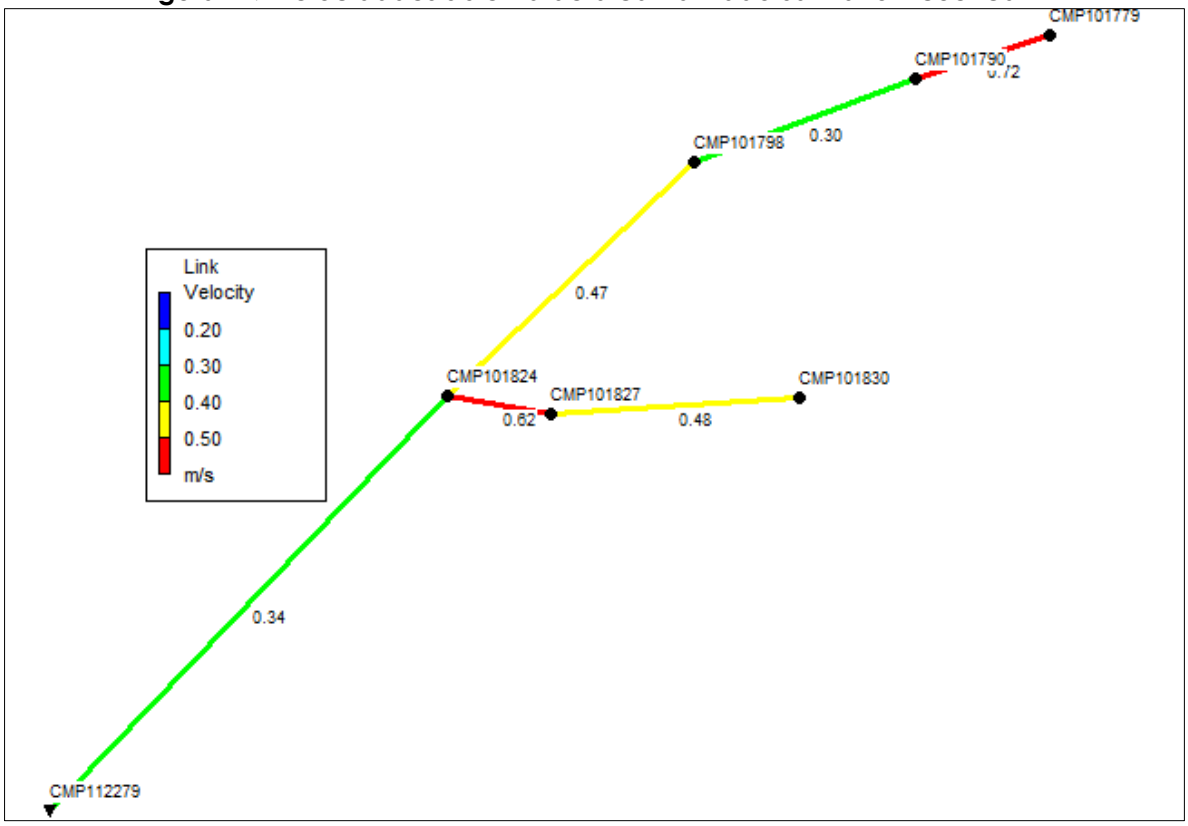


Fuente: Consorcio Bosa, 2020

3. Velocidades en sistema de alcantarillado pluvial

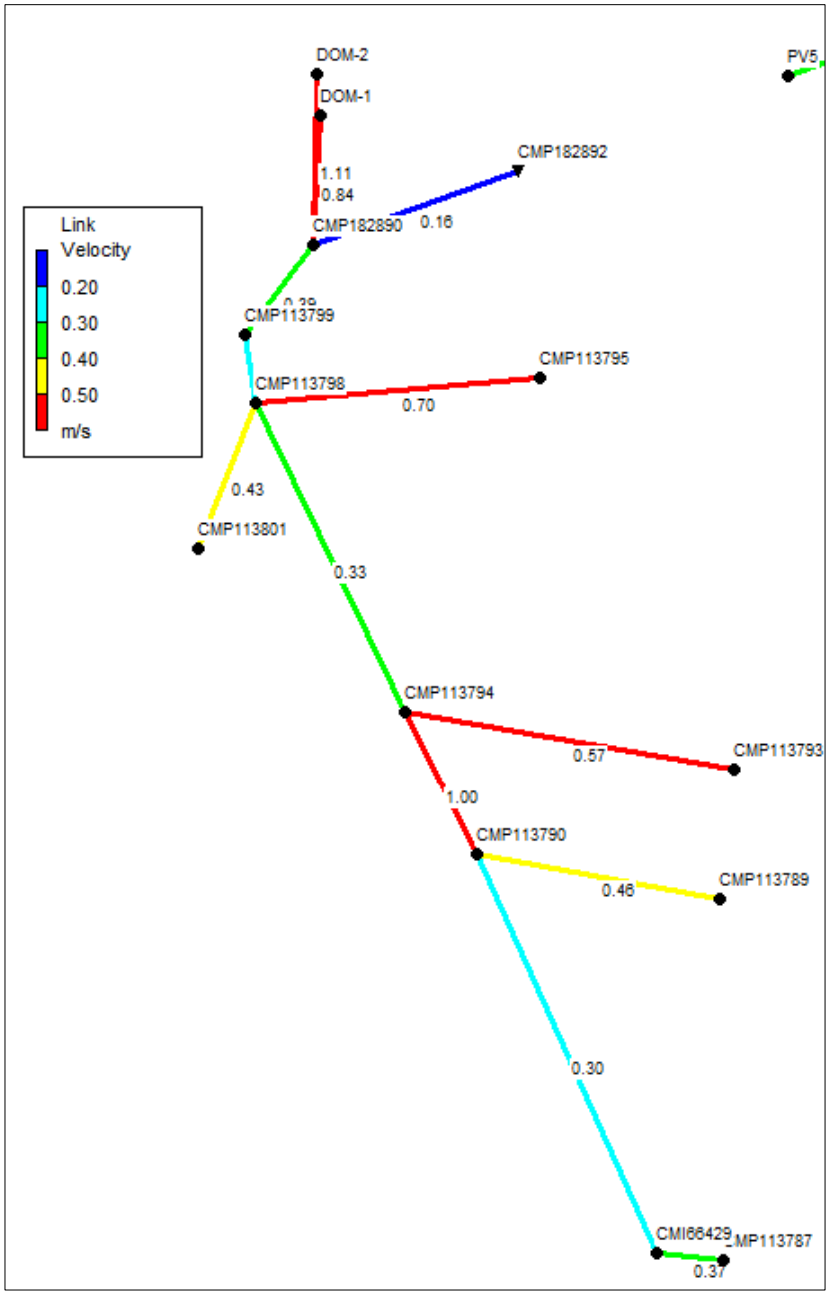
En la siguiente imagen se muestran las velocidades evaluados para el sistema, la velocidad mínima registrada es de 0.22 m/s y la velocidad máxima registrada es de 0.82 m/s.

Figura 4-7 Velocidades sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 1



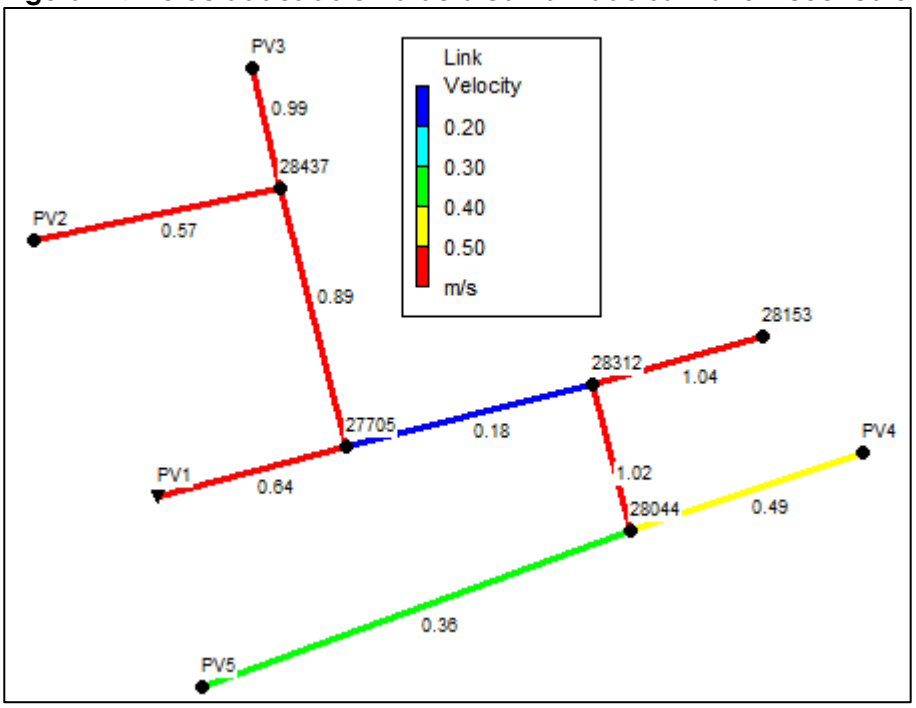
Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 4-8 Velocidades sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 2



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 4-9 Velocidades sistema de alcantarillado sanitario – cuenca 3



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

4. Capacidad

En la siguiente tabla se muestran las capacidades (Qd/Qo) evaluados para cada uno de los tramos pertenecientes al sistema, en color gris se encuentran señalados aquellos tramos objeto de la consultoría y color rojo se muestran los valores que se encuentran por fuera de los valores de la norma.

Tabla 4-8 Capacidad sistema de alcantarillado sanitario

Pozo Inicial	Pozo Final	Q/Q_0	Y/D
CMP113787	CMI66429	0.02	0.09
CMI66429	CMP113790	0.02	0.10
CMP113790	CMP113794	0.00	0.04
CMP113794	CMP113798	0.01	0.08
CMP113798	CMP113799	0.01	0.08
CMP113799	CMP182890	0.01	0.05
CMP182890	CMP182892	0.03	0.12
CMP113789	CMP113790	0.02	0.09
CMP113793	CMP113794	0.01	0.05

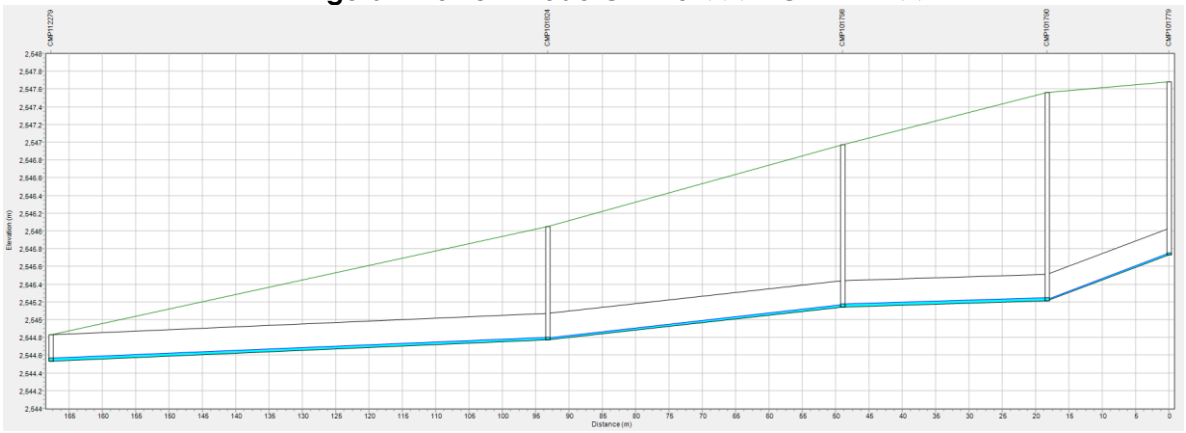
Pozo Inicial	Pozo Final	Q/Q_0	Y/D
CMP113795	CMP113798	0.00	0.05
CMP113801	CMP113798	0.01	0.08
DOM-1	CMP182890	0.02	0.11
DOM-2	CMP182890	0.02	0.09
PV5	28044	0.04	0.14
28044	28312	0.01	0.05
28312	27705	0.01	0.07
27705	PV1	0.00	0.04
PV4	28044	0.03	0.11
28153	28312	0.01	0.05
PV3	28437	0.01	0.05
28437	27705	0.01	0.06
PV2	28437	0.01	0.08
CMP101779	CMP101790	0.01	0.07
CMP101790	CMP101798	0.03	0.12
CMP101798	CMP101824	0.02	0.09
CMP101824	CMP112279	0.03	0.11
CMP101830	CMP101827	0.04	0.14
CMP101827	CMP101824	0.03	0.11

Fuente: Consorcio Bosa, 2020

De acuerdo a lo anterior, se puede evidenciar que el sistema de alcantarillado está funcionando de manera normal sin problemas de capacidad ni remansos en los pozos.

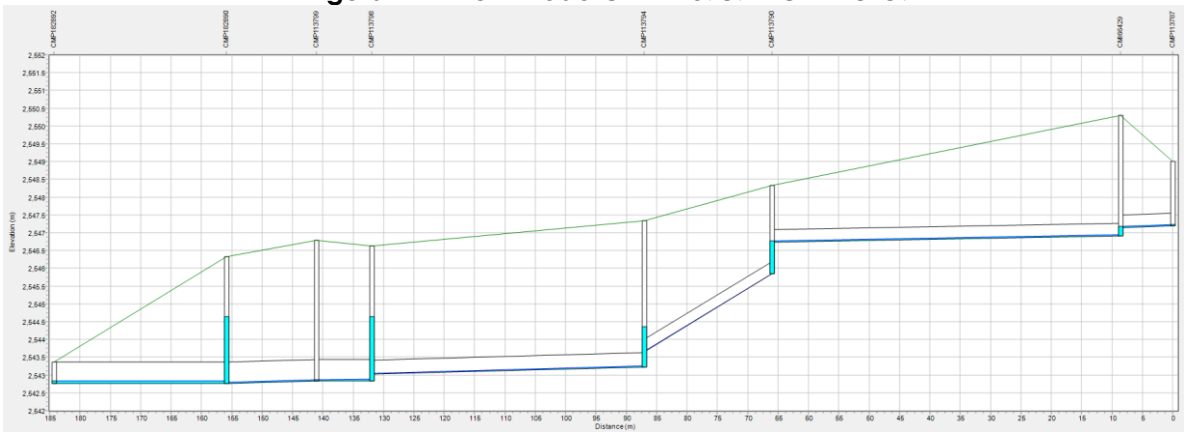
En las siguientes figuras se muestra el comportamiento hidráulico de los tramos objeto de estudio.

Figura 4-10 Perfil nodo CMP101779 – CMP112279



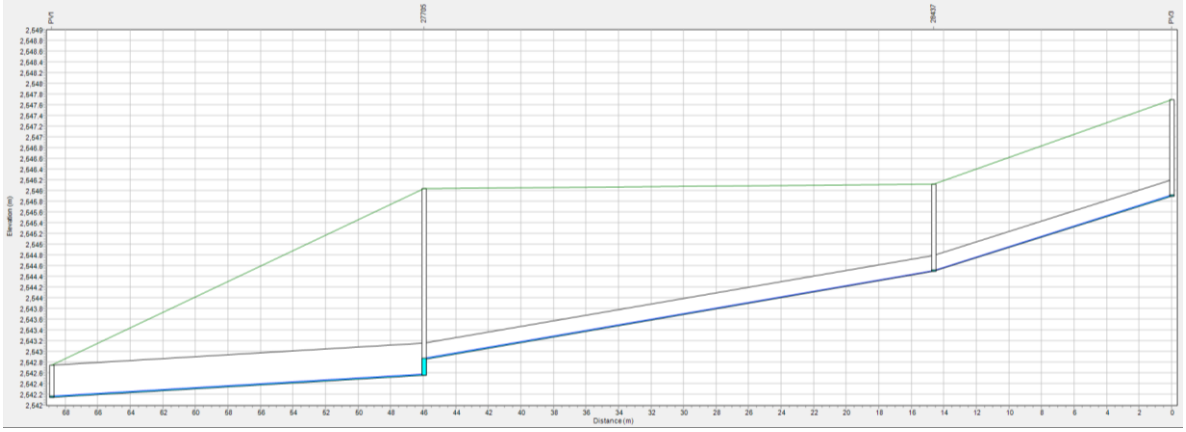
Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 4-11 Perfil nodo CMP113787 – CMP182892



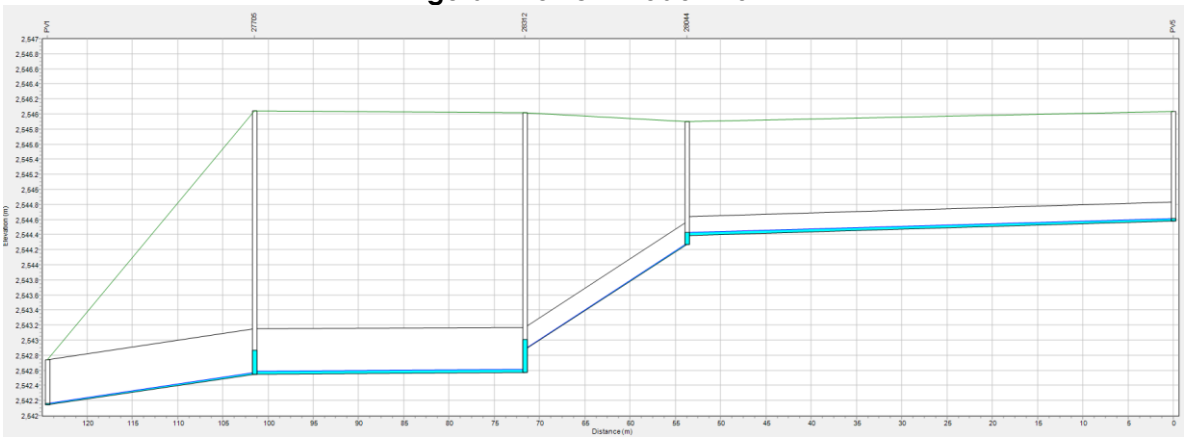
Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 4-12 Perfil nodo PV3 – PV1



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 4-13 Perfil nodo PV5 – PV1



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

5 ALCANTARILLADO PLUVIAL

En este capítulo se muestra el desarrollo del diagnóstico para el sistema de alcantarillado pluvial existente en la zona de estudio.

5.1 CÁLCULO DE CAUDALES

El sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias se evaluará bajo las siguientes generalidades:

- Retener el mayor tiempo posible la escorrentía pluvial en su punto de origen, minimizando los problemas de inundación evitando la modificación de la infraestructura de drenaje existente.
- Permitir una evacuación de la escorrentía pluvial de las vías públicas y evitar la generación de caudales excesivos en las calzadas.
- Evitar la entrada de aguas lluvias a propiedades públicas y privadas

5.1.1 Delimitación de áreas de drenaje

Considerando las características urbanísticas de la zona, con los usos de suelo previstos en la licencia de urbanismo y las vías existentes, se realizaron los trazados de las áreas de drenaje. Las áreas de las vías fueron determinantes ya que dependían de los sentidos de escorrentía delimitados por los puntos bajos y altos y en función de los espaciamientos de los sumideros y captaciones de paso.

Para determinar el drenaje del área de estudio se realizó un análisis de los puntos bajos y altos, para esto se creó una superficie con el fin de estudiar el comportamiento del flujo. Una vez determinado el sentido del flujo se trazaron las áreas aferentes a cada tramo teniendo en cuenta las estructuras de drenaje existente (sumideros). Para el sistema se evaluó las áreas aferentes de los tramos aferentes a las redes de alcantarillado pluvial pertenecientes a los CIVs objeto de estudio.

A continuación, se muestran las áreas del sistema de alcantarillado pluvial existente.

Figura 5-1 Áreas aferentes sistema de alcantarillado pluvial existente



Fuente: Consorcio Bosa 2020

5.1.2 Periodo de retorno

El periodo de retorno definido para el diagnóstico, se definió según la tabla 1 de la NS-085.

Tabla 5-1 Periodos de retorno mínimo

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

Características del área de drenaje	Periodo de retorno para diseño (años)
Canales abiertos y adecuación de cauces de ríos y quebradas de cualquier área.	100

Fuente: Norma EAAB NS – 085 Tabla 1, 2020.

De acuerdo a lo anterior, el sistema de alcantarillado pluvial localizado en los barrios mencionados con anterioridad pertenece a una red local por lo que el periodo de retorno bajo el cual se evaluara el sistema es de 5 años.

5.1.3 Metodología de calculo

La norma NS – 085 de la EAAB citas dos métodos para el cálculo de los caudales de diseño:

- Para tramos pertenecientes a la red local y secundaria de alcantarillado se debe utilizar el Método Racional (áreas de drenaje menores a 80ha).

- Para el análisis o diseño de elementos de tramos de la red troncal de alcantarillado, se debe utilizar la Metodología del Hidrograma Unitario del Soil Conservation Service (SCS).

Con forme a lo descrito en la norma, el polígono de estudio posee un área de 3.2 Ha como se mostró el capítulo de Áreas Aferentes por lo que el método seleccionado para el análisis es el 1. Método Racional.

La determinación de este método se limita solamente al cálculo del pico de diseño, se da por la siguiente ecuación:

$$Q = 2.78 * C * I * A$$

Donde:

Q: Caudal de diseño (L/s)
C: Coeficiente de escorrentía (adimensional)
I: Intensidad de la lluvia (mm/h)
A: Área de drenaje (Ha)

5.1.4 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía en el método racional se basa en el tipo de superficie de suelo del área tributaria según el grado de permeabilidad, pendiente del terreno y otros factores. En la Norma de la EAAB NS 085, el cuadro 1 "Coeficientes de escorrentía C", del numeral 4.3.1.3.1 Método racional, especifica

los valores del coeficiente de escorrentía para diferentes superficies y periodo de retorno.

Tabla 5-2 Coeficientes de escorrentía (C) para zona de estudio

SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO				
	5	10	25	50	100
Asfalto	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95
Concreto / Techo	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97

Fuente: Norma EAAB NS – 085 Cuadro 1, 2020.

Para el análisis de Los CIVs, se tiene una superficie de Concreto/techo y un periodo de retorno de 5 años, lo que corresponde a un coeficiente de escorrentía de 0.80.

5.1.5 Intensidad de lluvias

La intensidad de lluvias se determina a partir del periodo de retorno, frecuencia y duración de la tormenta de diseño, los datos de los diferentes periodos de retorno fueron suministrados por la EAAB-ESP a través de datos técnicos del proyecto, a partir de los cuales se obtiene la intensidad, utilizando la siguiente expresión:

$$I\left(\frac{mm}{h}\right) = C_1 * (Duración\ (minutos) + X_o)^{C2}$$

Dentro de la información suministrada por la Empresa en los datos técnicos, están los valores C1,X0 y C2 para la UPZ 85.

Tabla 5-3 Datos técnicos – Calculo Intensidad

TR	C1	X0	C2
3	1773.99	20.8	-1.00175
5	2072.19	19.5	-1.00682
10	2262.48	17.7	-0.99526
25	2835.29	17.4	-1.00737
50	3236.45	17.1	-1.01383
100	3667.69	17.1	-1.01851

Fuente: Dirección técnica EAAB-ESP,2020.

5.2 PARAMETROS DE ANÁLISIS HIDRÁULICO

Los parámetros de diseño para sistemas de alcantarillado descritos a continuación son tomados de la norma vigente NS – 085 de la EAAB.

Se comprueba la capacidad Hidráulica del sistema en Flujo Uniforme (FU) tanto con los caudales aportantes calculados según la norma NS-085. El cálculo en Flujo Uniforme se realiza a través de hojas de cálculo debidamente programadas.

5.2.1 Coeficiente de rugosidad

De acuerdo a las características genéricas de forma y material de los conductos, se utilizó el siguiente coeficiente de rugosidad.

Tabla 5-4 Coeficiente de rugosidad de Manning n

Característica interna del material	Material	n
Interior Liso	Tubería PVC Tubería Polietileno de Alta Densidad (PEAD) Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP) Tuberías con recubrimientos epóxidos o similares	0.01
Interior Semi Rugoso	Tubería de concreto prefabricado Tubería de GRES	0.013
Interior Rugoso	Tubería de concreto fundido Tubería metálica corrugada con revestimiento en concreto	0.015

Fuente: Norma EAAB NS – 085 Tabla 3, 2020.

5.2.2 Pendientes

Las pendientes deben ser de tal manera que se ajusten a las condiciones topográficas del terreno y en lo posible que no generen velocidades que no estén por fuera del rango tanto.

5.2.3 Velocidades mínimas

Debe ser aquella que permita las condiciones de auto limpieza, para esto se utiliza el criterio de esfuerzo tractivo, el cual se da por la siguiente ecuación:

$$\tau = \gamma * r * s$$

Donde:

τ: Esfuerzo Tractivo (N/m2)
γ: Peso específico del agua (N/m3)
R: Radio hidráulico (m)
S: Pendiente de la tubería (m/m)

Para el sistema de alcantarillado pluvial la velocidad mínima será aquella que garantice que le valor del esfuerzo cortante medio sea mayor o igual a $3.0\ \frac{N}{m^2}$, y mayor o igual a $1.5\ \frac{N}{m^2}$ para 10% de la capacidad a tubo lleno.

5.2.4 Velocidades máximas

Los valores máximos permisibles para la velocidad máxima en los colectores y canales dependen del material, en función de su sensibilidad a la abrasión. En el siguiente cuadro se presentan los valores máximos permisibles por tipo de material.

Tabla 5-5 Velocidades máximas en conductos cerrados

Material	Velocidad máxima permisibles (m/s)
Concreto fundido in situ	5
Concreto prefabricado	6
PVC - PEAD	9
Fibra de vidrio GRP	4

Fuente: Norma EAAB NS – 085 Cuadro 4, 2020.

5.2.5 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.

La relación máxima entre la profundidad del flujo y el diámetro de la tubería en alcantarillados pluviales es de 93%.

5.2.6 Diámetro mínimo

En las redes de recolección de aguas lluvias, y principalmente en los primeros tramos, la sección circular es la mas usual para los colectores. El diámetro nominal mínimo permitido en este tipo de sistemas es de 300mm.

5.2.7 Profundidad mínima y máxima a cota clave

- Profundidad mínima

La profundidad debe estar sujeta a estudios geotécnicos y de estabilidad, teniendo en cuenta las condiciones mecánicas y estructurales de la tubería. Los valores mínimos permisibles de recubrimiento de los colectores que no requieren protección se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 5-6 Profundidad mínima

Servidumbre	Profundidad a la cota clave (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0.75
Vías vehiculares	1.2

Fuente: Norma EAAB NS – 085 Tabla 5, 2020.

- Profundidad máxima

La norma NS – 085 define como profundidad máxima a la cota clave de los colectores una altura de 5 m, aunque especifica que puede ser mayor siempre y cuando se garanticen los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y estructurales durante y después del periodo de instalación.

5.3 DIAGNÓSTICO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

5.3.1 Procesamiento para la evaluación hidráulica

De acuerdo a los resultados geométricos, topológicos y de conectividad obtenidos en el estudio de catastro y topografía, se procede a desarrollar la evaluación hidráulica del sistema, esta se desarrollará de la siguiente forma:

- Investigación del Sistema: esta etapa del proceso está representado en la recopilación de información, tanto trabajos de campo como investigación en las entidades pertinentes, en esta etapa se hicieron trabajos de investigación en entidades como la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y la alcaldía local de Bosa.

- Construcción del Modelo Hidráulico: con base en la información topológica y de conectividad obtenida de la investigación de redes, se define una codificación y una estructura de datos para armar el modelo hidráulico en plataforma EPASWWM y las hojas de cálculo de simulación hidráulica. Estas se refieren a la información geométrica y de aportes de caudales, así como información cualitativa de los tramos (rugosidad, pendientes, etc). Todo esto basado en la normatividad vigente de la EAAB.

- Evaluación Hidráulica: la etapa final de la evaluación hidráulica, se logra cuando al modelo construido se cargan los insumos asociados a los caudales. La evaluación hidráulica se basa en los parámetros definidos en el capítulo "PARÁMETROS DE DISEÑO HIDRÁULICO". Finalmente se obtienen los resultados numéricos y calificativos de la red, según los valores se comparan con los rangos permitidos en las normas de la EAAB y así se

comprueba si el funcionamiento hidráulico se encuentra dentro de lo permitido para el correcto funcionamiento de las redes hidráulicas.

5.3.2 Software de modelación

La evaluación hidráulica del sistema existente se ha definido hacerla por medio del software EPASWMM, desarrollado por la EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos).

5.3.3 Construcción de modelo hidráulico

El modelo hidráulico se construye a partir de la información del catastro, la conectividad topológica de los tramos y las características de los nodos (ver Anexo 1), la información faltante se complementó con la información plasmada en el Sistema de Información Geográfica (SIG) suministrados por la EAAB-ESP:

3.

4. Topología de Tramos (Tramos): se refiere a la información referente a la topología de los tramos, la cual indica cuales son los pozos iniciales y finales, así como el diámetro del tramo en milímetros y pulgadas, cotas claves iniciales y finales y el material de la tubería del tramo. Esta información constituye la geometría y parametrización de los tramos para la construcción del modelo.

5. Base de Datos de Pozos (Coordenadas): es la información geográfica de la base de pozos, que se convertirán en nodos cuando se construya el modelo hidráulico. Las características son: Numero del Pozo (Pozo), coordenada este y nortes de cada pozo y por último Cota Rasante del Pozo. Esta información es extraída de la Cartera Topográfica del Proyecto en coordenadas del Sistema MAGNA-SIRGAS amarrada por el consultor según la metodología de bases permanentes del IGAC. Esta base de información es denominada Topología de Puntos o Nodos, y se convierte en la localización de los puntos de inicio y/o final de los tramos.

5.3.4 Resultados de la evaluación hidráulica

Los parámetros de evaluación del sistema de alcantarillado pluvial existente, se realizaron con base a los descrito en el capítulo 5.2 .

5. Generalidades

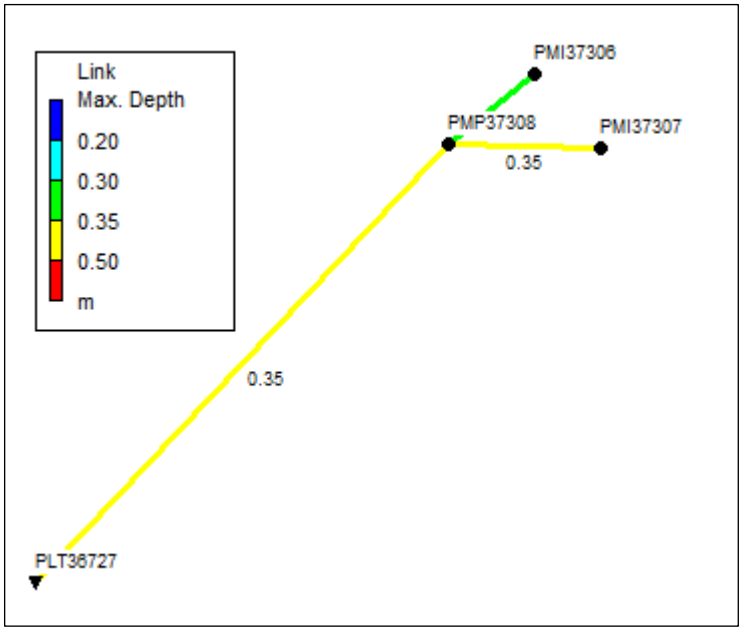
El sistema de alcantarillado pluvial consta de cuatro cuencas, en la siguiente imagen la topología de las redes objeto de estudio.

A lo largo del sistema se encontraron cuatro (4) sumideros los cuales no son suficientes para ayudar a drenar el agua lluvia producto del evento de precipitación en el área de estudio.

En la siguiente imagen se muestra la cuenca completa, a pesar de que se evalúa todo el sistema (redes principales y afluentes) dentro del área de influencia del contrato solo se encuentran los siguientes tramos:

- PMPI37306 – PMP37308
- PMPI37307 - PMP37308

Figura 5-2 Topología sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 1

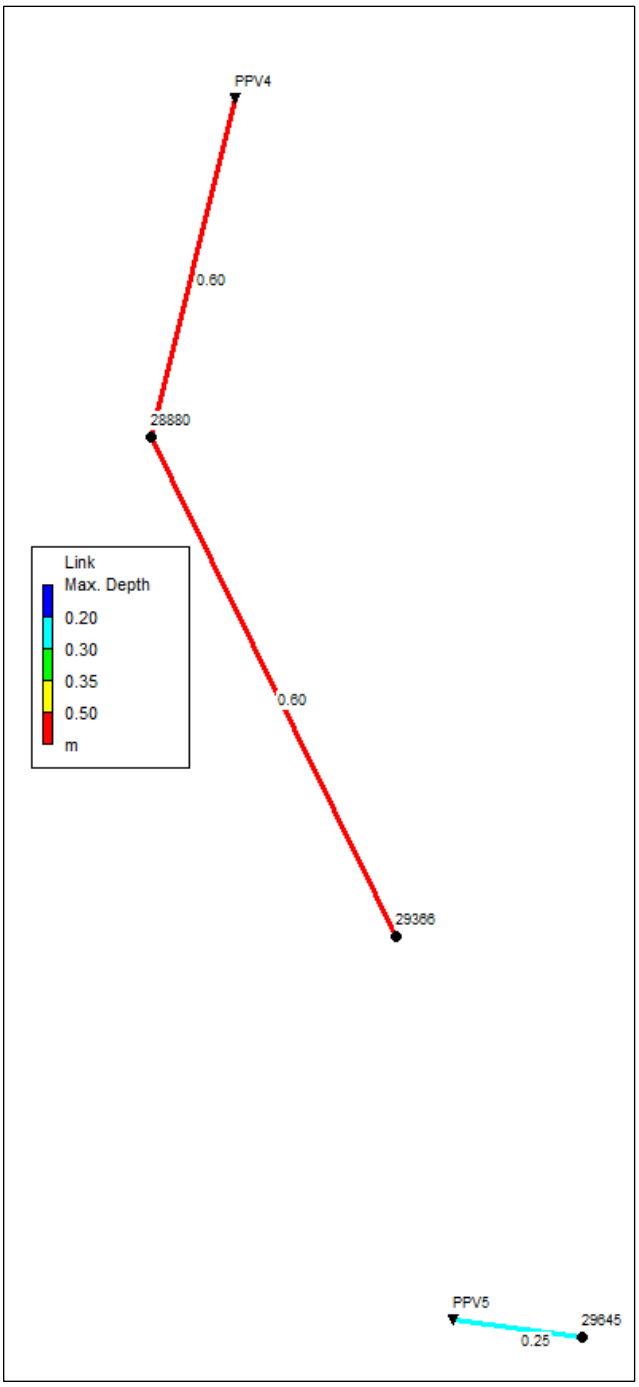


Fuente: Consorcio Bosa, 2020

En la siguiente imagen se muestra la cuenca completa, a pesar de que se evalúa todo el sistema (redes principales y afluentes) dentro del área de influencia del contrato solo se encuentran los siguientes tramos:

- 29366 – 28880
- 28880 - PPV4
- 29645 – PPV5

Figura 5-3 Topología sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 2 - cuenca 3

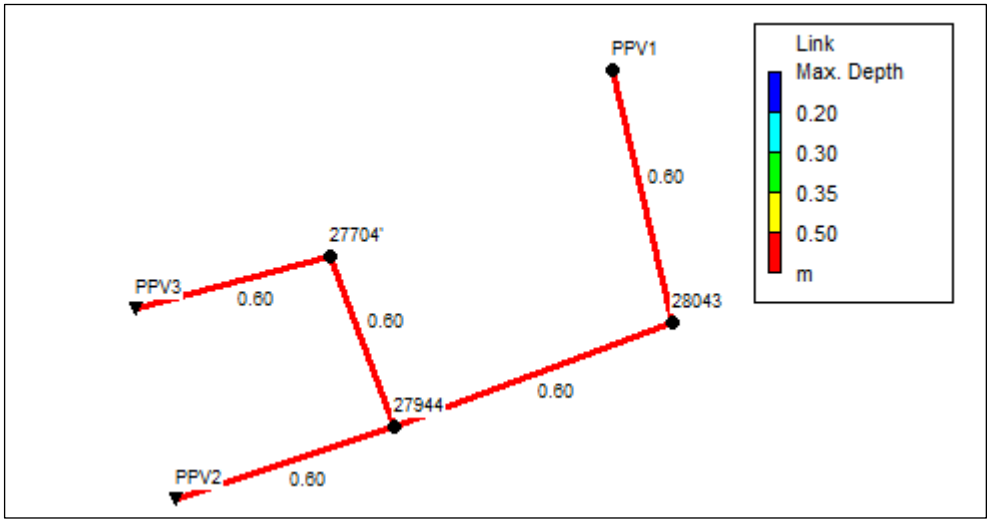


Fuente: Consorcio Bosa, 2020

En la siguiente imagen se muestra la cuenca completa, a pesar de que se evalúa todo el sistema (redes principales y afluentes) dentro del área de influencia del contrato solo se encuentran los siguientes tramos:

- PPV1 – 28043
- 28043 – 27944
- 27944 – PPV2
- 27704 - 27944
- 27944 – PPV3

Figura 5-4 Topología sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 4



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Sobre la calle 58 K Bis Sur desde la carrera 81I hasta la carrera 81J no se encuentra ninguna red local que evacue las aguas lluvias, de la misma manera ocurre sobre la carrera 81H.

En la siguiente tabla se muestra la longitud por diámetro de los tramos que componen la cuenca en su totalidad.

Tabla 5-7 Resumen de diámetro y longitud alcantarillado pluvial

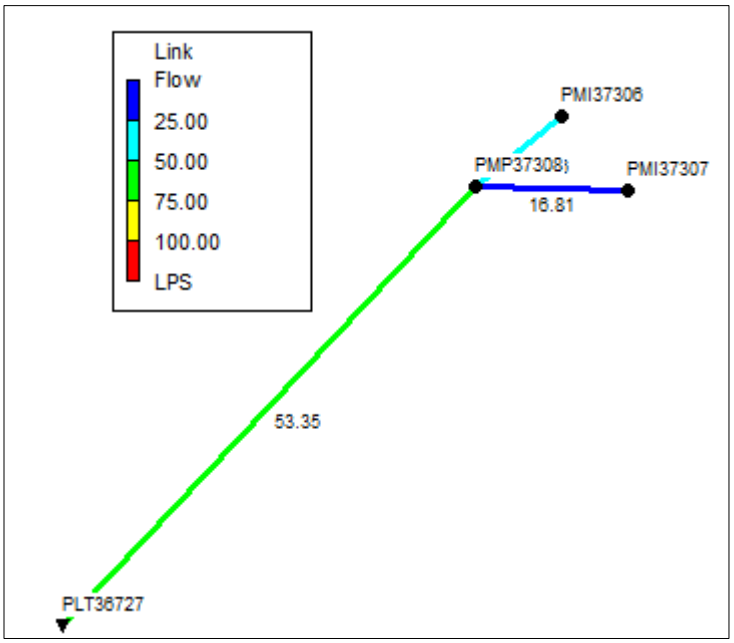
Diámetro (")	Longitud (m)	%
10	16.53	4.89%
12	11.27	3.34%
14	76.18	22.56%
24	233.78	69.22%
Total	**337.75**	**100.00%**

Fuente: Consorcio Bosa, 2020

6. Caudales en el sistema de alcantarillado pluvial

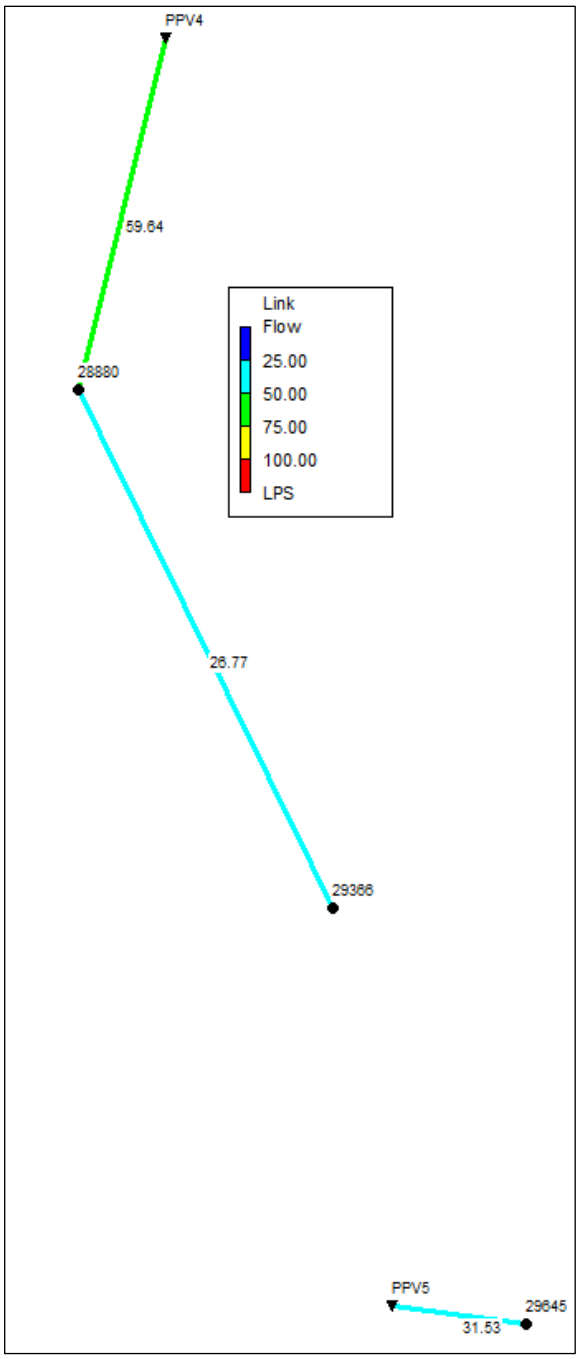
En la siguiente imagen se muestran los caudales evaluados para el sistema, el caudal máximo es de 59.64 l/s perteneciente al colector final en concreto de 27".

Figura 5-5 Caudales sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 1



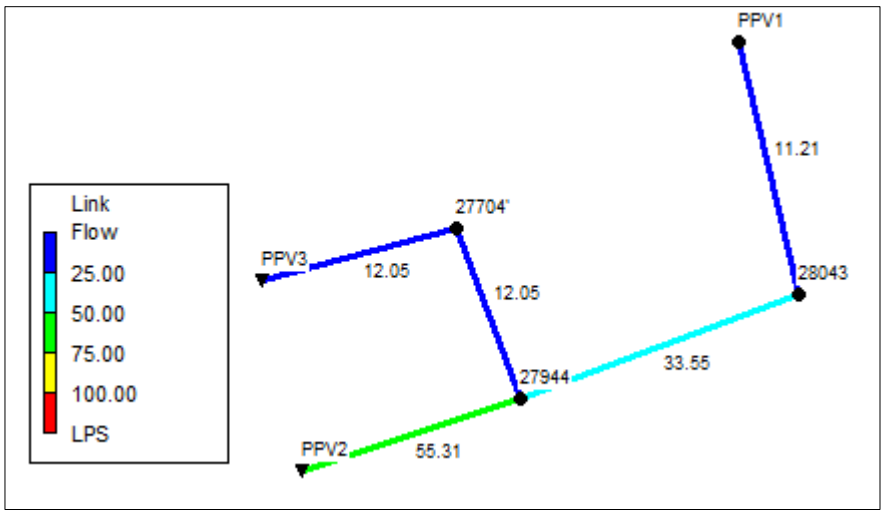
Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 5-6 Caudales sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 2 – cuenca 3



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 5-7 Caudales sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 4

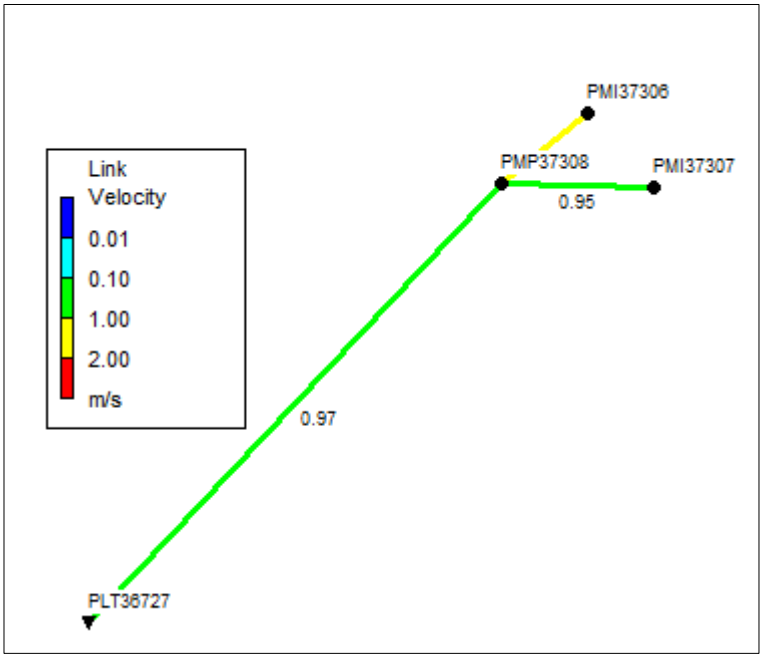


Fuente: Consorcio Bosa, 2020

7. Velocidades en sistema de alcantarillado pluvial

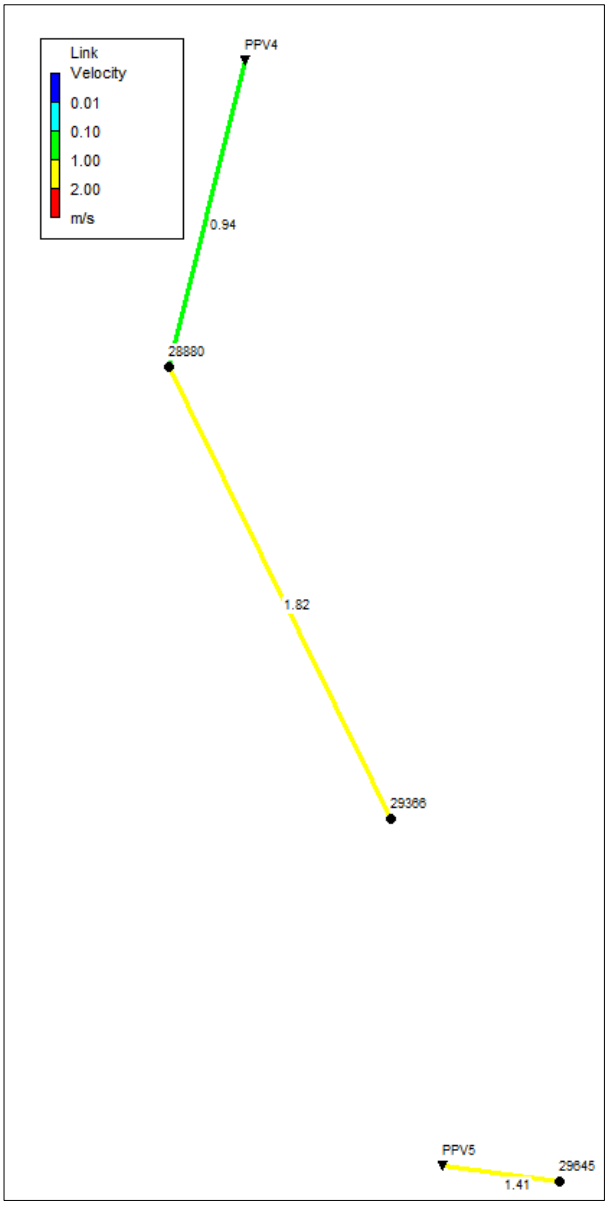
En la siguiente imagen se muestran las velocidades evaluados para el sistema, la velocidad mínima registrada es de 0.23 m/s y la velocidad máxima registrada es de 1.83 m/s.

Figura 5-8 Velocidades sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 1



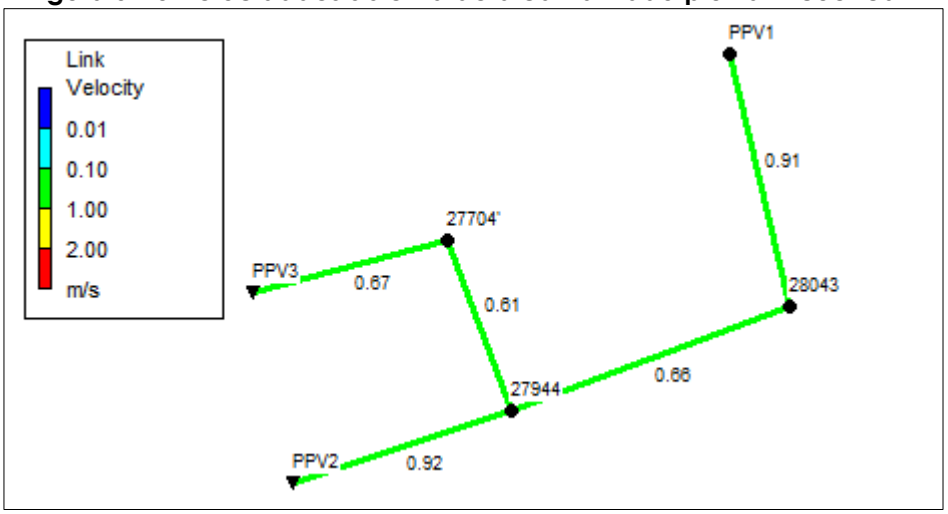
Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 5-9 Velocidades sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 2 – cuenca 3



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 5-10 Velocidades sistema de alcantarillado pluvial – cuenca 4



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

8. Capacidad

En la siguiente tabla se muestran las capacidades (Qd/Qo) evaluados para cada uno de los tramos pertenecientes al sistema, en color gris se encuentran señalados aquellos tramos objeto de la consultoría y color rojo se muestran los valores que se encuentran por fuera de los valores de la norma.

Tabla 5-8 Capacidad sistema de alcantarillado pluvial

Pozo Inicial	Pozo Final	Q/Q_0	Y/D
PPV1	28043	0.02	0.09
28043	27944	0.12	0.24
27944	PPV2	0.15	0.26
27704	27944	0.03	0.12
27704'	PPV3	0.03	0.11
29366	28880	0.02	0.10
28880	PPV4	0.17	0.28
29645	PPV5	0.44	0.46

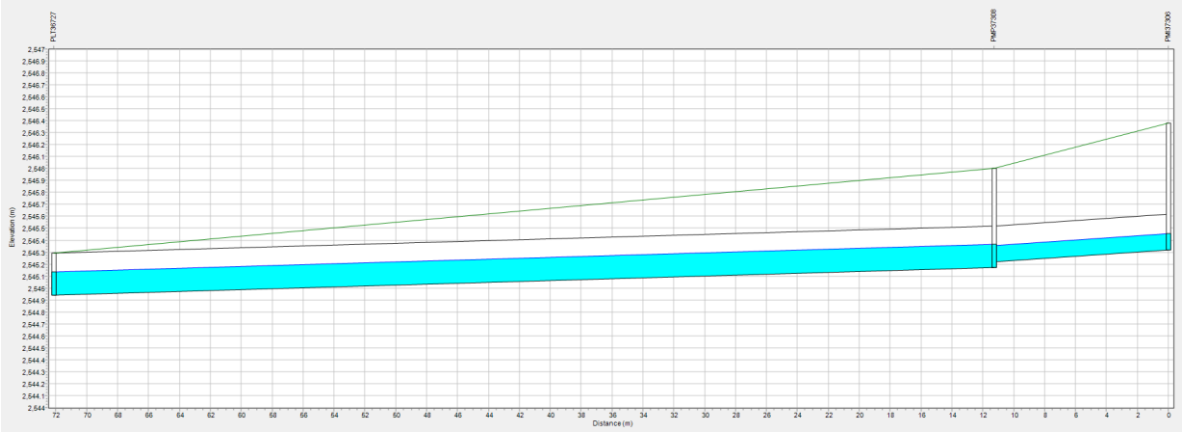
Pozo Inicial	Pozo Final	Q/Q_0	Y/D
PMI37306	PMP37308	0.43	0.46
PMP37308	PLT36727	0.60	0.56
PMI37307	PMP37308	0.13	0.24

Fuente: Consorcio Bosa, 2020

De acuerdo a lo anterior, se puede evidenciar que el sistema de alcantarillado está funcionando de manera normal sin problemas de capacidad ni remansos en los pozos.

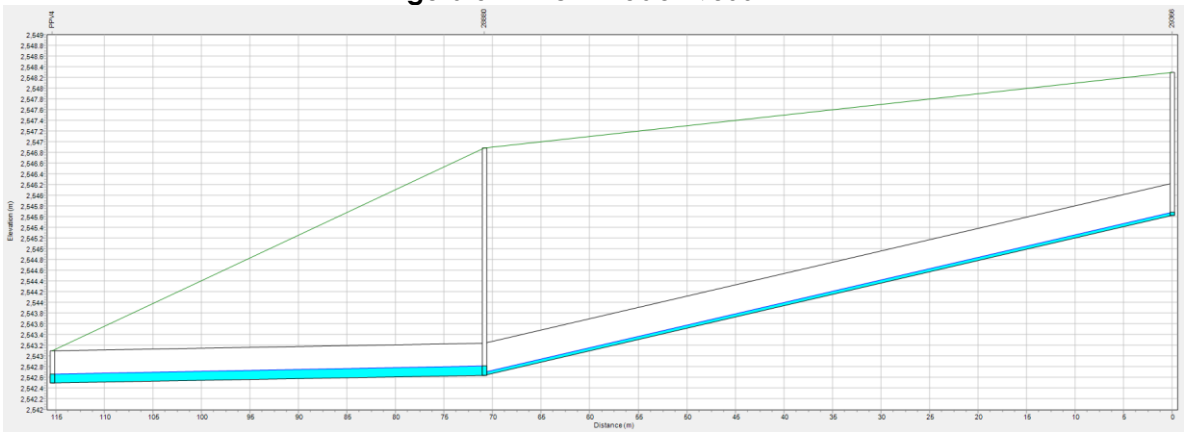
En las siguientes figuras se muestra el comportamiento hidráulico de los tramos objeto de estudio.

Figura 5-11 Perfil nodo PMI37306 – PLT36727



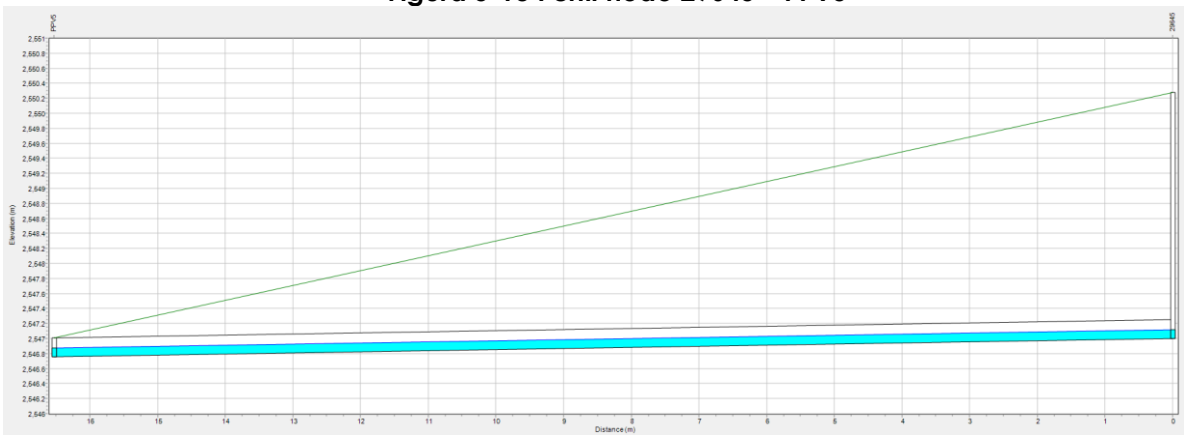
Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 5-12 Perfil nodo 29366 – PPV4



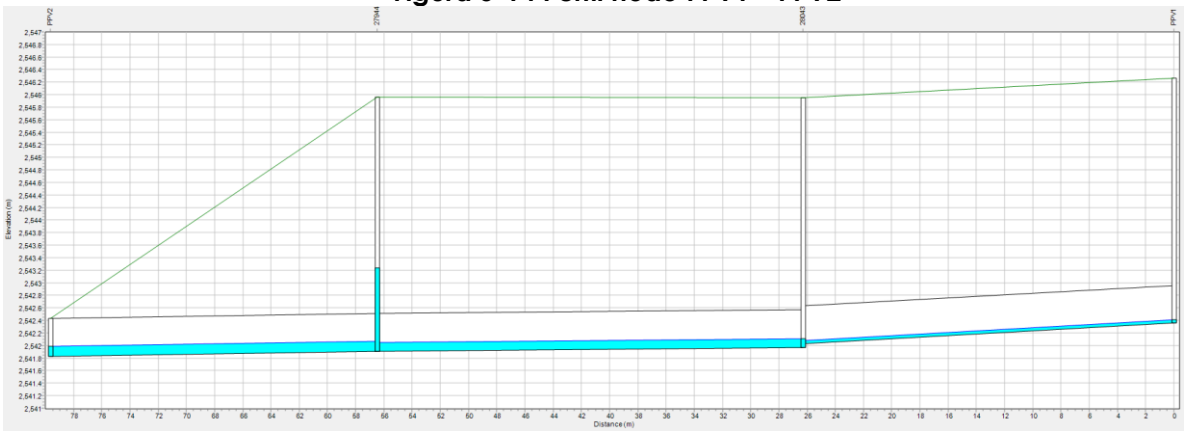
Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 5-13 Perfil nodo 29645 – PPV5



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

Figura 5-14 Perfil nodo PPV1 – PPV2



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

6 ACUEDUCTO

En este capítulo se muestra el desarrollo del diagnóstico para las redes de acueducto existentes en la zona de estudio.

6.1 CONSIDERACIONES

Teniendo en cuenta que dentro del alcance para el diagnóstico de las redes de acueducto la presente consultoría no elaborara modelo del sistema, solo se realizara una evaluación del estado de las redes (material y diámetro) siguiendo las siguientes premisas:

- Las redes de acueducto que se encuentren en asbesto cemento, de acuerdo con la información de la base de datos de la EAAB, se cambiarán por PVC.

- En vías vehiculares, las redes que se encuentren en la calzada se trasladarán al andén

- Teniendo en cuenta los criterios de la Norma SISTEC NS-036, Numeral 4.2.6.5, en donde se indica que "El diámetro interno mínimo de las redes menores de distribución debe ser de 4 pulgadas y el máximo de 6". Sin embargo, en algunos sectores existen tuberías con diámetros inferiores a 4" (100 mm), según la normatividad anteriormente utilizada por la Empresa. Si el diámetro de diseño es menor al establecido en esta norma, debe estar debidamente sustentado, revisado y aprobado por la EAAB.". Si el diámetro es menor a Ø4", se remplazará la tubería por una de Ø4", a menos que la EAAB no lo considere necesario.

6.2 GENERALIDADES

El sector cuenta con redes menores de acueducto construidas en PVC y AC que varían de 3" pulgadas de diámetro a 4".

Al consultar en el sistema de información geográfica de la EAAB se encontró que las redes presentan más de 13 años de uso.

En el siguiente cuadro se muestra la longitud de la red objeto de estudio por diámetro.

Tabla 6-1 Longitud de red por diámetro material

DIÁMETRO (")	MATERIAL	LONGITUD REAL (m)	PORCENTAJE
3	PVC	174.89	53%
4	PVC	156.01	47%
	TOTAL	**330.90**	**100%**

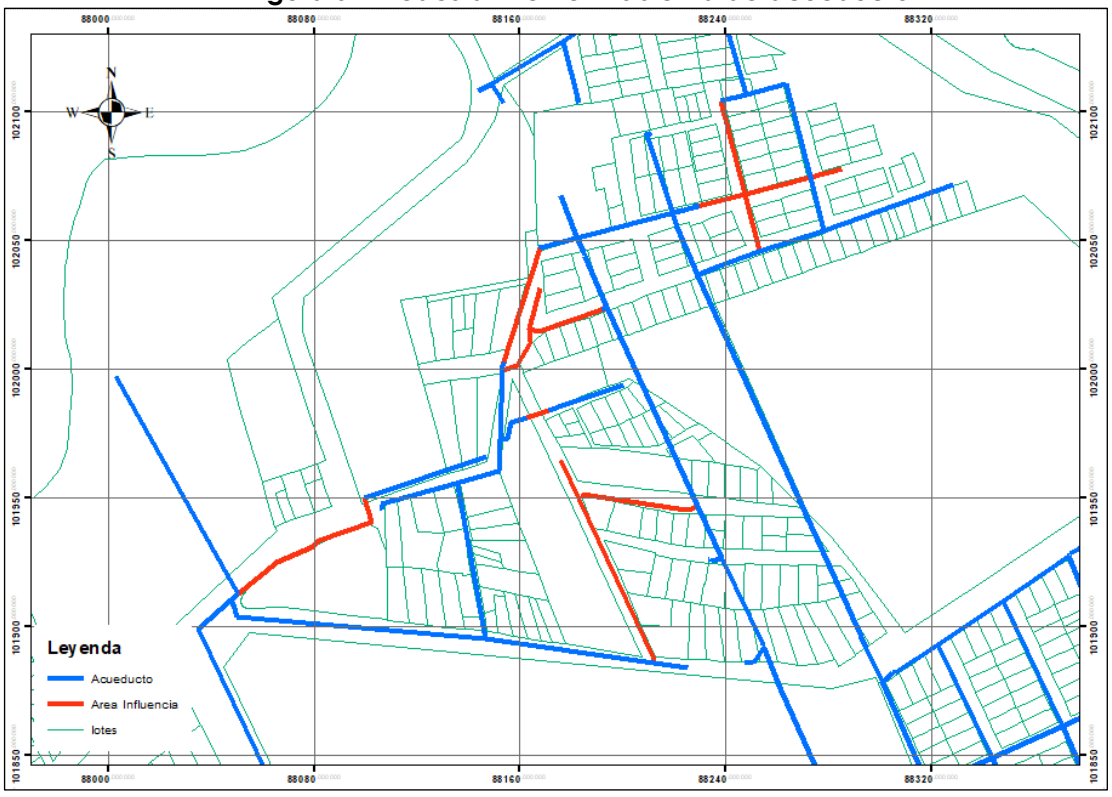
DIÁMETRO (")	MATERIAL	LONGITUD REAL (m)	PORCENTAJE
3	AC	119.12	36%
4	AC	0.00	0%
	TOTAL	**119.12**	**36%**

Fuente: Consorcio Bosa, 2020

De acuerdo a lo mostrado en la anterior tabla, el 53% de la tubera está compuesta por un diámetro de 3" en PVC y el 47% de la tubera está compuesta por un diámetro de 4" en PVC.

En la siguiente imagen se muestra la disposición de las redes en el área de estudio.

Figura 6-1 Redes a intervenir sistema de acueducto



Fuente: Consorcio Bosa, 2020

7 CONCLUSIONES

- El sistema de alcantarillado sanitario cumple con los parámetros establecidos por la norma para diámetros mínimo y capacidad sin embargo presenta tractivas bajas que impiden un correcto autolavado, a esto sumado el hecho de que las redes presentan edades por encima de los 20 años se recomienda una renovación de las redes, además existen tramos que se encuentran en mampostería por lo que se recomienda realizar el cambio de estas tuberías.

- El sistema de alcantarillado pluvial, cumplen con los parámetros de diámetros mínimos, recubrimientos mínimos y máximos, es importante resaltar que se recomienda es complementar el sistema de escorrentía superficial (sumideros) y de ser necesario incluir pozos para cumplir con la escorrentía.

- El sistema de acueducto existente posee en su mayoría tubería en PVC de 3" y 4", por lo que se recomienda realizar un el cambio del 65% de la tubería de 3" a 4" según lo establecido en la norma, adicionalmente se encuentran tramos en Asbesto Cemento (AC) los cuales requieren de un cambio de tubería.

- Para el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, según investigaciones realizadas, tienen tuberías con edades de alrededor de 20 años de instaladas, si se relaciona con el tiempo adicional por las obras que se van a realizar en la zona, se recomienda inspeccionar con sistemas de CCTV para comprobar su estado y tener una valoración para determinar la renovación.

ANEXOS

ANEXO 1 . CATASTRO DE REDES
(Anexo digital)

ANEXO 2 . MEMORIAS DE CÁLCULO

(Anexo digital)

ANEXO 3 . MODELOS HIRÁULICOS

(Anexo digital)

ANEXO 4. PLANOS
(Anexo físico y digital)