MEMORIA DE CÁLCULO DEL DISEÑO SANITARIO Y AGUAS LLUVIAS
PROYECTO CORREDOR AMBIENTAL CARRERA 26.

1 GENERALIDADES

INFORMACIÓN DEL PROPIETARIO:	
Propietario:	Alcaldía de Bucaramanga
NIT/CC:	890 201 222-0
Dirección:	Fase II: Carrera 11 # 34-52. Bucaramanga, Santander, Colombia.
Teléfono:	(57+7) 633 70 00 ext. 119 - 120 (57+7) 652 55 55

INFORMACIÓN DEL PROYECTO:	
Nombre del proyecto:	CORREDOR AMBIENTAL CARRERA 26
Dirección:	Barrio Antonia Santos
Tipo de proyecto:	Parque – Espacio Publico

CALCULO:



ING. EDWIN ARTURO CARRILLO PEDRAZA
M.P. No 68202-317971 STD

ABRIL 2021

1.1 Objetivos

El objetivo de este documento es presentar la memoria de diseño del alcantarillado pluvial y sanitario de acuerdo al diseño arquitectónico y a las condiciones actuales del terreno. El diseño corresponde a un conjunto redes de aguas lluvias que descolaran en el alcantarillado municipal

En la elaboración de este diseño fueron tenidos en cuenta los lineamientos del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico-RAS 2000 (MINVIVIENDA, 2012), Código Colombiano de Fontanería NTC 1500 (ICONTEC, 2004), las Normas Técnicas para Diseño y Presentación de Proyectos de Alcantarillado (CDMB, 1997), el Manual de Especificaciones Técnicas para obras de EMPAS S.A. (EMPAS, 2014), y otras normas que aplican al diseño de alcantarillados pluviales listadas en el capítulo de NORMAS GENERALES DE DISEÑO.

El nivel de complejidad del sistema es **Bajo,** entendiéndose como un proyecto en una población en la zona urbana de menos de 2.500 habitantes y una capacidad económica de los usuarios Baja (MINVIVIENDA, 2012).

2 CAUDALES DE DISEÑO

El caudal de diseño de obras de drenaje urbano se calcula a través de modelos lluvia-escorrentía, es decir que, a través de datos históricos de precipitación (de corta duración), de las propiedades del suelo y de la capa vegetal existente o proyectada (según sea el caso), se estima un caudal de escorrentía superficial. El ***Método racional*** es el modelo de lluvia-escorrentía utilizado en Colombia para el diseño de alcantarillados pluviales, el cual, de acuerdo con (INVIAS, 2009), es aplicable para proyectos con un área inferior a 2.5 [Km^2].

La ecuación del método racional está dada por:

$$Q = C * I * A$$

***Q*=**	[lps]	Descarga estimada en un sitio determinado.
***C*=**		Coeficiente adimensional de escorrentía.
***I*=**	[lps/Ha]	Intensidad de la lluvia, para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca ***Tc***, y para una frecuencia de retorno determinado ***F***.
***A*=**	[Ha]	Área de drenaje.

2.1 Periodo de diseño

Corresponde al horizonte de tiempo sobre el cual se hace la planeación del proyecto, dentro del cual se deben tener en cuenta variaciones características de impermeabilidad y producción de escorrentía de la cuenca, los cuales son funciones del tiempo. Para sistemas con complejidad diferente a la Alta, como es el caso del proyecto corredor ambiental carrera 26, el periodo de diseño establecido en la Resolución 2320 de 2000 es de ***25 años***.

2.2 Periodo de retorno de la lluvia de diseño

Hace referencia al tiempo esperado para que ocurra la lluvia con la cual se ha diseñado el sistema de alcantarillado. La selección del período de retorno está asociada con las características de protección e importancia del área de estudio. En la Tabla 1 se establecen los valores de períodos de retorno de acuerdo con el grado de protección, con las características del área de drenaje y el tamaño total de dicha área para el sistema o sector diseñado.

Tabla 1. Periodos de retorno recomendados según el grado de protección del sistema.

Características del área de drenaje	Mínimo (años)	Aceptable (años)	Recomendado (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 ha	2	2	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores a 10 ha	5	5	10
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores a 1000 ha	10	25	50
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 ha	25	50	100

Fuente: (MINVIVIENDA, 2012).

Por lo tanto el periodo de retorno de la lluvia de diseño para el caso del proyecto corredor ambiental carrera 26 es de 5 años (Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 [Ha]).

2.3 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración corresponde a la suma entre el tiempo de entrada y el tiempo de recorrido de una gota de agua en el proyecto. De acuerdo a lo establecido en (MINVIVIENDA, 2012) el tiempo de concentración mínimo de diseño es de ***15 [min]***. No obstante, en (CDMB, 1997) se emplea un tiempo de concentración mínimo de ***8 [min]*** en tramos iniciales de alcantarillado sin sistemas afluentes para efecto de utilización de curvas de Intensidad-Duración.

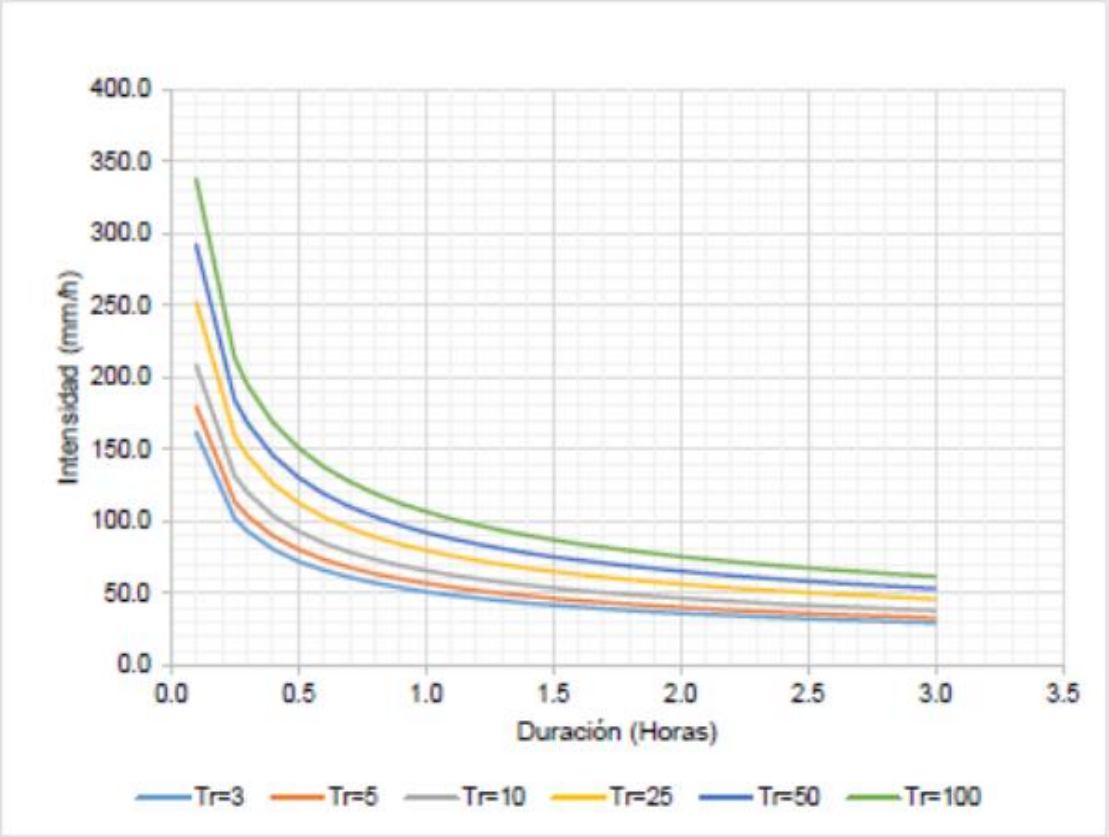
En tuberías, el tiempo total de concentración para cada tramo será la suma del tiempo de concentración inicial más el tiempo de recorrido dentro de los conductos que le preceden. En los puntos de convergencia de dos o más colectores, deberá usarse el mayor de los tiempos de concentración encontrados.

$$T_t = \frac{L}{(60 * v)}$$

T_t = Tiempo de recorrido [min]
L = Longitud de tubería o tramo de red [m]
v= Velocidad media del flujo [m/s]

2.4 Intensidad de la lluvia

Corresponde a la intensidad media de la precipitación dada por las curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF). Estas curvas, usadas comúnmente para diseños de obras hidráulicas, muestran de manera gráfica la relación existente entre la intensidad promedio de una tormenta con duraciones determinadas y su frecuencia de ocurrencia.



2.5 Coeficiente de escorrentía

Es un coeficiente adimensional en función del tipo de suelo, la impermeabilización de la zona, y la pendiente del terreno.

Tabla 2. Coeficientes de escorrentía.

Tipo de superficie	C
Cubiertas	0,90
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0,90
Vías adoquinadas	0,85
Zonas comerciales o industriales	0,90
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0,75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre estos	0,75
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0,60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0,45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques-cementerios	0,30
Laderas sin vegetación	0,60
Laderas con vegetación	0,30
Parques recreacionales	0,30

(MINVIVIENDA, 2012)

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

3 CRITERIO DE DISEÑO HIDRÁULICO DE COLECTORES

Se entiende por alcantarillado pluvial todas las obras civiles, a flujo libre o enterradas, necesarias para la recolección, conducción y vertimiento de las aguas lluvias y sanitarias desde el proyecto hasta su destino final: sistema de alcantarillado pluvial existente o corrientes receptoras. A continuación se describen las condiciones generales de diseño.

3.1 Especificaciones de tubería

Instalaciones internas en el sistema de aguas negras:

- Tubería PVC Grado I Tipo I
- Tubería PVC sanitaria 2“ ≤ D ≤ 6”, para ramales secundarios, bajantes, y colectores principales
- Tubería PVC Estructural tipo Novafort o PVC sanitaria 4”≤ D ≤ 20”, para tramos entre cajas y pozos.

Instalaciones internas lluvias y ventilaciones:

- Usar tubería PVC Grado I Tipo I
- Tubería PVC sanitaria 2“ ≤ D ≤ 4”, ramales secundarios, bajantes, y colectores principales
- Tubería PVC Estructural tipo Novafort o PVC sanitaria 4“≤ D ≤18”, para tramos entre cajas.

Alcantarillado exterior en el sistema de aguas negras y lluvias:

- Tubería PVC estructural, tipo NOVAFORT.

NOVAFORT PAVCO es una Tubería de pared estructural, fabricada en un proceso de doble extrusión, pared interior lisa y exterior corrugada. Sistema de unión mecánico, campana espigo con hidrosello de caucho. Fabricada bajo las Normas técnicas Colombiana NTC 3722-3. Sistemas de tuberías plásticas para uso sin presión en drenajes y alcantarillados enterrados (o bajo tierra).

3.2 Diámetro interno mínimo

En las redes de recolección y evacuación de aguas lluvias, y principalmente en los primeros tramos, la sección circular es la más usual para las tuberías. El diámetro interno mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias es 215 [mm]. Sin embargo, en casos especiales, en particular en sistemas con niveles de complejidad bajo y medio, y con plena justificación por parte del diseñador, puede reducirse en los tramos iniciales a 170 [mm].

En el caso del proyecto corredor ambiental carrera 26 se recomendó utilizar tubería de 8” teniendo en cuenta que los volúmenes de escorrentía superficial, en muchos de los casos requerían valores menores como se muestra en **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.

3.3 Velocidad mínima

Debe tenerse una velocidad suficiente para lavar los sólidos depositados durante los períodos de bajos caudales. La velocidad mínima real permitida en cada tramo es de **0,75 [m/s]** para el caudal de diseño, siempre que el diámetro sea mayor que 450 [mm]. En aquellos tramos con diámetros reales internos inferiores a 450 mm que no cumplan con la anterior restricción de velocidad, el diseño debe hacerse teniendo en cuenta el comportamiento auto-limpiante del flujo, para lo cual es necesario utilizar un criterio de esfuerzo cortante mínimo. Este esfuerzo cortante debe ser mayor o igual que **2,5 [Pa]** para el caudal de diseño.

3.4 Velocidad máxima

Los valores máximos de velocidad permisible dependen de las características de los materiales que van a conformar las paredes internas de las tuberías y de las estructuras de conexión, de las características abrasivas de los sedimentos movidos por las aguas lluvias y de la turbulencia del flujo.

Tabla 3. Velocidades máximas permitidas en colectores.

MATERIAL		V,máx [m/s]
a.	Ladrillo común	3
b.	Ladrillo vitrificado y gres	5
c.	Concreto de f'c=2.000 [PSI]	3
d.	Concreto de f'c=3.000 [PSI]	6
e.	Concreto de f'c=4.000 [PSI]	10
f.	Cloruro de Polivinilo	10
g.	Asbesto cemento	10

Fuente: (CDMB, 1997).

El material de la red hidráulica será de Cloruro de Polivinilo – PVC con el que se permitirán velocidades máximas de **10 [m/s]**.

3.5 Pendiente mínima y máxima

La pendiente mínima es aquella que pueda ser chequeada en obra, por lo general 0.05% y permita tener las condiciones de auto limpieza. El valor de la pendiente máxima admisible, establecida en el diseño, debe ser aquel para el cual se obtenga la velocidad máxima real en el tramo. En caso de que la pendiente resultante en alguno de los tramos sea ***superior al 10%*** el diseñador debe tener en cuenta las consideraciones para altas pendientes, para las cuales la validez de las ecuaciones utilizadas para el cálculo del flujo uniforme o el flujo gradualmente variado requieren de correcciones que son función del ángulo de la pendiente.

3.6 Coeficiente de rugosidad

Cuando se haga uso de la ecuación de Manning para el diseño de tuberías en sistemas de alcantarillados, el coeficiente de rugosidad n de Manning que debe utilizarse depende, en general, del tipo de material del ducto. Debe tenerse en cuenta que los valores mostrados en dicha tabla corresponden a la situación de flujo completamente lleno en la tubería.

*Tabla 4. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning "**n**" para varios materiales.*

Material	N
CONDUCTOS CERRADOS	
Asbesto – cemento	0.011 – 0.015
Concreto prefabricado interior liso	0.011 – 0.015
Concreto prefabricado interior rugoso	0.015 – 0.017
Concreto fundido en sitio, formas lisas	0,012 – 0,015
Concreto fundido en sitio, formas rugosas	0,015 – 0,017
Gres vitrificado	0.011 – 0.015
Hierro dúctil revestido interiormente con cemento	0.011 – 0.015
PVC, polietileno y fibra de vidrio con interior liso	0.010 – 0.015
Metal corrugado	0.022 – 0.026
Colectores de ladrillo	0.013 – 0.017
CONDUCTOS ABIERTOS	
Canal revestido en ladrillo	0.012 – 0.018
Canal revestido en concreto	0.011 – 0.020
Canal excavado	0.018 – 0.050
Canal revestido rip-rap	0.020 – 0.035

Fuente: (MINVIVIENDA, 2012).

3.7 Anclajes en tuberías de alcantarillado

Cuando la pendiente de la tubería sea superior al 15%, para tuberías de superficie exterior lisa, o al 25% para tuberías de superficie exterior rugosa, el diseñador debe realizar el diseño de los anclajes necesarios para garantizar la estabilidad de la tubería frente al fenómeno de fuerzas de arrastre generadas por el flujo. El tipo y número de anclajes depende del material de la tubería, de la velocidad y profundidad de flujo, del diámetro de ésta, del número y tipo de uniones por unidad de longitud y del tipo de suelo. El diseñador también debe tener en cuenta lo establecido en los manuales técnicos de los fabricantes de las tuberías y el Reglamento Técnico de Tuberías (Resoluciones 1166 de 2006 y 1127 de 2007, expedidas por el Ministerio de ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial o las normas que las modifiquen o sustituyan).

3.8 Profundidad hidráulica máxima

El diseño debe establecer la profundidad hidráulica máxima de cada una de las tuberías, con el fin de permitir una adecuada aireación del flujo dentro de las tuberías y se encuentra en función del diámetro interno real como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 5. Valores de profundidad hidráulica máxima según el diámetro de la tubería.

Diámetro interno real [mm]	Profundidad hidráulica máxima (%)
Menor que 500	70
Entre 500-1000	80
Mayor que 1000	85

(EPM, 2009)

4 ASPECTOS DE LA PUESTA EN MARCHA

4.1 Pruebas de infiltración

Cuando el nivel freático se encuentre por encima de la clave del colector, idealmente 1.00 [m] o más, el diseño debe establecer pruebas de infiltración. Para esto, el tramo de tubería debe ser aislado aguas arriba para proceder a medir el caudal aguas abajo mediante un vertedero de cresta delgada, previamente calibrado. Esta estanqueidad también debe ser verificada en los cámaras de inspección, en las cámaras de caída o en estructuras de conexión (Norma Técnica Colombiana NTC 3676). Para esto, la cámara debe aislarse de los colectores afluentes y efluentes y se debe registrar el aumento del nivel del agua dentro de ésta. El diseño debe establecer la infiltración máxima, pero ésta debe ser de máximo 5 litros por hora, por metro de diámetro de la cámara y por metro de cabeza de agua. Las tuberías y las cámaras objeto de los ensayos deben escogerse en forma aleatoria, pero verificando desde el momento de diseño que puedan ser correctamente aisladas y su número debe ser el mismo con el fin de tener una información representativa del comportamiento de la red de alcantarillado.

4.2 Pruebas de hermeticidad

Si el nivel freático está por debajo de la red de alcantarillado, el diseño debe establecer la forma de medir la impermeabilidad del sistema, utilizando un ensayo de exfiltración. Para esto, se debe tener en cuenta la forma de realización de las pruebas y sus criterios de aceptación establecidas en las “Normas y Especificaciones Generales de Construcción” de las Empresas Públicas de Medellín. El diseñador debe asegurar que no exista reflujo durante estas pruebas, hacia tuberías localizadas aguas arriba de la tubería objeto de la prueba. En forma similar se debe proceder para hacer ensayos de exfiltración en todas las cámaras de inspección y/o conexión y en las cámaras de caída. Los criterios de aceptación deben ser los mismos que para los ensayos de infiltración y deben quedar perfectamente establecidos desde el momento del diseño. Las normas ASTM C 969

y ASTM C 1091 establecen los requisitos para los ensayos de infiltración y exfiltración en el caso de tuberías de concreto y de gres vitrificado.

5 NORMAS GENERALES DE DISEÑO

CDMB. (1997). *Normas técnicas para diseño y presentación de proyectos de alcantarillado.* Bucaramanga: Corporación Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga-CDMB.

CDMB. (2009). *Normas técnicas para el control de erosión y para la realización de estudios geológicos, geotécnicos e hidrológicos.* Bucaramanga: Corporación Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga-CDMB.

EMPAS. (2014). *Manual de Especificaciones técnicas.* Bucaramanga: Empresa Pública de Alcantarillado de Santander S.A. E.S.P - EMPAS.

EPM. (2009). *Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado Empresas Públicas de Medellín E.S.P.* Medellín.

ICONTEC. (2004). *Código Colombiano de Fontanería NTC 1500.* Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación-ICONTEC.

INVIAS. (2009). *Manual de drenaje para carreteras.* Bogotá: Instituto Nacional de Vías-INVIAS.

MINVIVIENDA. (2012). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico: Título D. Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y aguas lluvias 2da Ed.* Bogotá: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

6 CUADROS DE CÁLCULO HIDRÁULICO RED AGUAS LLUVIAS

TRAMO		CAUDAL DE DISEÑO						CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DEL COLECTOR					CONDICIONES HIDRAULICAS DEL COLECTOR									Tiempo recorrido tramo Tr	Caida en el tramo	PROFUNDIDAD A LA ENTRADA DEL COLECTOR FLUJO SUPERCRITICO (F>1.1)				COTAS COLECTOR REFERIDAS A EJES DE POZOS FLUJO SUPERCRITICO.				COTAS DEL COLECTOR REFERIDAS A LOS EJES DE LOS POZOS FLUJO SUBCRITICO (F<0.90)									COTA RASANTE ENTRADA DEL COLECTOR ENTRADA
		Tiempo Concen Tc	Frecuencia F	Intensidad Fig 10 I	Coef. Escor C	Area Total	Caudal diseño Q	Rugosidad Manning/ Absoluta	Diam. Colector. Φ1	Diam. Colector. Φ1	Longitud entre pozos	Pend. Colector	Caudal Tubo Lleno Qo	Q/Qo	y/Φ1	Altura agua Y	Vel. Tubo lleno Vo	Vel. Agua V	Fuerza Tractiva Ft	V^2 ---- 2g	Froude			Diametro Salida Pzo	Boquilla	Diametro Pozo	Perdidas menoresHw	C. Agua Pozo Entrada	C. Batea Pozo Entrada	C. Batea Pozo Salida	C. Teorica Agua Pozo Salida	COTAS DE ENERGIA COLECTORES QUE LLEGAN AL POZO DE ENTRADA			Caida en pozo ent. Dh	COTAS ENERGIA		COTAS BATEA		
DE	A																																		Entrada	Salida	Entrada	Salida	
		Min.	Años	L/sg/ha		ha	Lts/seg	n/Ks	m	pul	m	%	Lts/sg			m	m/sg	m/sg	kg/m2	m	F	min	m	m	Lb		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)		(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(28)		(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)	(42)	(43)
CANAL#1	P(32-33-k26)	8	5	387.5	0.95	0.019	6.87	1.5E-06	0.2	8	3.12	10.6	193.90	0.04	0.13	0.03	6.81	2.49	6.39	0.32	5.02	0.02	0.33	0.2	-	0.60	0.05	902.61	902.56	902.23	902.279	-	-	-	-	-	-	-	-	902.86
CANAL#1	P(32-33-k26)	8	5	387.5	0.9	0.019	6.50	1.5E-06	0.2	8	8.8	1	53.51	0.12	0.26	0.05	1.88	1.06	0.61	0.06	1.47	0.14	0.09	0.2	-	0.60	0.05	902.27	902.22	902.13	902.182	-	-	-	-	-	-	-	-	902.84
CANAL#2	P(33-26)	8	5	387.5	0.95	0.019	6.87	1.5E-06	0.2	8	1.6	12	207.37	0.03	0.13	0.03	7.29	2.67	7.23	0.36	5.36	0.01	0.19	0.2	-	0.60	0.05	902.61	902.56	902.37	902.418	-	-	-	-	-	-	-	-	902.86
CANAL#2	P(33-26)	8	5	387.5	0.95	0.037	13.73	1.5E-06	0.2	8	26.13	2.18	82.01	0.17	0.31	0.06	2.88	1.75	1.32	0.16	2.25	0.25	0.57	0.2	-	0.60	0.09	902.21	902.12	901.55	901.640	-	-	-	-	-	-	-	-	902.60
CANAL#3	P(34-26)2	8	5	387.5	0.95	0.037	13.73	1.5E-06	0.2	8	13.48	7.6	161.90	0.08	0.22	0.04	5.69	2.82	4.60	0.40	4.34	0.08	1.02	0.2	-	0.60	0.09	901.63	901.54	900.52	900.606									902.27
CANAL#3	P(34-26)2	8	5	387.5	0.95	0.022	8.10	1.5E-06	0.2	8	6.9	11	197.83	0.04	0.15	0.03	6.95	2.77	6.63	0.39	5.13	0.04	0.76	0.2	-	0.60	0.04	901.53	901.49	900.73	900.771									902.30
CANAL#4	P(35-26)	8	5	387.5	0.95	0.059	21.83	1.5E-06	0.2	8	15.6	1	53.51	0.41	0.50	0.10	1.88	1.52	0.61	0.12	1.54	0.17	0.16	0.2	-	0.60	0.07	900.58	900.51	900.35	900.424									901.25
CANAL#4	P(35-26)	8	5	387.5	0.95	0.059	21.83	1.5E-06	0.2	8	9.82	1	53.51	0.41	0.50	0.10	1.88	1.52	0.61	0.12	1.54	0.11	0.10	0.2	-	0.60	0.08	900.42	900.34	900.24	900.322									901.34
CANAL#5	P(33-26)a	8	5	387.5	0.95	0.138	50.84	1.5E-06	0.2	8	10.48	4	114.21	0.45	0.52	0.10	4.01	3.34	2.42	0.57	3.30	0.05	0.42	0.2	-	0.60	0.07	900.62	900.55	900.13	900.201									901.70
CANAL#6	P(33-34-k26)b	8	5	387.5	0.95	0.197	72.67	1.5E-06	0.2	8	24.07	4	114.21	0.64	0.64	0.13	4.01	3.71	2.42	0.70	3.30	0.11	0.96	0.2		0.60	0.11	900.23	900.12	899.16	899.267									900.80
CANAL#6	P(34-26)1	8	5	387.5	0.95	0.197	72.67	1.5E-06	0.2	8	13.42	8.5	172.04	0.42	0.51	0.10	6.04	4.96	5.14	1.25	4.96	0.05	1.14	0.2		0.60	0.08	899.23	899.15	898.01	898.089									900.00
CANAL#7	P(35-26)	8	5	387.5	0.95	0.035	12.85	1.5E-06	0.2	8	14.09	2.18	82.01	0.16	0.30	0.06	2.88	1.72	1.32	0.15	2.25	0.14	0.31	0.2		0.60	0.05	902.23	902.18	901.87	901.923									902.81
CANAL#8	P(35-36-k26)	8	5	387.5	0.95	0.035	12.85	1.5E-06	0.2	8	12.98	2	78.24	0.16	0.31	0.06	2.75	1.67	1.21	0.14	2.15	0.13	0.26	0.2		0.60	0.05	901.91	901.86	901.60	901.650									902.74
CANAL#8	P(36-26)1	8	5	387.5	0.95	0.035	12.85	1.5E-06	0.2	8	25.08	2.5	88.38	0.15	0.29	0.06	3.11	1.82	1.52	0.17	2.43	0.23	0.63	0.2		0.60	0.06	901.65	901.59	900.96	901.023									902.52
CANAL#9	P(36-37-k26)c	8	5	387.5	0.95	0.035	12.85	1.5E-06	0.2	8	23.68	2	78.24	0.16	0.31	0.06	2.75	1.67	1.21	0.14	2.15	0.24	0.47	0.2		0.60	0.06	901.01	900.95	900.48	900.536									901.68
CANAL#9	P(37-26)1	8	5	387.5	0.95	0.027	9.83	1.5E-06	0.2	8	9.79	4	114.21	0.09	0.22	0.04	4.01	1.99	2.42	0.20	3.06	0.08	0.39	0.2		0.60	0.08	901.48	901.40	901.01	901.088									901.70

7 RESUMEN DE VARIABLES

Tabla 6. Resumen de variables

PARÁMETRO	VALOR	OBSERVACIONES
Nivel de complejidad del sistema	Bajo	
Periodo de diseño	25 [años]	
Periodo de retorno de la lluvia de diseño	5 [años]	
Tiempo de concentración	8 [mín.]	De acuerdo con (CDMB, 1997)
Intensidad de la lluvia media	405 [lps/Ha]	
Velocidad mínima en tuberías	0,75 [m/s]	$\Phi \leq 450\ [mm]$
Esfuerzo cortante	$\tau \geq 2.5\ [Pa]$	Cuando no se cumple la velocidad mínima en tuberías menores a 450 [mm].
Velocidad máxima (depende del material)	10 [m/s]	PVC
Pendiente mínima	1%	Pendiente verificable en campo.
Pendiente máxima	V,máx	Para el cual se obtenga la velocidad máxima real.
	10%	Las cuales la validez de las ecuaciones utilizadas para el cálculo del flujo uniforme o el flujo gradualmente variado requieren de correcciones que son función del ángulo de la pendiente.
Coeficiente de rugosidad de Manning (depende del material)	0.010	PVC, Asbesto cemento.
	0.016	Concreto áspero.
	0.012	Concreto liso.
Anclajes de tubería	$\mathrm{m} \geq 10\%$	Condición en tubería externa lisa.
	$\mathrm{m} \geq 25\%$	Condición en tubería externa corrugada.