



FLUXO

Ingeniería que crea valor

INFORME DE DISEÑO CONCEPTUAL DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO. PRUBANCAFÉ, BOGOTÁ.

CALLE 13

CARRERA 30

PENSILVANA

RICAURTE

PALOCOLMO

SAN FAÇON

LOS MÁRTIRES

LA PEPITA

Estudio elaborado para:



VOTO NACIONAL

Código: 2520

NOVIEMBRE DE 2021

SAN VICTORINO

Tabla de Contenido

1	GENERALIDADES	7
1.1	Objeto y alcance del proyecto.....	7
1.2	Descripción del proyecto	7
1.3	Metodología de diseño	8
1.4	Información base.....	8
1.4.1	Topografía y redes existentes	8
1.4.2	Urbanismo	9
2	SISTEMA DE ACUEDUCTO	11
2.1	Descripción del sistema.....	11
2.2	Población	11
2.3	Criterios y parámetros básicos de diseño	12
2.3.1	Dotación neta y bruta	12
2.4	Cálculo de caudales	12
2.4.1	Caudal medio diario (Qmd).....	12
2.4.2	Coefficientes de variación de consumo	13
2.4.3	Caudal máximo diario (QMD).....	14
2.4.4	Caudal máximo horario (QMH).....	15
2.4.5	Resumen de caudales	15
2.5	Acometidas	16
2.5.1	Volumen de almacenamiento de agua potable	16
2.5.2	Tiempo de llenado	16
2.5.3	Diámetro de acometida	16
2.6	Resultados	17
3	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	18
3.1	Descripción del sistema.....	18
3.2	Áreas aferentes	18
3.3	Cálculo de caudales	19
3.3.1	Caudal medio diario de aguas residuales (Qmd).....	19
3.3.2	Caudal máximo horario (QMH).....	20
3.3.3	Caudal de infiltración (Qinf).....	21
3.3.4	Caudal de conexiones erradas (Qce)	22

3.3.5	Caudal de diseño	23
3.4	Punto de conexión a la red pública.....	23
3.5	Diseño de colectores.....	23
3.6	Resultados	24
4	SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL.....	25
4.1	Descripción del sistema	25
4.2	Periodo de retorno.....	25
4.3	Caudal de diseño	26
4.3.1	Coefficiente de escorrentía	26
4.3.2	Curvas IDF – Intensidad de la lluvia	28
4.3.3	Tiempo de concentración	29
4.4	Punto de conexión a la red pública.....	29
4.5	Diseño de colectores.....	29
4.6	Resultados	30

Lista de figuras

Figura 1. Localización general del proyecto.....	7
Figura 2 Topografía redes existentes – PPRUBANCAFÉ	9
Figura 3. Urbanismo general del proyecto.	10
Figura 4 Esquema de redes de acueducto	11
Figura 5. Planteamiento red de alcantarillado sanitario.	18
Figura 6 Áreas aferentes del proyecto	19
Figura 7. Distribución del factor de mayoración.....	21
Figura 8. Mapa de distribución de infiltración en Bogotá.	22
Figura 9 Puntos de conexión Sistema de Alcantarillado Sanitario.	23
Figura 10. Esquema de drenaje de aguas lluvias.	25
Figura 11. Ecuación Curvas IDF Plan Parcial Renovación Urbana ARMOR	28
Figura 12. Curva IDF para un periodo de retorno de 5 años.....	28
Figura 13 Puntos de conexión alcantarillado pluvial	29

Lista de tablas

Tabla 1 Distribución de UAU y proyecciones de viviendas	8
Tabla 2. Número de viviendas y población del proyecto.....	11
Tabla 3 Consumos mínimos comerciales.....	12
Tabla 4. Caudal medio diario residencial.....	13
Tabla 5. Caudal medio diario de comercio.	13
Tabla 6. Caudal medio diario Total del proyecto.....	13
Tabla 7. Coeficientes de variación de consumo.	14
Tabla 8. Caudal máximo diario.	14
Tabla 9. Caudal máximo diario Comercial.	15
Tabla 10. Caudal máximo horario residencial.	15
Tabla 11. Caudal máximo horario comercio.	15
Tabla 12. Resumen de caudales.	16
Tabla 13. Cálculo de acometidas.....	17
Tabla 14. Planos red de alcantarillado pluvial.....	17
Tabla 15 Caudal medio diario	20
Tabla 16. Cálculo caudal máximo horario.	21
Tabla 17. Cálculo de caudal de diseño.....	23
Tabla 18. Planos red de alcantarillado sanitario.....	24
Tabla 19. Periodos de retorno recomendados.	26
Tabla 20. Coeficientes de escorrentía recomendados.....	27
Tabla 21. Planos red de alcantarillado pluvial.....	30

1 GENERALIDADES

1.1 Objeto y alcance del proyecto

El presente informe tiene por objeto el diseño conceptual de las redes externas del proyecto "PRUBANCAFÉ" el cual hace parte de la localidad Puente Aranda en la ciudad de Bogotá D.C. El informe incluye los criterios, metodología y resultados del diseño hidráulico, tanto para el sistema de acueducto como para los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial.

1.2 Descripción del proyecto

El Plan Parcial de Renovación Urbana (PPRU) Bancafé es un proyecto urbanístico de vivienda y zonas comerciales, que se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá, Cundinamarca (Figura 1). El predio limita al Norte con la calle 13, al Sur con la Calle 12B, al Oriente con la Carrera 30 y por el lado Occidental con la Carrera 31.

La renovación Urbana consta de cuatro unidades de actuación urbana con un área bruta de 0.77 Ha de las cuales se dedicará una zona para viviendas, proyectando 1299¹ viviendas y 2000 m² de zona comercial. como se muestra en la tabla 1.



*Figura 1. Localización general del proyecto.
Fuente: Promotor - adaptado de Google Earth*

¹ Número de viviendas establecidas en el cuadro de urbanismo dado por el Promotor.

Tabla 1 Distribución de UAU y proyecciones de viviendas

PRUBANCAFÉ				
UAU	ÁREA UTIL (m2)	ÁREAS COMERCIALES (m2)	NUMERO DE VIVIENDAS	ESTRATO
UAU 1	2222.76	722.62	483	2
UAU 2	1140.58	370.81	243	
UAU 3	1664.15	541.02	313	
UAU 4	1124.42	365.55	260	
TOTAL	6151.91	2000	1299	

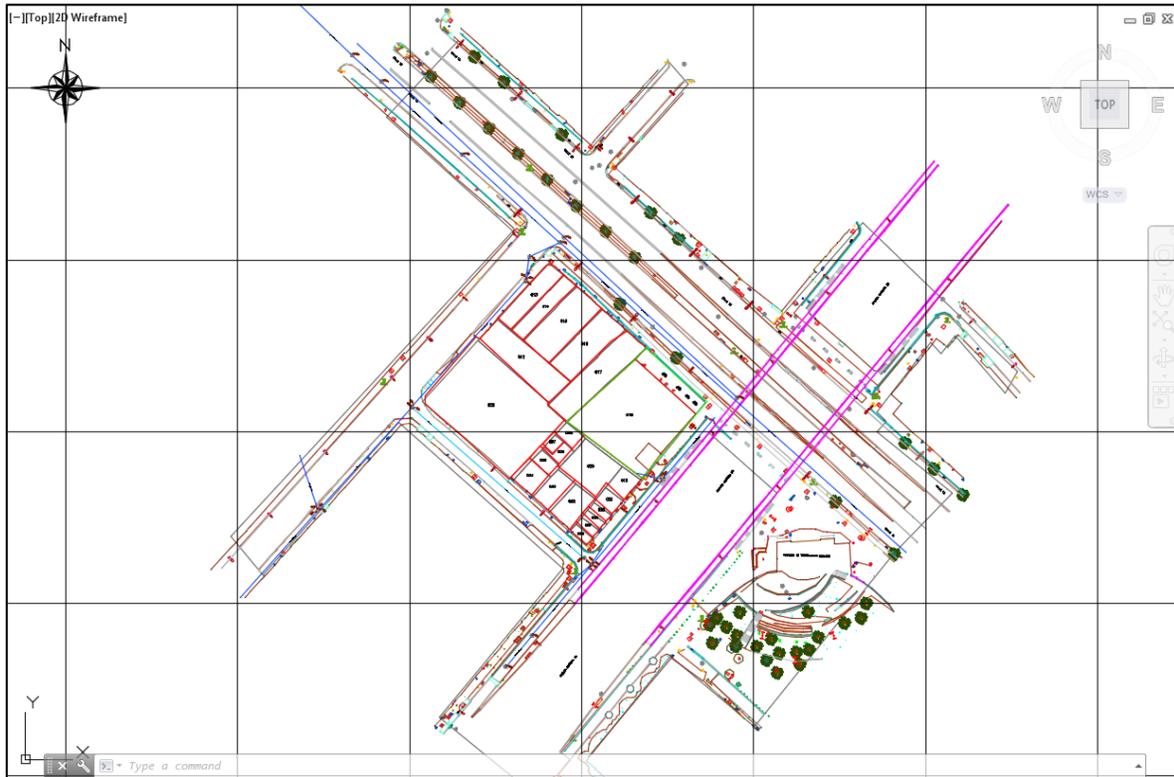
1.3 Metodología de diseño

La metodología de diseño se estableció según los criterios de las normas de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB).

1.4 Información base

1.4.1 Topografía y redes existentes

Se cuenta con un plano de topografía y levantamiento de redes de diciembre de 2020 suministrado por el promotor, además se tuvo en cuenta la información secundaria registrada en la base de datos de FLUXO INGENIERÍA.



*Figura 2 Topografía redes existentes – PPRUBANCAFÉ
Fuente: Promotor*

1.4.2 Urbanismo

El urbanismo general del proyecto, con fecha de noviembre de 2021, muestra la implantación de las unidades de actuación urbana indicando las respectivas áreas y linderos.

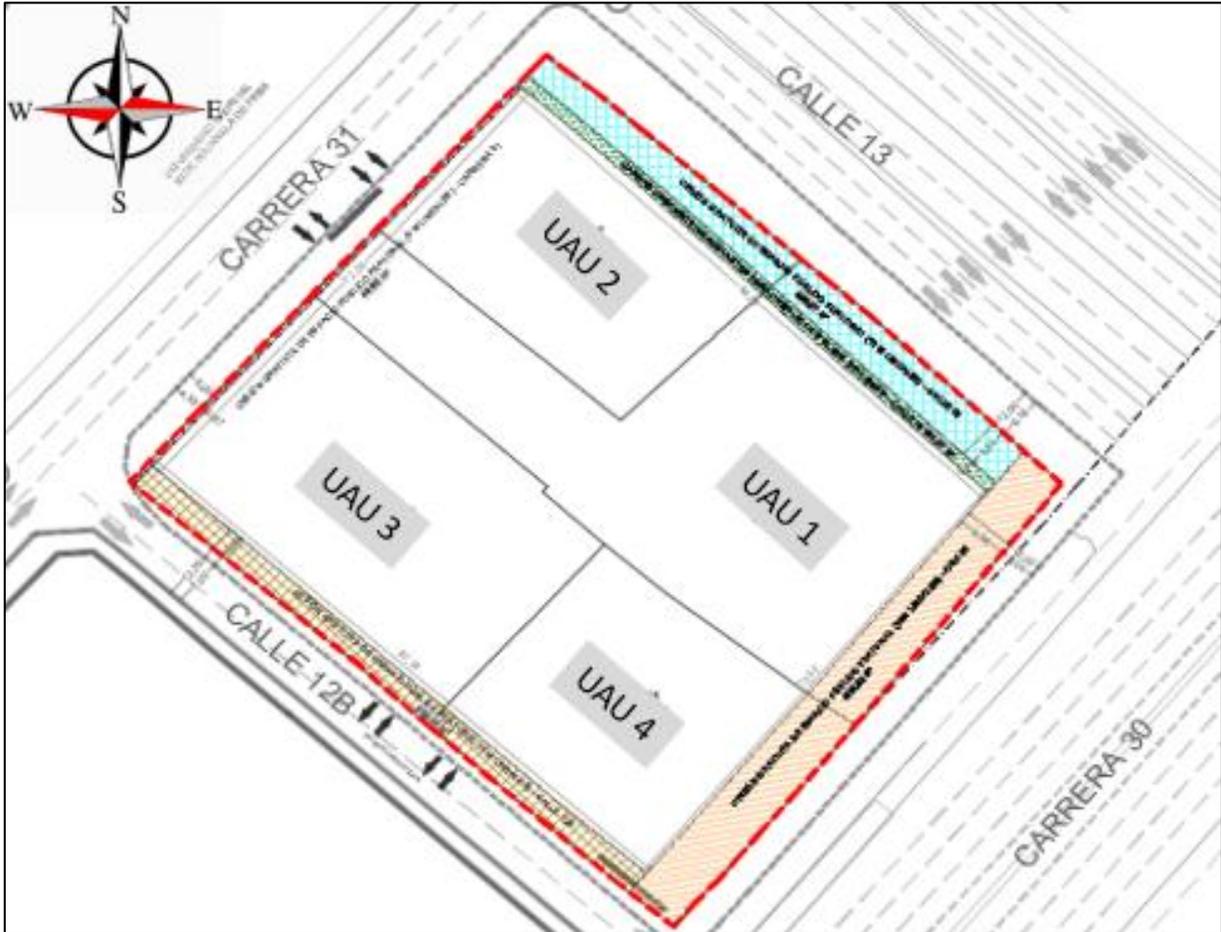


Figura 3. Urbanismo general del proyecto.
Fuente: Promotor

2 SISTEMA DE ACUEDUCTO

2.1 Descripción del sistema

El sistema de acueducto proyectado para el proyecto Plan Parcial Renovación Urbana Bancafé, consiste en una red de 6" proyectada por la carrera 31, la cual se conectará a la red existente de 12" por la calle 13 y a la red proyectada por otros de 6" por la calle 12B, además se debe renovar el tramo de 4" proyectado por otros a 6" por la calle 12B. Lo que permite tener una red cerrada con el fin de equilibrar las presiones en todo el proyecto.

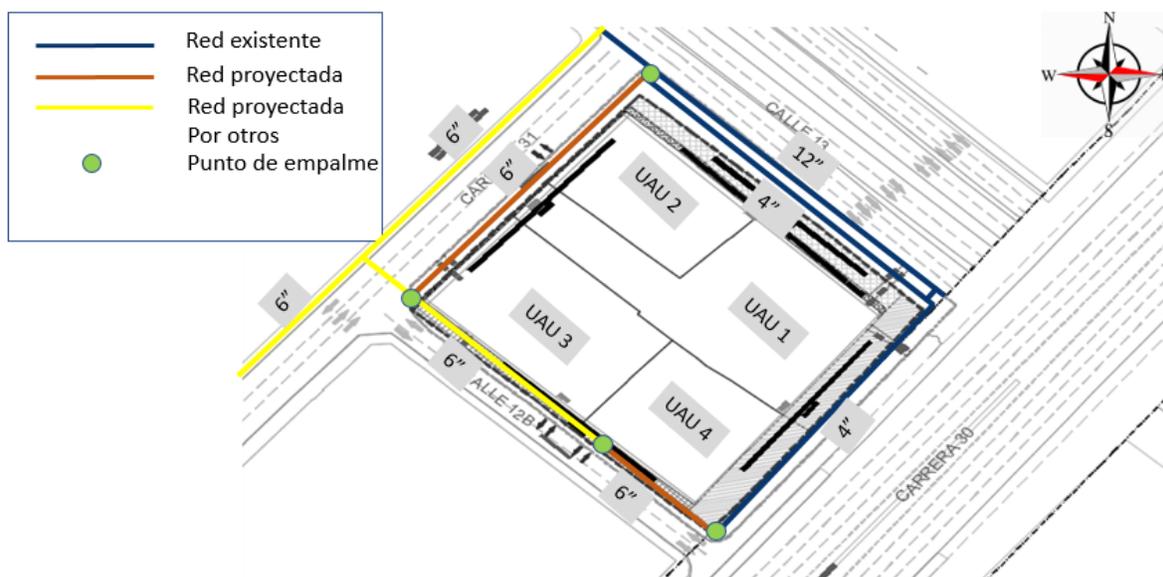


Figura 4 Esquema de redes de acueducto

2.2 Población

De acuerdo con los datos establecidos en la norma NS-031 de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), para la zona residencial con un estrato 2, se adopta una población de 3.6 habitantes por vivienda. A partir de la densidad de habitantes por vivienda, se calculó la población con base al número de unidades de vivienda definidas por el promotor, tal como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Número de viviendas y población del proyecto.

UAU	No. VIVIENDAS	POBLACIÓN
UAU 1	483	1739
UAU 2	243	875
UAU 3	313	1127
UAU 4	260	936

2.3 Criterios y parámetros básicos de diseño

2.3.1 Dotación neta y bruta

De acuerdo con los datos establecidos en la norma NS-031 de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), para la zona residencial con un estrato 2, la dotación bruta domestica utilizada para el cálculo de caudales es **115 L/hab*día** y una dotación neta de **90 L/hab*día**.

El proyecto contempla el desarrollo de áreas comerciales, para estos casos se recomienda utilizar una dotación neta de **6.0 l/m²-día**, de acuerdo con las recomendaciones dadas por el reglamento Técnico de Saneamiento y Agua Potable (RAS). Donde se definen los consumos mínimos para este tipo de áreas, en la Tabla 3 se definen los valores recomendados.

Tabla 3 Consumos mínimos comerciales.

Tipo de instalación	Consumo de agua
Oficinas (cualquier tipo)	20 l/m ² /día
Locales comerciales	6 l/m ² /día
Mercados	100 l/local/día
Lavanderías de autoservicio	40 l/kilo de ropa seca
Clubes deportivos y servicios privados	150 l/asistente/día
Cines y teatros	6 l/asistente/día

Por lo tanto, se seleccionó la dotación neta de **6 L/m²/día**, resaltada en la anterior tabla.

La dotación bruta para el uso de equipamiento se calcula a continuación:

$$d_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - p\%} = \frac{6}{1 - 25\%} \frac{L}{m^2 * día}$$

$$d_{bruta-Com} = 8 \frac{L}{m^2 * día}$$

2.4 Cálculo de caudales

A continuación, se presenta la metodología y parámetros de cálculo del caudal de diseño para dimensionar las redes de tuberías de acueducto del proyecto.

2.4.1 Caudal medio diario (Qmd)

El caudal medio diario total se compone de la suma del caudal medio diario residencial más el caudal medio diario institucional, comercial o de equipamiento.

El caudal medio diario residencial (Qmdr), es el caudal calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada. Este valor corresponde al promedio de los consumos diarios en un período de un año y puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{mdr} = \frac{P * d_{bruta}}{86400}$$

En la Tabla 4, se presenta el caudal medio diario residencial para las manzanas del proyecto.

Tabla 4. Caudal medio diario residencial.

ZONA RESIDENCIAL			
UAU	No. VIVIENDAS	POBLACIÓN	Qmd (l/s)
UAU 1	483	1739	2.31
UAU 2	243	875	1.16
UAU 3	313	1127	1.5
UAU 4	260	936	1.25
TOTAL	1299	4676	6.22

En la Tabla 5, se presenta el caudal medio diario para la zona de comercio. El caudal medio está dado por:

$$Q_{mdr} = \frac{A * d_{bruta}}{86400}$$

Tabla 5. Caudal medio diario de comercio.

ZONA DE COMERCIO		
UAU	Área (ha)	Qmd (l/s)
UAU 1	0.07	0.07
UAU 2	0.04	0.03
UAU 3	0.05	0.05
UAU 4	0.04	0.03
TOTAL	0.20	0.19

El caudal medio diario total para todo el proyecto se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Caudal medio diario Total del proyecto.

UAU	Qmd (l/s)
UAU 1	2.38
UAU 2	1.20
UAU 3	1.55
UAU 4	1.28
TOTAL	6.41

2.4.2 Coeficientes de variación de consumo

Para el diseño de las redes de acueducto se aplicaron los coeficientes de variación de caudal mediante lo indicado en la norma NS-036 4.2.1.4, los cuales se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Coeficientes de variación de consumo.

Coeficiente	Unidad	Valor
K1, Coeficiente de consumo máximo diario	Adimensional	1.2
K2, Coeficiente de consumo máximo horario	Adimensional	1.5

Fuente: NS-036. EAAB

Los coeficientes de consumo representan las variaciones de caudal que corresponden naturalmente a cambios en la demanda. Si bien un sistema de suministro se proyecta para un caudal medio, es necesario articular la red de tal manera que pueda suplir la demanda, a la presión requerida, durante los momentos horarios con mayor consumo. Quedan definidos entonces el Caudal Máximo Diario (QMD) como el caudal correspondiente al día del año que registra mayor consumo:

$$QMD = Qmd * k_1$$

Adicionalmente, se considera el Caudal máximo horario como el valor correspondiente a la hora de mayor demanda, del día de mayor consumo. El RAS establece este valor como:

$$QMH = QMD * k_2$$

2.4.3 Caudal máximo diario (QMD)

El caudal máximo diario, QMD, corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un período de un año. Se calcula multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de consumo máximo diario, k1. Por lo tanto, el QMD del proyecto es:

$$QMD = Qmd * k_1$$

Según lo anterior, en la Tabla 8 se presentan los QMD para las unidades de actuación urbanas del proyecto.

Tabla 8. Caudal máximo diario.

ZONA RESIDENCIAL				
UAU	No. VIVIENDAS	POBLACIÓN	Qmd (l/s)	QMD (l/s)
UAU 1	483	1739	2.31	2.78
UAU 2	243	875	1.16	1.40
UAU 3	313	1127	1.5	1.80
UAU 4	260	936	1.25	1.50
TOTAL	1299	4676	6.22	7.47

El caudal máximo diario de comercio se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Caudal máximo diario Comercial.

ZONA DE EQUIPAMIENTO Y PARQUE			
UAU	Área (ha)	Qmd (l/s)	QMD (l/s)
UAU 1	0.07	0.07	0.08
UAU 2	0.04	0.03	0.04
UAU 3	0.05	0.05	0.06
UAU 4	0.04	0.03	0.04
TOTAL	0.2	0.19	0.22

2.4.4 Caudal máximo horario (QMH)

El caudal máximo horario, QMH, corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio. Se calcula como el caudal máximo diario multiplicado por el coeficiente de consumo máximo horario, k_2 . El QMH es:

$$QMH = QMD * k_2$$

Según lo anterior, en la Tabla 10 se presentan los QMH para las manzanas del proyecto.

Tabla 10. Caudal máximo horario residencial.

ZONA RESIDENCIAL					
UAU	No. VIVIENDAS	POBLACIÓN	Qmd (l/s)	QMD (l/s)	QMH (l/s)
UAU 1	483	1739	2.31	2.78	4.17
UAU 2	243	875	1.16	1.40	2.10
UAU 3	313	1127	1.50	1.80	2.70
UAU 4	260	936	1.25	1.50	2.24
TOTAL	1299	4676	6.22	7.47	11.20

El caudal máximo horario de comercio se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Caudal máximo horario comercio.

ZONA DE EQUIPAMIENTO Y PARQUE				
MANZANA	Área (ha)	Qmd (l/s)	QMD (l/s)²	QMH (l/s)
UAU 1	0.07	0.07	0.08	0.12
UAU 2	0.04	0.03	0.04	0.06
UAU 3	0.05	0.05	0.06	0.09
UAU 4	0.04	0.03	0.04	0.06
TOTAL	0.2	0.19	0.22	0.33

2.4.5 Resumen de caudales

En la Tabla 12 se muestra el resumen de los caudales calculados para el proyecto PPRU BANCAFÉ.

Tabla 12. Resumen de caudales.

UAU	Qmd (l/s)	QMD (l/s)	QMH (l/s)
UAU 1	2.38	2.86	4.29
UAU 2	1.20	1.44	2.16
UAU 3	1.55	1.86	2.79
UAU 4	1.28	1.54	2.30
TOTAL	6.41	7.69	11.54

El caudal medio diario total corresponde a 6.41 L/s mientras que el caudal máximo horario total corresponde 11.54 L/s.

2.5 Acometidas

Para determinar el diámetro de las acometidas, se establece el volumen de almacenamiento requerido para abastecer el proyecto por un día, y con el tiempo de llenado establecido se procede a calcular el diámetro requerido para el llenado.

2.5.1 Volumen de almacenamiento de agua potable

El volumen de almacenamiento de agua potable para cada manzana y edificio de equipamiento se calcula con la capacidad para suplir la demanda del proyecto por un día.

$$V = \frac{Q_{md} (L/s) * 86400s}{1000}$$

2.5.2 Tiempo de llenado

Se establece un tiempo de llenado para cada tanque de agua potable de 12 horas, según las condiciones de cobertura y necesidad de agua del proyecto.

2.5.3 Diámetro de acometida

Se seleccionó un diámetro de acometida de $\Phi 2''$ para la UAU 1 y $1 \frac{1}{2}''$ para las UAU 2, 3 y 4, serán en PVC Unión de Platino RDE 21, con la cual se verifica la velocidad máxima de la siguiente forma:

$$v = \frac{V \text{ tanque (m}^3) * 4}{T \text{ llenado (horas)} * \pi * D(m)^2} * \left(\frac{1 \text{ hora}}{3600s} \right)$$

Donde,

v: velocidad máxima en la tubería

D: diámetro interno de la tubería

Se debe verificar que la velocidad en las acometidas sea menor a la máxima admisible (2.5 m/s). A continuación, se presenta el resumen de cálculo de acometidas para el proyecto:

Tabla 13. Cálculo de acometidas.

ZONA RESIDENCIAL					
UAU	Qmd (l/s)	Vol. Tanque (m³)	Ø (pulg)	Ø (m)	v (m/s)
UAU 1	2.38	205.74	2	0.055	2.04
UAU 2	1.20	103.57	1 ½	0.044	1.60
UAU 3	1.55	133.91	1 ½	0.044	2.07
UAU 4	1.28	110.56	1 ½	0.044	1.71

2.6 Resultados

Los resultados del diseño se presentan en los planos relacionados a continuación:

Tabla 14. Planos red de alcantarillado pluvial.

SISTEMA	CONTIENE	ARCHIVO	# PLANOS
Acueducto	Planta general de redes de acueducto, notas.	2520-PRUBANCAFÉ-ACUEDUCTO	1

3 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

3.1 Descripción del sistema

Para el diseño de la red de alcantarillado sanitario se tuvo en cuenta la norma NS-085 de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá e información secundaria de la base de datos de FLUXO INGENIERÍA, en el cual se plantea el colector de 12" existente, por la calle 12B únicamente para el servicio sanitario.

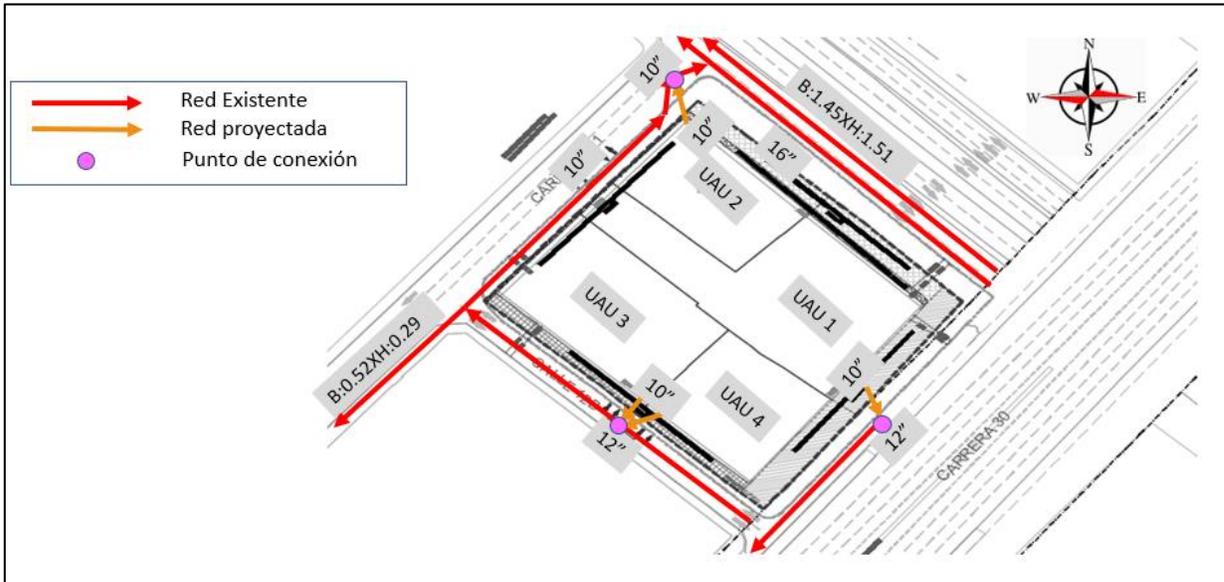


Figura 5. Planteamiento red de alcantarillado sanitario.

3.2 Áreas aferentes

En la figura 6 se presenta el esquema con las áreas aferentes al sistema de alcantarillado sanitario del proyecto.

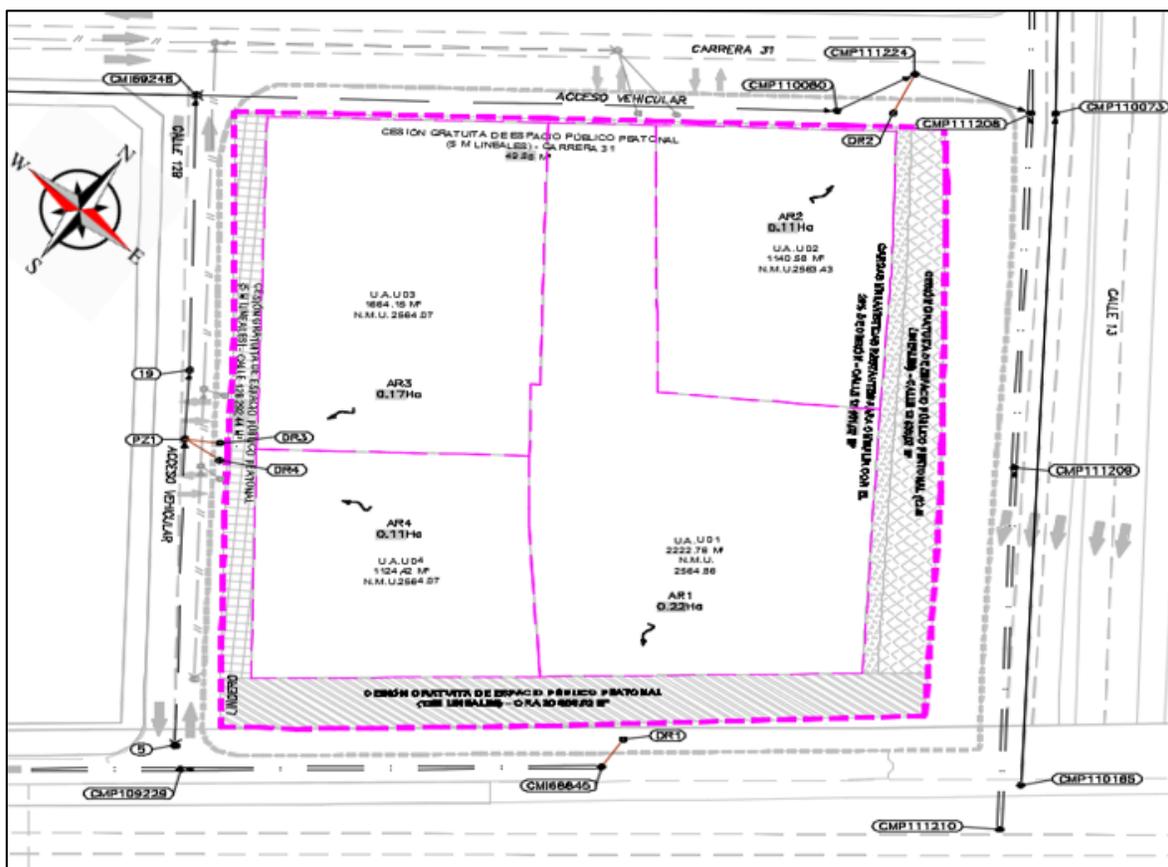


Figura 6 Áreas aferentes del proyecto .

3.3 Cálculo de caudales

A continuación, se presenta la metodología y parámetros de cálculo del caudal de diseño para dimensionar las redes de tuberías de alcantarillado sanitario.

3.3.1 Caudal medio diario de aguas residuales (Qmd)

El caudal medio diario de aguas residuales (Qmd) para un tramo con un área de drenaje dada, corresponde a la suma de los aportes de domésticos (QD), industriales (QI), comerciales (QC) e institucionales (QIN).

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

Caudal Domestico (QD)

El caudal de aguas residuales domésticas y de equipamiento se calculó por medio de la siguiente ecuación:

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

Donde:

QD: caudal de aguas residuales domésticas ((L/s).

CR: coeficiente de retorno (0.85, según resolución 0330 de 2017, adimensional).

P: número de habitantes proyectados al período de diseño (hab).

D neta: Demanda neta de agua potable proyectada por habitante.

Caudal de comercio (QDC)

El proyecto cuenta con unas zonas comerciales, que producen un caudal medio diario igual a:

$$QD = \frac{CR * A * Dneta}{86400}$$

Tabla 15 Caudal medio diario

UAU	ÁREA VIVIENDAS (Ha)	ÁREA COMERCIAL (Ha)	Población	Qmd (l/s)
UAU 1	0.22	0.072	1739	2.03
UAU 2	0.11	0.037	875	1.04
UAU 3	0.17	0.054	1127	1.52
UAU 4	0.11	0.037	936	1.03

3.3.2 Caudal máximo horario (QMH)

El caudal máximo horario del día de máximo consumo se estima a partir del caudal medio diario, mediante el uso del factor de mayoración, F.

El caudal máximo horario final será igual a:

$$QMH = F * QD$$

Donde:

QMH: caudal máximo horario (m3/s).

F: factor de mayoración (adimensional).

QD: caudal de aguas residuales domésticas final (m3/s).

El factor de mayoración propuesto está basado en mediciones reales realizadas en el sistema de alcantarillado de la ciudad. Este factor tiene un valor máximo de 3 y su comportamiento depende de la población, tal como se muestra en la Figura 7.

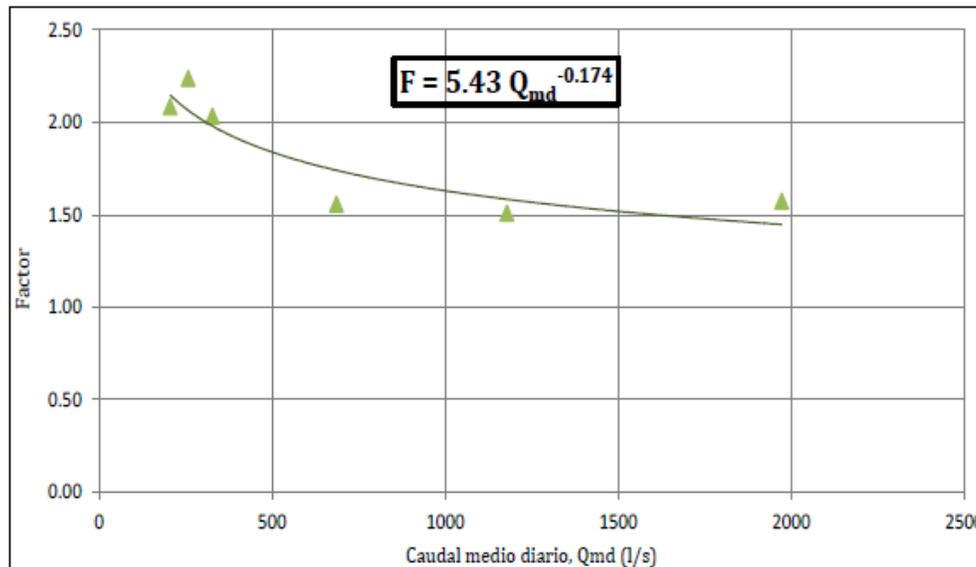


Figura 7. Distribución del factor de mayoración.
Fuente: NS-85 EAAB

Tabla 16. Cálculo caudal máximo horario.

UAU	QMH (l/s)
UAU 1	6.0
UAU 2	3.08
UAU 3	4.49
UAU 4	3.03

3.3.3 Caudal de infiltración (Qinf)

La infiltración de aguas subsuperficiales a las redes de sistemas de alcantarillado de aguas residuales es inevitable. Los aportes principalmente provienen de aguas freáticas, que ingresan al sistema a través de fisuras en las tuberías, en juntas hechas deficientemente, en la unión de tuberías con cámaras de inspección y demás estructuras, y en estos elementos cuando no son completamente impermeables.

Para la determinación del caudal de infiltración se utilizó el mapa de distribuciones presentado por el Acueducto de Bogotá (Figura 8). Además, se realizó un análisis del potencial de infiltración con base en los siguientes factores: Edad de la tubería, material de la tubería y tipo de juntas, profundidad del nivel freático.

Finalmente, para la zona del proyecto se optó por utilizar un caudal de:

Infiltración Baja: 0.10 L/s-Ha

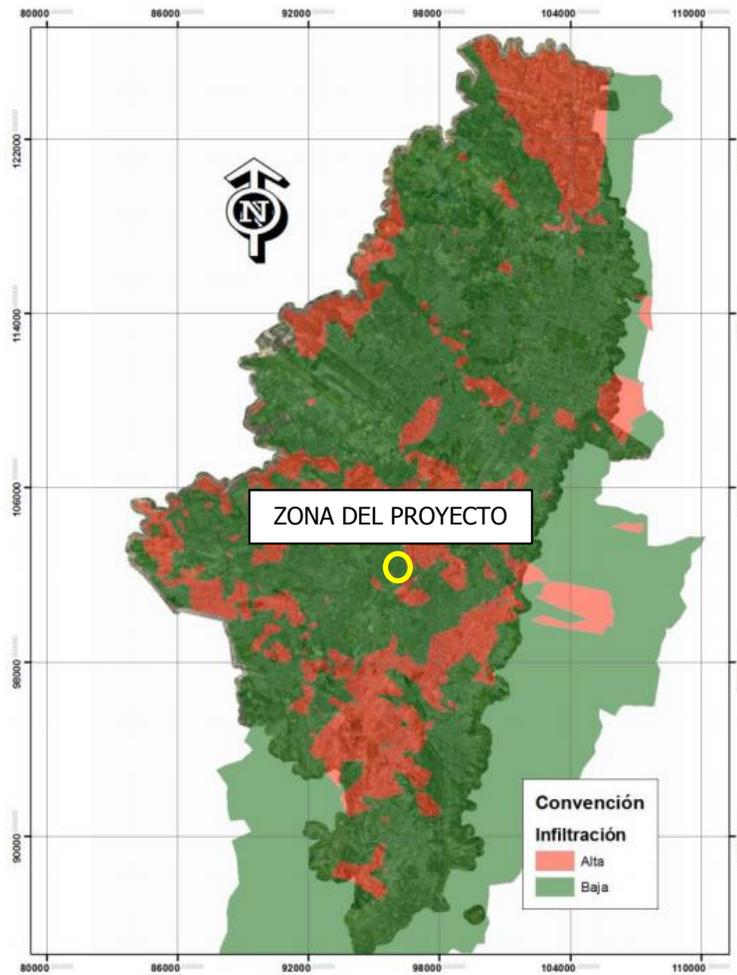


Figura 8. Mapa de distribución de infiltración en Bogotá.
Fuente: NS-85 EAAB

3.3.4 Caudal de conexiones erradas (Qce)

El caudal de conexiones erradas se establece de acuerdo con la resolución 0330 de 2017. Allí se indica que estos aportes son función de la efectividad de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias y de la disponibilidad de sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias.

Adicionalmente se menciona que el aporte máximo de las conexiones erradas a un sistema de alcantarillado de aguas residuales existente o proyectado debe ser de hasta 0,1 L/s*ha por ha en el caso de que exista un sistema de alcantarillado de aguas lluvias.

Para este caso, se adoptó un valor de **0.1 L/s*ha**.

3.3.5 Caudal de diseño

El caudal de diseño se obtiene sumando el caudal máximo horario, los aportes por infiltración y las conexiones erradas, así:

$$Q_{DT} = Q_{MH} + Q_{INF} + Q_{CEF}$$

Tabla 17. Cálculo de caudal de diseño.

UAU	Q _{md} (l/s)	Q _{inf} (l/s)	Q _{ce} (l/s)	Q _{MH} (l/s)	Q _D (l/s)
UAU 1	2.03	0.03	0.03	6	6.1
UAU 2	1.04	0.02	0.02	3.08	3.1
UAU 3	1.52	0.02	0.02	4.49	4.5
UAU 4	1.03	0.01	0.01	3.03	3.1

3.4 Punto de conexión a la red pública

Se proyectan cuatro domiciliarias de alcantarillado sanitario, una por cada unidad de actuación urbana las cuales descargarán a los colectores existentes tal como se presenta en la siguiente figura, todas las domiciliarias proyectadas son el PVC y tienen una pendiente del 2%.

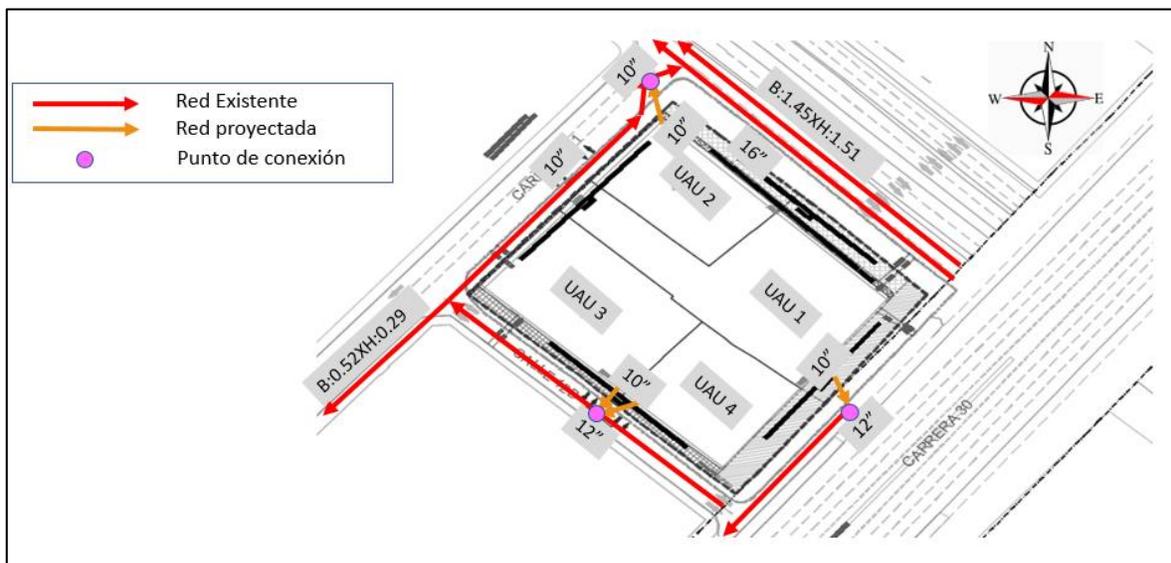


Figura 9 Puntos de conexión Sistema de Alcantarillado Sanitario.

3.5 Diseño de colectores

Para el diseño de los colectores de aguas residuales, se utilizó la tabla "Alcantarillado n Manning PAVCO – EAAB", la cual fue diseñada por la empresa PAVCO y asiste en el proceso de diseño y análisis de alcantarillados pluviales, sanitarios y combinados usando la normatividad establecida en el RAS, EAAB, EPM o EMCALI bajo la condición de flujo uniforme.

Para el diseño de los colectores se utilizó la ecuación de Manning. El diámetro utilizado fue el interno y el material PVC, con rugosidad de 0.010.

La tabla PAVCO con el diseño de los colectores se incluye en los anexos, con el nombre de "2520-MEM-PRUBANCAFÉ-SANITARIO".

La velocidad mínima en sistema residuales es aquella que garantice que el valor del esfuerzo cortante medio sea mayor o igual a 1.5 N/m² para tuberías de diámetro nominal menor que 450 mm y mayor o igual 2.0 N/m² para tuberías de diámetro nominal mayor que 450 mm con el caudal de diseño.

La relación máxima de profundidades (Y/D) con la que se trabajo fue 70% para tuberías menores que 500 mm y 80% para tuberías entre 500 mm y 1000 mm, según recomendaciones de la norma NS-085 del Acueducto de Bogotá.

3.6 Resultados

Los resultados del diseño se presentan en los planos relacionados a continuación:

Tabla 18. Planos red de alcantarillado sanitario.

SISTEMA	CONTIENE	ARCHIVO	# PLANOS
Alcantarillado sanitario	Planta general de redes, plantas detalladas por sectores, perfiles, detalles de cruces, áreas de drenaje, notas, cuadro de tramos, cuadro de pozos, tabla de domiciliarias, cantidades de obra, convenciones del proyecto.	2520-PRUBANCAFE-SANITARIO	3

4 SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

4.1 Descripción del sistema

Para el diseño de la red de alcantarillado pluvial se tuvo en cuenta la norma NS-085 de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá e información de la base de datos de FLUXO INGENIERÍA, en el cual se plantea un colector de 12" por la calle 12B y uno de 18" y 24" por la carrera 31, con el fin de separar los sistemas de alcantarillado de la zona.

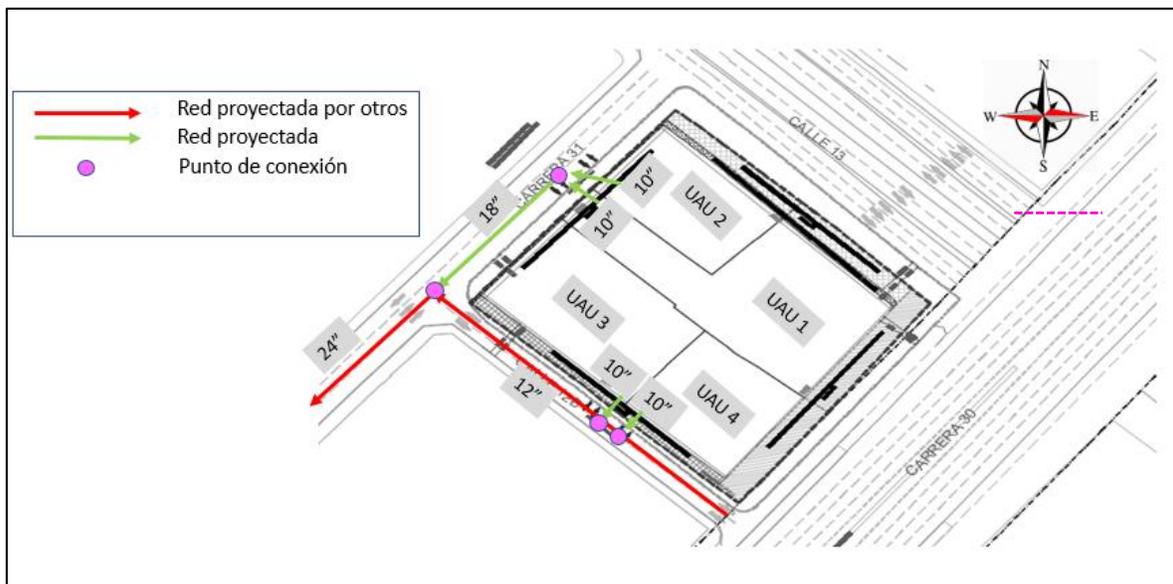


Figura 10. Esquema de drenaje de aguas lluvias.

4.2 Periodo de retorno

El periodo de retorno de diseño se determina en función de la importancia de las zonas de drenaje, y los daños, perjuicios o molestias que se puedan causar a los habitantes, zonas comerciales o industriales, por las inundaciones periódicas.

Según las recomendaciones de la EAAB, el periodo de retorno se determina según la Tabla 19.

Tabla 19. Periodos de retorno recomendados.

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

Fuente: Norma NS-085. EAAB

Por ser el sistema de redes de alcantarillado Pluvial, el periodo de diseño adoptado es 5 años.

4.3 Caudal de diseño

La norma NS-085 de la EAAB, establece que para tramos pertenecientes a la red local y secundaria de alcantarillado se debe utilizar el método racional (áreas de drenaje menores a 80 ha). Por lo tanto, esta metodología de diseño aplica para el desarrollo del presente proyecto.

El caudal de diseño del método racional se obtiene a través de la siguiente ecuación:

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

Dónde:

- Q: caudal estimado (L/s)
- C: coeficiente de escorrentía (adimensional)
- I: intensidad de lluvia (mm/h)
- A: área de drenaje (ha)

4.3.1 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía es función del tipo de suelo del área tributaria, del grado de permeabilidad de la zona, de la pendiente del terreno y de todos aquellos factores que determinen que parte de la precipitación se convierte en escorrentía.

Para aquellas áreas de drenaje que incluyan zonas con diferentes coeficientes de impermeabilidad, el valor del coeficiente de impermeabilidad representativo para toda el área se calcula como el promedio ponderado de los coeficientes de impermeabilidad individuales para cada sub-área de acuerdo con la Ecuación.

$$C = \frac{\sum C * A}{\sum A}$$

Dónde:

- C: coeficiente de escorrentía

A: área tributaria de drenaje (ha)

Los coeficientes de escorrentía usados en el diseño de la red pluvial del proyecto Plan Parcial Renovación Urbana BANCAFÉ se escogieron basados en las recomendaciones del Acueducto de Bogotá de la Tabla 20.

Tabla 20. Coeficientes de escorrentía recomendados

Características de la superficie	Periodo de retorno (años)				
	5	10	25	50	100
Áreas desarrolladas					
Asfáltico	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95
Concreto/techo	0,80	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	0,40	0,44	0,47
Promedio, 2-7%	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53
Pendiente superior a 7%	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55
Condición promedio (cubierta de pasto del 50% al 75% del área)					
Plano, 0-2%	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41
Promedio, 2-7%	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49
Pendiente superior a 7%	0,40	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	0,40	0,44	0,47	0,51

Fuente: Norma NS-085. EAAB

Según los anterior, los coeficientes seleccionados son:

Vías: 0.77

Zonas construidas: 0.80

4.3.2 Curvas IDF – Intensidad de la lluvia

Se tomó como referencia los coeficientes para el cálculo de la intensidad suministrada para el PPRU ARMOR, los cuales son las mostradas en la Figura 11.

Ecuación a emplear:

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

C: 2411,3548

E: 1,0408

F: 26,8237

M: 0,1869

Figura 11. Ecuación Curvas IDF Plan Parcial Renovación Urbana ARMOR

Fuente: Factibilidad de servicios No. 3010001-2019-1353

A partir de las ecuaciones anteriores se obtuvo la curva IDF para un periodo de retorno de 5 años, tal como se muestra en la Figura 12.

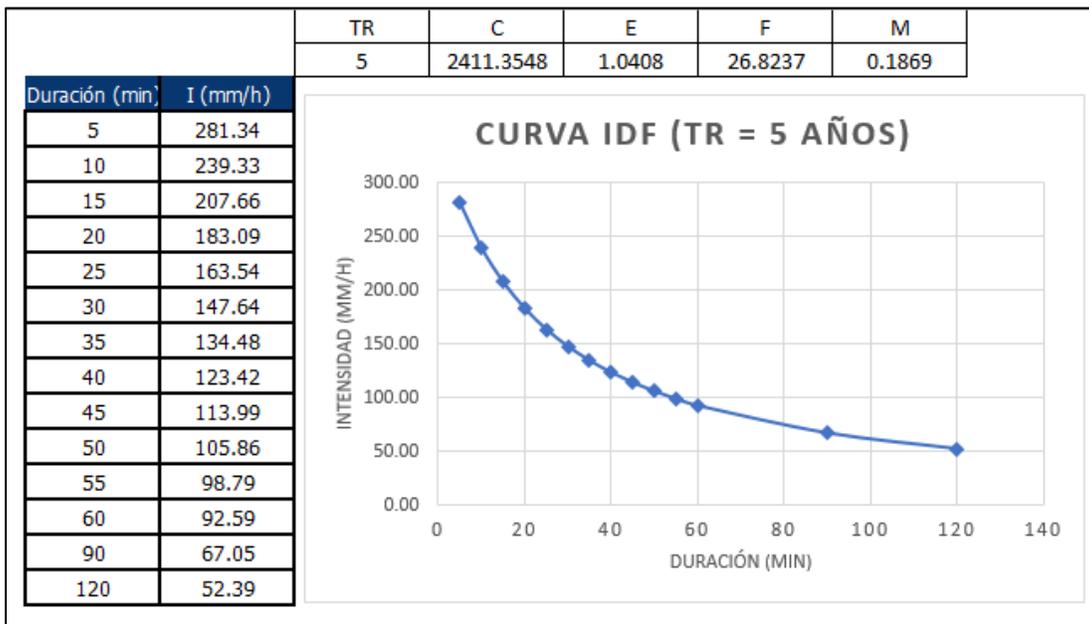


Figura 12. Curva IDF para un periodo de retorno de 5 años.

4.3.3 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es el tiempo que le toma a una gota de agua en recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano de la cuenca hasta el punto de análisis, definido como el tiempo de entrada, el cual debe ser de mínimo 8 minutos, más el tiempo de tránsito en los conductos. El tiempo de concentración mínimo en pozos iniciales será de 15 minutos.

4.4 Punto de conexión a la red pública

Se proyectan cuatro domiciliarias de alcantarillado pluvial, una por cada unidad de actuación urbana las cuales descargarán a los colectores proyectados tal como se presenta en la siguiente figura, todas las domiciliarias proyectadas son el PVC y tienen una pendiente del 2%.

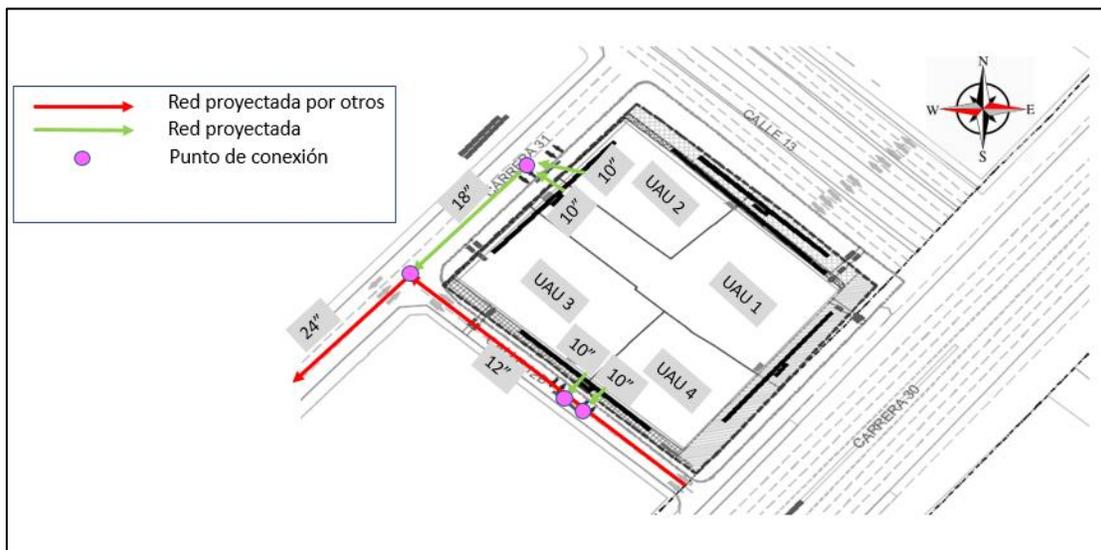


Figura 13 Puntos de conexión alcantarillado pluvial

4.5 Diseño de colectores

Para el diseño de los colectores de aguas lluvias, se utilizó la tabla "Alcantarillado n Manning PAVCO – EAAB", la cual fue diseñada por la empresa PAVCO y asiste en el proceso de diseño y análisis de alcantarillados pluviales, sanitarios y combinados usando la normatividad establecida en el RAS, EAAB, EPM o EMCALI bajo la condición de flujo uniforme.

Para el diseño de los colectores se utilizó la ecuación de Manning. El diámetro utilizado fue el interno y el material PVC, con rugosidad de 0.010. Para las tuberías de concreto se empleó una rugosidad de 0.013.

La velocidad mínima en sistema pluviales es aquella que garantice que el valor del esfuerzo cortante medio sea mayor o igual a 3.0 N/m² para el caudal de diseño, y mayor o igual a 1.5 N/m² para el 10% de la capacidad a tubo lleno.

La relación máxima de profundidades (Y/D) con la que se trabajó fue 93%, según recomendaciones de la norma del Acueducto de Bogotá

La tabla PAVCO con el diseño de los colectores se incluye en los anexos, con el nombre de "2520-MEM-PRUBANCAFÉ-PLUVIAL".

4.6 Resultados

Los resultados del diseño se presentan en los planos relacionados a continuación:

Tabla 21. Planos red de alcantarillado pluvial.

SISTEMA	CONTIENE	ARCHIVO	# PLANOS
Alcantarillado pluvial	Planta general de redes, plantas detalladas por sectores, perfiles, áreas de drenaje, notas, cuadro de tramos, tabla de domiciliarias, cuadro de pozos, cantidades de obra, convenciones del proyecto.	2520-PRUBANCAFÉ-PLUVIAL	3