

**DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE
ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO
PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO
BOGOTÁ D.C.**



PROMOTOR:



CONSTRUCTORA COLPATRIA

NIT. 860.058.070-6

EQUIPO CONSULTOR:



P&S ASOCIADOS SAS

NIT. 900.913.780-1

MAYO DE 2022

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 1

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	5
2	GENERALIDADES.....	6
2.1	LOCALIZACIÓN.....	6
2.2	CONFIGURACIÓN URBANÍSTICA.....	8
2.3	PROYECCIÓN DE POBLACIÓN	8
3	DISEÑO REDES DE ACUEDUCTO.....	10
3.1	TIPO DE ABASTECIMIENTO.....	11
3.2	ESTIMACIÓN VOLÚMENES DE ALMACENAMIENTO	11
3.3	DIMENSIONAMIENTO ACOMETIDA DE ACUEDUCTO	12
3.4	DIMENSIONAMIENTO MEDIDOR TOTALIZADOR.....	14
3.5	DIMENSIONAMIENTO MICROMEDIDORES	14
3.6	ESTIMACIÓN POTENCIAS DE BOMBEO AGUA POTABLE.....	16
3.7	LOCALIZACIÓN DE HIDRANTES.....	19
3.8	REDES NUEVAS Y A RENOVAR SISTEMA DE ACUEDUCTO	23
4	SISTEMAS HIDRÁULICOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	24
5	DISEÑO REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO.	27
5.1	CONSIDERACIONES TÉCNICAS	29
5.2	CAUDALES DE DISEÑO DENTRO DEL PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO-MERCIO.	32
5.3	CAUDALES DE DISEÑO ÁREAS TRIBUTARIAS PARA LA NUEVA RED LOCAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO.	33
5.4	DISEÑO HIDRÁULICO REDES ALCANTARILLADO SANITARIO.....	34
5.5	REDES NUEVAS SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....	34
6	DISEÑO REDES DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	38
6.1	ESTIMACIÓN DE CAUDALES.....	39
6.2	REDES NUEVAS SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	47
7	REFERENCIAS	48

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 2

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización general de la ciudad de Bogotá D.C. en Colombia.	6
Figura 2. Localización Área del proyecto.....	7
Figura 3. Redes existentes de acueducto, zona de desarrollo Plan Parcial Búfalo	10
Figura 4. Curva de caudal máximo probable método de Hunter, aparatos de tanque ..	15
Figura 5. Localización hidrantes existentes, perímetro de localización Plan Parcial Búfalo.....	22
Figura 6. Redes nuevas y a renovar sistema de acueducto	23
Figura 7. Configuración existente del sistema de alcantarillado del área de influencia del Plan Parcial de Renovación Urbana Búfalo.....	27
Figura 8. Proyección nueva red local de alcantarillado sanitario sobre la Calle 14, Carrera 44 y Carrera 45.	28
Figura 9. Redes nuevas a construir sistema de alcantarillado sanitario	35
Figura 10. Proyección nueva red local de alcantarillado pluvial sobre la Calle 14, Carrera 44 y Carrera 45.....	38
Figura 11. Sistema de recolección de aguas lluvias y distribución de áreas de drenaje	42
Figura 12. Curvas Intensidad Duración Frecuencia IDF.....	43
Figura 13. Redes nuevas a construir sistema de alcantarillado pluvial.....	47

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 3

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Información configuración urbanística general Plan Parcial Búfalo	8
Tabla 2. Densidad poblacional por vivienda o por usuario.....	8
Tabla 3. Estimación población de diseño, Plan Parcial Búfalo	9
Tabla 4. Dotación bruta promedio.....	11
Tabla 5. Estimación caudal medio diario.....	11
Tabla 6. Estimación volumen de almacenamiento diario, unidades de vivienda	12
Tabla 7. Estimación volumen de almacenamiento diario, unidades comerciales	12
Tabla 8. Condiciones topológicas acometida de acueducto.	13
Tabla 9. Condiciones hidráulicas, acometida de acueducto.....	13
Tabla 10. Selección diámetro de medidores de agua norma ISO4064 o NTC1063.....	14
Tabla 11. Caudal máximo probable apartamento tipo.....	15
Tabla 12. Caudal máximo probable local comercial tipo.....	16
Tabla 13. Caudal máximo probable de demanda, torre tipo de apartamentos	16
Tabla 14. Caudales máximos probables de demanda, locales comerciales.....	17
Tabla 15. Parámetros de bombeo asumidos, torre tipo de apartamentos	17
Tabla 16. Parámetros de bombeo asumidos, locales comerciales.....	17
Tabla 17. Potencia de bombeo estimada, torres de apartamentos tipo	18
Tabla 18. Potencia de bombeo estimada, locales comerciales.....	18
Tabla 19. Clasificación, requerimientos de sistemas y equipos para la extinción de incendios, NSR-10.....	24
Tabla 20. Potencia de bombeo estimada, sistema de bombeo red automática control de incendios.....	26
Tabla 21. Factor de Maximización.....	31
Tabla 22. Variables de diseño estimación caudales de aguas residuales.....	32
Tabla 23. Caudales de diseño sanitario	33
Tabla 24. Variables de diseño estimación de caudales de aguas residuales para proyección de nueva red local de alcantarillado sanitario.....	33
Tabla 25. Caudales de diseño, red de alcantarillado sanitario.....	36
Tabla 26. Resultados hidráulicos diseño redes de alcantarillado sanitario.....	37

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 4

Tabla 27. Resultados hidráulicos diseño acometida sanitaria proyecto.....	37
Tabla 28. Periodos de retorno mínimo según grado de protección del sistema.....	39
Tabla 29. Coeficientes de escorrentía (C).....	40
Tabla 30. Caudales máximos áreas de drenaje pluvial.....	44
Tabla 31. Resultados hidráulicos diseño redes de alcantarillado pluvial.....	46
Tabla 32. Resultados hidráulicos diseño acometida pluvial proyecto.....	46

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 5

1 INTRODUCCIÓN

En el marco del desarrollo urbanístico Plan Parcial de renovación urbana Búfalo, que está previsto sobre Industrias Búfalo y Mercico Mercantil en la ciudad de Bogotá D.C., se desarrolla la consultoría de estudios y diseños hidráulicos de las redes de abastecimiento de agua potable, redes de alcantarillado sanitario y redes de alcantarillado pluvial para todas y cada una de las Unidades de Actuación Urbanística contempladas como unidades habitacionales y locales de comercio.

El alcance del presente diseño está orientado al dimensionamiento hidráulico de las redes externas de acueducto, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial de las diferentes Unidades de Actuación Urbanísticas contempladas previamente. Los diseños se realizan en conformidad con los parámetros y normativas estipulados en primer orden por la entidad prestadora de los servicios, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – E.S.P., las disposiciones de la resolución 0908 de 2021 y la Norma Técnica Colombiana NTC 1500 (Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias) – versión 2020.

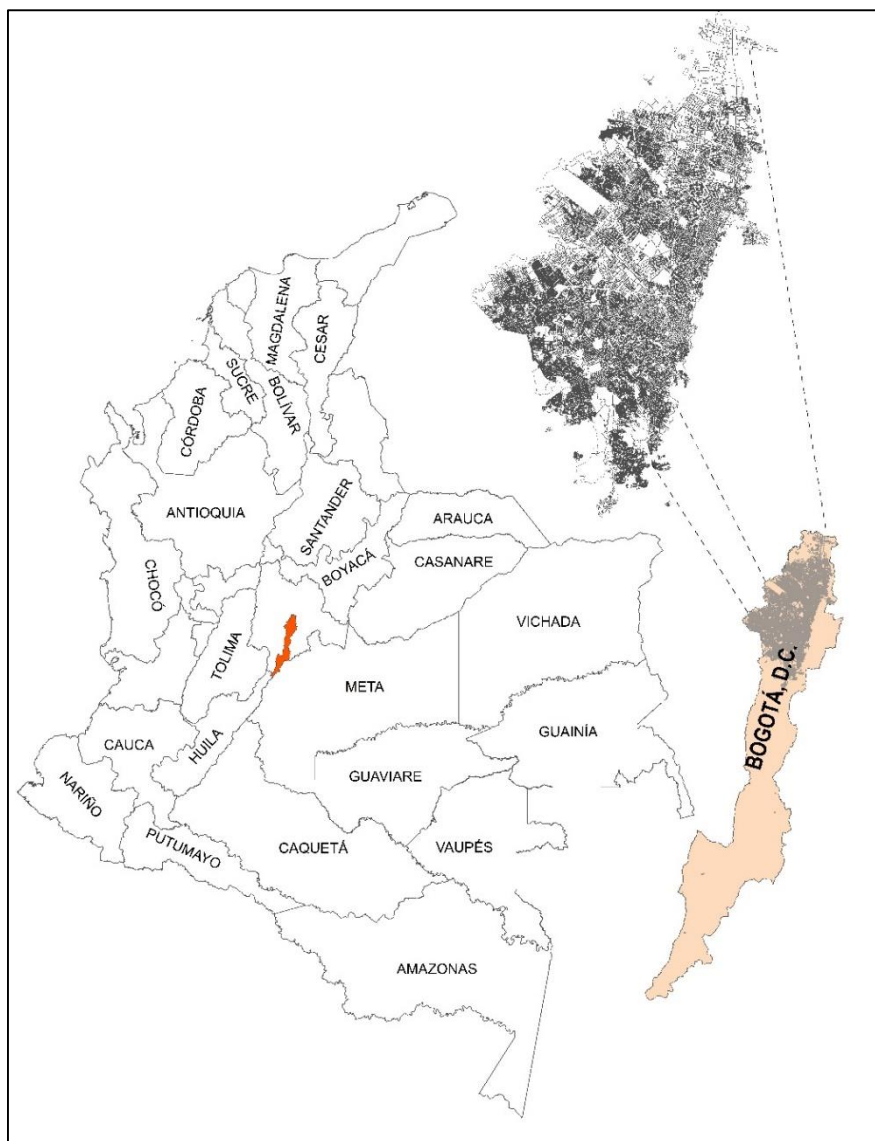
	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 6

2 GENERALIDADES

2.1 LOCALIZACIÓN

El Plan Parcial de Renovación Urbana Búfalo, con un área con un área bruta total aproximada de 0.87 hectáreas, se ubica sobre el altiplano Cundiboyacense de la cordillera Oriental de los Andes, puntualmente en la ciudad de Bogotá D.C. del departamento de Cundinamarca, (ver Figura 1).

Figura 1. Localización general de la ciudad de Bogotá D.C. en Colombia.



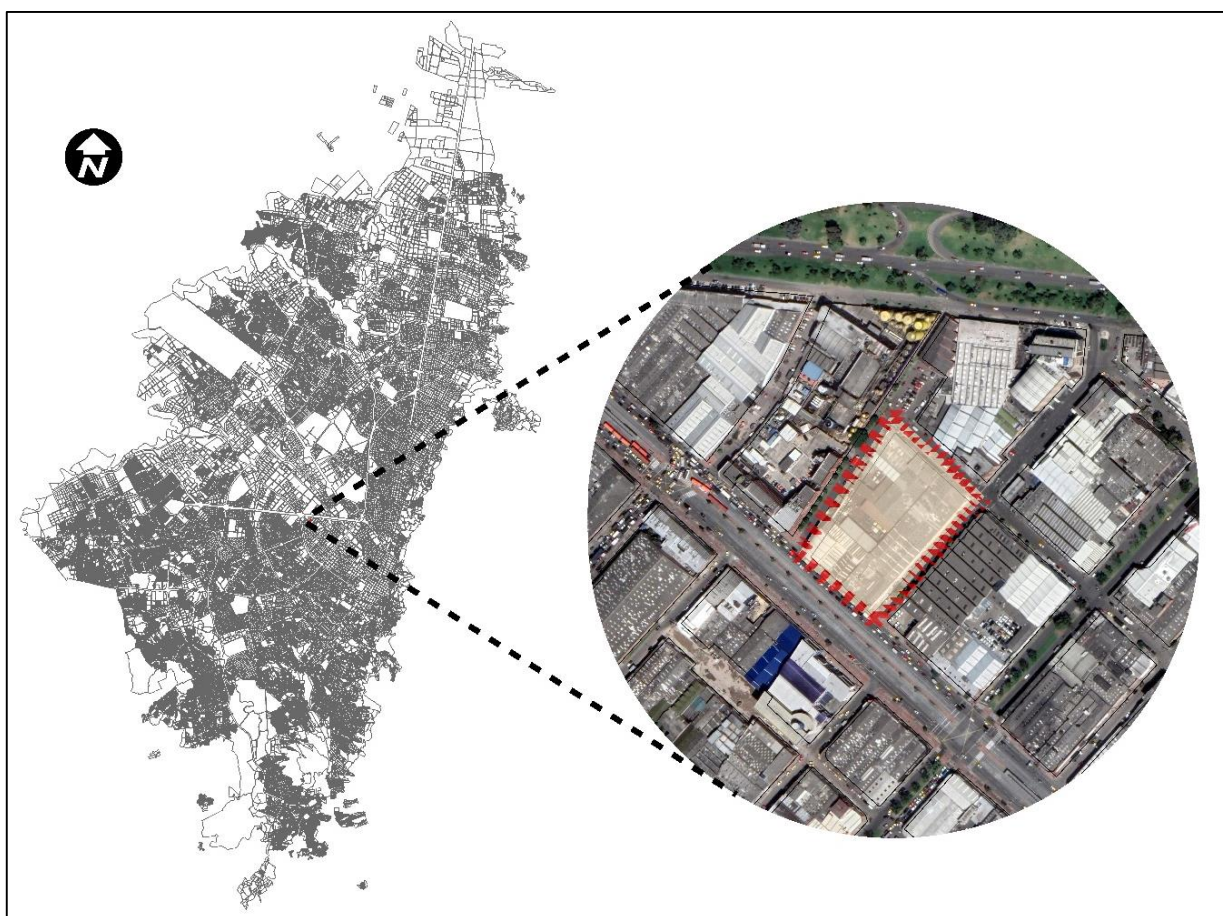
Fuente: Consultor, a partir de Shapefiles MGN (Bogotá D.C.) año 2017 Geoportal DANE.

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 7

Por otra parte, el Plan Parcial de Renovación Urbana Búfalo está localizado en el centro sur de la ciudad de Bogotá D.C, hace parte de la Localidad No. 16 Puente Aranda y se encuentra en la Unidad de Planeamiento Zonal No. 108, Zona Industrial. Los predios objeto de Plan Parcial están ubicados en el Barrio el Ejido a 3 kilómetros del Centro histórico de la Ciudad y a 8 kilómetros del Aeropuerto Internacional el Dorado.

El Plan Parcial de Renovación Urbana Búfalo se ubica sobre la Avenida Colón y Calle 14 entre las Carreras 44 y 45. Este se encuentra a 450 metros al sur de la intersección de la Avenida las Américas, La Avenida Colón (Calle 13), la Calle 6 y la Avenida Carrera 50, (ver Figura 2).

Figura 2. Localización Área del proyecto.



***Fuente: Consultor, a partir de Shapefiles MGN (Bogotá D.C.) año 2017 Geoportal DANE.
Imagen satelital Google Earth.***

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 8

2.2 CONFIGURACIÓN URBANÍSTICA

El Plan Parcial de Renovación Urbana Búfalo (PPRU-Búfalo), tiene una proyección de cambio de uso del suelo de industrial a uso de suelo vivienda y comercial en estrato 3. Para el caso, se proyecta la construcción de 1481 unidades de viviendas habitacionales, (tipo apartamento), distribuidas en 9 torres de 20 pisos, a lo cual se le suman 16 locales comerciales, (ver Tabla 1).

Tabla 1. Información configuración urbanística general Plan Parcial Búfalo

Parámetro	Valor
Área lote de construcción Plan Parcial Búfalo (m ²)	8690
Nº de unidades habitacionales (apartamentos)	1481
Número de torres	9
Número de pisos por torre	20
Número de locales comerciales	16
Área promedio locales comerciales (m ²)	36

Fuente: Propuesta - Plan Parcial de Renovación Urbana Búfalo.

2.3 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN

Para determinar la población de diseño del Plan Parcial Búfalo, se acogieron las especificaciones y normativas establecidas para la ciudad de Bogotá, definidas específicamente por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB -ESP, siendo esta la entidad que regula y administra los sistemas en relación.

Según lo establecido en la Norma Técnica de Servicio NS-031, (ESTUDIOS DE POBLACIÓN Y DEMANDA DE AGUA EN SECTORES ESPECÍFICOS DE LA CIUDAD), el número de habitantes por vivienda estará en función del estrato y el tipo de proyecto, (nuevo o existente). En la Tabla 2 se relacionan los valores de densidad habitacional definidos por la EAAB –ESP según el estrato y el tipo de proyecto, a lo cual se acoge una densidad habitacional de 3.4 personas para estrato 3 en proyectos de viviendas nuevas.

Tabla 2. Densidad poblacional por vivienda o por usuario.

Estrato	Número de habitantes por vivienda (condiciones nuevas)	Número de Habitantes por Usuario (condiciones existentes)
1	4.1	5.5
2	3.6	4.9
3	3.4	4.5

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 9

Estrato	Número de habitantes por vivienda (condiciones nuevas)	Número de Habitantes por Usuario (condiciones existentes)
4	2.5	3.4
5	2.8	3.7
6	2.3	3.1

**Fuente: NS-031, (Estudios De Población Y Demanda De Agua En Sectores Específicos De La Ciudad)
Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB -ESP**

Por consiguiente, se proyecta una población de diseño para el Plan Parcial Búfalo de 5036 habitantes, conforme los datos mostrados en la Tabla 3.

Tabla 3. Estimación población de diseño, Plan Parcial Búfalo

Variable	Valor
Nº Apartamentos	1481
Estrato	3
Densidad Habitacional (Habitantes / vivienda)	3.4
Población Proyectada	5036

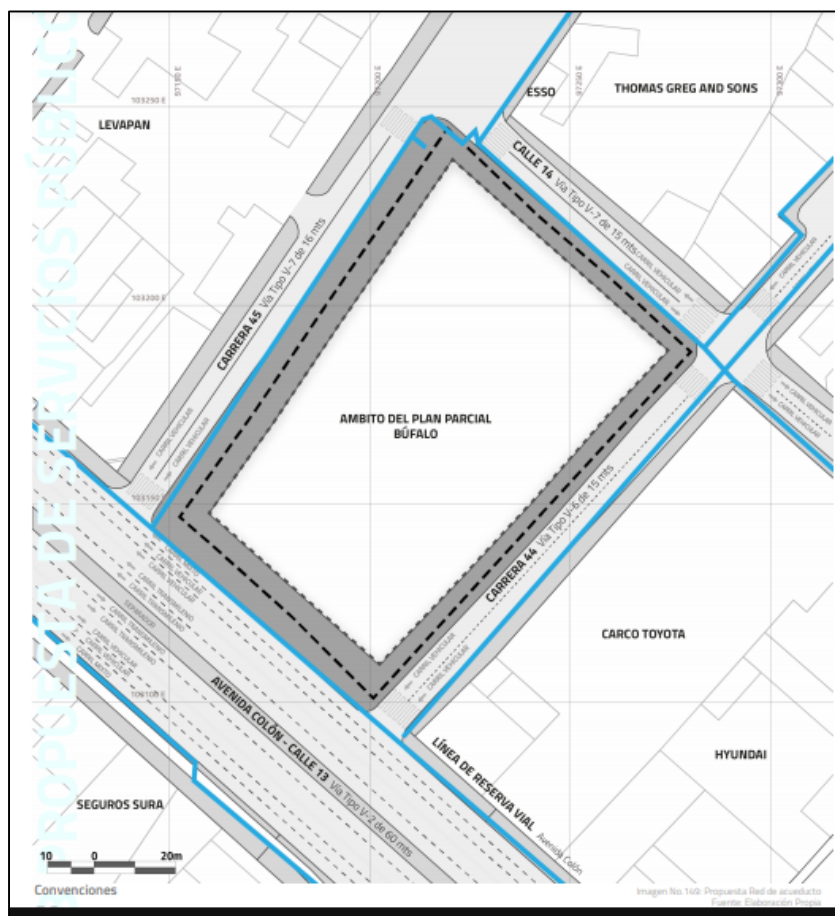
Fuente: Consultor.

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 10

3 DISEÑO REDES DE ACUEDUCTO.

De acuerdo con uno de los objetivos descritos por el artículo 202 del Decreto 190 de 2004 se encuentran: “1. Garantizar el abastecimiento futuro de agua potable para toda la ciudad, mediante el aprovechamiento óptimo de las fuentes e infraestructuras instaladas y en correspondencia con las expectativas de crecimiento urbano definidas por el presente Plan, y, acorde con el plano de redes de acueducto para el abastecimiento de agua potable en el área de influencia del Plan Parcial de Renovación Urbana Búfalo, se evidencia que se encuentra en un sector consolidado de la ciudad, contando con cobertura del 100% para el suministro de agua potable mediante las redes matrices del acueducto”. Con base en lo anterior, y según lo observado en la Figura 3, sobre la totalidad del perímetro del Plan Parcial se cuentan con redes de acueducto públicas, las cuales pueden ser empleadas para las derivaciones que se requieran para acometidas domiciliarias como para la proyección de hidrantes.

Figura 3. Redes existentes de acueducto, zona de desarrollo Plan Parcial Búfalo



Fuente: DTS Plan Parcial de Renovación Urbana Búfalo.

REVISIÓN REV. 2.0	MAYO DE 2022	CONSTRUCTORA COLPATRIA
-------------------	--------------	------------------------

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 11

3.1 TIPO DE ABASTECIMIENTO

El sistema de abastecimiento para el proyecto se realizará mediante tanque de almacenamiento bajo y sistema de bombeo para garantizar la presión de servicio en cada una de las unidades habitacionales y comerciales que conforman el Plan Parcial.

3.2 ESTIMACIÓN VOLÚMENES DE ALMACENAMIENTO

Según la NTC 1500:2020 “Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias” en su Capítulo 7.2.3.2, la capacidad mínima del tanque de reserva debe ser para un consumo de 24 horas, siendo esto función de la población atendida y el consumo promedio diario de la misma.

De acuerdo con Norma Técnica de Servicio NS-031, la dotación bruta de agua potable por habitante-día estará en función del estrato en el cual se va a desarrollar el proyecto de vivienda, tal como se evidencia en la Tabla 4. Por consiguiente, se asume una dotación bruta de 115 Litros / habitante -día, ya que el proyecto se clasifica dentro de estrato 3.

Tabla 4. Dotación bruta promedio.

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

*Fuente: NS-031, (Estudios De Población Y Demanda De Agua En Sectores Específicos De La Ciudad)
Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB -ESP*

En la Tabla 5 se presenta la estimación del caudal medio diario del proyecto, el cual equivale a 6.74 L/s, producto de la suma los caudales para usos residencial y comercial.

Tabla 5. Estimación caudal medio diario

Uso	Viviendas	Área (m ²)	Ocupación (Hab/viv)	Población	Dotación Bruta (L/Hab-día)* (L/m ² -día)**	Caudal medio (L/s)
Residencial*	1481	8690	3.4	5036	115	6.70
Comercial**	-	576	-	-	6	0.04

Fuente: Consultor

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 12

En la Tabla 6 y Tabla 7 se relaciona la estimación de los volúmenes de almacenamiento para 1 día de consumo promedio. La dotación para uso comercial está basada en los parámetros establecidos en Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS, Título B, (versión 2010), Capítulo 2.5.3.1.

Tabla 6. Estimación volumen de almacenamiento diario, unidades de vivienda

Variable	Valor
Nº Apartamentos	1481
Estrato	3
Densidad Habitacional (habitantes/vivienda)	3.4
Población Proyectada	5036
Dotación Neta (L/hab-día)	115
Días de almacenamiento	1
Volumen de Almacenamiento (m³)	580

Fuente: Consultor.

Tabla 7. Estimación volumen de almacenamiento diario, unidades comerciales

Variable	Valor
Nº de locales comerciales	16
Área promedio local comercial (m²)	36
Dotación Local Comercial (L/m²/día)	6
Días de almacenamiento	1
Volumen de Almacenamiento (m³)	4

Fuente: Consultor.

En consecuencia, el volumen de almacenamiento para 1 día de abastecimiento deberá ser como mínimo 584 m³.

3.3 DIMENSIONAMIENTO ACOMETIDA DE ACUEDUCTO

Para el dimensionamiento de la acometida de acueducto del proyecto se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Presión mínima disponible en el punto de conexión: 15.0 m.c.a.
- Diámetro y material de la acometida: Ø3" en PVC para fluidos a presión.
- Cota de referencia 0: Nivel +0.00 m correspondiente al andén de la edificación.
- Cota de referencia tubería pública de acueducto: Nivel -1.00
- Cota de referencia instalación tubería llenado tanque: -1.00.

REVISIÓN REV. 2.0	MAYO DE 2022	CONSTRUCTORA COLPATRIA
-------------------	--------------	------------------------

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 13

- Presión residual para operación entrada tanque almacenamiento: 1.0 metro.
- Longitud tubería acometida de agua potable: 100 metros.
- Sumatoria de pérdidas por accesorios y cambios de dirección (ks): 30.0.

Dado que el comportamiento de la acometida para el llenado de los tanques de almacenamiento presenta una descarga a presión atmosférica, el caudal de tránsito por la misma estará en función de la presión disponible en el punto de conexión a la red de acueducto pública. En la Tabla 8 y Tabla 9 se relaciona las condiciones hidráulicas de operación de la acometida de acueducto, siendo el caudal de diseño aproximado 11.90 L/s.

Tabla 8. Condiciones topológicas acometida de acueducto.

Tramo	Nodo		Cota tubería		L (m)	Ø	Material
	Inicial	Final	Inicial	Final			
T-1	Conexión	Tanque	-1.00	-1.00	100.00	3"	PVC

Fuente: Consultor.

Tabla 9. Condiciones hidráulicas, acometida de acueducto.

Tramo	Q (L/s)	v (m/s)	Perdidas (m)	Gradiente (m)		Presión (m)	
				Inicial	Final	Inicial	Final
T-1	11.90	2.34	13.91	14.00	0.09	15.00	1.09

Fuente: Consultor.

Con base en el caudal de diseño y el volumen de almacenamiento para 1 día de abastecimiento, es posible comprobar el tiempo de llenado del tanque de la siguiente forma:

$$Tiempo = \frac{V}{Q} = \frac{584000 \text{ L}}{11.90 \text{ L/s}} = 49076 \text{ seg} \equiv 13.63 \approx 14 \text{ horas}$$

El tiempo de llenado promedio para el tanque de almacenamiento es de 14.0 horas en su condición más crítica, es decir, para situaciones en las cuales se presente interrupción en el suministro de agua en el sector por más de un día.

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 14

3.4 DIMENSIONAMIENTO MEDIDOR TOTALIZADOR

Para el dimensionamiento del medidor totalizador, se tendrá en cuenta los rangos establecidos por la norma ISO4064 o NTC1063 los cuales se relacionan en la Tabla 10, siendo el diámetro del medidor el valor comprendido entre Q_N y el Q_w cont.

Dado que el caudal de diseño de la acometida es de $42.84 \text{ m}^3/\text{h}$, (11.90 L/s), el diámetro recomendado para el Macromedidor es de 3.0", (80 mm). Se recomienda instalar un medidor de Clase Metrológica "C", tipo volumétrico como medidor general del proyecto.

Tabla 10. Selección diámetro de medidores de agua norma ISO4064 o NTC1063

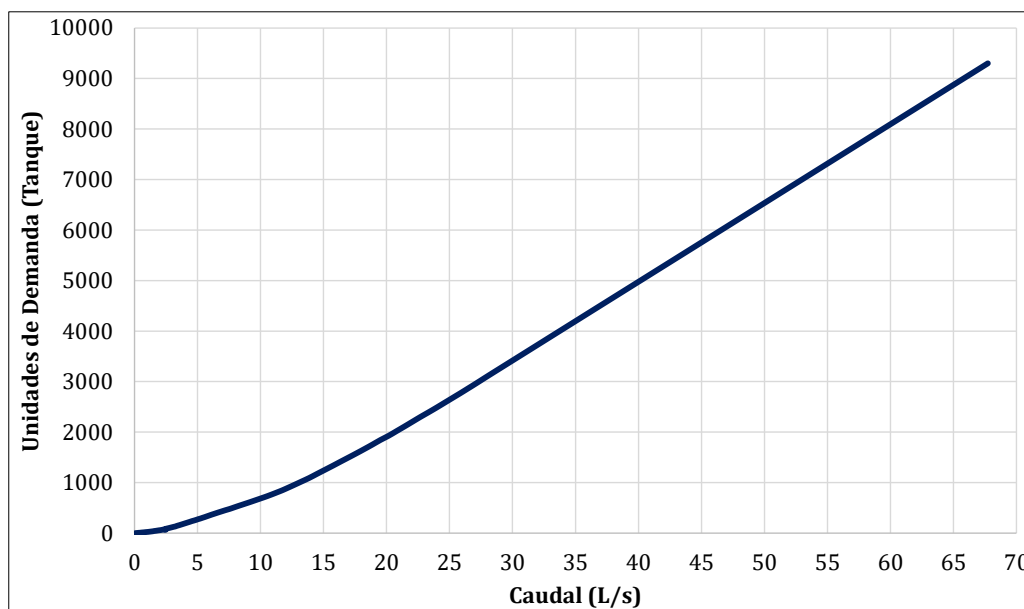
Diámetro medidor (mm)	Q_N (m^3/h)	Q_w cont. (m^3/h)	$Q_{\max}$ (m^3/h)
15	1.5	2.25	3.0
20	2.5	3.75	5.0
25	3.5	5.25	7.0
30	5.0	7.50	10.0
40	10.0	15.00	20.0
50	15.0	22.50	30.0
65	25.0	37.50	50.0
80	40.0	60.00	80.0

Fuente: norma ISO4064 o NTC1063

3.5 DIMENSIONAMIENTO MICROMEDIDORES

El dimensionamiento de los micromedidores del proyecto estará en función de la demanda máxima probable definida para cada una de las unidades habitacionales y comerciales que conforman el proyecto urbanístico. En consecuencia, se empleará la metodología definida por la NTC 1500:2020 "Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias" para determinar el caudal máximo probable para una instalación basado en el método de Hunter, (unidades de aparato de tanque), de los cuales se relaciona sus valores en la Figura 4.

Figura 4. Curva de caudal máximo probable método de hunter, aparatos de tanque



Fuente: NTC 1500 Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias, año 2020

En la Tabla 11 y Tabla 12 se relacionan los caudales máximos probables para el apartamento y local comercial tipo respectivamente, esto con el ánimo de calcular el caudal de diseño de los micromedidores. Para el caso, se obtuvieron valores de 0.55 L/s en el caso del apartamento tipo y de 0.50 L/s para el local comercial tipo.

Tabla 11. Caudal máximo probable apartamento tipo

Tipo de aparato	Unidades de Aparato	Cantidad de aparatos	Unidades Totales	Caudal máximo probable (L/s)
Grupo privado de baño (sanitario de tanque)	4.3	2	8.6	0.55
Lavaplatos de cocina	1.4	1	1.4	
Maquina automática de lavar ropa (8 Lb)	1.4	1	1.4	
Total	7.1	4	11.4	

Fuente: Consultor.

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 16

Tabla 12. Caudal máximo probable local comercial tipo

Tipo de aparato	Unidades de Aparato	Cantidad de aparatos	Unidades Totales	Caudal máximo probable (L/s)
Grupo privado de baño (sanitario de tanque)	4.3	2	8.6	0.50
Lavaplatos de cocina	1.4	1	1.4	
Total	5.7	3	10	

Fuente: Consultor.

Conforme lo establecido por la norma ISO4064 o NTC1063 y lo referido en la Tabla 10, los diámetros de los micromedidores para los apartamentos tipo como para los locales comerciales deben ser iguales a 1/2", (15 mm), ya que los cuales máximos probables son inferiores a 2.25 m³/h, (1.98 m³/h para apartamentos y 1.80 m³/h para locales comerciales).

En total, se requieren 1301 micromedidores de diámetro 1/2", (15 mm), Clase Metrológica "C", tipo volumétrico, correspondientes a 1481 apartamentos y 16 locales comerciales.

3.6 ESTIMACIÓN POTENCIAS DE BOMBEO AGUA POTABLE

La estimación de las potencias de bombeo de agua potable estará en función de los caudales máximos probables de demanda generadas por la totalidad de los aparatos sanitarios instalados dentro del proyecto y la presión de diseño calculada para la operación de los mismos. En la Tabla 13 y Tabla 14 se relacionan los caudales de demanda máximos probables para la torre tipo de apartamentos y para la totalidad de los locales comerciales respectivamente.

Tabla 13. Caudal máximo probable de demanda, torre tipo de apartamentos

Parámetro	Valor
Nº Apartamentos Totales	1481
Nº Torres	9
Nº Apartamentos / Torre	165
Unidades de demanda por apartamento	11.4
Unidades de demanda totales / Torre	1881
Caudal máximo probable / Torre (L/s)	20.0

Fuente: Consultor.

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 17

Tabla 14. Caudales máximos probables de demanda, locales comerciales

Parámetro	Valor
Nº Locales Comerciales	16
Unidades de demanda por local comercial	10
Unidades de demanda total locales comerciales	160
Caudal máximo probable total locales comerciales (L/s)	3.60

Fuente: Consultor.

En la Tabla 15 y Tabla 16 se evidencian los parámetros asumidos para el cálculo de la potencia de bombeo en la torre tipo y para los locales comerciales respectivamente. Es de aclarar que, los parámetros relacionados obedecen a una aproximación preliminar, los cuales deben ser ajustados en la etapa de diseño de detalle.

Tabla 15. Parámetros de bombeo asumidos, torre tipo de apartamentos

Parámetro	Valor
Caudal máximo de bombeo por Torre (L/s)	20.00
Diferencia Altimétrica (m)	66
Longitud tubería de impulsión (m)	100
Perdidas (fricción + accesorios) 30% Longitud (m)	30
Presión aparato critico (m)	14
Altura dinámica total (m)	110
% Eficiencia teórica de bombeo	60%

Fuente: Consultor.

Tabla 16. Parámetros de bombeo asumidos, locales comerciales

Parámetro	Valor
Caudal máximo de bombeo total locales comerciales (L/s)	3.60
Diferencia Altimétrica (m)	6
Longitud tubería de impulsión (m)	50
Perdidas (fricción + accesorios) 30% Longitud (m)	15
Presión aparato critico (m)	14
Altura dinámica total (m)	35
% Eficiencia teórica de bombeo	60%

Fuente: Consultor.

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 18

A partir de los valores relacionados en la Tabla 13, Tabla 14, Tabla 15 y Tabla 16 es posible calcular la potencia teórica del sistema de bombeo tal como se describe en la siguiente ecuación:

$$P = \frac{SG * Q * H}{75 * \eta}$$

Donde:

P: Potencia de bombeo teórica (Hp)

SG: gravedad específica del agua (1)

Q: caudal de diseño (L/s)

H: altura dinámica de diseño (m)

η : eficiencia teórica de la bomba (0.60)

$$P_{Torre\ tipo} = \frac{1 * 20.0 * 110}{75 * 0.60} = 49\ Hp \quad P_{Locales\ comerciales} = \frac{1 * 3.60 * 35}{75 * 0.60} = 3\ Hp$$

Con base en lo anterior, se determinó la potencia de bombeo aproximada para las torres tipo de apartamentos y locales comerciales, de lo cual se resume la información en la Tabla 17 y Tabla 18 para los dos sistemas en mención. En términos generales, la potencia de bombeo de agua potable requerida para la totalidad de las unidades residenciales, (1481 apartamentos), y locales comerciales, (16) es de aproximadamente 671 Hp, siendo este un valor aproximado el cual deberá ser ajustado en la etapa de diseño de detalle del proyecto.

Tabla 17. Potencia de bombeo estimada, torres de apartamentos tipo

Parámetro	Valor
Potencia de bombeo teórica (Hp)	49
Ajuste potencia de bombeo teórica a comercial	1.5
Potencia de bombeo real asumida por torre (Hp)	74
Nº Total torres	9
Potencia de bombeo real asumida total torres (Hp)	666

Fuente: Consultor.

Tabla 18. Potencia de bombeo estimada, locales comerciales

Parámetro	Valor
Potencia de bombeo teórica (Hp)	3
Ajuste potencia de bombeo teórica a comercial	1.5
Potencia de bombeo real asumida locales comerciales (Hp)	5

Fuente: Consultor.

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 19

3.7 LOCALIZACIÓN DE HIDRANTES

Ante eventos de incendios, se debe contar con un caudal que soporte la red de distribución para el abastecimiento de los equipos con los que cuentan los organismos de atención. El suministro de este caudal se realiza a través de hidrantes, los cuales se deben disponer como elementos que forman parte de la red de agua específica de protección y atención contra casos de incendios.

De acuerdo con la resolución 0908 de 2021, para sistemas con poblaciones de diseño menores de 12.500 habitantes, los hidrantes deben instalarse en tuberías con capacidad de conducir al menos 5 L/s y deben descargar como mínimo un caudal de 5 L/s. Para poblaciones de diseño mayores, los hidrantes deben instalarse en tuberías con la capacidad de conducir al menos 10 L/s y deben descargar como mínimo un caudal de 10 L/s, con un patrón de demanda creado exclusivamente para ese nodo que pueda suministrar caudal para 2 horas, para el año actual y el año de diseño.

De igual forma la resolución especifica que la distancia máxima entre hidrantes debe ser de 300 metros para zonas residenciales.

Sin embargo, para el caso Bogotá, por su densidad poblacional, la EAAB – ESP dispone en su norma NS-036, (Criterios para diseño de red de acueducto secundaria y menor de distribución), que los hidrantes deben tener un diámetro mínimo de 75 mm (3 pulgadas). Cada hidrante llevará su propia válvula para aislarlo de la red. Estos se ubicarán con preferencia en las esquinas, en las intersecciones de dos calles y sobre la acera para un mejor acceso. Además, se rescata de la norma indicada las condiciones técnicas que aplican a las características del Pla Parcial de Renovación Urbana Búfalo, siendo las siguientes:

a. Capacidad de los hidrantes:

- Edificios Multifamiliares – Industriales y Comerciales. La red hidráulica que abastece a los hidrantes debe permitir el funcionamiento simultáneo de dos hidrantes consecutivos durante dos horas, cada uno de ellos con una presión mínima de 10 m.c.a. con un caudal de 15 L/s. Sin embargo, el funcionamiento de cada uno por separado o independiente debe cumplir con la presión mínima d 20 m.c.a.
- Se debe abastecer sin restricción del servicio de abastecimiento de agua.
- Edificios unifamiliares. En núcleos urbanos consolidados en los que no se pudiera garantizar el caudal de abastecimiento de agua, puede aceptarse que este sea de 8.0 L/s, pero la presión se mantendrá en 10 m.c.a.
- Para cualquiera de los casos anteriores la instalación de hidrantes no puede conectarse a una red general de abastecimiento de agua, debe existir

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 20

almacenamiento de agua adecuado para proporcionar el caudal antes indicado.

b. Criterios de instalación de hidrantes para infraestructura:

- En las zonas con bloques multifamiliares debe colocarse un hidrante por lo menos cada 150 metros.

c. Se debe contar con la instalación de al menos un hidrante:

- Con carácter general todo edificio cuya altura de evacuación descendente o ascendente sea mayor a que 28 m o que 6 m respectivamente.
- Caso de uso comercial o de garaje o parqueadero, con área construida comprendida entre 1000 y 10000 m².
- Caso de uso Administrativo, Docente o Vivienda, con área construida comprendida entre 5000 y 10000 m².

En cualquier caso, los hidrantes que protejan a un edificio deben estar razonablemente repartidos por su perímetro, ser accesibles para los vehículos del servicio de extinción de incendios y, al menos, uno de ellos debe estar situado a no más de 100 m de distancia de un acceso al edificio.

d. Presión de los hidrantes:

- Para zonas residenciales la presión mínima en los hidrantes debe ser de 98.1 kPa (10 mca) y para las zonas comerciales e industriales o zonas residenciales con edificios multifamiliares, la presión mínima debe ser de 196 kPa (20mca).
- La presión mínima de trabajo de los hidrantes debe ser de 980kPa (100 mca), y deben soportar una presión de prueba de 1960 kPa (200mca).

Con base en lo anterior, el Plan Parcial Búfalo deberá contar con por lo menos dos hidrantes para la atención de incendios, cuya capacidad mínima sea de 15 L/s a una presión residual de 10 metros de columna de agua.

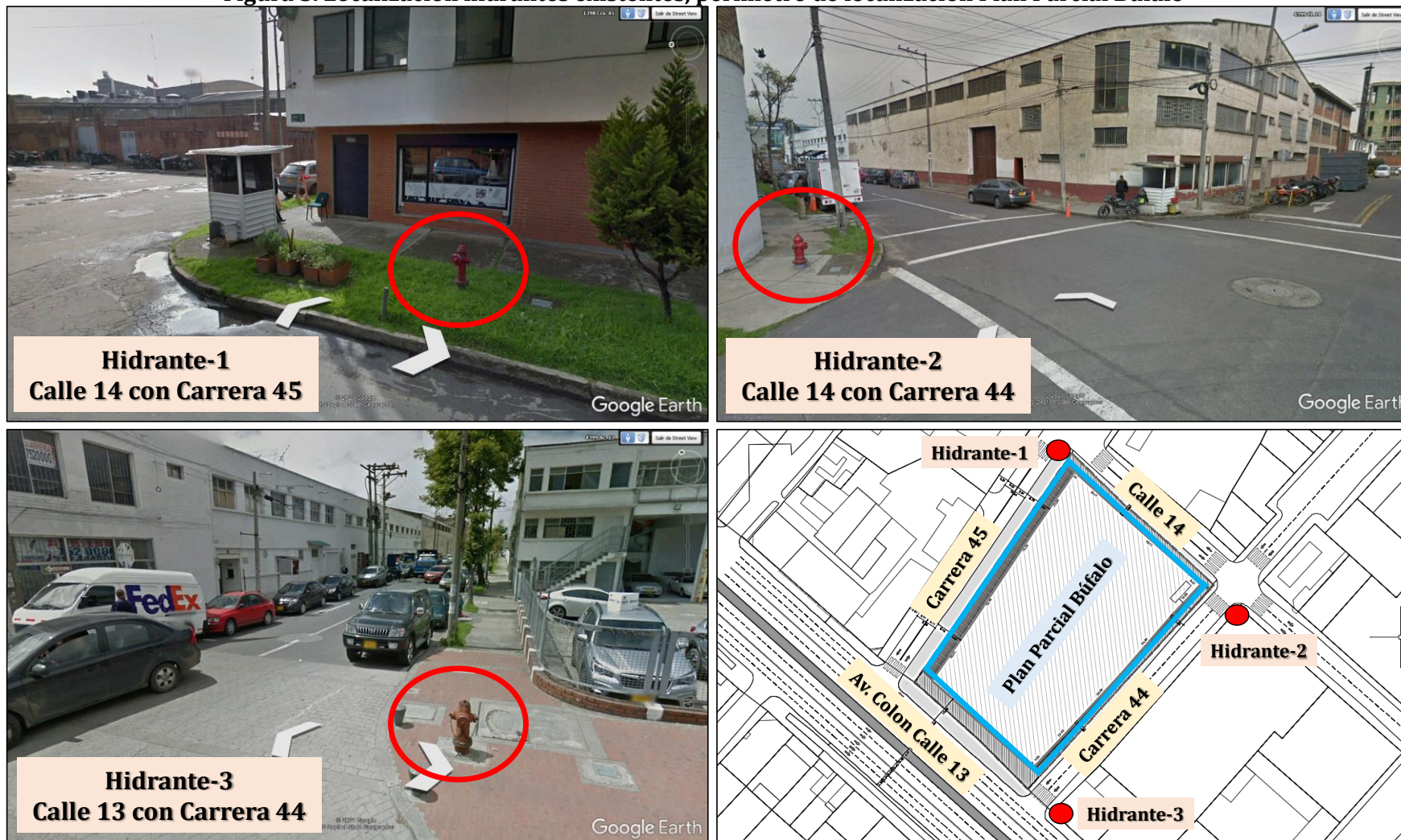
En función de lo anterior, y con base en la inspección visual a la zona de desarrollo del proyecto, se evidencia la existencia de 3 hidrantes localizados de acuerdo lo mostrado en la Figura 5. Para el caso, no se requeriría la ampliación y/o instalación adicional de hidrantes para la cobertura del Plan Parcial Búfalo, ya que estos son de diámetros iguales o superiores a 3 pulgadas y se encuentran distanciados a una longitud inferior de 150 metros.

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 21

Sin embargo, es procedente aclarar que lo anterior estará sujeto a las disposiciones que establezca la EAAB – ESP, dadas la información que esta empresa posea en cuanto a la presión y caudal disponible en la zona, así como la vida útil y/o tiempo de servicio a la cual estén sujetos los hidrantes existentes en la zona.

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 22

Figura 5. Localización hidrantes existentes, perímetro de localización Plan Parcial Búfalo



Fuente: Google Earth Pro - Consultor.

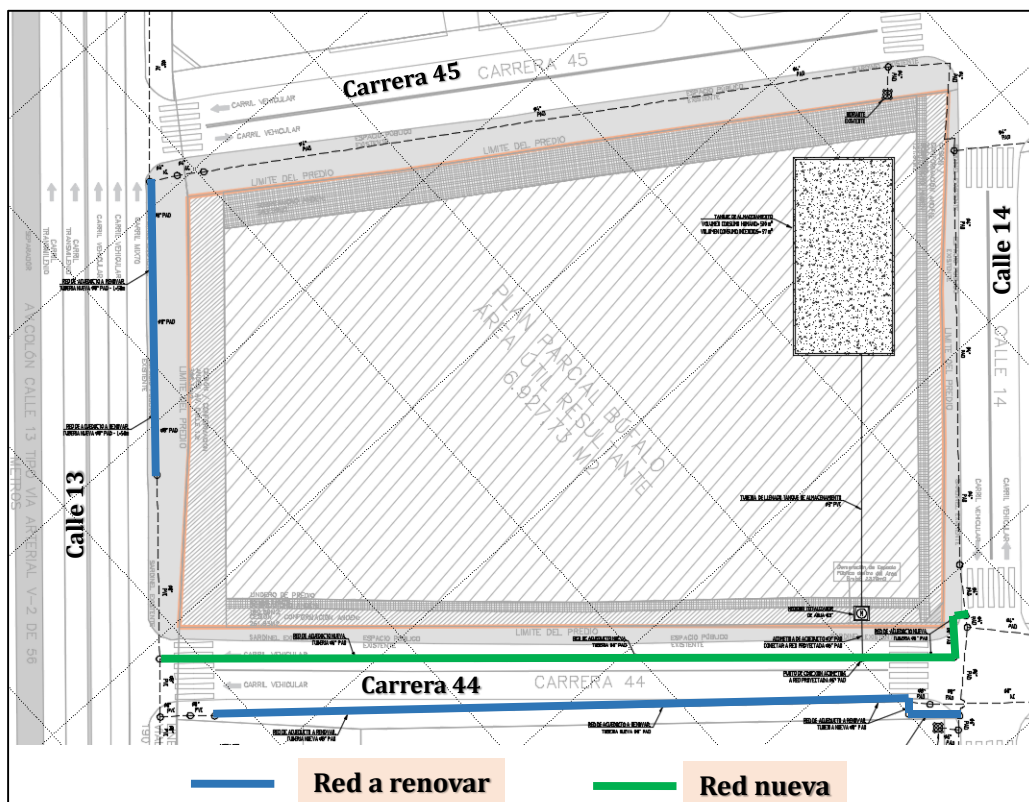
	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 23

3.8 REDES NUEVAS Y A RENOVAR SISTEMA DE ACUEDUCTO

Acorde con lo mencionado en la factibilidad de servicios 3050001 S-2021-258819, es necesario adelantar la renovación y construcción de nuevas redes de acueducto en el sector de construcción del Plan Parcial. De acuerdo a lo mostrado en la Figura 6, se deben ejecutar las siguientes actividades de renovación y construcción de nuevas redes de acueducto:

- Renovación de 47 metros de tubería de diámetro 8" material PAD sobre la calle 13 entre carreras 44 y 45.
- Renovación de 117 metros de tubería de diámetro 8" material PAD sobre la carrera 44, (costado sur), entre calles 13 y 14.
- Construcción de 130 metros de tubería nueva de diámetro 6" material PAD sobre la carrera 44, (costado norte), entre calles 13 y 14.

Figura 6. Redes nuevas y a renovar sistema de acueducto



Fuente: Consultor

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 24

4 SISTEMAS HIDRÁULICOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Si bien el enfoque de la consultaría está orientado al dimensionamiento básico preliminar de la infraestructura de los sistemas de acueducto y alcantarillado, es importante prever las necesidades básicas requeridas para la protección contra incendios, y específicamente para el caso, los sistemas hidráulicos en sus componentes básicos.

Los objetivos fundamentales están orientados a desarrollar los criterios de protección contra incendio basados en la normatividad disponible de la “National Fire Protection Association”, (NFPA), y normativa nacional, (NSR-10), que permitan determinar los sistemas de control más eficientes y acordes a las necesidades de la edificación.

En consecuencia, en la Tabla 19 se presenta la clasificación, requerimientos y equipos de protección necesarios para la protección el proyecto en función de lo establecido en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10.

Tabla 19. Clasificación, requerimientos de sistemas y equipos para la extinción de incendios, NSR-10

Grupo de ocupación	Subgrupo de ocupación	Rociadores Automáticos	Tomas fijas para bomberos y mangueras para extinción de incendios
Residencial (Torres de apartamentos)	R-2	No: “Todas las edificaciones clasificadas en el grupo de ocupación Residencial R-2 están exentas de la obligación de colocar sistemas de rociadores para extinción de incendios”	Si: Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación Residencial Multifamiliar (R-2) debe estar protegida por un sistema de tomas fijas para bomberos y mangueras para extinción de incendios diseñados de acuerdo a la NTC 1669 y NFPA 14, así: - En todos los pisos de las edificaciones del grupo de ocupación Residencial Multifamiliar (R-2). - En todos los pisos subterráneos para usos como estacionamientos ubicados bajo edificios clasificados en el subgrupo de ocupación Residencial Multifamiliar (R-2).

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 25

Grupo de ocupación	Subgrupo de ocupación	Rociadores Automáticos	Tomas fijas para bomberos y mangueras para extinción de incendios
Almacenamiento (Parqueaderos y estacionamientos en sótanos)	A-1	Si: "Sin importar el número de pisos y en la totalidad de edificios con área total de construcción mayor de 2200 m ² , incluidas las áreas de mezanines, clasificados en el subgrupo de ocupación A-1 (Almacenamiento de riesgo moderado).	Si "Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación A (Almacenamiento) debe estar protegida por un sistema de tomas fijas para bomberos y mangueras para extinción de incendios diseñados de acuerdo con la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificaciones, NTC 1669, y con el Código para Instalación de Sistemas de Tuberías Verticales y Mangueras, NFPA 14."
Comercial (Locales comerciales)	C-2	Si: "Sin importar el número de pisos y en la totalidad de edificios con área total construida mayor de 1100 m ² , incluidas las áreas de mezanines, clasificados en el subgrupo de ocupación de bienes (C-2).	Si: "Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación C (Comercial) debe estar protegida por un sistema de tomas fijas para bomberos y mangueras para extinción de incendios diseñados de acuerdo con la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificaciones, NTC 1669, y con el Código para Instalación de Sistemas de Tuberías Verticales y Mangueras, NFPA 14."

Fuente: NSR-10 - Consultor.

Como se observa, el uso de rociadores automáticos para la protección y control de incendios estará ligado a las áreas que se proyecten para uso comercial, (locales comerciales), y de almacenamiento, (zona de parqueaderos), lo cual deberá ser determinado en la etapa de diseño de detalle.

No obstante, y dado que la altura total de la torre tipo es superior a 28 metros, (clasificación como alto según NSR-10), es obligatorio la instalación de gabinetes Clase I de tipo automáticos, (conexiones de manguera de 2½ pulgadas para suministrar agua para uso por cuerpos de bomberos y aquellos entrenados en el manejo de chorros de incendio pesados). En consecuencia, la red automática de control de incendios, (conforme lo establecido por NFPA-14), deberá contar con un sistema de bombeo de 500 galones por minuto y tanque de almacenamiento de 57 m³, previstos para la operación del mismo por un tiempo de 30 minutos.

Con base en los parámetros asumidos en la Tabla 20, la potencia aproximada del sistema de bombeo de la red hidráulica de control de incendios es de 251 Hp, siendo este un valor que deberá ser ajustado en la etapa de diseño de detalle del proyecto.

REVISIÓN REV. 2.0	MAYO DE 2022	CONSTRUCTORA COLPATRIA
-------------------	--------------	------------------------

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 26

Tabla 20. Potencia de bombeo estimada, sistema de bombeo red automática control de incendios

Parámetro	Valor
Caudal máximo de bombeo (L/s)	31.50
Diferencia Altimétrica (m)	66
Longitud tubería de impulsión (m)	100
Perdidas (fricción + accesorios) 30% Longitud (m)	30
Presión de salida gabinete clase I automático (m)	142
Altura dinámica total (m)	238
% Eficiencia teórica de bombeo	60%
Potencia de bombeo teórica (Hp)	167
Ajuste potencia de bombeo teórica a comercial	1.5
Potencia de bombeo real asumida para el proyecto (Hp)	251

Fuente: Consultor.

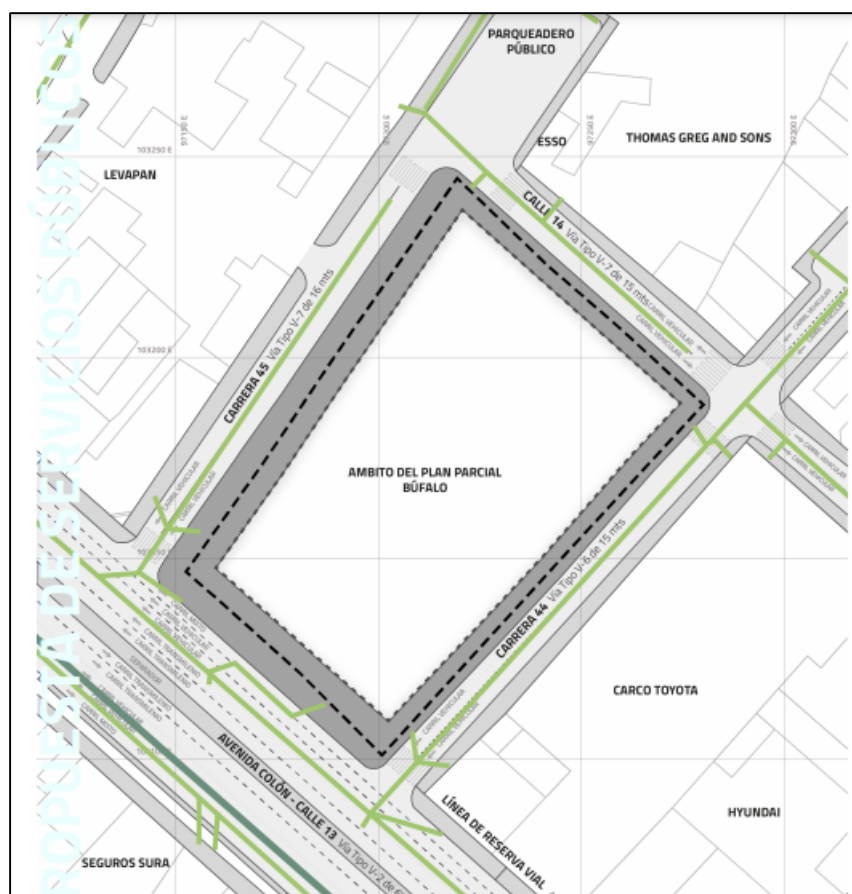
	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 27

5 DISEÑO REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

La estructura del sistema de Alcantarillado Sanitario y Pluvial se encuentra descrito por el artículo 2017 del Decreto 190 de 2004, como: “El sistema de Alcantarillado Sanitario y Pluvial de la ciudad está constituido por la infraestructura necesaria para el drenaje de aguas lluvias y conducción de aguas residuales, incluyendo el sistema de tratamiento de aguas servidas de todo el territorio”.

De acuerdo a lo anterior, y según lo observado en la Figura 7, sobre la totalidad del perímetro del Plan Parcial de Renovación Urbana existe cobertura de sistema de alcantarillado de tipo combinado. Se cuenta con una red troncal ubicada en la avenida colon – calle 13, así como redes locales en la carrera 44, carrera 45, y calle 14, las cuales pueden ser empleadas para las conexiones domiciliarias sanitarias que se requieran.

Figura 7. Configuración existente del sistema de alcantarillado del área de influencia del Plan Parcial de Renovación Urbana Búfalo.



Fuente: DTS Plan Parcial de Renovación Urbana Búfalo.

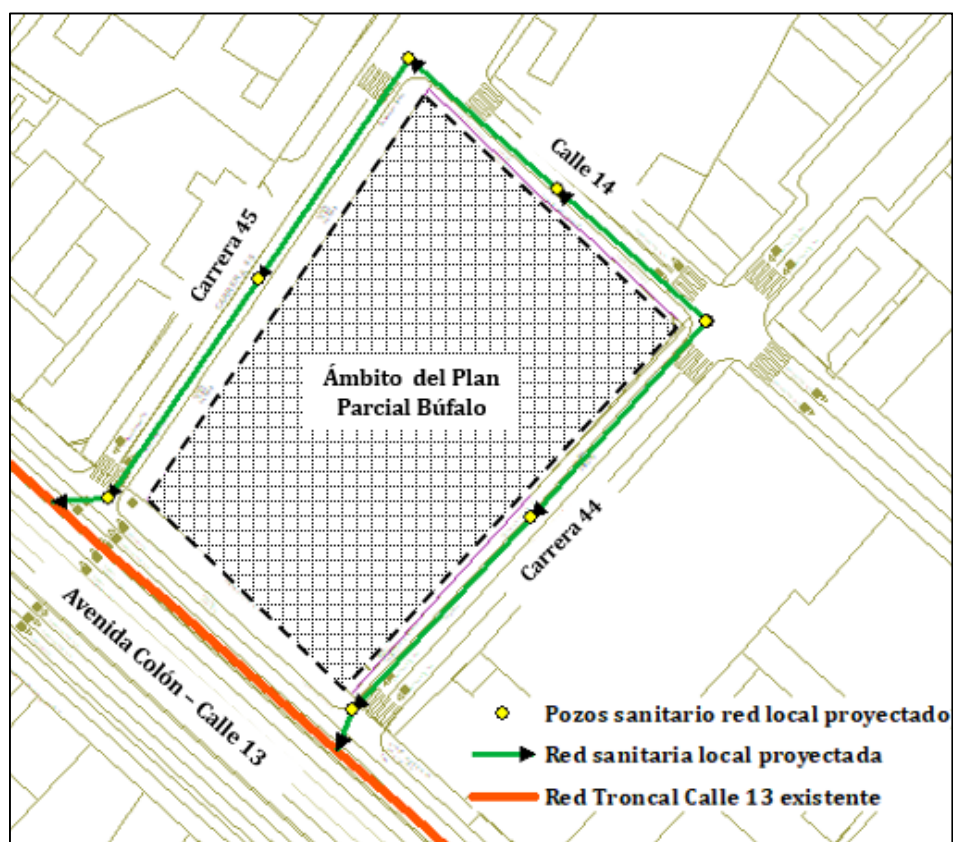
	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 28

En conformidad con la factibilidad de servicios N°3010001-S-2021-161411 emitida por la EAAB-ESP para el Plan Parcial de Renovación Urbana, las redes de alcantarillado existentes en el perímetro del predio del proyecto sobre la calle 14, la carrera 45 y la carrera 44, deben ser objeto de renovación debido a que el material de estas se encuentran en gres.

Adicionalmente, como en el polígono del Plan Parcial de Renovación Urbana Búfalo-Mercico, el sistema de alcantarillado es combinado, (acorde con lo expuesto en la factibilidad de servicios N°3010001-S-2021-161411 de la EAAB – ESP), es necesario separar los sistemas sanitario y pluvial mediante la construcción de nuevas redes sobre la calle 14, la carrera 45 y la carrera 44 con punto de conexión y/o descarga sobre la infraestructura existe la calle 13.

Bajo estas condiciones, en la Figura 8 se puede observar el trazado nuevo para la red local de alcantarillado sanitario, que se conectará al sistema existente de la Red Troncal sobre la calle 13.

Figura 8. Proyección nueva red local de alcantarillado sanitario sobre la Calle 14, Carrera 44 y Carrera 45.



Fuente: Consultor.

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 29

En el subcapítulo 5.1 se expone las consideraciones técnicas empleadas en la estimación de los caudales de diseño para las nuevas redes locales del sector; en los subcapítulos 5.2 y 5.3 se expone los resultados de los cálculos realizados para los caudales sanitarios contemplados dentro del Plan Parcial de Renovación Urbana Búfalo y los caudales sanitarios estimados de las áreas tributarias que tendrán las nuevas redes de alcantarillado sanitario.

5.1 CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Los caudales de aguas residuales para el diseño del sistema de recolección y evacuación del Plan Parcial de Renovación Urbana Búfalo, contempla los aportes generados por las actividades domésticas y comerciales. Para la estimación de los caudales del diseño de las redes sanitarias, se tuvo como condición preliminar la población de diseño y la demanda futura del mismo. De igual forma se siguieron las consideraciones técnicas expuestas en la NS-085 de la EAAB – ESP.

A continuación, se exponen las consideraciones técnicas empleadas para la estimación de los caudales de diseño sanitario.

a. Caudal de aguas residuales domesticas (QD)

El caudal de diseño de aguas residuales domesticas se realiza empleando la población de diseño del proyecto.

$$Q_D = \frac{CR * P * D_{otación}}{86400}$$

Donde:

Q_D= Caudal de aguas residuales domésticas (L/s).

P= población (Número de habitantes).

CR= coeficiente de retorno (adimensional), 0.85.

D_{otación}= dotación por habitante (L/hab-día).

b. Caudal de aguas residuales comerciales (Qc)

El caudal de aguas residuales comerciales, se estimó, teniendo en cuenta que el área del proyecto es mixta, para uso residencial y comercial, utilizando una contribución de caudal comercial correspondiente a 0.5 L/s-ha comercial.

$$Q_C = \left(\frac{0.5 L}{Ha - s} \right) * (N^o_{locales} * A_{local})$$

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 30

Donde:

Q_c = Caudal de aguas residuales comerciales (L/s).

$N^{\circ}_{\text{locales}}$ = Cantidad de locales proyectados, (16 unidades).

A_{local} = área promedio de los locales proyectados, 36m^2 .

c. Caudal medio diario (Q_{md})

Corresponde a la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales.

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

Donde:

Q_{md} = Caudal medio diario de aguas residuales (L/s).

Q_d = Caudal aguas residuales domesticas (L/s).

Q_i = Caudal aguas residuales industriales (L/s).

Q_c = Caudal aguas residuales comerciales (L/s).

Q_{in} = Caudal aguas residuales institucionales (L/s).

Para el presente caso como se ha mencionado, los aportes de aguas residuales son domésticos y comerciales.

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

d. Caudal máximo horario (Q_{MH})

Corresponde a la aplicación de un factor de mayoración (F) sobre el caudal medio diario, para la estimación del caudal máximo horario.

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

Donde:

Q_{MH_f} = Caudal máximo horario final de aguas residuales (L/s).

F = Factor de Maximización (adimensional).

Q_{md} = caudal medio diario de aguas residuales (L/s).

En este caso el factor de mayoración se adopta por lo establecido de la normativa NS-085, (Criterios de Diseño de Sistemas de Alcantarillado) de la EAAB – ESP, (ver Tabla 21), que está en función de la población del área de drenaje acumulada.

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 31

Tabla 21. Factor de Maximización.

Factor de Maximización	Población (hab)
2.1	Mayor de 500.000
2.6	Mayor de 100.000 y menor de 500.000
3.0	Menor de 100.000

*Fuente: Tomado de NS-085 Criterios de Diseño de Sistemas de Alcantarillado) de la EAAB – ESP.
Fuente principal Gravity Sanitary Sewer. Design and Construction. ASCE, 2007.*

Como la población de diseño del proyecto es menor a 100.000 habitantes, el factor de maximización adoptado es de 3.0.

e. Caudal de conexiones erradas (Q_{cerr})

De acuerdo con la NS-085, de la EAAB – ESP, el aporte máximo de las conexiones erradas a un sistema de alcantarillado de aguas residuales existente o proyectado debe ser de hasta 0.20 L/s-ha.

f. Caudal de infiltración

Consiste en el caudal proveniente de la infiltración de aguas subsuperficiales a las redes de sistema de alcantarillado de aguas residuales, principalmente freáticas, a través de fisuras en las tuberías, en juntas ejecutadas deficientemente, en la unión de tuberías con cámaras de inspección y demás estructuras.

La EAAB-ESP ha fijado como factor de infiltración alta 0.20 L/s-ha, y un factor para infiltración baja de 0.10 L/s-ha. Para efecto de cálculos se adopta el promedio de estos dos factores de infiltración, estableciéndose finalmente de 0.15 L/s-ha.

g. Caudal de diseño

El caudal de diseño es obtenido mediante la suma entre el caudal máximo horario, los aportes por infiltraciones y conexiones erradas. Si bien, como se menciona en la normativa, Resolución 0908 de 2021 y la NS-085 de la EAAB – ESP, cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea menor que 1,50 L/s, debe adoptarse este último valor como caudal de diseño para el tramo.

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

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 32

Donde:

Q_{dt} = Caudal de diseño para cada tramo de la red, (L/s).

Q_{MHf} = Caudal máximo horario final, (L/s).

Q_{inf} = Caudal por infiltraciones, (L/s).

Q_{ce} = Caudal por conexiones erradas, (L/s).

5.2 CAUDALES DE DISEÑO DENTRO DEL PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO-MERCIO.

En el presente caso, los caudales por infiltración y de conexiones erradas no se tendrán en cuenta para la estimación del caudal de diseño, puesto que la condición de diseño del sistema sanitario de recolección y evacuación de aguas residuales se concentra principalmente en la parte interna de las edificaciones, y lo que compromete el diseño de redes externas de alcantarillado se limita a las acometidas domiciliarias de la red ya existente.

Finalmente, para el dimensionamiento de las redes de alcantarillado sanitario se tienen en cuenta las siguientes variables, tal como se exponen en la Tabla 22.

Tabla 22. Variables de diseño estimación caudales de aguas residuales.

Variable		Valor
Área lote de construcción Plan Parcial de Renovación Urbana Búfalo (m ²)		8690
Área lote de construcción Plan Parcial de Renovación Urbana Búfalo (ha)		0.869
Residencial	N° Apartamentos	1481
	Estrato	3
	Densidad Habitacional (habitantes/vivienda)	3.4
	Población Proyectada	5036
	Dotación Neta (L/hab-día)	115
Comercial	N° de locales comerciales	16
	Área promedio local comercial (m ²)	36
	Área promedio local comercial (ha)	0.0036
	Dotación Local Comercial (L/m ² /día)	6
% retorno		0.85
Factor de Maximización		3.00
Rata Cerradas (L/Ha-s)		0.20
Rata Infiltración (L/Ha-s)		0.15

Fuente: Consultor.

En la Tabla 23 se muestran los caudales de diseño obtenidos para el sistema de recolección y evacuación de aguas residuales del Plan Parcial de Renovación Urbana Búfalo.

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 33

Tabla 23. Caudales de diseño sanitario

Q_{md}	Caudal medio diario de aguas residuales (L/s)	5.74
<i>Q_d</i>	<i>Caudal aguas residuales domesticas (L/s)</i>	<i>5.70</i>
<i>Q_i</i>	<i>Caudal aguas residuales industriales (L/s)</i>	<i>0.00</i>
<i>Q_c</i>	<i>Caudal aguas residuales comerciales (L/s)</i>	<i>0.04</i>
<i>Q_{in}</i>	<i>Caudal aguas residuales institucionales (L/s)</i>	<i>0.00</i>
Q_{MHf}	Caudal máximo horario final (L/s)	17.21
<i>Q_{in}</i>	<i>Caudal por infiltraciones (L/s)</i>	<i>0.13</i>
<i>Q_{ce}</i>	<i>Caudal de aguas residuales por conexiones erradas</i>	<i>0.17</i>
Q_{diseño}	Caudal de diseño (L/s)	17.51

Fuente: Consultor.

5.3 CAUDALES DE DISEÑO ÁREAS TRIBUTARIAS PARA LA NUEVA RED LOCAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

Para efectos de cálculo de diseño, se adopta una densidad poblacional de habitantes residenciales de 5796 habitantes por hectárea y un porcentaje del 7% correspondiente a la destinación de zonas comerciales en el área de influencia.

La densidad poblacional general para el diseño de los tramos de la nueva red local de alcantarillado sanitario es el resultado de la población residencial total del proyecto Plan Parcial de Renovación Urbana Búfalo – Mercico, sobre el área total del mismo en hectáreas. Respecto al factor de área de comercio determinado, se obtuvo con base en las áreas proyectadas para este uso dentro del Plan Parcial.

En la Tabla 24 se relacionan las variables de diseño empleadas para la obtención de los caudales de diseño. Igualmente, en la En la Tabla 25 se muestran los caudales de diseño por cada uno de los tramos que conforman la red sanitaria.

Tabla 24. Variables de diseño estimación de caudales de aguas residuales para proyección de nueva red local de alcantarillado sanitario.

Variable	Valor
Densidad Poblacional residencial (hab/ha)	5796
Dotación Neta (L/hab-d)	115
% retorno	0.85
Rata Cerradas (L/Ha-s)	0.20
Rata Infiltración (L/Ha-s)	0.15
% aporte área comercial	7.0%
Contribución de Caudal comercial (l/s-ha)	0.50

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 34

Variable	Valor
Factor Mayoración (NS-085)	3.00

Fuente: Consultor.

5.4 DISEÑO HIDRÁULICO REDES ALCANTARILLADO SANITARIO

En la Tabla 26 se relacionan las memorias de diseño hidráulico de las nuevas redes de alcantarillado sanitario que conforman el proyecto urbanístico. Cabe resaltar que el diseño está limitado por la topología de la red existente y las cotas de descarga sobre el colector Red Troncal existente en calle 13 – Avenida Colón.

De igual manera, en la Tabla 27 se relacionan los resultados hidráulicos para las dos acometidas domiciliarias que pueden generarse en el proyecto de acuerdo a la distribución urbanística del mismo. Para el caso, cada acometida se dimensionara con el 50% del caudal máximo calculado para las descargas sanitarias del proyecto, ($17.51/2 = 8.75$ L/s).

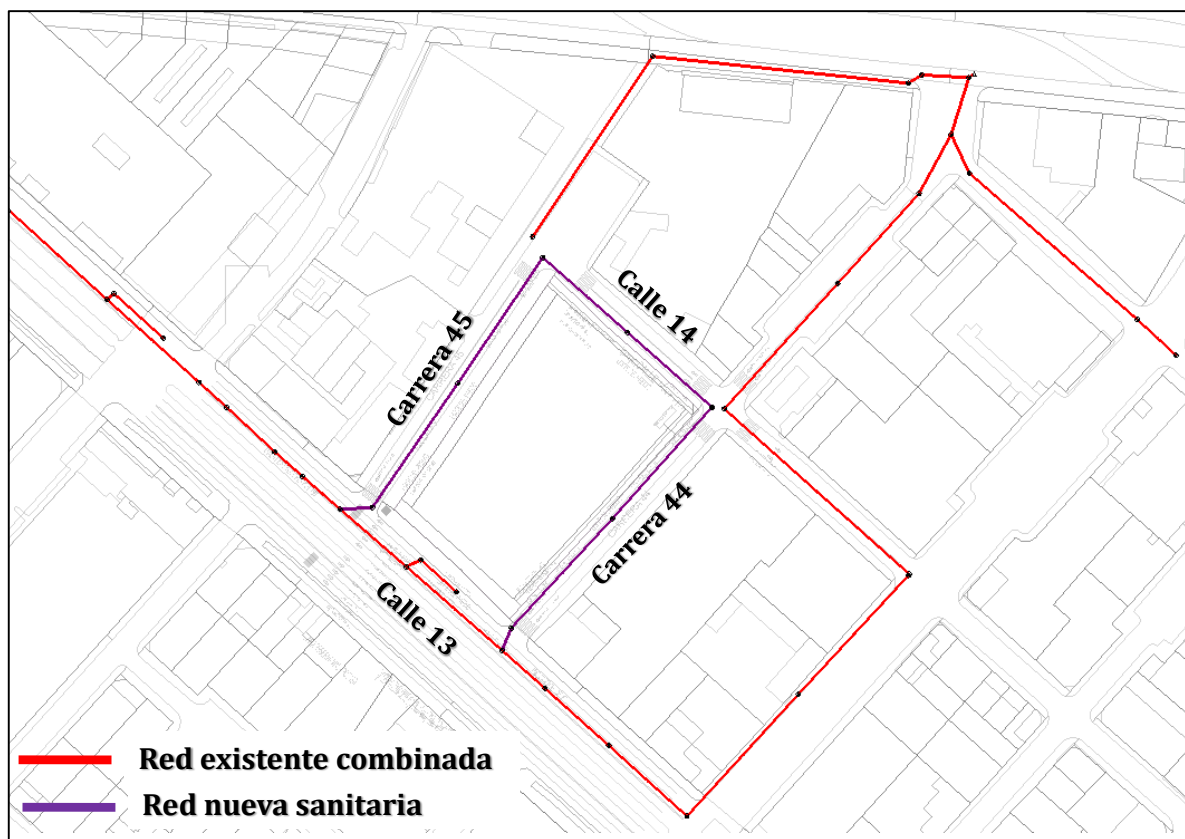
5.5 REDES NUEVAS SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Acorde con lo mencionado en la factibilidad de servicios 3050001 S-2021-258819, es necesario adelantar la construcción de nuevas redes de alcantarillado en el sector de construcción del Plan Parcial. De acuerdo a lo mostrado en la Figura 9, se deben ejecutar las siguientes actividades de construcción de nuevas redes sanitarias:

- Construcción de 135 metros de tubería nueva de diámetro 250mm PVC-NOV sobre la carrera 44 entre calles 13 y 14.
- Construcción de 95 metros de tubería nueva de diámetro 250mm PVC-NOV sobre la calle 14 entre carreras 44 y 45.
- Construcción de 140 metros de tubería nueva de diámetro 250mm PVC-NOV sobre la carrera 45 entre calles 13 y 14.

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 35

Figura 9. Redes nuevas a construir sistema de alcantarillado sanitario



Fuente: Consultor.

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 36

Tabla 25. Caudales de diseño, red de alcantarillado sanitario.

Tramo	POZO	Área Asignada	Área Propia (ha)	Área acumulada (ha)	Número de habitantes promedio	Q_d (L/s)	Q_c (L/s)	Q_{md} (L/s)	Factor Mayoración	Q_{MH} (L/s)	Q_{cerr} (L/s)	Q_{inf} (L/s)	Q Diseño (L/s)
TS-01	PZS-01	AS-01	0.47	0.47	2706	3.06	0.02	3.08	3.00	9.23	0.09	0.07	9.39
TS-02	PZS-02	AS-02	0.63	1.10	6383	7.22	0.02	7.24	3.00	21.73	0.22	0.17	22.11
TS-03	PZS-03	CMP108564	0.00	1.10	6383	7.22	0.02	7.24	3.00	21.73	0.22	0.17	22.11
TS-04	PZS-01A	AS-03	0.30	0.30	1717	1.94	0.01	1.95	3.00	5.86	0.06	0.04	5.96
TS-05	PZS-04	AS-04	0.25	0.55	3164	3.58	0.01	3.59	3.00	10.77	0.11	0.08	10.96
TS-06	PZS-05	AS-05	0.46	1.01	5857	6.63	0.02	6.64	3.00	19.93	0.20	0.15	20.28
TS-07	PZS-06	AS-06	0.52	1.53	8844	10.01	0.02	10.02	3.00	30.07	0.31	0.23	30.60
TS-08	PZS-07	CMP108501	0.00	1.53	8844	10.01	0.02	10.02	3.00	30.07	0.31	0.23	30.60

Fuente: Consultor

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 37

Tabla 26. Resultados hidráulicos diseño redes de alcantarillado sanitario.

Tramo	Pozo Inicial	Pozo Final	Cota Terreno Inicial (m)	Cota Terreno Final (m)	Cota Clave Inicial (m)	Cota Clave Final (m)	L (m)	S (%)	Ø (mm)	Material	q (L/s)	v (m/s)	T (Pa)	Fr	d/D (%)	Q (L/s)
TS-01	PZS-01	PZS-02	2555.00	2555.10	2553.63	2553.37	62.18	0.42	250mm	PVC	9.39	0.79	1.74	1.07	33.50	38.65
TS-02	PZS-02	PZS-03	2555.10	2554.80	2553.35	2553.08	62.18	0.43	250mm	PVC	22.11	1.00	2.52	1.02	53.60	39.38
TS-03	PZS-03	CMP108564	2554.80	2555.21	2553.06	2553.01	10.15	0.49	250mm	PVC	22.11	1.05	2.80	1.10	51.60	41.96
TS-04	PZS-01A	PZS-04	2555.00	2555.10	2553.63	2553.43	47.10	0.42	250mm	PVC	5.96	0.70	1.45	1.08	26.40	38.95
TS-05	PZS-04	PZS-05	2555.10	2555.00	2553.41	2553.21	47.17	0.42	250mm	PVC	10.96	0.83	1.88	1.07	36.30	38.92
TS-06	PZS-05	PZS-06	2555.00	2554.80	2553.19	2552.93	63.35	0.41	250mm	PVC	20.28	0.96	2.33	1.00	51.70	38.29
TS-07	PZS-06	PZS-07	2554.80	2554.70	2552.91	2552.65	63.03	0.41	250mm	PVC	30.60	1.05	2.68	0.91	67.50	38.38
TS-08	PZS-07	CMP108501	2554.70	2554.86	2552.63	2552.57	13.44	0.45	250mm	PVC	30.60	1.09	2.87	0.96	65.60	39.93

Fuente: Consultor.

Tabla 27. Resultados hidráulicos diseño acometida sanitaria proyecto.

Tramo	S (%)	Ø (mm)	Material	q (L/s)	v (m/s)	T (Pa)	Fr	d/D (%)	Q (L/s)
Acometida Sanitaria 1 y 2	2	200mm	PVC	8.75	1.38	5.98	2.25	29.29	46.89

Fuente: Consultor.

L (m) = longitud por tramo en metros

S (%) = pendiente del tramo en %

q (L/s) = caudal de diseño en L/s

v (m/s) = velocidad de flujo en m/s

T (Pa) = esfuerzo cortante en Pascales

Fr = número de Froude

d/D (%) = relación altura lámina de agua/diámetro interno tubería en %

Q (L/s) = caudal a tubo lleno en L/s

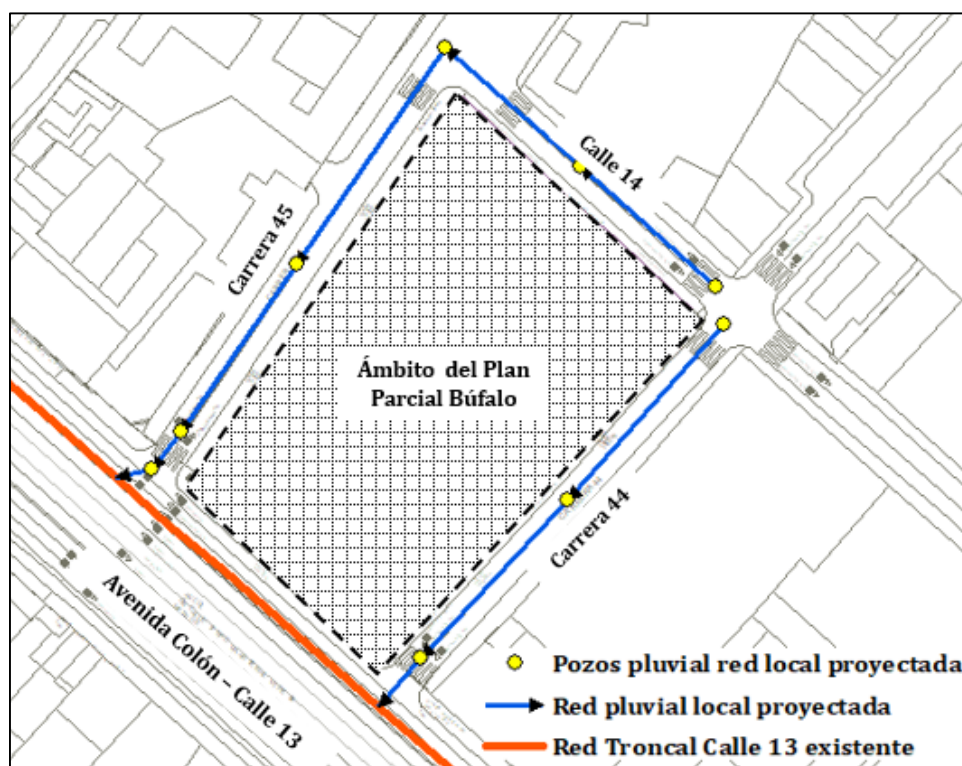
	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 38

6 DISEÑO REDES DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

El sistema de recolección y evacuación de aguas pluviales se proyecta con el propósito de retener el mayor tiempo posible la escorrentía pluvial en su punto de origen, minimizando los problemas de inundación y evitando la modificación de la infraestructura de drenaje existente.

Acorde con lo mencionado en la factibilidad de servicios N°3050001 S-2021-258819 de la EAAB – ESP, se proyecta una nueva red local de alcantarillado pluvial sobre la Calle 14, Carrera 44 y Carrera 45, que desaguará las aguas lluvias al colector de $\varnothing 1.20\text{m}$ de ladrillo existente por la calle 13, (Ver Figura 10).

Figura 10. Proyección nueva red local de alcantarillado pluvial sobre la Calle 14, Carrera 44 y Carrera 45.



Fuente: Consultor.

Para efectos de diseños de las redes pluviales, se siguieron las consideraciones técnicas de la NS-085 Criterios De Diseño De Sistemas De Alcantarillado que dicta la EAAB – ESP. De acuerdo a esto la institución en su normativa ha dispuesto los periodos de retorno de acuerdo a las características del área de drenaje del proyecto.

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 39

El período de retorno de diseño se determina de acuerdo con la importancia de las áreas de drenaje y con las características de protección contra los daños, perjuicios o molestias que las inundaciones periódicas puedan ocasionar a los habitantes, el tráfico vehicular, el comercio, la industria, etc.

En la Tabla 28 se encuentran los valores establecidos por la EAAB-ESP para los periodos de retorno conforme el grado de protección y con las características del área de drenaje.

Tabla 28. Periodos de retorno mínimo según grado de protección del sistema.

Características del área de drenaje	Periodo de retorno para diseño (años)
Tramos pertenecientes a la red local 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 Criterios De Diseño De Sistemas De Alcantarillado que dicta la EAAB-ESP. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB -ESP. Adaptación de Management, Hydrology and Hydraulics, Urban Storm Drainage Criteria Manual, 2016 y Design and Construction of Urban Stormwater Management System, ASCE, 1992.

El periodo de retorno considerado es de 5 años acorde con lo establecido por la normativa mencionada, ya que el área del proyecto se encuentra en un sector en el que atraviesan red local del alcantarillado sanitario y no hay presencia de infraestructuras especiales. De la misma manera, el área de construcción del Plan Parcial de Renovación Urbana Búfalo es de 0.869 Ha.

6.1 ESTIMACIÓN DE CAUDALES

La norma NS-085 de la EAAB – ESP prevé dos métodos para el cálculo de los caudales de diseño de los sistemas de alcantarillado pluvial, el Método Racional y la Metodología del Hidrograma Unitario del Soil Conservation Service (SCS).

El diseño de las redes de alcantarillado pluvial para la zona de diseño se realiza utilizando el método racional, ya que el Plan Parcial de Renovación Urbana Búfalo se desarrolla en un sector en que los tramos son pertenecientes a la red local y secundaria de alcantarillado, además que el área de drenaje es inferior a 80 hectáreas.

El método racional calcula el caudal pico de aguas lluvias con base en la intensidad media del evento de precipitación con una duración igual al tiempo de concentración

REVISIÓN REV. 2.0	MAYO DE 2022	CONSTRUCTORA COLPATRIA
-------------------	--------------	------------------------

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 40

del área de drenaje y un coeficiente de escorrentía. La ecuación que define el método racional es:

$$Q = 2.78 * C * i * A$$

Donde:

Q: Caudal estimado (L/s).

C: Coeficiente de escorrentía (adimensional).

i: Intensidad de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje y para el periodo de retorno determinado (mm/h).

A: Área tributaria (Ha).

De acuerdo con el método racional, el caudal pico ocurre cuando toda el área de drenaje está contribuyendo, y éste es una fracción de la precipitación media bajo las siguientes suposiciones:

- El caudal pico en cualquier punto es una función directa de la intensidad i de la lluvia, durante el tiempo de concentración para ese punto.
- La frecuencia del caudal pico es la misma que la frecuencia media de la precipitación.
- El método racional es adecuado para áreas de drenaje pequeñas hasta de 700 ha.

El coeficiente de escorrentía, (C), es función del tipo de suelo, del grado de permeabilidad de la zona, de la pendiente del terreno y otros factores que determinan la fracción de la precipitación que se convierte en escorrentía. En la Tabla 29 se relacionan los coeficientes de escorrentía para diferentes tipos de superficies que especifica la EAAB – ESP en su normativa NS-085.

Tabla 29. Coeficientes de escorrentía (C)

Características de la superficie		Periodo de retorno (años)				
		5	10	25	50	100
Áreas desarrolladas						
	Asfáltico	0.77	0.81	0.86	0.9	0.95
	Concreto/techo	0.8	0.83	0.88	0.92	0.97
	Zonas verdes (jardines, parques, etc.)					
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)						
	Plano, 0-2%	0.34	0.37	0.4	0.44	0.47
	Promedio, 2-7%	0.4	0.43	0.46	0.49	0.53
	Pendiente superior a 7%	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 41

Características de la superficie		Periodo de retorno (años)				
		5	10	25	50	100
Condición promedio (cubierta de pasto del 50% al 75% del área)						
	Plano, 0-2%	0.28	0.3	0.34	0.37	0.41
	Promedio, 2-7%	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49
	Pendiente superior a 7%	0.4	0.42	0.46	0.49	0.53
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)						
	Plano, 0-2%	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36
	Promedio, 2-7%	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46
	Pendiente superior a 7%	0.37	0.4	0.44	0.47	0.51

Tomado de NS-085 Criterios De Diseño De Sistemas De Alcantarillado que dicta la EAAB – ESP.

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB – ESP.

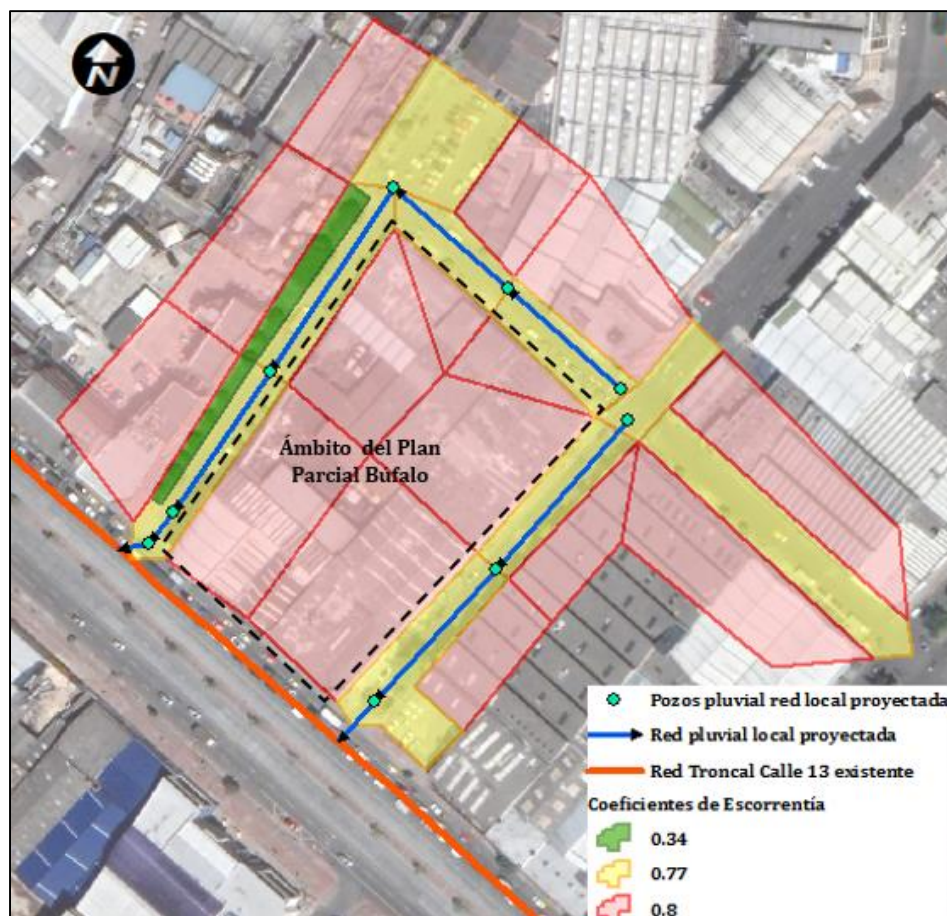
Fuente Principal: Applied Hydrology, Chow V.T. y Maidment M, 1988.

Para el caso, se adoptó un valor de C igual a 0.80, para las áreas de drenaje constituidas de concreto/techo, un C de 0.77 para las superficies asfálticas y un C de 0.34 para superficie de zona verde, con pendiente entre el 0% al 2%, correspondiendo todos los coeficientes de escorrentía mencionados a un periodo de retorno de 5 años.

En la Figura 11 se muestran las áreas de drenaje estimadas para el sistema de recolección de aguas lluvias y se pueden denotar los coeficientes de impermeabilidad (C) asignados para el diseño de las redes de alcantarillado pluvial.

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 42

Figura 11. Sistema de recolección de aguas lluvias y distribución de áreas de drenaje



Fuente: Consultor.

Para la determinación de la Intensidad de Diseño, en función del tiempo de concentración, se hace caso a los valores obtenidos de la siguiente ecuación suministrada por la EAAB – ESP, a través de la factibilidad de servicios N° 3050001 S-2021-258819 para la cual utilizan las coordenadas del nodo más próximo que es N: 103.172; E: 97.2017.

$$I = \frac{CT^m}{D^e + F}$$

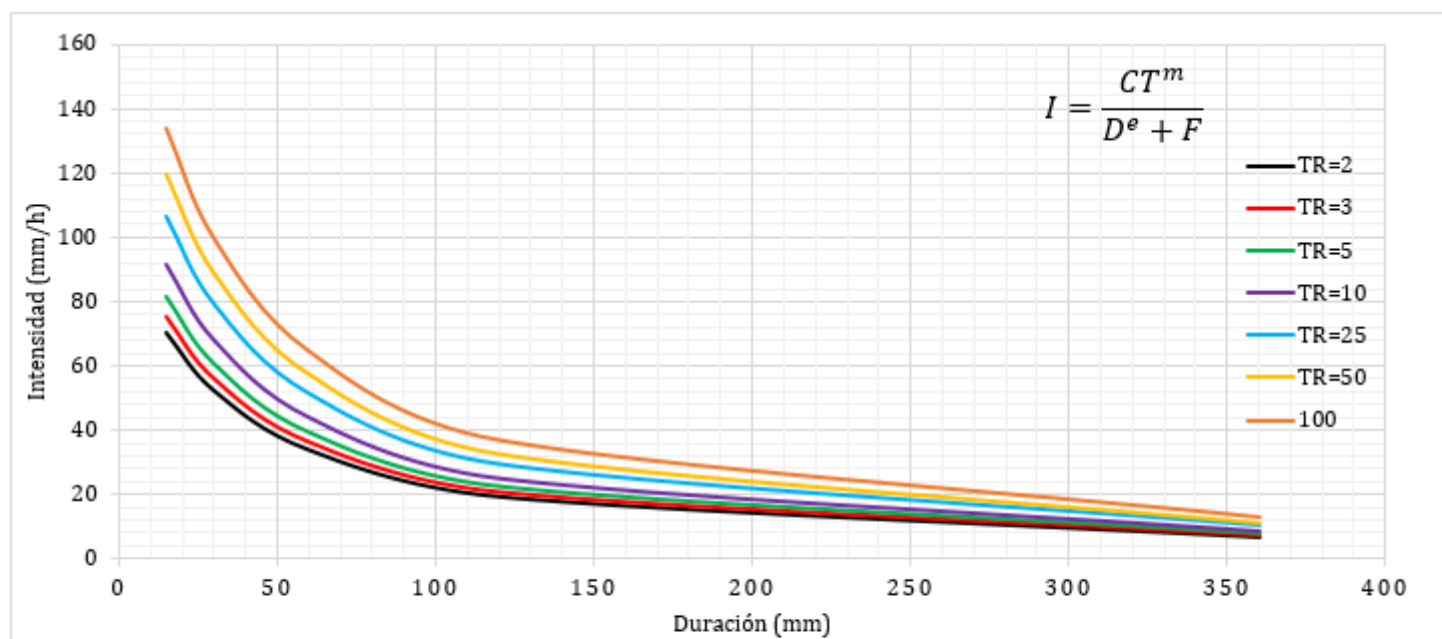
Donde:

C: 3991.6317
E: 1.0937
F: 44.5178
M: 0.1658

I = Intensidad en mm/hora
T = Periodo de retorno en años
D = Duración de tormenta en minutos.

En la Figura 12 se pueden observar las curvas IDF calculadas para la zona de interés.

Figura 12. Curvas Intensidad Duración Frecuencia IDF.



D (min)	TR=2	TR=3	TR=5	TR=10	TR=25	TR=50	TR=100
15	70.13	75.01	81.63	91.58	106.60	119.58	134.15
30	52.20	55.83	60.77	68.17	79.35	89.02	99.86
60	33.78	36.12	39.32	44.11	51.34	57.59	64.61
120	19.26	20.60	22.42	25.15	29.28	32.85	36.85
360	6.69	7.15	7.79	8.73	10.17	11.41	12.79

C	3991.632
E	1.0937
F	44.5178
M	0.1658

Fuente: Consultor, a partir de la ecuación dada en la factibilidad de servicios 3050001 S-2021-258819 de la EAAB - ESP.

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 44

El dimensionamiento de las redes del sistema de alcantarillado pluvial se basó en los caudales máximos estimados y en las especificaciones establecidas de la NS-085.

A continuación, se presentan en la Tabla 30 los caudales de diseño y los puntos de entrada al sistema pluvial. En la Tabla 31 se relacionan los resultados hidráulicos de las tuberías que conformaran la nueva red local de alcantarillado pluvial sobre la Calle 14, Carrera 44 y Carrera 45.

De igual manera, en la Tabla 32 se relacionan los resultados hidráulicos para las dos acometidas domiciliarias que pueden generarse en el proyecto de acuerdo a la distribución urbanística del mismo. Para el caso, cada acometida se dimensionara con el 50% del caudal máximo calculado para las descargas pluviales del proyecto equivalentes a un área de 8690 m², un coeficiente de escorrentía de 0.80 y una precipitación de 88.58 mm/h, ($171.2/2 = 85.60$ L/s).

Tabla 30. Caudales máximos áreas de drenaje pluvial.

Cuenca	Área (ha)	Coeficiente Escorrentía C	Tiempo Concentración (min)	Intensidad (mm/h)	Caudal Generado (L/s)	Pozo Entrada
A-01	0.101	0.80	10	88.58	19.85	PZLL-06
A-02	0.080	0.77	10	88.58	15.24	PZLL-07
A-03	0.165	0.80	10	88.58	32.53	PZLL-07
A-04	0.045	0.80	10	88.58	8.85	PZLL-06
A-05	0.052	0.80	10	88.58	10.20	PZLL-05
A-06	0.196	0.80	10	88.58	38.53	PZLL-02
A-07	0.060	0.77	10	88.58	11.29	PZLL-06
A-08	0.128	0.77	10	88.58	24.19	PZLL-06
A-09	0.098	0.80	10	88.58	19.36	PZLL-06
A-10	0.166	0.80	10	88.58	32.58	PZLL-05
A-11	0.047	0.77	10	88.58	8.92	PZLL-05
A-12	0.158	0.77	10	88.58	29.92	PZLL-01
A-13	0.052	0.77	10	88.58	9.88	PZLL-01
A-14	0.184	0.80	10	88.58	36.28	PZLL-01
A-15	0.195	0.80	10	88.58	38.42	PZLL-01
A-16	0.076	0.77	10	88.58	14.45	PZLL-02
A-17	0.081	0.80	10	88.58	15.85	PZLL-02
A-18	0.256	0.80	10	88.58	50.39	PZLL-03
A-19	0.084	0.80	10	88.58	16.63	PZLL-03
A-20	0.118	0.77	10	88.58	22.40	PZLL-03
A-21	0.207	0.80	10	88.58	40.74	PZLL-08

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 45

Cuenca	Área (ha)	Coefficiente Escorrentía C	Tiempo Concentración (min)	Intensidad (mm/h)	Caudal Generado (L/s)	Pozo Entrada
A-22	0.082	0.77	10	88.58	15.57	PZLL-08
A-23	0.040	0.34	10	88.58	3.32	PZLL-07
A-24	0.022	0.34	10	88.58	1.88	PZLL-08
A-25	0.155	0.80	10	88.58	30.44	PZLL-07
A-26	0.182	0.80	10	88.58	35.85	PZLL-08
A-27	0.023	0.77	10	88.58	4.39	PZLL-04

Fuente: Consultor.

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 46

Tabla 31. Resultados hidráulicos diseño redes de alcantarillado pluvial.

Tramo	Nodo Inicial	Nodo Final	Cota Terreno Inicial (m)	Cota Terreno Final (m)	Cota Clave Inicial (m)	Cota Clave Final (m)	L (m)	S (%)	Ø	Material	q (L/s)	v (m/s)	τ (Pa)	Fr	d/D (%)	Q (L/s)
TLL-01	PZLL-01	PZLL-02	2555.00	2555.10	2553.81	2553.56	60.66	0.41	450mm	PVC	114.50	1.48	4.44	1.08	57.50	182.03
TLL-02	PZLL-02	PZLL-03	2555.10	2554.81	2553.73	2553.50	55.17	0.42	24"	PVC	181.36	1.66	5.39	1.23	41.50	504.01
TLL-03	PZLL-03	CMP108564	2554.81	2555.21	2553.48	2553.41	16.57	0.42	24"	PVC	267.45	1.85	6.25	1.20	51.60	507.35
TLL-04	PZLL-04	PZLL-05	2555.00	2555.10	2553.68	2553.49	46.58	0.41	315mm	PVC	4.39	0.61	1.19	1.07	17.00	69.37
TLL-05	PZLL-05	PZLL-06	2555.10	2555.00	2553.55	2553.36	46.25	0.41	400mm	PVC	54.98	1.23	3.38	1.12	44.80	132.98
TLL-06	PZLL-06	PZLL-07	2555.00	2554.80	2553.58	2553.30	67.78	0.41	24"	PVC	135.49	1.53	4.68	1.24	35.50	501.70
TLL-07	PZLL-07	PZLL-08	2554.80	2554.60	2553.28	2553.07	52.32	0.40	24"	PVC	212.03	1.71	5.50	1.19	45.70	494.55
TLL-08	PZLL-08	PZLL-09	2554.60	2554.73	2553.05	2553.00	12.15	0.41	24"	PVC	299.66	1.88	6.39	1.16	55.70	500.71
TLL-09	PZLL-09	CMP108501	2554.73	2554.86	2552.98	2552.94	9.65	0.41	24"	PVC	299.13	1.89	6.37	1.16	55.60	502.54

Fuente: Consultor.

Tabla 32. Resultados hidráulicos diseño acometida pluvial proyecto.

Tramo	S (%)	Ø (mm)	Material	q (L/s)	v (m/s)	τ (Pa)	Fr	d/D (%)	Q (L/s)
Acometida pluvial 1 y 2	2	315mm	PVC	85.60	2.49	14.51	2.28	53.49	153.61

Fuente: Consultor.

L (m) = longitud por tramo en metros
S (%) = pendiente del tramo en %
q (L/s) = caudal de diseño en L/s
v (m/s) = velocidad de flujo en m/s

τ (Pa) = esfuerzo cortante en Pascales
Fr = número de Froude
d/D (%) = relación altura lámina de agua/diámetro interno tubería en %
Q (L/s) = caudal a tubo lleno en L/s

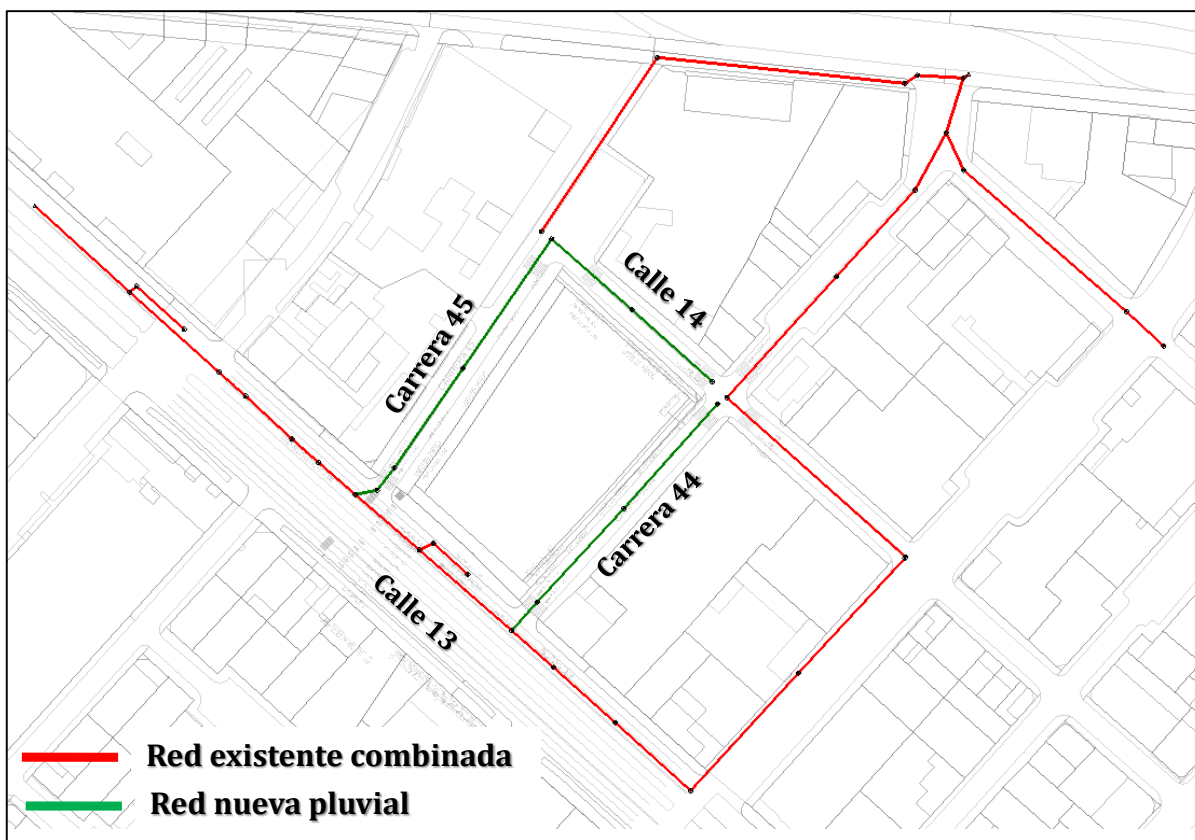
	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 47

6.2 REDES NUEVAS SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

Acorde con lo mencionado en la factibilidad de servicios 3050001 S-2021-258819, es necesario adelantar la construcción de nuevas redes de alcantarillado en el sector de construcción del Plan Parcial. De acuerdo a lo mostrado en la Figura 13, se deben ejecutar las siguientes actividades de construcción de nuevas redes pluvial:

- Construcción de 61 metros de tubería nueva de diámetro 450mm PVC-NOV y 72 metros de tubería nueva de diámetro 24" PVC-NOV sobre la carrera 44 entre calles 13 y 14.
- Construcción de 47 metros de tubería nueva de diámetro 315mm PVC-NOV y 47 metros de tubería nueva de diámetro 400mm PVC-NOV sobre la calle 14 entre carreras 44 y 45.
- Construcción de 142 metros de tubería nueva de diámetro 24" PVC-NOV sobre la carrera 45 entre calles 13 y 14.

Figura 13. Redes nuevas a construir sistema de alcantarillado pluvial



Fuente: Consultor.

	DISEÑO HIDRÁULICO BÁSICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA BÚFALO BOGOTÁ D.C.	
VERSIÓN 2, MAYO DE 2022	INFORME DE CONSULTORÍA	HOJA No 48

7 REFERENCIAS

EAAB, (2017, 13 de julio). NS-031 Estudios De Población Y Demanda De Agua En Sectores Específicos De La Ciudad. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB – ESP.

EAAB, (2019, 29 de noviembre). NS-036 Criterios Para Diseño De Red De Acueducto Secundaria Y Menor De Distribución. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB – ESP.

EAAB, (2010, 24 de noviembre). NS-085 Criterios de Diseño De Sistemas De Alcantarillado. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB – ESP.

Comité de Instalaciones Hidráulicas (2020). NTC-1500 Código Colombiano De Instalaciones Hidráulicas Y Sanitarias.

Plan Parcial de Renovación Urbana Búfalo, 2021, DTS.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, (2021, diciembre). RESOLUCIÓN 0908 DE 2021 “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009”.