

 LL - INGENIERÍA Y DISEÑO	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DISEÑO HIDRÁULICO

**MUNICIPIO DE APARTADÓ
DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA**

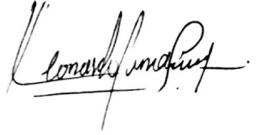
ENERO DE 2026



**ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE
MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA
CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE
URABÁ – CORPOURABÁ
MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA**



	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

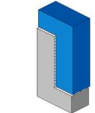
	Elaboró	Revisó	Aprobó
Firma:			
Nombre:	Leonardo Luna Pulgar	Rafael Luján Esquivia	XXXXXXXXXXXX
Cargo:	Profesional Especialista	Director de Consultoría	Supervisor

CONTROL DE REVISIONES		
Revisión	Fecha	Descripción del Cambio
1	06-Ene-26	Emitido para revisión y aplicación para proyecto
2	13-Ene-26	Emitido con ajustes a RCI

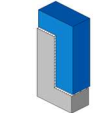
	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

CONTENIDO

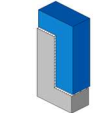
<u>1</u>	<u>GENERALIDADES</u>	<u>11</u>
1.1	OBJETIVOS	11
1.1.1	GENERAL	11
1.1.2	ESPECÍFICOS	11
1.2	ALCANCE	11
1.2.1	SUMINISTRO	12
1.2.2	RECIRCULACIÓN DE AGUAS LLUVIAS	12
1.2.3	DRENAJE SANITARIO	12
1.2.4	DRENAJE PLUVIAL	12
1.2.5	RED CONTRA INCENDIOS	13
1.3	METODOLOGÍA	14
1.3.1	ASPECTOS BÁSICOS	14
1.3.2	DISEÑOS HIDRÁULICOS	14
1.3.3	INFORME FINAL	15
1.4	INFORMACIÓN DISPONIBLE	15
1.4.1	INFORMACIÓN PRIMARIA	15
<u>2</u>	<u>DISEÑOS HIDRÁULICOS</u>	<u>16</u>
2.1	INTRODUCCIÓN	16
2.2	OBJETO	16
2.3	ALCANCE	16
2.4	SISTEMA DE SUMINISTRO	16

 LL - INGENIERÍA Y DISEÑO	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	---	---

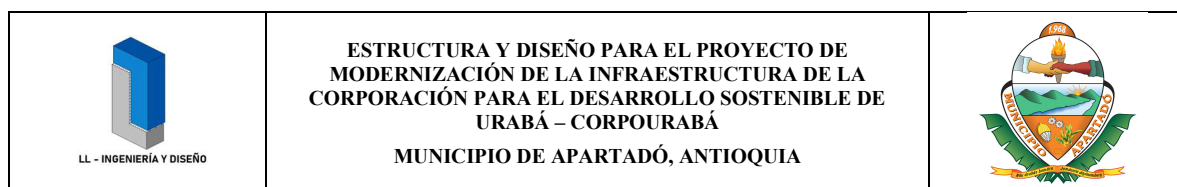
2.4.1	DEMANDAS Y VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	17
2.4.2	ACOMETIDA	19
2.4.3	RED DE DISTRIBUCIÓN	20
2.4.4	UNIDADES DE CONSUMO Y CAUDALES INSTANTÁNEOS	20
2.4.5	CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN	22
2.4.6	BOMBEO	26
2.4.7	CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO SISTEMA DE HIDROACUMULADOR	27
2.4.8	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA RED DE RECIRCULACIÓN	29
2.4.8.1	Proceso de filtración	29
2.4.8.2	Proceso de desinfección	30
2.5	SISTEMA DE DESAGÜES	32
2.5.1	GENERALIDADES	32
2.5.2	RED INTERNA DE DESAGÜES	32
2.5.3	UNIDADES DE DESCARGA Y CAUDALES INSTANTÁNEOS	32
2.5.4	CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LAS REDES SANITARIAS	33
2.5.4.1	Dimensionamiento de colectores de aguas residuales	34
2.5.5	SISTEMA DE VENTILACIÓN	38
2.6	SISTEMA PLUVIAL	39
2.6.1	GENERALIDADES	39
2.6.2	CURVAS IDF	40
2.6.2.1	Regionalización	40
2.6.2.2	Ecuaciones	42
2.6.2.3	Ecuación considerando la Precipitación Máxima Media Anual en 24 horas (M)	42

 LL - INGENIERÍA Y DISEÑO	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

2.6.2.4	Constantes regionales	43
2.6.3	CURVAS IDF SINTÉTICAS	43
2.6.4	HIDROLOGÍA BÁSICA	44
2.6.5	CUBIERTAS, CANALETAS Y BAJANTES	45
3	DISEÑOS HIDRÁULICOS - RED CONTRAINCENDIOS	48
3.1	OBJETIVO Y ALCANCE	48
3.1.1	OBJETIVOS	48
3.1.2	ALCANCE	48
3.2	DISEÑO DE REDES	49
3.2.1	GENERALIDADES	49
3.2.2	CONSULTA DE NORMAS	49
3.2.2.1	Normas aplicables	49
3.2.2.2	Hidrantes	49
3.2.2.3	Rociadores, Gabinetes y Extintores	50
3.2.2.4	NSR-10 Título J	50
3.2.2.5	NTC 1669	55
3.2.2.6	Extintores	56
3.2.2.7	NTC 2885 y NFPA 10	56
3.3	SISTEMA PROPUESTO	57
3.3.1	HIDRANTES	57
3.3.2	GABINETES	58
3.3.3	ROCIADORES	58
3.3.4	ALMACENAMIENTO	59

 LL - INGENIERÍA Y DISEÑO	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	---	---

3.4	DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTOS	60
3.4.1	DESCRIPCIÓN ESCENARIO DE DISEÑO	60
3.4.2	RESULTADOS ESCENARIO DE DISEÑO	61
3.5	CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO SISTEMA DE BOMBEO	63
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
4.1	SUMINISTRO	65
4.2	DESAGÜES	65
4.3	PLUVIAL	65
4.4	RED CONTRA INCENDIO	65
5	OBRAS HIDRAULICAS	66
5.1	RESUMEN DE OBRAS	66
	SUMINISTRO	66
	DRENAJES SANITARIOS	66
6	BIBLIOGRAFÍA	67
6.1	BIBLIOGRAFÍA ESPECIALIZADA	67



ÍNDICE DE TABLAS

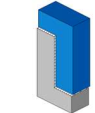
TABLA 2-1. CÁLCULO DE DOTACIÓN TOTAL PARA EL PROYECTO – AGUA POTABLE.....	18
TABLA 2-2. CÁLCULO DE CAUDAL DE ACOMETIDA – LLENADO TANQUE AGUA POTABLE	19
TABLA 2-3. CÁLCULO DE CAUDAL DE ACOMETIDA – LLENADO TANQUE RCI.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 2-4. CÁLCULO DE ACOMETIDA, RED DE SUMINISTRO – LLENADO TANQUE RCI	20
TABLA 2-5. UNIDADES DE CONSUMO POR APARATOS SANITARIOS, SEGÚN NTC 1500.	20
TABLA 2-6. CUADRO RESUMEN DE APARATOS SANITARIOS.....	21
TABLA 2-7. APARATOS SANITARIOS.....	21
TABLA 2-8. UNIDADES SANITARIAS	21
TABLA 2-9. MEMORIA DE CÁLCULO HIDRÁULICO RED DE AGUA POTABLE – RUTA CRÍTICA AGUA POTABLE	24
TABLA 2-10. MEMORIA DE CÁLCULO HIDRÁULICO RED DE AGUA POTABLE – RUTA CRÍTICA RECIRCULACIÓN.....	25
TABLA 2-11. CÁLCULO DE CABEZA DINÁMICA TOTAL REQUERIDA – BOMBEO AGUA POTABLE.	26
TABLA 2-12. CÁLCULO DE CABEZA DINÁMICA TOTAL REQUERIDA – BOMBEO AGUA RECIRCULACIÓN.....	27
TABLA 2-13. CALCULO TANQUE HIDROACUMULADOR – BOMBEO AGUA POTABLE.....	28
TABLA 2-14. CALCULO TANQUE HIDROACUMULADOR – BOMBEO AGUA RECIRCULACIÓN	28
TABLA 2-17. PARÁMETROS DE DESINFECCIÓN POR CLORACIÓN PARA UNT ENTRE 1 Y 2	30
TABLA 2-18. REQUERIMIENTO DE CONCENTRACIÓN EN TIEMPO DE RETENCIÓN SEGÚN RESOLUCIÓN 330.....	31
TABLA 2-18. DOSIFICACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO DIARIA.....	31
TABLA 2-19. UNIDADES DE DESAGÜE DE APARATOS SANITARIOS CONSIDERADAS PARA EL CÁLCULO.....	32
TABLA 2-20. DIÁMETRO NOMINAL MÍNIMO DE CONEXIÓN PARA APARATOS SANITARIOS	33
TABLA 2-21. CARGA MÁXIMA DE UNIDADES POR TRAMO, TOMADO DE NTC 1500.	34
TABLA 2-22. DISEÑO DE RED DE DESAGÜE – RAMAL 1 – PISO 2.....	35
TABLA 2-23. DISEÑO DE RED DE DESAGÜE – RAMAL 2 – PISO 2.....	35
TABLA 2-24. DISEÑO DE RED DE DESAGÜE – RAMAL 3 – PISO 2.....	36
TABLA 2-25. DISEÑO DE RED DE DESAGÜE – RAMAL 1 – PISO 1.....	36
TABLA 2-26. DISEÑO DE RED DE DESAGÜE – RAMAL 2 – PISO 1.....	37

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

TABLA 2-27. DISEÑO DE RED DE DESAGÜE – RAMAL 3 – PISO 1	38
TABLA 28. CONSTANTES REGIONALES	43
TABLA 29. PARÁMETROS DE ENTRADA PARA ELABORACIÓN DE CURVAS IDF	43
TABLA 2-30. CÁLCULO DE ÁREAS Y CAUDALES DE CUBIERTA	45
TABLA 2-31. CÁLCULO DE CANALETAS	46
TABLA 2-32. CÁLCULO DE BAJANTES DE AGUAS LLUVIAS	47
TABLA 2-33. CÁLCULO DE TUBERÍA PLUVIAL ENTERRADA	48
TABLA 3-1. ALMACENAMIENTO REQUERIDO – RED CONTRAINCENDIOS	59
TABLA 3-2. CONFIGURACIÓN Y NÚMERO DE VRP PARA RED DE ROCIADORES	61
TABLA 3-3. DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN REQUERIDA EN COLUMNA	62
TABLA 3-4. DETERMINACIÓN DE PRESIÓN REQUERIDA POR LA BOMBA	63

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1-1. LOCALIZACIÓN GENERAL PROYECTO	13
FIGURA 3. DIÁMETROS DE BAJANTES DE VENTILACIÓN Y VENTILACIÓN VERTICAL	39
FIGURA 4. REGIONALIZACIÓN DE CURVAS IDF (REFERENCIA 6)	41
FIGURA 3-1. GRUPOS Y SUBGRUPO DE OCUPACIÓN – NSR-10 TÍTULO J Y K	51
FIGURA 3-2. TÍTULO J.4.3.4 (GRUPO DE OCUPACIÓN INSTITUCIONAL) - NSR-10	55
FIGURA 3-3. CURVAS DENSIDAD / ÁREA $K=5.6$	59

 LL - INGENIERÍA Y DISEÑO	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

ÍNDICE DE ANEXOS

Los anexos se han organizado teniendo en cuenta los siguientes ítems:

Anexo 1. Planos de redes hidrosanitarias

Anexo 2. Documentos del profesional

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

1 GENERALIDADES

Dentro del proyecto de inversión de la infraestructura de la Corporación Corpourabá en el municipio de Apartadó, departamento de Antioquia, se ha planteado la construcción de la infraestructura necesaria para las actividades de la Corporación, razón por la cual se proyectan en este informe el diseño de las redes de suministro, recirculación de aguas lluvias, desagüe, pluvial y red contra incendio que la edificación debe disponer al finalizar su construcción.

Los diseños presentados a través de este informe incluyen estimaciones hídricas y diseños hidráulicos correspondientes a la infraestructura asociada a la corporación, ubicada en el municipio de Apartadó, Departamento de Antioquia.

1.1 Objetivos

1.1.1 General

El objetivo general se centra en desarrollar los diseños de las redes de suministro de agua potable, recirculación de aguas lluvias, desagüe y drenaje pluvial que permita la adecuada evacuación de las aguas lluvias que se recojan en las cubiertas.

1.1.2 Específicos

Específicamente se desarrollan los siguientes aspectos:

- Diseño hidráulico de red de abastecimiento
- Diseño hidráulico de red de recirculación de aguas lluvias
- Diseño hidráulico de red de desagües residuales
- Análisis hidrológico de la zona y determinación de precipitación máxima
- Diseño hidráulico de red de drenaje pluvial de cubiertas

1.2 Alcance

El presente proyecto tiene como finalidad la creación de una infraestructura para la Corporación Corpourabá en el municipio de Apartadó, Antioquia.

El alcance de este documento cubre aspectos fundamentales del suministro de agua potable y drenaje de la siguiente manera:

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	---	---

1.2.1 Suministro

Se contempla la hidráulica para el dimensionamiento y diseño geométrico e hidráulico de:

- Cálculo de volumen de almacenamiento
- Determinación de bombeo requerido
- Determinación del caudal máximo probable del sistema
- Redes internas para suministro de agua potable

1.2.2 Recirculación de aguas lluvias

Se contempla la hidráulica para el dimensionamiento y diseño geométrico e hidráulico de:

- Cálculo de volumen de almacenamiento
- Determinación de bombeo requerido
- Determinación del caudal máximo probable del sistema
- Redes internas para suministro de agua de recirculación

1.2.3 Drenaje sanitario

Se incluye diseño hidráulico asociado a:

- Puntos sanitarios internos
- Redes sanitarias internas
- Redes sanitarias externas
- Descarga sanitaria final

1.2.4 Drenaje pluvial

- Drenaje pluvial de cubiertas

- Recolección y conducción de agua pluvial
- Redes pluviales externas

1.2.5 Red Contraincendios

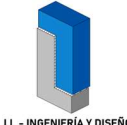
Esta red, independiente de la red de suministro de agua potable, contempla:

- Redes Externas
- Redes Internas (Conductos, Gabinetes y Rociadores)
- Sistema de Almacenamiento y Bombeo
- Hidrantes de Calle
- Extintores

Figura 1-1. Localización general Proyecto



Fuente: Imagen satelital tomada de Google Earth, 2026

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

1.3 Metodología

Considerando la dinámica en la construcción de las obras y la permanente necesidad de soluciones integrales, económicas, prácticas y funcionales; a partir de la revisión de algunos estudios antecedentes, recomendaciones aplicables y de la información disponible, en particular topografía, arquitectura y estructura, se plantea la siguiente metodología:

1.3.1 Aspectos básicos

Principalmente asociados a información secundaria disponible e información primaria obtenida en campo, contempla:

- **Recopilación de información.** Información secundaria proveniente del IDEAM, como insumos para realización del análisis hidrológico.
- **Arquitectura.** Estudio de la información de diseño arquitectónico para conocer acerca de la disposición final de los elementos que componen la estructura de la edificación proyectada y su disposición con el fin de proyectar adecuadamente las obras hidráulicas y elementos de diseño del proyecto.

1.3.2 Diseños hidráulicos

A partir de la disposición urbanística y los diseños arquitectónicos, se prevé la conceptualización, dimensionamiento y diseño de los siguientes elementos:

- **Sistema de suministro**
 - Demandas
 - Red de distribución
 - Unidades de consumo y caudales instantáneos
 - Cálculo y dimensionamiento de bombeo y tanque de almacenamiento
 - Cálculo y dimensionamiento de la red de distribución
- **Sistema de recirculación de aguas lluvias**
 - Demandas
 - Red de distribución
 - Unidades de consumo y caudales instantáneos

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

- Cálculo y dimensionamiento de bombeo y tanque de almacenamiento
- Cálculo y dimensionamiento de la red de distribución
- **Sistema de desagües**
 - Red de desagües
 - Unidades de descarga y caudales instantáneos
 - Cálculo y dimensionamiento de las redes sanitarias internas y externas
- **Sistema pluvial**
 - Hidrología básica
 - Cubiertas, canaletas y bajantes
 - Colectores finales
- **Sistema de red contra incendio**
 - Requerimiento y Demandas
 - Cálculo de volumen de almacenamiento
 - Diseño de red
 - Cálculo de bombeo

1.3.3 Informe Final

El cual incluye la conceptualización, metodologías detalladas, resultados obtenidos anteriormente, planos de diseño para el proyecto, anexos y memorias de cálculo.

1.4 Información Disponible

1.4.1 Información Primaria

El insumo principal obtenido para el diseño de las redes hidráulicas lo constituye la arquitectura y topografía del proyecto, que permite determinar las áreas a intervenir y los caudales y demandas de los sistemas.

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

2 DISEÑOS HIDRÁULICOS

2.1 Introducción

Para garantizar la correcta operación de los aparatos sanitarios y de las cubiertas propuestas desde arquitectura, se han previsto espacios que cuentan con aparatos sanitarios, puntos hidráulicos y bajantes pluviales que garantizan la funcionalidad de las instalaciones. En este capítulo se presentan los lineamientos generales, y dimensionamiento de las estructuras de suministro de agua potable, desagüe sanitario y pluvial requeridos para la adecuada construcción y puesta en operación de los aparatos sanitarios y de la cubierta.

El diseño hidrosanitario se realiza siguiendo los lineamientos establecidos en el código colombiano de fontanería NTC 1500 y la Resolución 0330 de 2017, donde se presentan los requerimientos mínimos y recomendaciones para el dimensionamiento de las redes hidráulicas e hidrosanitarias.

2.2 Objeto

Presentar los lineamientos, metodología y proceso de diseño para las redes de suministro de agua potable, recirculación de aguas lluvias, desagüe de aguas residuales y drenaje pluvial de la infraestructura de la Corporación en el municipio de Apartadó.

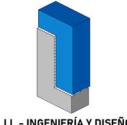
2.3 Alcance

Se presenta un informe de diseño de las redes hidrosanitarias, donde se especifican los lineamientos y proceso de diseño para el dimensionamiento de los diferentes componentes de las instalaciones. Se presentan los anexos correspondientes a memorias de cálculo hidráulicas del dimensionamiento de la red de suministro y desagüe sanitario, y de la red pluvial de cubiertas.

Se presentan planos con plantas generales y detalladas de la implantación de las redes, así como los detalles asociados a estas.

2.4 Sistema de suministro

Debido a la naturaleza ambiental de la Corporación, se ha concebido que el proyecto cuente con una red de recirculación de aguas lluvias, que alimente los aparatos sanitarios que no requieran de agua potable para su funcionamiento, por lo cual se diseña una red de agua potable para alimentación de lavamanos y lavaplatos, y una red de recirculación que alimente sanitarios, orinales y pocetas.

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

El sistema de suministro de agua potable se prevé alimentar desde un tanque de almacenamiento enterrado en concreto de 7 m³, que se alimenta desde la red de acueducto del municipio. El sistema de suministro para la red de recirculación se alimentará desde un tanque de almacenamiento enterrado de 10 m³.

2.4.1 Demandas y volumen de almacenamiento

Para la estimación del volumen de almacenamiento de agua potable se tuvieron en cuenta los usos de cada uno de los espacios y de la población flotante que pueden albergar, que de acuerdo con la **segunda actualización de la NTC1500**, que es la última actualización de la NTC1500 que posee un apartado relacionado con la evaluación del consumo, requiere de un volumen de almacenamiento específico en función del uso de cada espacio, considerando un almacenamiento de agua para 1 día.

El volumen de almacenamiento del tanque de recirculación se consideró a partir del uso de los espacios y del nivel de precipitación que hay en el municipio, buscando que se logre recolectar la mayor cantidad posible de agua lluvia, y que esta se encuentre disponible para su uso.

De igual manera, se planteó una derivación desde la acometida de agua potable hacia el tanque de recirculación para los momentos en donde el agua lluvia no logre llenar el tanque a su nivel mínimo operable.

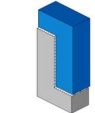
 LL - INGENIERÍA Y DISEÑO	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	---	---

Tabla 6. Evaluación del consumo

Industrias	80 litros /trabajador
Comercio, mercancías secas, casas de abastos, peluquerías y pescaderías	20 litros/ m ² mínimo 400 litros/ día
Mercados	15 litros /m ²
Viviendas	200 litros/ habitante/ día a 250 litros/ habitante/ día
Universidades	50 litros/ persona/ día
Internados	250 litros/ persona/ día
Hoteles (a)	500 litros/ habitación/ día
Hoteles (b)	250 litros/ cama/ día
Oficinas	90 litros/ persona/ día
Cuarteles	350 litros/ persona/ día
Restaurantes	4 litros/ día/ comida
Hospitales	600 litros/ persona/ día
Prisiones	600 litros/ persona/ día
Lavanderías	48 litros /kg de ropa
Lavado de carros	400 litros /carro/ día
W.C públicos	50 litros/ hora
W.C. intermitentes	150 litros/ hora
Circos, hipódromos, parques de atracciones, estudios, velódromos, autódromos, plazas de toros y similares	1 litro/ espectador
Cabarets, casinos y salas de baile	30 litros/ m ²
Cines, teatros y auditorios	3 litros / silla
Estaciones de servicio, bombas de gasolina, garajes y estacionamientos se colocará de acuerdo con los siguientes consumos:	
Para lavado automático	12 000 litros/ día/ unidad
Para lavado no automático	7 500 litros/ día/ unidad
Para bombas de gasolina	300 litros/ día/ surtidor
Para garajes y estacionamientos cubiertos	2 litros/ día/ m ² de área
Para oficinas y ventas de repuestos	6 litros/ día/ m ² de área útil
El suministro de agua para bares, fuentes de soda, refresquerías, cafeterías y similares se calculará con base en los siguientes consumos:	
Área en m ²	Consumo diario
Hasta 30	1 500 litros/ m ²
De 31 a 60	60 litros/ m ²
De 61 a 100	50 litros/ m ²
Mayor de 100	40 litros/ m ²
Riegos	
Piso asfaltado	1 litro/ m ²
Empedrados	1,5 litros/ m ²
Jardines	2 litros/ m ²
Piscinas	300 litros/ persona
Duchas piscina	60 litros/ persona

Tabla 2-1. Cálculo de dotación total para el proyecto – agua potable

CÁLCULO VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO - RED DE AGUA POTABLE			
ESPACIO	CANTIDAD	L/DIA	L/DIA
Oficina	145	90	13050
Auditorio	125	3	375
Parqueadero	204	2	408
			13833 Litros
*Según NTC1500 2da actualización			13.8 m3
Reducción por recirculación de aguas lluvias			6.9 m3

Nota: Se consideran los usos y dotaciones establecidos en la NTC 1500 segunda actualización, ya que desde la tercera actualización en adelante no se establecen las dotaciones según uso del edificio.

El cálculo de acuerdo con la NTC15000 2da actualización para el volumen del tanque de agua potable arroja un volumen de 14 m³. Es posible disminuir este volumen considerando que el tanque de aguas lluvias provee a sanitarios y orinales, que son los aparatos de mayor consumo de agua. Por criterio ingenieril, se decide reducir en un 50% el volumen del tanque de agua potable.

Por lo anterior, se requeriría de un volumen mínimo de 7 metros cúbicos considerando 150 puestos de oficinas, un aforo de 125 personas en el auditorio, y 204 m² de parqueaderos, para un día. Para atender esta demanda de servicios sanitarios se prevé la instalación de un total de 25 sanitarios, 25 lavamanos y 1 lavaplatos, repartidos para el uso de los administrativos del lugar y de la población flotante.

De acuerdo con los usos indicados el volumen mínimo requerido para suministro es de 6.9 m³ para **1 día** de almacenamiento, ampliado a **7 m³** por aspectos constructivos.

El volumen de la red de agua potable será de **7 m³**, necesario para dar abasto a la edificación durante **1 día**.

2.4.2 Acometida

La acometida se realiza desde la red de acueducto del municipio, con una tubería de 3/4", con una longitud aproximada de 32 m desde la derivación de la red de acueducto hasta la llegada a tanques. Con la finalidad de obtener un tiempo de llenado de 6 horas para el llenado de agua potable, se calcula el caudal necesario a transportar por la acometida para llenar los tanques de almacenamiento, obteniendo un caudal máximo de 0,79 L/s, el cual puede transportarse con una tubería de 3/4", produciendo una velocidad de 1,79 m/s, menor al límite establecido en la NTC1500 de 2 m/s.

Igualmente se garantiza que con esta acometida se obtenga una presión mínima de 10.35 m.c.a. a la entrada del tanque de almacenamiento de agua potable, calculando las pérdidas obtenidas por el transporte por la tubería y por la diferencia estática de nivel, considerando una presión en la red de acueducto municipal de 15 mca.

De este modo, se diseña una acometida para llenar los tanques con un caudal de 0.79 L/s, para un tiempo de llenado de 6 horas para el tanque de agua potable, como se muestra en la **Tabla 2-2** a continuación, según el código colombiano de fontanería. Los cálculos detallados se encuentran en los anexos del proyecto. El tiempo de llenado máximo que permite la Normativa es de 12 horas.

Tabla 2-2. Cálculo de caudal de acometida – Llenado Tanque agua potable

Cálculo volumen de almacenamiento y Caudal de acometida	
Tiempo de llenado tanque de suministro (hr)	6
Volumen de tanque (m ³)	17
Caudal de acometida (L/s)	0.79

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

Tabla 2-3. Cálculo de acometida, red de suministro – Llenado Tanque Agua potable y recirculación

CÁLCULO DE ACOMETIDA DESDE RED ACUEDUCTO											
Trazado		CONDUCTO		Caudal	Velocidad	Perdida de Energía, h _f		Cabeza (m SNM)		Presión (m.c.a.)	
Abscisa	Nivel (m SNM)	Material	DN (")	L/s	m/s	m/m	m	Piezométrica	Estatica	Dinámica	Estatica
K0+000.0	0.00							15.00	15.00	15.00	15.00
K0+025.0	0.00	PVC	0.75	0.79	1.79	0.149	3.722	11.28	15.00	11.28	15.00
K0+030.1	0.00	PVC	0.75	0.79	1.79	0.149	0.752	10.53	15.00	10.53	15.00
K0+031.3	0.00	PVC	0.75	0.79	1.79	0.149	0.179	10.35	15.00	10.35	15.00

2.4.3 Red de distribución

El diseño interno de la red de suministro contempla el trazado embebido por placa de piso y muros, para realizar el suministro a cada punto de entrega. Esta disposición podrá modificarse de común acuerdo con la interventoría, para facilitar su construcción, mantenimiento y eventuales reparaciones. La totalidad de aparatos sanitarios se ha previsto para la utilización de sistemas de tipo tanque, con conexión en 1/2" para cada uno de ellos, y una presión mínima residual de acuerdo con la NTC1500.

Todos los trabajos de plomería deberán ser realizados por personal especializado de acuerdo con las normas vigentes (NTC1500).

2.4.4 Unidades de consumo y caudales instantáneos

De acuerdo con el Código de Fontanería Colombiano NTC 1500, se consideraron las siguientes unidades de consumo, para cada uno de los aparatos a servir:

Tabla 2-4. Unidades de consumo por aparatos sanitarios, según NTC 1500.

Aparato	Unidad de Consumo
Inodoro público tanque	5.0
Lavamanos público de llave	1.5
Lavaplatos (poceta de cocina)	1.0
Poceta	2.25
Orinal público	2.0
*Las unidades de consumo son las previstas en la 6ta actualización de la NTC1500 - 2023	

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

De acuerdo con la disposición de servicios sanitarios determinados en los planos arquitectónicos del proyecto, se contabilizó un número de aparatos sanitarios, y con los mismos se determinó el Número de Unidades Sanitarias para cada espacio y total de la red de suministro, como se muestra a continuación.

Tabla 2-5. Cuadro resumen de aparatos sanitarios.

Aparato	Cantidad
Inodoro público tanque	25
Lavamanos privado de llave	25
Lavaplatos (poceta de cocina)	1
Orinal	6
Total Aparatos sanitarios	57

Tabla 2-6. Aparatos sanitarios

CANTIDAD DE SERVICIOS				
ESPACIO	CORPOURABA			
	INODORO TANQUE	LAVAMANOS	LAVAPLATOS	ORINAL
BAÑO PRINCIPAL P1	8	8	1	3
BAÑOS NORTE P1	2	2	0	0
BAÑOS OCCIDENTAL P1	2	2	0	0
BAÑO PRINCIPAL P2	8	8	0	3
BAÑOS NORTE P2	2	2	0	0
BAÑO ORIENTAL P2	1	1	0	0
BAÑOS OCCIDENTAL P2	2	2	0	0
TOTAL	25	25	1	6

Tabla 2-7. Unidades sanitarias

UNIDADES DE DESCARGA POR ESPACIO						
ESPACIO	CORPOURABA					
	INODORO TANQUE	LAVAMANOS	LAVAPLATOS	ORINAL	TOTAL U.S. POTABLE	TOTAL U.S. RECIRCULACIÓN
U.S. ADOPTADAS	5	1.5	1	2		
BAÑO PRINCIPAL P1	40	12	1	6	13	46

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	---	---

BAÑOS NORTE P1	10	3	0	0	3	10
BAÑOS OCCIDENTAL P1	10	3	0	0	3	10
BAÑO PRINCIPAL P2	40	12	0	6	12	46
BAÑOS NORTE P2	10	3	0	0	3	10
BAÑO ORIENTAL P2	5	1.5	0	0	1.5	5
BAÑOS OCCIDENTAL P2	10	3	0	0	3	10
					38.5	137

De acuerdo con las ecuaciones correspondientes, se determinó que la red para la zona limpia al inicio de la red de abastecimiento contará con un requerimiento de 38,5 Unidades Sanitarias para la red de agua potable, todas de tanque. Por otro lado, la red para recirculación deberá contar con 137 Unidades Sanitarias.

Al aplicar las ecuaciones de la Curva de Hunter se obtuvo un Caudal Máximo Probable o instantáneo de **1.43 L/s** para la red de agua potable, y de **3.42 L/s** para la red de recirculación.

Los caudales instantáneos de demanda probable se obtuvieron a partir de las unidades sanitarias, considerando la curva de demanda en función de la simultaneidad, denominada curva de Hunter, la cual posee dos variantes, una para considerar unidades sanitarias de aparatos con tanque, y otra para aparatos con sistema push o de fluxómetro.

Curva de Hunter para aparatos sanitarios con tanque:

$$Q = 0.1163UC^{0.6875}$$

Curva de Hunter para aparatos sanitarios con push o fluxómetro:

$$Q = 0.7243UC^{0.384}$$

Una vez asignada la unidad a cada aparato sanitario, se efectuó el recorrido por la red en sentido contrario a la dirección del flujo, partiendo de cada aparato, acumulando las unidades de consumo para push o para tanque, y calculando el caudal en cada tramo, hasta llegar al inicio de la red, utilizando unidades de push o tanque según corresponda para efectuar la estimación del caudal.

2.4.5 Cálculo y dimensionamiento de la red de distribución

El cálculo hidráulico de la red de distribución de agua potable se efectuó para tubería PVC, con base en la ecuación de Hazen Williams, la cual se expresa a continuación:

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

$$J = (56.29 Q / C D^{2.63})^{1.85}$$

Donde:

J = Pérdida unitaria en m/m

Q = Caudal en litros por segundo

C = Coeficiente de fricción de Hazen Williams. C= 150 para PVC

D = Diámetro interno de la tubería en pulgadas

Con ayuda de la hoja electrónica se configuró la tabla de cálculo que se presenta posteriormente. Para las redes descritas inicialmente se asignaron unos diámetros de tal forma que la velocidad máxima sea de 2.0 m/s, posteriormente para estos diámetros se hallaron las longitudes de tubería equivalentes a los accesorios en cada tramo, que adicionada a la longitud real de tubería, permite obtener la longitud total para cálculo de pérdidas por fricción y accesorios.

El cálculo se efectúa asignando al tramo inicial una columna de agua al sistema, de tal forma que la presión disponible en el aparato crítico de cada red y en los tramos, sea como mínimo 5.0 metros de columna de agua, teniendo en cuenta que se ha proyectado instalar sistema de sanitarios de tipo tanque, y que 5 m.c.a. es la presión mínima que requiere un lavamanos para funcionar adecuadamente. Con esta columna inicial de agua y las pérdidas en cada tramo se obtiene la línea piezométrica del sistema y la cabeza estática para diseño del RDE de la tubería PVC.

El cálculo de la ruta crítica se presenta en la **Tabla 2-8**, desde el punto extremo de la red de suministro, identificando el aparato hidráulicamente más lejano de toda la red, como punto crítico por el recorrido que la red de suministro realiza desde el medidor.

Tabla 2-8. Memoria de cálculo hidráulico red de agua potable – Ruta crítica agua potable

Lavamanos critico - baño principal piso 2																
Tramo		TUBERIA PVC			CAUDA L	VELOCIDA D	LONGITU D	PERDIDA S	ELEVACION		ELEVACION		PRESION		PRESION	
INICIA L	FINA L	DIAMETRO		UNIDADES			TOTAL	TOTAL	PIEZOMETRIC A		TUBERIA		DISPONIBLE		ESTATICA	
		INTERIO R	NOMINA L	SANITARIA S					INICIAL	FINA L	INITIA L	FINA L	INICIA L	FINA L	INITIA L	FINA L
		(plg)		TANQUE					(L/s)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	1.189	1.00	38.5	1.43	2.00	7.45	1.02	18.50	17.48	-2.50	0.00	21.00	17.48	21.00	18.50
2	3	1.189	1.00	38.5	1.43	2.00	1.45	0.20	17.48	17.29	0.00	0.00	17.48	17.29	18.50	18.50
3	4	1.189	1.00	38.5	1.43	2.00	6.30	0.86	17.29	16.43	0.00	0.00	17.29	16.43	18.50	18.50
4	5	1.189	1.00	38.5	1.43	2.00	2.10	0.29	16.43	16.14	0.00	0.00	16.43	16.14	18.50	18.50
5	6	1.189	1.00	35.5	1.35	1.89	12.33	1.52	16.14	14.63	0.00	0.00	16.14	14.63	18.50	18.50
6	7	1.189	1.00	35.5	1.35	1.89	4.43	0.54	14.63	14.08	0.00	0.00	14.63	14.08	18.50	18.50
7	8	1.189	1.00	35.5	1.35	1.89	3.43	0.42	14.08	13.66	0.00	0.00	14.08	13.66	18.50	18.50
8	9	1.189	1.00	35.5	1.35	1.89	4.44	0.55	13.66	13.11	0.00	0.00	13.66	13.11	18.50	18.50
9	10	1.189	1.00	19.5	0.90	1.25	2.48	0.14	13.11	12.97	0.00	0.00	13.11	12.97	18.50	18.50
10	11	1.189	1.00	19.5	0.90	1.25	3.27	0.19	12.97	12.78	0.00	3.00	12.97	9.78	18.50	15.50
11	12	1.189	1.00	19.5	0.90	1.25	1.02	0.06	12.78	12.72	3.00	3.00	9.78	9.72	15.50	15.50
12	13	0.930	0.75	16.5	0.80	1.82	15.17	2.33	12.72	10.40	3.00	3.00	9.72	7.40	15.50	15.50
13	14	0.930	0.75	13.5	0.70	1.59	1.13	0.13	10.40	10.26	3.00	3.00	7.40	7.26	15.50	15.50
14	15	0.930	0.75	12.0	0.64	1.46	1.68	0.17	10.26	10.09	3.00	3.00	7.26	7.09	15.50	15.50
15	16	0.716	0.50	6.0	0.40	1.53	1.48	0.22	10.09	9.87	3.00	3.00	7.09	6.87	15.50	15.50
16	17	0.716	0.50	6.0	0.40	1.53	1.48	0.22	9.87	9.64	3.00	3.00	6.87	6.64	15.50	15.50

 LL - INGENIERÍA Y DISEÑO	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	---	---

17	18	0.716	0.50	6.0	0.40	1.53	1.08	0.16	9.64	9.48	3.00	3.00	6.64	6.48	15.50	15.50
18	19	0.716	0.50	4.5	0.33	1.26	1.38	0.14	9.48	9.34	3.00	3.00	6.48	6.34	15.50	15.50
19	20	0.716	0.50	3.0	0.25	0.95	1.38	0.09	9.34	9.25	3.00	3.00	6.34	6.25	15.50	15.50
20	21	0.716	0.50	1.5	0.15	0.59	1.38	0.04	9.25	9.21	3.00	3.00	6.25	6.21	15.50	15.50
21	22	0.716	0.50	1.5	0.15	0.59	1.08	0.03	9.21	9.19	3.00	3.60	6.21	5.59	15.50	14.90

Tabla 2-9. Memoria de cálculo hidráulico red de agua potable – Ruta crítica recirculación

Tramo		TUBERIA PVC			CAUDA L	VELOCIDA D	LONGITU D	PERDIDA S	ELEVACION		ELEVACION		PRESION		PRESION			
INICIA L	FINA L	DIAMETRO		UNIDADES			TOTAL	TOTAL	PIEZOMETRIC A	TUBERIA	DISPONIBLE	ESTATICA						
		INTERIO R	NOMINA L	SANITARIA S									INICIAL	FINA L	INITIA L	FINA L	INITIA L	FINA L
		(p/g)		TANQUE									(L/s)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	2	2.149	2.00	137.0	3.42	1.46	8.80	0.34	24.80	24.46	-2.50	0.00	27.30	24.46	27.30	24.80		
2	3	2.149	2.00	137.0	3.42	1.46	2.90	0.11	24.46	24.35	0.00	0.00	24.46	24.35	24.80	24.80		
3	4	2.149	2.00	127.0	3.25	1.39	14.20	0.50	24.35	23.85	0.00	0.00	24.35	23.85	24.80	24.80		
4	5	2.149	2.00	127.0	3.25	1.39	5.50	0.19	23.85	23.66	0.00	0.00	23.85	23.66	24.80	24.80		
5	6	2.149	2.00	127.0	3.25	1.39	6.30	0.22	23.66	23.44	0.00	0.00	23.66	23.44	24.80	24.80		
6	7	2.149	2.00	127.0	3.25	1.39	5.80	0.20	23.44	23.24	0.00	0.00	23.44	23.24	24.80	24.80		
7	8	1.502	1.25	71.0	2.18	1.91	4.50	0.43	23.24	22.81	0.00	0.00	23.24	22.81	24.80	24.80		
8	9	1.502	1.25	71.0	2.18	1.91	4.30	0.41	22.81	22.40	0.00	3.00	22.81	19.40	24.80	21.80		
9	10	1.502	1.25	71.0	2.18	1.91	1.25	0.12	22.40	22.28	3.00	3.00	19.40	19.28	21.80	21.80		
10	11	1.502	1.25	61.0	1.96	1.72	15.05	1.18	22.28	21.10	3.00	3.00	19.28	18.10	21.80	21.80		
11	12	0.930	0.75	15.0	0.75	1.71	1.00	0.14	21.10	20.96	3.00	3.00	18.10	17.96	21.80	21.80		
12	13	0.716	0.50	5.0	0.35	1.35	16.80	2.01	20.96	18.95	3.00	3.00	17.96	15.95	21.80	21.80		
13	14	0.716	0.50	5.0	0.35	1.35	12.80	1.53	18.95	17.42	3.00	3.00	15.95	14.42	21.80	21.80		
14	15	0.716	0.50	5.0	0.35	1.35	1.10	0.13	17.42	17.28	3.00	3.30	14.42	13.98	21.80	21.50		

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

Como se observa en la **Tabla 2-8** se requiere una cabeza dinámica de **21.00 m.c.a.** a la salida del tanque para realizar suministro de agua potable, y una cabeza dinámica de **27.30 m.c.a.** a la salida del tanque para suministrar agua a la totalidad de los aparatos sanitarios de la red de recirculación.

2.4.6 Bombeo

El sistema de bombeo se localiza en un cuarto adjunto al tanque de almacenamiento previsto para la instalación de dos bombas centrifugas idénticas dispuestas en paralelo, con arranques alternados, cada una con la capacidad de suplir el 100% de la capacidad requerida. Los requerimientos del sistema son cabeza dinámica total de 21.0 m.c.a, caudal de 1.43 L/s.

Para cada bomba con el 100 % de la capacidad del sistema, se requiere una cabeza dinámica de 21.0 m.c.a, para un caudal de 1.43 l/s, con una potencia de 0.75 H.P. Como equipo de control de presiones se requiere la instalación de un tanque hidroneumático de 0.5 m³ para agua potable, y uno de 0.2m³ para recirculación, que garantizarán la presión constante en el sistema y regulará el número de arranques de las bombas por hora de operación, los detalles de localización se presentan en el Anexo 1. Planos del proyecto.

Tabla 2-10. Cálculo de cabeza dinámica total requerida – Bombeo agua potable.

CALCULO DEL EQUIPO DE BOMBEO

CAUDAL (L/s)=	1.43
CLASE DE TUBERIA:	PVC
COEFICIENTE HAZEN WILLIAMS	150
DIAMETRO TEORICO SUCCION (pul)=	1.9
DIAMETRO COMERCIAL (pul)=	2
VELOCIDAD REAL (m/s) =	0.71
PERDIDAS UNITARIAS J(m/m)=	0.0109
COTA DE LA SUCCION (msnm)	-3.00
DIAMETRO TEORICO DESCARGA (pul)=	1.5
DIAMETRO COMERCIAL(pul)=	2
VELOCIDAD REAL (m/s) =	0.71
PERDIDAS UNITARIAS J(m/m)=	0.0109
COTA DE LA DESCARGA (msnm)	3.60

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

ALTURA DINAMICA DE ELEVACION (m)	22.0
ALTURA DINAMICA REQUERIDA (psi)	31.5
POTENCIA (HP)	0.69

Tabla 2-11. Cálculo de cabeza dinámica total requerida – Bombeo agua recirculación.

CALCULO DEL EQUIPO DE BOMBEO

CAUDAL (L/s)=	3.42
CLASE DE TUBERIA:	PVC
COEFICIENTE HAZEN WILLIAMS	150

DIAMETRO TEORICO SUCCION (pul)=	3.0
DIAMETRO COMERCIAL (pul)=	3
VELOCIDAD REAL (m/s) =	0.75
PERDIDAS UNITARIAS J(m/m)=	0.0076
COTA DE LA SUCCION (msnm)	-3.00

DIAMETRO TEORICO DESCARGA (pul)=	2.4
DIAMETRO COMERCIAL(pul)=	3
VELOCIDAD REAL (m/s) =	0.75
PERDIDAS UNITARIAS J(m/m)=	0.0076
COTA DE LA DESCARGA (msnm)	3.30

ALTURA DINAMICA DE ELEVACION (m)	28.1
ALTURA DINAMICA REQUERIDA (psi)	40.1
POTENCIA (HP)	1.95

2.4.7 Cálculo y dimensionamiento sistema de hidroacumulador

En vista que se trata de un sistema de distribución nuevo, con unos requerimientos de presiones que no es posible garantizar a partir de la energía proporcionada por el sistema de acueducto, es necesario la implementación de un sistema de bombeo alimentado de un tanque subterráneo nuevo (con al menos capacidad de almacenamiento para el valor mínimo estimado anteriormente), y

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

garantizar en todo momento un rango de presiones adecuados para el sistema, para lo cual se ha optado por implementar un sistema compuesto por dos bombas, cada una con el 100% de capacidad en función al caudal de diseño y presión de operación requerida (una en Stand By), y un tanque hidroacumulador que garantiza, regula y mantiene las presiones de servicio en los rangos requeridos por el sistema.

Igualmente, para regular las presiones y evitar que el sistema se vea sometido a las variaciones de presión generadas por el sistema de bombeo, y posibles problemas de fatiga de las tuberías, se diseñó un tanque hidroacumulador con capacidad de regulación del 100% del caudal de diseño, para un tiempo de regulación de cuatro (4) minutos, para regular el número máximo de arranques por hora de las bombas. Los cálculos del sistema hidroacumulador se presentan en la **Tabla 2-12**, donde se muestra que se requiere un tanque hidroneumático de 200 litros para la red de agua potable, y de 500 litros para la red de recirculación.

Tabla 2-12. Calculo tanque Hidroacumulador – Bombeo agua potable

DISEÑO TANQUE HIDRONEUMATICO				
Potencia Bomba seleccionada	0.75 HP	Caudal de diseño	100%	1.43 l/s
Caudal	1.43 l/s	Volumen de regulación		16 litros
Cabeza dinámica total	22.0 m.c.a	Volumen de aire tanque		45 litros
Tiempo de regulación	0.75 min	Volumen total del tanque		204 litros
Presiones de trabajo	Inicial	35 PSI	Número de tanques	1 Unidades
	Final	55 PSI	Capacidad x tanque	200 litros

Tabla 2-13. Calculo tanque Hidroacumulador – Bombeo agua recirculación

DISEÑO TANQUE HIDRONEUMATICO				
Potencia Bomba seleccionada	2 HP	Caudal de diseño	100%	3.42 l/s
Caudal	3.42 l/s	Volumen de regulación		38 litros
Cabeza dinámica total	28.1 m.c.a	Volumen de aire tanque		117 litros
Tiempo de regulación	0.75 min	Volumen total del tanque		519 Litros
Presiones de trabajo	Inicial	40 PSI	Número de tanques	1 Unidades
	Final	60 PSI	Capacidad x tanque	500 litros

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

2.4.8 Sistema de tratamiento de agua para red de recirculación

Un sistema de recirculación de aguas lluvias requiere de un sistema primario de filtración y tratamiento de agua que asegure unas condiciones mínimas de calidad del agua para ser conducida a aparatos como inodoros y orinales, sin generar molestias por olores y color en el agua.

Para esto, es necesario establecer filtros que permitan retener el sedimento, hojas y residuos que el agua pudiera arrastrar desde las cubiertas.

El sistema de filtración y tratamiento propuesto para este sistema consiste en:

Tragantes en cubiertas: Filtrar residuos grandes como hojas y excremento de animales

Dispositivo de primer lavado FIRST FLUSH: Para descartar el primer volumen de lluvia, que normalmente trae alto contenido de sedimento y residuos

Malla 200 micras, para retirar sedimentos finos del agua

Deflector para tanque: Reduce la turbulencia y velocidad del flujo, produciendo sedimentación en el tanque

Desinfección con cloro: Impide la proliferación de bacterias, y reduce olores indeseables en el agua

2.4.8.1 Proceso de filtración

El sustento para la implementación de esta propuesta se basa en la Normativa 0330 de 2017, donde indica que para fuentes de agua usadas para consumo humano puede utilizarse (entre otros) el método de filtración convencional para reducir el efecto de los mismos y mejorar así la calidad del agua, tal como se observa en la tabla siguiente, tomada de la Normativa.

El sistema de filtración implementado se compone de dos filtros que trabajan eficientemente bajo una presión de entre 15 y 80 PSI. Estos filtros se han dispuesto al ingreso al tanque de almacenamiento de agua para la zona sucia, aguas arriba del sistema de dosificación de cloro, ubicado al interior del tanque de almacenamiento.

Se dispone de dos filtros de 5 y 20 μm , esto debido a que las partículas que generan turbiedad corresponden a partículas coloidales tipo arcillas gruesas (2-4 μm) y limos medios (16-31 μm) según la tabla de clasificación de Lane. Las características principales de la filtración a utilizar son mostradas en la tabla siguiente, correspondientes al filtro PKPFBB10X1P:

2.4.8.2 Proceso de desinfección

Para el proceso de desinfección se ha optado por un sistema de cloración a flujo libre con pastillas de hipoclorito de sodio. La dosificación debe realizarse disolviendo el hipoclorito en agua, y posteriormente aplicarla al tanque.

El cálculo de la dosificación de cloro se realiza en función del pH del agua (7.5 en promedio para el sistema), la temperatura de la misma (15 °C en promedio para el sistema) y el grado de turbidez del agua, a partir de la tabla siguiente, tomada de la Resolución 0330 de 2017.

Tabla 2-14. Parámetros de desinfección por cloración para UNT entre 1 y 2

Tabla 14. Parámetros de Desinfección por cloración (1 - 2 UNT)
Valores de $C_t = K$ (mg-min/l) para inactivación de Coliformes totales por Cloro libre para log 3

Dosis de Cloro Aplicada mg/l	10 °C				15 °C				20 °C				25 °C			
	pH				pH				pH				pH			
	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5
<=0,40	37	44	52	63	25	30	35	42	18	22	26	31	12	15	18	21
0,6	38	45	54	64	25	30	36	43	19	23	27	32	13	15	18	22
0,8	39	46	55	66	26	31	37	44	20	23	28	33	13	16	19	22
1,0	40	47	56	67	27	32	38	45	20	24	28	34	13	16	19	23
1,2	40	48	57	69	27	32	38	46	20	24	29	35	14	16	19	23
1,4	41	49	58	70	28	33	39	47	21	25	29	35	14	17	20	24
1,6	42	50	60	72	28	33	40	48	21	25	30	36	14	17	20	24
1,8	43	51	61	74	39	34	41	49	22	26	31	37	15	17	21	25
2,0	44	52	62	75	29	35	42	50	22	26	31	38	15	18	21	25
2,2	45	53	64	77	30	35	43	51	22	27	32	39	15	18	21	26
2,4	45	54	65	79	30	36	43	53	23	27	33	39	15	18	22	26
2,6	46	55	66	80	31	37	44	54	23	28	33	40	16	19	22	27
2,8	47	56	67	82	31	37	45	55	24	28	34	41	16	19	23	27
3,0	48	57	69	83	32	38	46	56	24	29	34	42	16	19	23	28

Fuente: Resolución 330 de 2017.

Para una temperatura promedio de 15 °C, y un pH promedio de 7.5, se opta inicialmente por escoger un valor de $K=47$, con lo cual se obtiene una concentración de cloro a aplicar de 1.4 mg/L. A esta concentración deberá adicionarse la concentración de cloro residual, la cual se ha estimado en 0.6 mg/L.

Con un $K=47$ y una concentración de 1.4 mg/L se obtiene un tiempo de retención de 33.6 min, cumpliendo así el valor mínimo de 20 minutos de la Normativa.

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

Tabla 2-15. Requerimiento de concentración en tiempo de retención según Resolución 330

Requerimiento de concentración en tiempo de retención según Resolución 330	
Valor de K según Resolución 330 (mg.min/L)	47
Concentración de cloro por demanda según Resolución 330 (mg/L)	1.4
Concentración de cloro residual (mg/L)	0.6
Dosis de cloro a aplicar (mg/L)	2
Tiempo de retención según Resolución 330 (min)	34

La concentración total que deberá disponerse en el tanque será la suma de la concentración de cloro demandado por el sistema más la concentración de cloro residual, que corresponde a un total de 2 mg/L.

A partir de esta concentración, se determina la cantidad de hipoclorito de sodio que se debe suministrar al día para asegurar una adecuada concentración de cloro en el agua, el cual arroja 1.85 litros de la solución aplicada al agua, como se observa en la tabla siguiente.

Tabla 2-16. Dosificación de hipoclorito de sodio diaria

Cantidad de cloro en sistema por mes	
Consumo de agua por tanque (L)	2770200
Consumo de cloro por tanque (mg)	5540400
Consumo de cloro por tanque (g)	5540
Concentración de cloro	10%
Consumo de hipoclorito de sodio por tanque (L)	55.4
Cantidad de cloro en sistema por día	
Consumo de hipoclorito de sodio por tanque (L)	1.85

2.5 Sistema de desagües

2.5.1 Generalidades

Las redes de desagüe de aguas negras de la edificación se construirán en PVC-Sanitario, descargando hacia cajas de inspección de 0.6 x 0.6 m, para después ser conducidas al sistema de alcantarillado local.

En este capítulo se presentan los criterios básicos considerados para el diseño de las redes descritas.

2.5.2 Red interna de desagües

Las redes de desagües están proyectadas por debajo de las placas del piso. A estas redes descargan cada uno de los aparatos sanitarios y cárcamos utilizando accesorios tipo “yee”. El ramal principal de la red descarga en cajas de inspección de 0.60 x 0.60 m, que conducen finalmente los desagües mediante tubería de PVC-S hasta la red de alcantarillado local por la calle 92.

El sistema contempla la solución a la ventilación del sistema de desagües por medio de una red secundaria de ventilación en 2”, paralela al ramal principal, para asegurar que al accionar cualquiera de los aparatos sanitarios, especialmente sanitarios, no se presenten succiones a los sellos hidráulicos en ninguna zona de la red, asegurando así un control adecuado de los malos olores, y un flujo adecuado dentro de la red de desagües. Este sistema cubre los aspectos descritos en el Código Colombiano de Fontanería (NTC-1500).

2.5.3 Unidades de descarga y caudales instantáneos

De acuerdo con el Código de Fontanería Colombiano (NTC-1500), se consideraron las siguientes magnitudes de unidades de descarga, para cada uno de los aparatos a servir:

Tabla 2-17. Unidades de desagüe de aparatos sanitarios consideradas para el Cálculo

Aparato	Unidad de Consumo*
Inodoro público tanque	4
Lavamanos	1
Lavaplatos (poceta de cocina)	2
Poceta	2
Orinal	2
Sifón de piso	2
*Las unidades de consumo son las previstas en la 6ta actualización de la NTC1500 - 2023	

Los caudales instantáneos de descarga probable se obtuvieron a partir de las unidades de descarga, considerando la curva de demanda en función de la simultaneidad, denominada curva de Hunter, la cual posee dos variantes, una para considerar unidades sanitarias de aparatos con tanque, y otra para aparatos con sistema push.

Curva de Hunter para aparatos sanitarios con tanque:

$$Q = 0.1163UC^{0.6875}$$

Curva de Hunter para aparatos sanitarios con sistema push:

$$Q = 0.7243UC^{0.384}$$

Una vez asignada la unidad a cada aparato sanitario, se efectuó el recorrido por la red en sentido contrario a la dirección del flujo, partiendo de cada aparato acumulando las unidades de descarga en cada tramo, y asignando el caudal máximo probable en cada uno, hasta llegar al inicio de la red.

Definidas las unidades de cada tramo sanitario, se procede a asignar el caudal correspondiente mediante el método de Hunter, siguiendo las ecuaciones mostradas anteriormente, para unidades de con tanque o con push.

2.5.4 Cálculo y dimensionamiento de las redes sanitarias

Los diámetros nominales mínimos de conexión adoptados según el Código Colombiano de Fontanería, para los diversos aparatos sanitarios son los siguientes:

Tabla 2-18. diámetro nominal mínimo de conexión para aparatos sanitarios

Aparato	Diámetro mínimo de conexión (pulgadas)
Inodoro público tanque	4
Lavamanos de llave	2
Lavaplatos (poceta de cocina)	2
Poceta	2
Orinal	2
Sifón de piso	2

El diámetro mínimo de la tubería que recibe la descarga de un sanitario es de 4", así como el diámetro mínimo de la conexión al colector se adoptó en 4".

El dimensionamiento de las redes de desagüe interno se efectuó a partir del número total de unidades de desagüe en cada tramo, sumando la totalidad de aparatos conectados a dicha red. Se ha tenido en cuenta la carga máxima de unidades para cada tramo según la Tabla 2-19. Todas las tuberías sanitarias internas son dimensionadas para una pendiente mínima del 0.5 %, empleando el criterio de obtención de una velocidad mayor a 0.6 m/s o un esfuerzo tractivo mayor de 0.15 kg/m².

Tabla 2-19. Carga máxima de unidades por tramo, Tomado de NTC 1500.

Diámetro del Tubo (mm) (pulgadas)	38 1 1/2	51 2	64 2 1/2	76 3	102 4	152 6	203 8	254 10	305 12
Unidades máximas, tubería horizontal- Pendiente 2%	1	8	14	35	216	720	2640	4680	8200
Unidades máximas, tubería horizontal- Pendiente 1%	1	6	11	28	173	576	2112	3744	6560

Todas las tuberías de descarga hacia las cajas de inspección principales se realiza mediante tubería de 4".

La conexión entre las cajas de inspección y las tuberías de alcantarillado sanitario local se debe realizar mediante tubería de PVC-Alcantarillado, con las condiciones indicadas en los planos correspondientes, con la finalidad de facilitar los procesos de mantenimiento.

2.5.4.1 Dimensionamiento de colectores de aguas residuales

El cálculo hidráulico de estos colectores se efectuó para tubería PVC-S, con base en la ecuación de Manning, la cual se expresa a continuación:

$$Q = A R^{2/3} S^{1/2} / n$$

Donde:

Q = Caudal en m³ /segundo

A = Área del flujo en m²

R = Radio hidráulico en metros

S = Pendiente hidráulica en m/m.

n = Coeficiente de rugosidad de Manning. Para PVC n = 0.011

Con ayuda de la hoja electrónica, se configuró la tabla de cálculo que se presenta a continuación. El cálculo hidráulico se realizó considerando flujo uniforme, con los caudales de aporte de cada aparato sanitario mostrados en la **Tabla 2-17**.

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

En la **Tabla 2-20** se muestra el cálculo de la red de desagües de las baterías sanitarias. En el diseño mostrado se asegura que cada tramo de tubería genera una velocidad comprendida entre 0.6 y 5 m/s, o una fuerza tractiva mayor a 0.15 kg/m².

Tabla 2-20. Diseño de red de desagüe – Ramal 1 – Piso 2

RED GENERAL DE DESAGUE - RAMAL 1 - PISO 2											
Tramo		Tubería				Unidad es de descarg a comune s	Unidad es de descarg a comune s Acum.	Caud al (l/s)	Caud al Tubo Lleno (l/s)	Velocida d (m/s)	Fuerza tractiv a (>0.15 kg/m2)
		Materi al	Diámetro		Pen d.						
Nod o Inici al	Nod o Fina l			Nomin al	Interi or (mm)	(%)					
1	2	PVCS	4"	107.7	2.0	4	4	0.30	10.52	0.51	0.16
2	3	PVCS	4"	107.7	2.0	0	4	0.30	10.52	0.51	0.16
3	4	PVCS	4"	107.7	2.0	1	5	0.35	10.52	0.53	0.17
4	5	PVCS	4"	107.7	2.0	0	5	0.35	10.52	0.53	0.17
5	6	PVCS	4"	107.7	2.0	0	5	0.35	10.52	0.53	0.17
6	7	PVCS	4"	107.7	2.0	0	5	0.35	10.52	0.53	0.17

Tabla 2-21. Diseño de red de desagüe – Ramal 2 – Piso 2

RED GENERAL DE DESAGUE - RAMAL 2 - PISO 2											
Tramo		Tubería				Unidad es de descarg a comune s	Unidad es de descarg a comune s Acum.	Caud al (l/s)	Caud al Tubo Lleno (l/s)	Velocida d (m/s)	Fuerza tractiv a (>0.15 kg/m2)
		Materi al	Diámetro		Pen d.						
Nod o Inici al	Nod o Fina l			Nomin al	Interi or (mm)	(%)					
CI13	CI14	PVCS	4"	107.7	2.0	4	4	0.30	10.52	0.51	0.16
CI14	CI15	PVCS	4"	107.7	2.0	0	4	0.30	10.52	0.51	0.16
CI15	CI16	PVCS	4"	107.7	2.0	4	8	0.49	10.52	0.59	0.20
CI16	CI17	PVCS	4"	107.7	2.0	4	12	0.64	10.52	0.64	0.22
CI17	CI17	PVCS	4"	107.7	2.0	2	14	0.71	10.52	0.66	0.23
CI17	CI17	PVCS	4"	107.7	2.0	2	16	0.78	10.52	0.68	0.24
CI17	CI17	PVCS	4"	107.7	2.0	2	18	0.85	10.52	0.69	0.25

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	---	---

CI17	CI17	PVCS	4"	107.7	2.0	0	18	0.85	10.52	0.69	0.25
CI17	CI17	PVCS	4"	107.7	1.0	9	27	1.12	7.44	0.59	0.16
CI17	CI17	PVCS	4"	107.7	1.0	0	27	1.12	7.44	0.59	0.16
CI17	CI17	PVCS	4"	107.7	1.0	0	27	1.12	7.44	0.59	0.16
CI17	CI17	PVCS	4"	107.7	1.0	20	47	1.64	7.44	0.66	0.19
CI17	CI17	PVCS	4"	107.7	1.0	0	47	1.64	7.44	0.66	0.19

Tabla 2-22. Diseño de red de desagüe – Ramal 3 – Piso 2

RED GENERAL DE DESAGUE - RAMAL 3 - PISO 2											
Tramo		Tubería				Unidad es de descarg a comune s	Unidad es de descarg a comune s Acum.	Caud al (l/s)	Caud al Tubo Lleno (l/s)	Velocida d (m/s)	Fuerza tractiv a (>0.15 kg/m2)
		Materi al	Diámetro		Pen d.						
			Nomin al	Interi or (mm)							
Nod o Inici al	Nod o Fina l										
1	2	PVCS	4"	107.7	2.0	4	4	0.30	10.52	0.51	0.16
2	3	PVCS	4"	107.7	2.0	0	4	0.30	10.52	0.51	0.16
3	4	PVCS	4"	107.7	2.0	2	6	0.40	10.52	0.55	0.18
4	5	PVCS	4"	107.7	2.0	4	10	0.57	10.52	0.62	0.21

Tabla 2-23. Diseño de red de desagüe – Ramal 1 – Piso 1

RED GENERAL DE DESAGUE - RAMAL 1 - PISO 1											
Tramo		Tubería				Unidad es de descarg a comune s	Unidad es de descarg a comune s Acum.	Caud al (l/s)	Caud al Tubo Lleno (l/s)	Velocida d (m/s)	Fuerza tractiv a (>0.15 kg/m2)
		Materi al	Diámetro		Pen d.						
			Nomin al	Interi or (mm)							
Nod o Inici al	Nod o Fina l										
1	2	PVCS	4"	107.7	2.0	4	4	0.30	10.52	0.51	0.16
2	3	PVCS	4"	107.7	2.0	4	8	0.49	10.52	0.59	0.20
3	4	PVCS	4"	107.7	2.0	1	9	0.53	10.52	0.60	0.20
4	5	PVCS	4"	107.7	2.0	1	10	0.57	10.52	0.62	0.21

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

5	6	PVCS	4"	107.7	1.3	0	10	0.57	8.32	0.52	0.15
6	7	PVCS	4"	107.7	1.3	0	10	0.57	8.32	0.52	0.15
7	8	PVCS	4"	107.7	1.3	10	20	0.91	8.32	0.60	0.18

Tabla 2-24. Diseño de red de desagüe – Ramal 2 – Piso 1

RED GENERAL DE DESAGUE - RAMAL 2 - PISO 2											
Tramo		Material	Tubería			Unidad es de descarg a comune s	Unidad es de descarg a comune s Acum.	Caud al (l/s)	Caud al Tubo Lleno (l/s)	Velocida d (m/s)	Fuerza tractiv a (>0.15 kg/m2)
			Diámetro		Pen d.						
Nod o Inici al	Nod o Fina l		Nomin al	Interi or (mm)	(%)						
CI13	CI14	PVCS	4"	107.7	2.0	4	4	0.30	10.52	0.51	0.16
CI14	CI15	PVCS	4"	107.7	2.0	0	4	0.30	10.52	0.51	0.16
CI15	CI16	PVCS	4"	107.7	2.0	4	8	0.49	10.52	0.59	0.20
CI16	CI17	PVCS	4"	107.7	2.0	4	12	0.64	10.52	0.64	0.22
CI17	CI17	PVCS	4"	107.7	2.0	3	15	0.75	10.52	0.67	0.24
CI17	CI17	PVCS	4"	107.7	2.0	2	17	0.82	10.52	0.69	0.25
CI17	CI17	PVCS	4"	107.7	2.0	2	19	0.88	10.52	0.70	0.25
CI17	CI17	PVCS	4"	107.7	2.0	0	19	0.88	10.52	0.70	0.25
CI17	CI17	PVCS	4"	107.7	1.0	9	28	1.15	7.44	0.59	0.17
CI17	CI17	PVCS	4"	107.7	1.0	0	28	1.15	7.44	0.59	0.17
CI17	CI17	PVCS	4"	107.7	1.0	20	48	1.67	7.44	0.66	0.19
CI17	CI17	PVCS	4"	107.7	1.0	47	95	2.66	7.44	0.75	0.24
CI17	CI17	PVCS	4"	107.7	1.0	20	115	3.04	7.44	0.78	0.25

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

Tabla 2-25. Diseño de red de desagüe – Ramal 3 – Piso 1

RED GENERAL DE DESAGUE - RAMAL 3 - PISO 1											
Tramo		Tubería				Unidad es de descarg a comune s	Unidad es de descarg a comune s Acum.	Caud al (l/s)	Caud al Tubo Lleno (l/s)	Velocida d (m/s)	Fuerza tractiva a (>0.15 kg/m2)
		Materi al	Diámetro		Pen d. (%)						
			Nomin al	Interi or (mm)							
Nod o Inici al	Nod o Fina l										
1	2	PVCS	4"	107.7	2.0	5	5	0.35	10.52	0.53	0.17
2	3	PVCS	4"	107.7	2.0	0	5	0.35	10.52	0.53	0.17
3	4	PVCS	4"	107.7	2.0	0	5	0.35	10.52	0.53	0.17

Las tuberías de desagüe sanitario se han previsto por debajo de la placa de piso. La localización de la red de desagües y su conexión con el sistema local, se presenta en los planos del proyecto.

2.5.5 Sistema de ventilación

El sistema de ventilación de las tuberías de aguas negras se requiere para proteger los sellos hidráulicos de sifones y aparatos, permitiendo la evacuación de los olores hasta un nivel donde no generen perturbación a los ocupantes de las edificaciones. La pérdida del sello hidráulico se presenta por la descarga de uno o varios aparatos al mismo ramal horizontal, presentando zonas presurizadas que drenan el agua acumulada en los sifones. La función del sistema es asegurar el flujo de aire a lo largo de todas las partes de la red de desagüe por medio de tuberías de ventilación.

El sistema contempla la instalación de tuberías horizontales de 2" para ventilación de la red, de acuerdo con el requerimiento de la tabla 10.6.1 de la NTC 1500 – 2023, que ventilan directamente a los tramos horizontales de tubería de la red de desagües.

El planteamiento de estas tuberías busca realizar una conexión entre la zona aguas arriba de los sitios del ramal principal donde se puedan presentar estas descargas simultáneas, y la salida al exterior, minimizando la subpresión que se causa aguas arriba de la descarga, asegurando así que no se presente pérdida de los sellos hidráulicos de ningún aparato sanitario.

De acuerdo con la NTC 1500, para un ramal o bajante de 4", una ventilación de 2" de diámetro, que es la menor que puede colocarse en un ramal de 4", logra ventilar hasta 320 UAD, teniendo en el

proyecto un total de 115 UAD generados por 56 aparatos sanitarios, por lo que el diámetro es adecuado.

La disposición detallada de esta red se muestra en los Planos del proyecto.

Figura 2. Diámetros de bajantes de ventilación y ventilación vertical

Diámetro de la bajante de aguas residuales o servidas (pulgadas)	Total de unidades de aparato ventiladas (UAD)	Máxima longitud de desarrollo para la ventilación m (pies)* Diámetro de la ventilación (pulgadas)										
		(1 ¼)	(1 ½)	(2)	(2 ½)	(3)	(4)	(5)	(6)	(8)	(10)	(12)
1 ¼	2	9,1 (30)										
1 ½	8	15,2 (50)	45,7 (150)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 ½	10	9,1 (30)	30,5 (100)									
2	12	9,1 (30)	22,9 (75)	61,0 (200)								
2	20	7,9 (26)	15,2 (50)	45,7 (150)								
2 ½	42		9,1 (30)	30,5 (100)	91,4 (300)							
3	10		12,8 (42)	45,7 (150)	109,7 (360)	317,0 (1 040)						
3	21	-	9,8 (32)	33,5 (110)	82,3 (270)	246,9 (810)	-	-	-	-	-	-
3	53		8,2 (27)	28,6 (94)	70,1 (230)	207,3 (680)						
3	102		7,6 (25)	26,2 (86)	64,0 (210)	189 (620)						
4	43	-		10,7 (35)	25,9 (85)	76,2 (250)	298,7 (980)	-	-	-	-	-
4	140			8,2 (27)	19,8 (65)	61 (200)	228,6 (750)					
4	320			7,0 (23)	16,8 (55)	51,8 (170)	195,1 (640)					
4	540	-	-	6,4 (21)	15,2 (50)	45,7 (150)	176,8 (580)		-		-	-
5	190				8,5 (28)	25,0 (82)	97,5 (320)	301,7 (990)				
5	490				6,4 (21)	19,2 (63)	76,2 (250)	231,6 (760)				
5	940	-	-	-	5,5 (18)	16,1 (53)	64,0 (210)	204,2 (670)	-	-	-	-
5	1 400				4,9 (16)	14,9 (49)	57,9 (190)	179,8 (590)				
6	500					10,1 (33)	39,6 (130)	121,9 (400)	304,8 (1.000)			
6	1 100	-	-	-	-	7,9 (26)	30,5 (100)	94,5 (310)	237,7 (780)			
6	2 000					6,7 (22)	25,6 (84)	79,2 (260)	201,2 (660)			
6	2 900					6,1 (20)	23,5 (77)	73,1 (240)	182,9 (600)			
8	1 800	-	-	-	-		9,4 (31)	29,0 (95)	73,1 (240)	286,5 (940)	-	-
8	3 400						7,3 (24)	22,2 (73)	57,9 (190)	219,4 (720)		

2.6 Sistema pluvial

2.6.1 Generalidades

El sistema pluvial proviene de las zonas de cubiertas de la edificación. Las aguas lluvias provenientes de la cubierta de los edificios son transportadas por canaletas y bajantes, las cuales descargan en cajas de paso de 0.60 m de lado, en mampostería, interconectadas mediante tubería en PVC-Alcantarillado las cuales confluyen directamente al tanque de almacenamiento de agua de recirculación pluvial, dispuesto en la parte posterior del edificio, tal como se describe en los planos anexos.

En este capítulo se presentan los criterios básicos considerados para el diseño de las redes descritas.

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

2.6.2 Curvas IDF

La determinación de las curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia IDF se realiza a partir de lo dispuesto por el Manual de Drenaje del INVIAS 2011, donde manifiesta que debe emplearse el método propuesto por el INVIAS como método simplificado, el cual se basa en el método propuesto por Díaz Granados y Vargas M. (**Referencia 6**).

Para la Intensidad de Lluvia se consideró la curva IDF descrita por el método anteriormente mencionado, para una duración igual al tiempo de concentración, es decir el periodo transcurrido desde la iniciación de la lluvia hasta la ocurrencia del pico de la creciente registrada en el punto de interés.

La intensidad se define como la tasa temporal de precipitación o la altura de la lámina de agua por unidad de tiempo, generalmente expresada en milímetros por hora (mm/h). Puede ser medida como intensidad instantánea o promedio. Comúnmente para la elaboración de las curvas IDF se emplea esta última, expresada como la precipitación promedio sobre el tiempo de duración (Ven Te Chow et al, 1994).

$$Intensidad= C1*(Duración + Xo)^{C2}$$

La Universidad de los Andes realizó una investigación con 165 curvas IDF ubicadas en diversas zonas del país y de los resúmenes multianuales pluviométricos de las mismas, estableciendo 4 ecuaciones regionales en Colombia.

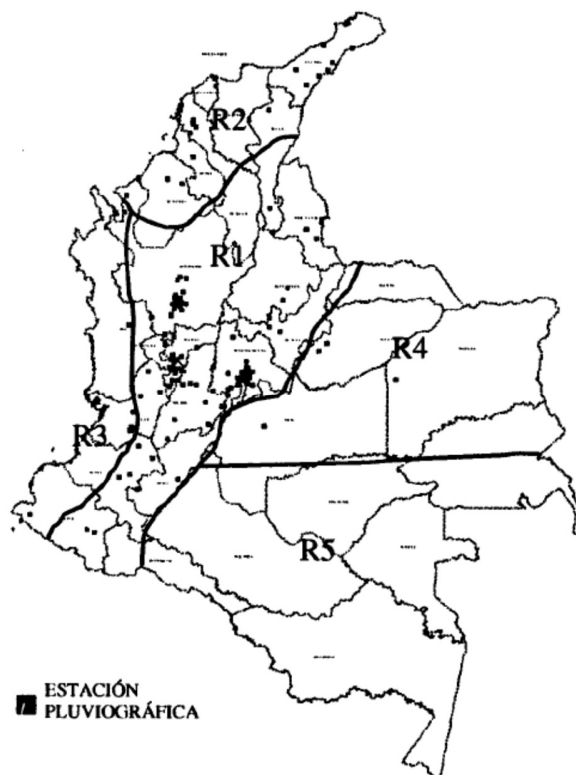
En cuencas o subcuencas pequeñas usualmente no se dispone de información de caudales y relativamente sus tiempos de concentración son muy pequeños, con duración de los eventos menores a 24 horas, siendo las 3 primeras horas las más importantes.

A continuación, se describen los aspectos más importantes acerca de la metodología empleada para la obtención de la ecuación o forma matemática de los valores de IDF.

2.6.2.1 Regionalización

Para tener una adecuada confiabilidad en las ecuaciones generadas, se dividió el territorio nacional en cinco (5) grandes zonas, lo cual permitió efectuar análisis independientes con estaciones de la misma región geográfica, con condiciones meteorológicas de fenómenos similares y afines, tal como se aprecia en la Figura 3.

Figura 3. Regionalización de curvas IDF (**Referencia 6**)



Fuente: (**Referencia 6**)

Inicialmente se recopilaban cerca de 250 curvas IDF de diversas estaciones del país, considerando aquellas calculadas por métodos tradicionales de análisis de frecuencia puntuales y que disponga de los mínimos criterios de determinación, quedando finalmente 170 que fueron generadas con un mínimo de diez años de registros pluviográficos, con lo cual se conseguiría una mejor calidad en la información.

Para estas estaciones seleccionadas se consiguieron los resúmenes multianuales de la precipitación máxima en 24 horas, el número de días con lluvia y la precipitación multianual, agrupando con este criterio 165 estaciones analizadas.

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

2.6.2.2 Ecuaciones

El estudio considera inicialmente la aplicación de diversas ecuaciones que describen las ecuaciones IDF y básicamente la de Bernard, la cual expresa:

$$i = a \frac{T^b}{t^c}$$

En donde:

i : Intensidad de lluvia en mm/hr

T : Tiempo de retorno en años

t : Duración de la lluvia en horas

a, b y c : Constantes que dependen del sitio

Adicionalmente, se evaluaron las ecuaciones de Bell, quien propone estimar precipitaciones para un determinado período de retorno entre 2 y 100 años y duración de lluvia entre 5 y 120 minutos, a partir de información a nivel diario con base en las relaciones empíricas desarrolladas por Hershfield y Wilson en 1955.

En la primera etapa del estudio se analizó la aplicabilidad de la ecuación de Bell para Colombia, donde para 62 estaciones analizadas, en el 50% de los casos el valor de la intensidad presentó un error relativo menor a más o menos 40% y solo en el 32% de los casos fue menor al 20%, concluyendo que la ecuación de Bell no es confiable para su aplicación en el país, probablemente por la diferencia de condiciones hidro climatológicas que existen con las regiones en las cuales fue derivada. Esta ecuación resulta aplicable exclusivamente en zonas con precipitaciones máximas diarias que sean menores a 2 pulgadas (5 mm), magnitud que se presenta en muy pocas regiones de Colombia.

De acuerdo con las conclusiones de la investigación, el estudio propuso las siguientes ecuaciones de las curvas IDF aplicables para períodos de retorno entre 2 y 100 años y duraciones de lluvia entre 5 y 360 minutos:

2.6.2.3 Ecuación considerando la Precipitación Máxima Media Anual en 24 horas (M)

La ecuación formulada con el promedio de la precipitación máxima en 24 horas, se deriva de la ecuación de Kothyari y Garde en forma más generalizada, calibrada posteriormente con 36 estaciones según el cálculo efectuado para 53 y finalmente verificado con las 17 estaciones restantes, obteniendo mejores ajustes en el coeficiente de determinación, siendo dicha ecuación la siguiente:

$$I = a \frac{T^b}{t^c} M^d$$

I : Intensidad de lluvia [mm/h]

T : Tiempo de retorno [años]

t : Duración de la lluvia [horas]

M : Precipitación máxima media anual en 24 horas [mm]

a, b, c y d : Constantes que dependen del sitio

2.6.2.4 Constantes regionales

A partir de la calibración realizada en el estudio con las estaciones pertenecientes a la región Andina se obtuvieron constantes regionales para las ecuaciones teniendo valores de R^2 de 0.93, en la Tabla 26 se presentan los valores de las constantes para las ecuaciones de acuerdo con el estudio realizado por la Universidad de Los Andes para la región Andina en la cual se localiza el proyecto.

Tabla 26. Constantes regionales

REGIÓN	a	b	c	d
Andina (R1)	0.94	0.18	0.66	0.83
Caribe (R2)	24.85	0.22	0.50	0.10
Pacífico (R3)	13.92	0.19	0.58	0.20
Orinoquía (R4)	5.53	0.17	0.63	0.42

2.6.3 Curvas IDF Sintéticas

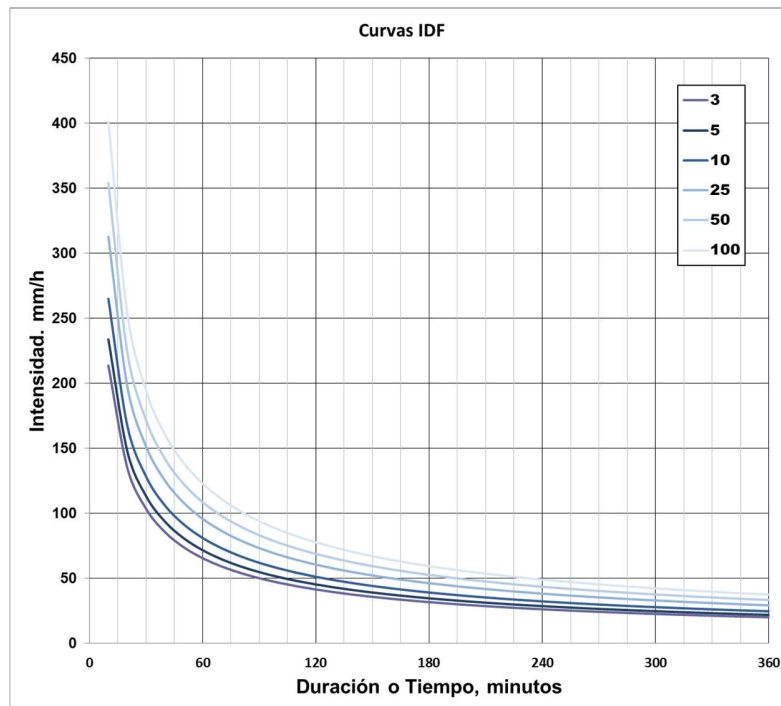
Los resultados del estudio descrito en esta sección se emplearon para elaborar curvas IDF aplicables a las cuencas estudiadas. Los datos necesarios para la elaboración de las curvas IDF, de acuerdo con el estudio, se presentan en la Tabla 27 para cada una de las cuencas tipo del proyecto, y las curvas obtenidas se muestran en el Gráfico 1.

Los valores de Precipitación máxima de la estación analizada (EL CASCO - 12010070) fueron obtenidos a partir de la totalidad del registro disponible de la estación. Se obtienen de este modo las precipitaciones máximas en 24 horas “M” de la zona.

Tabla 27. Parámetros de entrada para elaboración de curvas IDF

Sitio de interés	M (mm)
Estación EL CASCO	130,7

Gráfico 1. Curvas IDF Sintéticas



2.6.4 Hidrología básica

De acuerdo con información pluviométrica y de curvas IDF obtenida a partir de la estación EL CASCO - 12010070, la cual se considera altimétricamente e hidrológicamente equivalente al sitio del proyecto, y adoptando una duración de lluvia crítica de 10 minutos, se obtuvo para todos los periodos de retorno el valor de la intensidad de lluvia, y finalmente se seleccionó para el diseño un período de retorno de 10 años de acuerdo con las áreas del proyecto, para el cual se obtuvo una Intensidad de lluvia de **264.98 mm/hora**, la cual se aplicó para el cálculo del caudal máximo pluvial aferente a las cubiertas.

El caudal se calculó a partir del método racional tal como se describe a continuación.

$$Q = 0.00278 C I A$$

Q = Caudal máximo (m³/s)

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de lluvia (mm/hr) para un período de retorno de 10 años

A = área aferente (Hectáreas)

Para el presente diseño se consideraron coeficientes de escorrentía de 1.00, en vista que se cuenta con las áreas de cubierta, que drenan hacia las bajantes y canaletas el total del caudal que reciben.

En la tabla siguiente se relacionan las áreas y caudales calculados para las zonas de cubierta y zonas duras, de acuerdo con los valores de área medidos en planos.

Tabla 2-28. Cálculo de áreas y caudales de cubierta

CUBIERTAS		
ZONA DE CUBIERTA	AREA	CAUDAL
	(m ²)	(L.P.S.)
A1	117	8.6
A2	117	8.6
A3	117	8.6
A4	146.25	10.8
A5	146.25	10.8
A6	80.94	6.0
A7	89.68	6.6
A8	145.5	10.7
A9	92.4	6.8
A10	92.4	6.8

2.6.5 Cubiertas, canaletas y bajantes

Calculados los caudales por el método racional, según el área aferente a cada canaleta y bajante, se diseñaron sus características así:

Para la canaleta se aplicó la metodología de Manning, adoptando un coeficiente de rugosidad de 0.011 para PVC y una pendiente tal que la velocidad media del flujo fuese como mínimo 0.60 m/s. El diseño realizado para las canaletas se aprecia en la **Tabla 2-29**.

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

Tabla 2-29. Cálculo de canaletas

DISEÑO DE CANALETAS								
CANAleta PVC								
ID	ANCHO	ALTO	LONGITUD	PEND.	CAUDAL	LAMINA	CAIDA	VELOCIDAD
	(m)	(m)	(m)	(%)	(L/s)	(cm)	(cm)	(m/s)
1	0.15	0.15	6.00	0.50	8.62	5.9	3.0	1.0
2	0.15	0.15	6.00	0.50	8.62	5.9	3.0	1.0
3	0.15	0.15	6.00	0.50	8.62	5.9	3.0	1.0
4	0.15	0.15	6.00	0.50	10.77	6.7	3.0	1.1
5	0.15	0.15	6.00	0.50	10.77	6.7	3.0	1.1
6	0.15	0.15	6.00	0.50	5.96	4.7	3.0	0.8
7	0.15	0.15	6.00	0.50	6.61	5.0	3.0	0.9
8	0.15	0.15	6.00	0.50	10.72	6.7	3.0	1.1
9	0.15	0.15	6.45	0.50	6.81	5.1	3.2	0.9
10	0.15	0.15	6.45	0.50	6.81	5.1	3.2	0.9

Debido a la cantidad de vegetación de la zona, se recomienda realizar mantenimiento de las canaletas del proyecto por lo menos cada mes, evitando que material sólido se deposite en ellas.

Las canaletas de aguas lluvias aquí planteadas se recomiendan con anchos en la base de 0.15 m, con 0.15 m de altura en PVC, con las pendientes indicadas en el diseño. En caso de que por disposiciones arquitectónicas se solicite la modificación de la geometría de la canaleta se debe respetar el ancho de la base e instalar un elemento con área de flujo equivalente al recomendado, respetando las pendientes del diseño.

Para las bajantes se obtuvieron los caudales aferentes según la distribución y descarga de las canaletas; para la capacidad máxima de las bajantes se consideró la siguiente relación:

$$Q = 1.754 r^{5/3} d^{8/3}$$

Dónde:

- Q = Capacidad de la bajante en L/s
r = Relación entre el área del flujo y el área total del conducto. Para el caso se adoptó un valor de 1/3.
d = Diámetro de la bajante en pulgadas

Las áreas de las cubiertas, número de bajantes y caudal de aporte se presentan en la Tabla 2-30.

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

Tabla 2-30. Cálculo de bajantes de aguas lluvias

DIMENSIONAMIENTO DE BAJANTES				
ID	AREA (M2)	CAUDAL (L.P.S.)	DIAMETRO (pulgadas)	CAPACIDAD (L.P.S.)
1	117.0	8.6	4	11.3
2	117.0	8.6	4	11.3
3	117.0	8.6	4	11.3
4	146.3	10.8	4	11.3
5	146.3	10.8	4	11.3
6	80.9	6.0	4	11.3
7	89.7	6.6	4	11.3
8	145.5	10.7	4	11.3
9	92.4	6.8	4	11.3
10	92.4	6.8	4	11.3

La descarga de las bajantes de aguas lluvias se realiza hacia una caja de inspección de 0.60 x 0.60 m, y posteriormente hacia la red pluvial proyectada, que descarga finalmente al tanque de almacenamiento para recirculación ubicado dentro del predio, en el costado suroccidental. Las conexiones entre la caja de inspección y la descarga se debe realizar en tubería de PVC Alcantarillado, con los diámetros nominales que se presentan en los planos, con las pendientes previstas en planos si las condiciones del terreno y el punto de descarga lo permiten.

El tamaño de las cajas de inspección se escogió considerando la posibilidad de ingresar a ellas para realizar un mantenimiento adecuado, y considerando la magnitud de los caudales del proyecto, que no superan los 70 L/s en ninguna caja de inspección.

En la **Tabla 2-31** se presenta el cálculo realizado para la red pluvial externa, donde se asegura que en cada tramo se presente una velocidad superior a 0.6 m/s, y el caudal de demanda de cada tramo sea inferior al caudal de tubo lleno de la tubería.

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

Tabla 2-31. Cálculo de tubería pluvial enterrada

RED PLUVIAL									
Tramo		Tubería				Caudal (l/s)	Caudal Tubo Lleno (l/s)	Q _i /Q _T (%)	Velocidad (m/s)
		Diámetro		Longitud	Pend.				
Nodo Inicial	Nodo Final	Nominal	Interior (mm)	(m)	(%)				
CI1	CI2	6"	145	5.56	1.00	6.81	16.44	41.4	0.95
CI2	CI3	8"	182	5.9	1.00	17.52	30.14	58.1	1.20
CI3	CI4	8"	182	4.94	1.00	24.13	30.14	80.1	1.29
CI4	CI5	10"	227	17.68	1.00	30.09	54.33	55.4	1.38
CI5	CI6	10"	227	5.66	2.00	51.64	76.84	67.2	2.04
CI6	CI7	10"	227	1.55	2.00	60.26	76.84	78.4	2.10

3 DISEÑOS HIDRÁULICOS - RED CONTRA INCENDIOS

3.1 Objetivo y Alcance

3.1.1 Objetivos

Se busca obtener el diseño de redes contra incendios para la edificación teniendo en cuenta parámetros y criterios según la normatividad asociada a este, correspondiente a las NTC 1500, SISTEC, NSR-10, NTC 2301, NTC 1669, NFPA 13, NFPA 14 y NFPA 20.

Específicamente se prevé conceptualizar, desarrollar y detallar el diseño de los componentes del sistema de protección ante un evento de incendio de la edificación.

3.1.2 Alcance

Respecto a la red contraincendios, en síntesis, acorde con lo requerido para el proyecto y basados en la normatividad:

- Incluye un sistema de bombeo independiente abastecido por un tanque enterrado, que contendrá un volumen para atender un incendio con gabinetes y un sistema de rociadores, conforme los lineamientos de la Norma NTC 2301.

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

- Desde el tanque de almacenamiento se elevará el agua mediante sistema de bombeo listado (normalizado) para red contra incendios, para garantizar las presiones mínimas requeridas por el sistema, como se mencionó,
- Se dispondrá de redes expresas a gabinetes localizados en sitios estratégicos de la edificación.
- El sistema contra incendios prevé adicionalmente el uso de circuitos con rociadores, considerando el tipo de ocupación, priorizado para atender zonas con alto riesgo de incendio por moderada carga combustible (archivo general).

3.2 Diseño de redes

3.2.1 Generalidades

Para garantizar la seguridad de las personas dentro y en los alrededores de la edificación, así como la integridad física de la construcción, se debe disponer una red de abastecimiento de agua para el control de fuego, en caso de presentarse un incendio.

El diseño de esta red, deberá cumplir con los requerimientos mínimos solicitados por las normativas vigentes y aplicables a este tipo de edificaciones, razón por la cual, a continuación, se hace un breve recorrido y consulta de las normas respectivas y su aplicabilidad.

3.2.2 Consulta de Normas

3.2.2.1 Normas aplicables

Para el presente trabajo aplican principalmente las siguientes normas de diseño:

- **RESOLUCIÓN 0330 DE 2017.**
- **NSR-10.** Norma Sismo Resistente NSR-10 Títulos J y K.
- **Rociadores.** Norma para instalación de sistemas de rociadores “NTC 2301 y NFPA 13”
- **Gabinetes.** Norma para instalación de conexiones de manguera contra incendio “NTC 1669 y NFPA 14”
- **Bombas.** Norma para la instalación de bombas estacionarias contra incendios “NFPA 20”
- **NS-036.** Sistec, orientada a la escogencia de hidrantes de calle

Los aspectos particulares y la aplicabilidad correspondiente se describe a continuación.

3.2.2.2 Hidrantes

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

- Sistec NS-036

La norma técnica de servicio NS-036 del Sistema de Información de Normalización y Especificaciones Técnicas, SISTEC de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, presenta los siguientes requerimientos para el diseño y localización de hidrantes:

El diámetro mínimo para los hidrantes es de 3" (75 mm) y debe contar con una válvula para poder aislarlo de la red.

La red de abastecimiento debe permitir el funcionamiento simultaneo de un hidrante durante un periodo de 2 horas, garantizando una presión mínima de 20 mca y 15 L/s de caudal.

En las zonas industriales y comerciales de alto valor, e institucionales como edificios públicos, escuelas, colegios entre otros, debe colocarse un hidrante en cada bocacalle y a una distancia no mayor de 100 m.

Deben contar con al menos un hidrante los recintos deportivos con área construida comprendida entre 5000 y 10000 m².

En cuanto a su localización deberán estar situados en el perímetro de la edificación y al menos uno de ellos a una distancia no mayor de 100 m de un acceso al edificio. Adicionalmente, deben ser de fácil acceso, visibilidad y estar localizados a 0.5 m del borde exterior del andén.

En zonas residenciales la presión mínima es de 98.1 kPa (10 mca) y en zonas comerciales e industriales o residenciales con edificios multifamiliares, la presión mínima es de 196 kPa (20 mca).

3.2.2.3 Rociadores, Gabinetes y Extintores

3.2.2.4 NSR-10 Título J

El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10 en sus títulos J y K presenta las recomendaciones para la protección contra incendios de las edificaciones. Las recomendaciones dependen del uso y grupo de calificación de la estructura de acuerdo con las especificaciones del título K.

De acuerdo con los requerimientos de los títulos J y K referentes a los requisitos de protección contra incendio en edificaciones, a continuación se presenta las directrices expuestas en estos títulos para el tipo de edificación al que corresponde el edificio.

- Grupo y Subgrupos de Ocupación

A partir de la tabla K.2.6-1 del capítulo K.6 de la NSR-10 Clasificación de las edificaciones por grupo de ocupación, se establece que el grupo de ocupación para el edificio, corresponde a:

Grupo I (INSTITUCIONAL) y subgrupo de ocupación I-5 (institucional de servicio público).

Grupos y Subgrupos de ocupación	Clasificación	Sección
A	ALMACENAMIENTO	K.2.2
A-1	Riesgo moderado	
A-2	Riesgo bajo	
C	COMERCIAL	K.2.3
C-1	Servicios	
C-2	Bienes	
E	ESPECIALES	K.2.4
F	FABRIL E INDUSTRIAL	K.2.5
F-1	Riesgo moderado	
F-2	Riesgo bajo	
I	INSTITUCIONAL	K.2.6
I-1	Reclusión	
I-2	Salud o incapacidad	
I-3	Educación	
I-4	Seguridad pública	
I-5	Servicio público	
L	LUGARES DE REUNIÓN	K.2.7
L-1	Deportivos	
L-2	Culturales y teatros	
L-3	Sociales y recreativos	
L-4	Religiosos	
L-5	De transporte	
M	MIXTO Y OTROS	K.2.8
P	ALTA PELIGROSIDAD	K.2.9
R	RESIDENCIAL	K.2.10
R-1	Unifamiliar y bifamiliar	
R-2	Multifamiliar	
R-3	Hoteles	
T	TEMPORAL	K.2.11

Figura 3-1. Grupos y Subgrupo de Ocupación – NSR-10 Título J y K

- Sistemas y Equipos para Extinción de Incendios:

A continuación se procede a establecer los requisitos de sistemas y equipos para extinción de incendios, indicados en el título J.4.3. del NSR-10, en función del grupo y subgrupo de ocupación definido:

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

1. Para el sistema, clasificado como institucional de servicio público (I-5), se requerirá implementar sistema de rociadores automáticos en función de su uso.
2. Respecto a las tomas fijas de agua para bomberos, que corresponden a los gabinetes, estos se implementan cuando la distancia desde la entrada al punto más alejado para acceso a bomberos supere 30 m, lo cual en general se requiere pues los accesos de bomberos y los sitios o rincones de las edificaciones superan esta distancia o se generan restricción al acceso.
3. En el caso de extintores de fuego portátiles, estos se deben implementar en toda edificación clasificada como institucional de servicio público.

El sistema seleccionado para el diseño de red contra incendios al interior de las edificaciones, en función a una mayor conveniencia por seguridad, requiere de un sistema conjunto e integrado de rociadores, gabinetes y extintores portátiles (Ver **Figura 3-2**).

J.4.3.4 - GRUPO DE OCUPACIÓN I (INSTITUCIONAL)

J.4.3.4.1 – Rociadores Automáticos. Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación I (Institucional) debe estar protegida por un sistema, aprobado y eléctricamente supervisado, de rociadores automáticos de acuerdo con la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificios, NTC2301 y con la Norma para Instalación de Sistemas de Rociadores, NFPA 13, así:

- (a) En la totalidad de edificios con confinamiento o restricción de movimiento, clasificados en el subgrupo de ocupación de reclusión (I-1).
- (b) En la totalidad de edificios, clasificados en el subgrupo de ocupación de salud o incapacidad (I-2).
- (c) En la totalidad de edificios con área total de construcción de 2 000 m² o mayor, clasificados en el subgrupo de ocupación de educación (I-3).
- (d) En la totalidad de edificios con más de cuatro pisos o 12 m de altura, lo que sea mayor, clasificados en el subgrupo de ocupación de educación (I-3).
- (e) En la totalidad de edificios con uno o más pisos bajo el nivel del suelo, clasificados en el subgrupo de ocupación de educación (I-3).
- (f) En edificios clasificados en los subgrupos de ocupación de seguridad y servicio públicos (I-4 e I-5), de acuerdo con su uso; por ejemplo, edificios para oficinas se protegerán con las condiciones listadas para el grupo de ocupación comercial de servicios (C-1) y las áreas para asambleas con las condiciones del grupo de ocupación de lugares de reunión (L), etc.

J.4.3.4.2 – Tomas fijas de agua para bomberos. Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación I (Institucional) 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, así:

- (a) En edificios de más de tres pisos o 9 m de altura, lo que sea mayor, sobre el nivel de la calle.
- (b) En edificios con un piso bajo nivel de la calle.
- (c) En edificios donde, en uno de sus pisos, la distancia a cualquier punto desde el acceso más cercano para el Cuerpo de Bomberos es mayor de 30 m.
- (d) Cuando el edificio esté protegido con un sistema de rociadores, las tomas fijas para bomberos se diseñaran teniendo en cuenta lo recomendado por la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificios, NTC2301 y con la Norma para Instalación de Sistemas de Rociadores, NFPA 13.

J.4.3.4.3 – Extintores de fuego portátiles. Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación I (Institucional) debe estar protegida por un sistema de extintores portátiles de fuego, diseñados de acuerdo con la última versión de la norma Extintores de fuego portátiles, NTC 2885 y con la Norma de Extintores de fuego Portátiles , NFPA 10.

A partir de J.4.3.4.2, se determina que la totalidad de espacios de la edificación requieren cobertura con gabinetes.

En J.4.3.4.1 menciona que para los grupos de ocupación I5 el requerimiento de rociadores se dispondrá en función de su uso, siendo Comercial C1 para oficinas, Lugares de Reunión culturales L2 para auditorios, y Lugares de reunión sociales y recreativos L-3 para Bibliotecas y similares (archivo general).

Para los cuales el requerimiento de rociadores es el siguiente:

Comercial:

J.4.3.2 — GRUPO DE OCUPACIÓN C (COMERCIAL)

J.4.3.2.1 — Rociadores Automáticos — Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación C (Comercial) debe estar protegida por un sistema, aprobado y eléctricamente supervisado, de rociadores automáticos diseñados de acuerdo con la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificios, NTC2301 y con la Norma para Instalación de Sistemas de Rociadores, NFPA 13, así:

- (a) En la totalidad de edificios con más de tres pisos o 9 m de altura, lo que sea mayor, clasificados en el subgrupo de ocupación de bienes (C-2).
- (b) Sin importar el número de pisos y en la totalidad de edificios con área total construida mayor de 1 100 m², incluidas las áreas de mezanines, clasificados en el subgrupo de ocupación de bienes (C-2).
- (c) En la totalidad de edificios con pisos bajo nivel de la calle, para áreas de piso mayores de 200 m² y utilizados para venta, almacenamiento, o manipulación de mercancías combustibles, clasificados en el subgrupo de ocupación de bienes (C-2).
- (d) En la totalidad de edificios con más de seis pisos o 18 m de altura, lo que sea mayor, clasificados en el subgrupo de ocupación de servicios (C-1).

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

Lugares de Reunión

J.4.3.5 - GRUPO DE OCUPACIÓN L (LUGARES DE REUNIÓN)

J.4.3.5.1 – Rociadores Automáticos. Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación L (Lugares de reunión) debe estar protegida por un sistema, aprobado y eléctricamente supervisado, de rociadores automáticos de acuerdo con la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificios, NTC2301 y con la Norma para Instalación de Sistemas de Rociadores, NFPA 13, así:

- (a) En la totalidad de edificios con carga de ocupación mayor de 300 personas. El sistema de rociadores debe cubrir todos los pisos que se encuentren por debajo del piso clasificado como L (Lugar de Reunión). Si el sitio está bajo el nivel del suelo, el sistema de rociadores debe cubrir todos los pisos superiores hasta el nivel de salida incluido este nivel. Se exigen del cumplimiento de este requisito:
 - i. Salones con un uso único de Lugar de Reunión (L), no utilizado para exhibiciones ni demostraciones, con área menor de 1 100 m², con separación de resistencia de una hora para fuego de otros espacios o edificios y con salidas para evacuación independientes y que no dispongan de instalaciones para una audiencia mayor de 100 personas.
 - ii. Lugares de Reunión Deportivos (L-1), dedicados sólo a la práctica del deporte y que no dispongan de instalaciones para audiencia mayor de 300 personas.
 - iii. Los lugares en estadios y arenas ubicados sobre las canchas, escenarios deportivos, zonas de graderías y asientos, en áreas abiertas sin cerramiento donde un estudio de Ingeniería conceptúe acerca de la no efectividad de la protección con rociadores como consecuencia de la altura del techo y de la carga combustible.
 - iv. En estadios y arenas abiertos o sin cerramientos con cabinas para prensa menores de 100 m²; con áreas de almacenamiento, menores de 100 m² y con separación para fuego de por lo menos una hora; áreas usadas en venta de boletas, baños o concesiones, menores de 30 m², sin materiales inflamables, construidas con material incombustible.
- (b) En la totalidad de edificios, sin importar el área, sin importar el número de personas, clasificados como grupo de ocupación para Lugares de Reunión Sociales y Recreativos (L-3). Se exigen de este requisito los lugares de este grupo donde no se realizan fiestas y no se permite el consumo de bebidas alcohólicas.
- (c) Todo el escenario y las áreas anexas como camerinos, vestieres, bodegas, salones de ensayos. Se exceptúan los que tengan menos 100 m² de área y menos de 15 m de altura y cuyas cortinas no sean verticalmente retráctiles y que las colgaduras combustibles se limiten a la cortina principal y a la cortina del fondo.
- (d) Todas las instalaciones interiores en edificios con ocupación para diversión y juegos de niños y adultos. Se exceptúan estructuras que no excedan de 3.0 m de altura y 15 m² de área de proyección horizontal.

A partir de estos requerimientos, se determina que se requieren de **rociadores automáticos para la zona de Archivo general**, por moderada carga combustible.

El auditorio no requiere de rociadores toda vez que no tiene una carga de ocupación mayor a 300 personas.

Oficinas y demás espacios técnicos y administrativos no requieren de rociadores toda vez que la edificación no posee más de 6 pisos ni 18 m de altura.

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

Figura 3-2. TITULO J.4.3.4 (GRUPO DE OCUPACIÓN INSTITUCIONAL) - NSR-10

3.2.2.5 NTC 1669

Esta norma está orientada como guía para la proyección de tomas fijas en el interior de edificaciones (gabinetes contraincendios).

En relación con esta norma, en la cual se identifican riesgos en función de ocupación y materiales, las edificaciones se clasifican como de riesgo leve, de acuerdo con la Norma Técnica Colombia Icontec 1669, aquellas ocupaciones donde la cantidad de los materiales presentes es baja, su combustibilidad es baja y su tasa de liberación de calor es baja. Dentro de este tipo se tienen apartamentos u oficinas, escuelas, iglesias, clubes, hospitales, asilos, salas de computadores, restaurantes.

Dentro de la edificación se dispone de un archivo general, que por la naturaleza de los elementos que almacena, se considera de riesgo moderado.

El sistema de mangueras puede ser de Clase II, para uso principal de los ocupantes de la edificación, con mangueras de 1 ½" de diámetro, en edificaciones clasificadas como de riesgo leve y no mayores de 18 m de altura.

El sistema de protección contra incendios debe ser independiente del sistema de suministro de agua potable, a menos que se garantice que la toma de agua potable se encuentra a una altura dentro del tanque de almacenamiento tal que se garantice el volumen requerido para el control de incendios.

Las tuberías del sistema contra incendios no deben ser plásticas con excepción de las tuberías enterradas, de acuerdo con las especificaciones de la NTC1500.

El sistema de bombeo debe funcionar de tal manera que sea independiente del sistema eléctrico general, para garantizar su funcionamiento aun cuando no haya fluido eléctrico. Adicionalmente, debe estar protegido de daños físicos y de incendio.

La instalación debe proveer una presión máxima de 0.7 MPa (100psi) para el uso del cuerpo de bomberos y máxima de 0.45 MPa (65psi) en las válvulas para uso de los ocupantes del edificio, sin embargo, no debe ser menor de 0.38 MPa (55psi).

En los sistemas de Clase II, cada tubería vertical debe diseñarse para un caudal mínimo de 6.3 l/s y un diámetro mínimo de 2 ½". También deberán estar provistas en cada piso de conexiones para mangueras de 1 ½" de diámetro.

Las válvulas deben estar localizadas en sitios de fácil acceso y visibilidad a una altura máxima de 1.50 m.

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

El tanque de reserva para el suministro de servicio Clase II, deberá ser suficiente para garantizar 6.3 l/s, durante un periodo mínimo de 30 minutos y a una presión para la toma más lejana de mínimo 55 psi, junto con el escenario de operación de los rociadores del auditorio.

Los servicios de la Clase II podrán llevar o no, conexiones siamesas de acuerdo con las condiciones de la edificación. No deberán colocarse válvulas de cierre en las conexiones siamesas para el uso del cuerpo de bomberos.

Deberá colocarse una válvula de retención tipo cheque, lo más cerca posible del punto de conexión de la siamesa, si esta no tiene incorporado uno.

3.2.2.6 Extintores

3.2.2.7 NTC 2885 y NFPA 10

El sistema de hidrantes y gabinetes para combatir los incendios debe ser complementado con un sistema de extintores portátiles seleccionados y distribuidos de acuerdo con las solicitudes de las normas NTC 2885 y NFPA 10.

Se clasificará la amenaza de cada zona de la edificación teniendo en cuenta la cantidad y tipo de materiales combustibles presentes en el sitio. De acuerdo con la siguiente clasificación:

- **Amenaza baja o leve:** Son aquellas zonas donde se encuentra en menor cantidad los materiales combustibles de clase A y Clase B, contándose dentro de estas: oficinas, salones de clase, iglesias, salones de visitantes en hoteles o moteles.
- **Amenaza moderada:** En estas zonas la cantidad de materiales combustibles de Clase A y B se presentan en grandes cantidades, algunos ejemplos de esta clasificación son: comedores, tiendas, almacenes, pequeñas fábricas, exhibiciones de autos, operaciones de investigación, garajes, talleres y/o áreas de soporte técnico.
- **Amenaza alta:** Son sitios donde los materiales combustibles de Clase A y B son almacenados en gran cantidad, producidos y/o empleados para la fabricación de productos terminados o en procesos de producción. En esta clasificación encontramos: Madereras, reparación de vehículos, aviones o botes, áreas de cocina, procesos de lavado, pintura y revestimiento que involucre líquidos inflamables.

La selección de extintores se hace teniendo en cuenta que sus componentes puedan combatir los diferentes tipos de fuegos clasificados como sigue:

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

- Clase A: Fuego en materiales ordinarios como madera, tela, papel y algunos plásticos.
- Clase B: Fuegos producidos en líquidos inflamables como combustibles, grasas de hidrocarburos, alquitranes, aceites, pinturas a base de aceite, lacas, solventes, alcoholes y gases inflamables.
- Clase C: En donde se vean involucrados equipos eléctricos o electrónicos energizados.
- Clase D: Fuego que involucra la combustión de metales como magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio.
- Clase K: Fuego en zonas de cocina donde se incluyen grasas y aceites de origen vegetal y/o animal.

Los extintores portátiles se ubican de tal forma, que la mayor distancia recorrida por una persona desde cualquier punto del recinto hasta el extintor no exceda 22.7 m para los extintores de fuego Clase A, B y C, ni 15 m para los de Clase D y 9 m para los extintores Clase K.

El tamaño de los extintores se debe seleccionar teniendo en cuenta el área máxima que puede ser protegida por el tipo de extintor y la clasificación de la amenaza de acuerdo con la Tabla E.3.6 de la norma NFPA 10. Adicionalmente, se debe tener en cuenta el personal que manipulará el extintor en caso de un incendio, así como el espacio disponible para manipularlo.

El tipo y localización de extintores se indican en los planos anexos correspondientes a la red contraincendios de la edificación.

3.3 Sistema propuesto

A continuación se presenta el resultado del sistema propuesto contra incendios, el cual contempla principalmente el empleo de extintores, gabinetes contra incendios y rociadores en las zonas de afluencia esperada de grandes grupos de personas y de hidrantes de calle en las áreas externas a la edificación.

3.3.1 Hidrantes

Para combatir el fuego desde el exterior y hacia el interior de la estructura, durante el proceso constructivo del proyecto es necesario solicitar al Acueducto Municipal la posibilidad de instalar al menos un hidrante en la intersección de la Calle 92 con Carrera 98, preferiblemente en la esquina suroccidental.

El hidrante deberá contar con una válvula de cierre que permita aislarlo de la red de suministro del Acueducto en caso de requerirse. Se debe garantizar un caudal mínimo de 15 L/s, la presión puede ser suministrada por el equipo de bombeo del camión de bomberos.

3.3.2 Gabinetes

Al interior de la edificación se dispondrá de un sistema contra incendios conformado por una red de tuberías que transportarán el agua desde un tanque de reserva mediante un sistema de bombeo automático. El agua de la red será entregada en cinco (5) gabinetes contra incendio localizados en sitios estratégicos de la edificación, Clase II, que contarán con válvula de salida de 1 ½" de diámetro, donde estará conectada una manguera del mismo diámetro y 30 m de longitud, que dispondrá de una boquilla de salida graduable chorro – neblina, para ser manipuladas por los ocupantes de la edificación.

Cada gabinete dispondrá en su interior de un hacha de pico de 4 ½ lb con cabo de madera y un extintor portátil de 2.5 galones (Multipropósito Tipo IV). Estos gabinetes se encontrarán empotrados en la pared, en un sitio visible y con la señalización necesaria para su fácil ubicación y uso.

La localización del punto de entrega en cada gabinete se efectuará a una altura de 1.50 m con respecto de los niveles de acabado de piso en cada piso, a menos de que se especifique otra condición.

3.3.3 Rociadores

Acorde con la norma NTC 2301 y NFPA 13, dadas las condiciones espaciales de la edificación en cada una de sus áreas y usos, el diseño del Sistema de Protección Contra Incendio mediante rociadores automáticos, acoge los requerimientos indicados en la NFPA 13, para la condición de ocupación de riesgo ordinario mediante el método de área densidad.

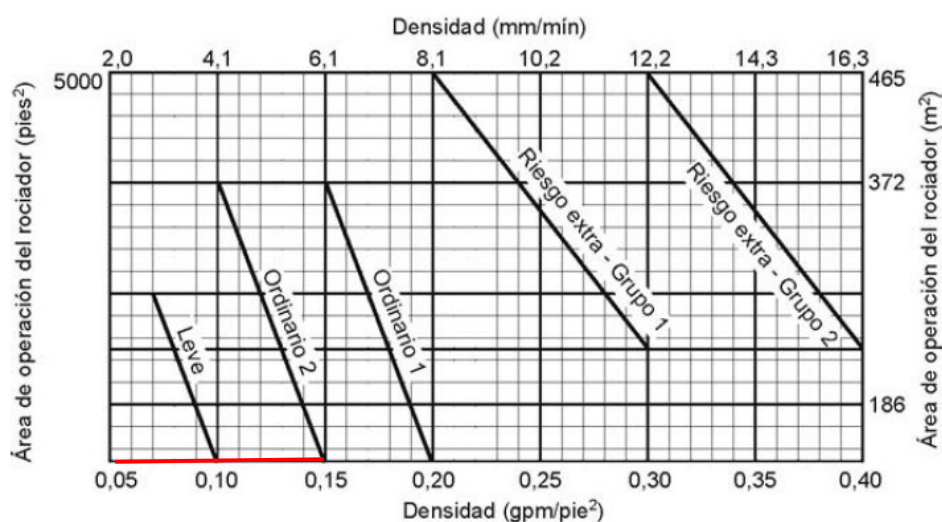


Figura 3-3. Curvas densidad / Área $k=5.6$

Por esta razón se selecciona el tipo de rociador de tecnología QR (Respuesta Rápida), de tal manera que la protección al interior del edificio en su zona crítica que corresponde a la clasificada como riesgo ordinario 2 por su condición de ocupación; en este caso la zona correspondiente al archivo general, con una cobertura del 67% del área total.

El rociador seleccionado corresponde a $\frac{1}{2}$ " con un $K=5.6$ y en función al área de cobertura requerida para el 67% del auditorio de 200 m^2 (2152.78 pies^2), el coeficiente de Densidad es de $0.15 \text{ GPM} / \text{Pie}^2$.

3.3.4 Almacenamiento

El volumen mínimo que se debe almacenar para el sistema contra incendios, es aquel que garantice la operación de los rociadores durante un periodo de 30 minutos, considerando un sistema monitoreado, y la presencia del cuerpo de bomberos a 10 minutos de distancia, dentro del municipio.

Realizando el cálculo bajo estas condiciones, se determina que el sistema consumirá aproximadamente 25.7 m^3 de agua, o 25700 litros, durante el tiempo de operación.

Este volumen se almacenará en un tanque independiente de suministro, de tal forma que siempre se garantice el volumen para la red contra incendios, cuyo sistema de bombeo es independiente.

En la **Tabla 3-1** se presenta el cálculo de almacenamiento de agua requerido para las condiciones de ocupación correspondientes, teniendo en cuenta cobertura de rociadores para zona de archivo general.

Tabla 3-1. Almacenamiento requerido – Red Contra incendios

ITEM	Valor		Norma Soporte
1. Área de diseño y tipo de riesgo:	Riesgo Moderado		
2. Densidad de aplicación "D" ($\text{GPM}/\text{pie}^2 - \text{Lps}/\text{m}^2$)=	0.15	0.10	Figura 11.2.3.1.1 Curva densidad/Área
3. Tipo de rociador seleccionado:	STD QR (ESFR)		
4. Área de protección "Ap" ($\text{PIE}^2 - \text{m}^2$)=	1506.95	140.00	Figura 11.2.3.1.1 Curva densidad/Área
5. Área máxima de cobertura por rociador "As" ($\text{PIE}^2 - \text{m}^2$)=	129.17	12.00	Tabla 8.6.2.2.1 (a)
6. Numero de rociadores de diseño "N" (Ap/As)=	12		
7. Caudal por rociador "Qr" ($\text{D} \cdot \text{As}$) ($\text{GPM} - \text{LPS}$)=	19.38	1.22	
8. Factor de descarga "K"=	5.6	0.42	
9. Presión por rociador (Q/K) ² ($\text{psi} - \text{mca}$)=	11.97	8.42	
10. Distribución de rociador	radio =2 m		

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

11. Caudal total teórico rociadores (N*Qr) - (GPM - LPS)=	226.0	14.26	
15. Duración suministro de agua (min)	30		Tabla 11.2.3.1.2 (sistema monitoreado-bomberos a 10 minutos)
16. Almacenamiento de agua requerida (Galones - Litros)	6781.275	25669.84	

3.4 Dimensionamiento de Conductos

Para atender la posibilidad de un incendio se han trazado las redes principales hacia cada planta, a manera de ramales abiertos, de las cuales se deriva el agua para los Gabinetes contra incendios localizados estratégicamente en cada planta, en función a un radio aferente del gabinete y para la red de rociadores a implementarse en las áreas de afluencia de personas en cada espacio en particular.

Para poder realizar la simulación hidráulica del sistema se requirió primero definir la configuración en planta y la elevación de redes, gabinetes y rociadores, así como el material de las tuberías. De esta manera, se definió que la tubería se dispondrá en acero, dispuesta, para el cálculo y dimensionamiento, por los muros hasta alcanzar el nivel respectivo de 1.50 m para entrada al gabinete y en las alturas correspondientes para la descarga de rociadores, exceptuando los tramos de tubería en contacto con el suelo, donde la tubería a emplear deberá ser C900, lo anterior para evitar la corrosión en tuberías metálicas.

El cálculo de caudales por gabinete y rociadores se hizo en función a los requerimientos propios de la norma NPFA 13, NFPA 14, NTC 1669 y NTC 2301.

Con la información de longitud de tuberías montada en el sistema, se procedió a definir el escenario de modelación que permita evaluar el comportamiento de la red. Se definió un escenario de modelación del cual se describe e indican los resultados relevantes, a continuación.

3.4.1 Descripción Escenario de Diseño

Se busca establecer el comportamiento hidráulico de la red durante la operación de un (12) rociadores $k=5.6$, de manera que la presión residual en cualquiera de ellos no sea menor a 12 psi (8.5 mca), que corresponde al escenario más exigente al que se puede someter la red bajo los criterios de dimensionamiento de las Normas NTC2301 NTC 1669, NFPA13 y NFPA 14.

Para realizar esto se emplea el software de EPANET 2.0, de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos “EPA”, el cual incorpora la ecuación de Hazen-Williams, para el cálculo de las pérdidas por fricción en las tuberías de acuerdo al literal 22.4.2.1.

Una vez definido el escenario, se procedió a determinar diámetros mínimos para el inicio de la simulación, se determinó que el múltiple que sale del sistema de bombeo será de 4" y alimentará con tuberías de derivación a cada gabinete en 2 ½", y a la red de rociadores del auditorio.

Bajo esta premisa se obtuvo los siguientes resultados para el escenario de modelación propuesto.

3.4.2 Resultados Escenario de Diseño

El escenario propuesto asume la posibilidad de atender un incendio con 12 rociadores k=5.6 del archivo general, escenario seleccionado a la luz de las recomendaciones de diseño de las Normas NFPA 13 Y 14. El caudal total del sistema con 12 rociadores operando es de 14.26 L/s y una presión de servicio de 45.5 m.c.a. (65 PSI) en el gabinete crítico, y presiones en los rociadores comprendidas entre 8.5 y 15.0 m.c.a. (12.0 - 21.5 PSI), garantizando que se cumple con las presiones mínimas de servicio recomendadas por las Normas.

Es importante aclarar que como el sistema se abastece con un mismo bombeo, y que los requerimientos de presión en gabinetes y rociadores son considerablemente diferentes, para garantizar la presión de servicio en los rociadores, en el modelo se implementó la colocación de una o varias válvulas reductoras de presión (VRP) en las tuberías colgadas (riser) de ingreso a la red de rociadores, con una consigna de reducción de presión a de acuerdo con la presión de ingreso al riser y la presión requerida al final, la cual depende del tipo de rociador del sistema, el cual tendrá que implementarse y/o calibrarse durante la instalación, en vista que para evitar entrar en zona de cavitación de la válvula esta debe limitar la presión de salida a máximo 1/3 de la presión de entrada.

Tabla 3-2. Configuración y número de VRP para red de rociadores

Número de VRP's por red de rociadores			
Piso	No. de VRP's	Presión residual válvula 1 (mca)	Presión residual válvula 2 (mca)
Sótano	2	25.6	15.0

De esta manera, se encontró que para abastecer este sistema, se requiere un diámetro de tubería de 4" en los tramos iniciales, la cual se reduce hasta 2 1/2" a las tuberías secundarias de alimentación de gabinetes, con tubería de 1 ½" para la entrega a los mismos, y en el caso de los rociadores, la tubería o riser de entrega será de 4" para la red de archivo general.

Las velocidades en las líneas son menores de 2.05 m/s, velocidades que están en el rango esperado de operación de una red contra incendios.

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	---	---

A partir de lo anterior se dimensiona la columna principal del sistema contra incendio, que va desde el sistema de bombeo hasta el gabinete crítico ubicado en el segundo nivel, costado occidental. De esta manera se realiza el dimensionamiento hidráulico de la columna y así determinar la cabeza hidráulica que la bomba debe proporcionar, como se muestra a continuación.

Tabla 3-3. Determinación de la presión requerida en columna

Tramo		TUBERIA ACERO		CAU DAL	VELOCI DAD	LONGI TUD	PERDI DAS	ELEVACIO N		ELEVACIO N		PRESION		PRESION	
INICI AL	FIN AL	DIAMETRO				TOTAL	TOTAL	PIEZOMET RICA		TUBERIA		DISPONIB LE		ESTATICA	
		INTERI OR	NOMI NAL					INICI AL	FIN AL	INITI AL	FIN AL	INICI AL	FIN AL		
														(plg)	
1	2	4.026	4.00	14.26	1.74	22.20	0.64	53.57	52.93	-3.00	3.00	56.57	49.93	56.57	50.57
2	3	4.026	4.00	14.26	1.74	16.07	0.46	52.93	52.47	3.00	3.00	49.93	49.47	50.57	50.57
3	4	4.026	4.00	14.26	1.74	31.27	0.90	52.47	51.56	3.00	3.00	49.47	48.56	50.57	50.57
3	4	4.026	4.00	14.26	1.74	12.47	0.36	51.56	51.20	3.00	3.00	48.56	48.20	50.57	50.57
4	5	4.026	4.00	14.26	1.74	15.00	0.43	51.20	50.77	3.00	3.00	48.20	47.77	50.57	50.57
5	6	2.469	2.50	6.30	2.04	4.00	0.27	50.77	50.50	3.00	5.00	47.77	45.50	50.57	48.57

3.4.3 Acometida

La acometida se realiza desde la red de acueducto del municipio, con una tubería de 1", con una longitud aproximada de 6 m desde la derivación de la red de acueducto hasta la llegada al tanque. Con la finalidad de obtener un tiempo de llenado de 6 horas para el llenado, se calcula el caudal necesario a transportar por la acometida para llenar los tanques de almacenamiento, obteniendo un caudal máximo de 1,20 L/s, el cual puede transportarse con una tubería de 1", produciendo una velocidad de 1,68 m/s, menor al límite establecido en la NTC1500 de 2 m/s.

Igualmente se garantiza que con esta acometida se obtenga una presión mínima de 14.55 m.c.a. a la entrada del tanque de almacenamiento de agua potable, calculando las pérdidas obtenidas por el transporte por la tubería y por la diferencia estática de nivel, considerando una presión en la red de acueducto municipal de 15 mca.

De este modo, se diseña una acometida para llenar los tanques con un caudal de 1.20 L/s, para un tiempo de llenado de 6 horas para el tanque RCI, como se muestra en la **Tabla 2-2** a continuación. Los cálculos detallados se encuentran en los anexos del proyecto. El tiempo de llenado máximo que permite la Normativa es de 12 horas.

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

Tabla 3-4. Cálculo de caudal de acometida – Llenado Tanque RCI

Cálculo volumen de almacenamiento y Caudal de acometida	
Tiempo de llenado tanque de suministro (hr)	6
Volumen de tanque (m ³)	26
Caudal de acometida (L/s)	1.20

Tabla 3-5. Cálculo de acometida, red de suministro – Llenado Tanque RCI

CÁLCULO DE ACOMETIDA DESDE RED ACUEDUCTO											
Trazado		CONDUC TO		Caudal	Velocidad	Perdida de Energía, h _f		Cabeza (m SNM)		Presión (m.c.a.)	
Abscisa	Nivel (m SNM)	Material	DN (")	L/s	m/s	m/m	m	Piezométrica	Estática	Dinámica	Estática
K0+000.0	0.00							15.00	15.00	15.00	15.00
K0+004.5	0.00	PVC	1.00	1.20	1.68	0.099	0.446	14.55	15.00	14.55	15.00

3.5 Cálculo y Dimensionamiento sistema de Bombeo

A partir de esta presión requerida y de los accesorios presentes en el sistema de bombeo se determina la presión de operación de la bomba, como se muestra a continuación.

Tabla 3-6. Determinación de presión requerida por la bomba

CALCULO DEL SISTEMA DE BOMBEO CONTRA INCENDIO

CAUDAL (lts/seg)=	14.26	
CLASE DE TUBERIA:	ACERO	
COEFICIENTE HAZEN WILLIAMS	140	
DIAMETRO TEORICO SUCCION (pul)=	6.1	
DIAMETRO COMERCIAL (pul)=	6	
VELOCIDAD REAL (m/seg) =	0.78	< 1.45
PERDIDAS UNITARIAS J(m/m)=	0.0041	
NIVEL DE LA SUCCION (m)	-3.0000	

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

DIAMETRO TEORICO DESCARGA (pul)=	4.8	
DIAMETRO COMERCIAL(pul)=	4	
VELOCIDAD REAL (m/seg) =	1.76	V<3.0
PERDIDAS UNITARIAS J(m/m)=	0.0298	
NIVEL DE LA DESCARGA (m)	4.500	
PERDIDAS TOTALES (m)	1.970	
ALTURA ESTATICA (m)	56.570	
ALTURA DINAMICA DE ELEVACION (m)	58.540	
ALTURA DINAMICA REQUERIDA (psi)	83.629	
POTENCIA (HP)	16.878	

De este escenario se puede concluir que el sistema de bombeo debe suministrar una energía de al menos 59.00 m.c.a., para garantizar que el sistema critico de los gabinetes funcione con una presión mínima de 45.5 m.c.a. (65 psi) en el gabinete crítico, y que los rociadores cuenten con una válvula reductora de presión en el riser de entrada al sistema para garantizar que las presiones residuales en el rociador más alejado estén cercanas a 8.5 mca (12 PSI), reflejando unas pérdidas bajas que optimizan el funcionamiento hidráulico del sistema.

El sistema de bombeo a implementar debe garantizar una energía (entre el eje del sistema de la bomba y el nodo más crítico para gabinetes, gabinete piso 2) de 65 psi, y para rociadores debe garantizar que el rociador más alejado tenga una presión superior a 12 PSI, más las perdidas en succión y descarga, para un caudal de 14.26 L/s (226 GPM). Todo sistema por encima de estas recomendaciones mínimas se ajustará adecuadamente a los requerimientos ante un evento de incendio.

Se debe recordar que el sistema de bombeo a instalar deberá estar conformado por un sistema de bombeo especial para incendios compuesto por un equipo con bomba principal a abastecer el 100% del caudal de diseño y una bomba jockey a abastecer entre el 1 y el 10% del caudal de diseño, la cual se encargará de sostener la presión del sistema, tablero de control y válvulas, aplicado a la protección contra incendios con equipos y accesorios Listados para dicho uso.

Al considerar el sistema contra incendios propuesto, que constituye la alternativa ideal de implementación, el equipo debe incluir: bomba principal (100% de caudal), bomba jockey (1-10% de caudal), sensor de presión, base común, soporte para tablero, tablero de control completo con protecciones, manómetros, válvula de cheque, válvula de vástago ascendente, derivación para bomba jockey, válvula de pie para cada bomba, Tableros dotados con elementos de maniobra, control y señalización, poseer protección térmica y de sobrecarga para la bomba jockey y protección magnética para la bomba principal; Lámparas, indicadores y selectores que puedan ser operados manualmente facilitando el servicio, y todos los demás elementos solicitados por la NFPA 20.

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Suministro

El suministro de agua potable se realizará mediante bombeo de tanque subterráneo, junto con un sistema de recirculación de aguas lluvias que dará suministro mediante bombeo a sanitarios y orinales. El sistema de abastecimiento de agua se dividió en dos redes independientes, una con agua potable y otra con agua de recirculación pluvial.

Se recomienda dividir los tanques de agua potable y de recirculación en dos particiones, para facilitar la limpieza del mismo, la cual deberá hacerse cada 6 meses.

4.2 Desagües

Las redes de desagües se diseñaron bajo el concepto de autolimpieza. Sin embargo, si se presenta algún taponamiento de residuos sólidos, las cajas y tapones de inspección permiten el ingreso a la red para limpieza manual en cada uno de sus tramos. Se recomienda realizar la limpieza de cárcamos cada 3 meses.

4.3 Pluvial

A partir del análisis hidrológico se observa que la zona corresponde geográficamente con una zona de lluvias abundantes, con altas intensidades. Se recomienda la instalación de tragantes metálicas en la boca de cada bajante, para reducir la cantidad de sedimentos y material orgánico que ingresen a la bajante.

Se recomienda practicar una limpieza de las canaletas cada 2 meses, y de sondeos de bajante cada 6 meses, para garantizar el flujo libre del agua y evitar taponamientos.

Se recomienda no sembrar árboles que superen la altura de la cubierta en cercanías de la misma, para evitar que hojas y ramas taponen el sistema pluvial.

4.4 Red Contra Incendio

El escenario de diseño contempla el uso de 12 rociadores de $k=5.6$. La red posee un tanque subterráneo de 26 m³, que da abasto por medio de una bomba principal con el 100% del caudal, y una bomba jockey con el 1-10% del caudal.

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

5 OBRAS HIDRAULICAS

5.1 Resumen de Obras

Las obras propuestas dentro del área hidráulica se listan a continuación.

Suministro

- Construcción de tanques de almacenamiento de agua potable y de recirculación
- Instalación de tuberías de suministro de agua potable y de recirculación.
- Instalación de puntos hidráulicos.

Drenajes sanitarios

- Instalación de tuberías de drenaje.
- Instalación de puntos hidráulicos.
- Instalación de tuberías de ventilación
- Instalación de cajas de inspección

Drenaje pluvial

- Instalación de bajantes en 4 pulgadas para cubiertas.
- Instalación de canaletas PVC
- Construcción de red externa pluvial para disposición final en tanque de recirculación

Red contra incendio

- Especificación y ubicación de extintores.
- Instalación de hidrante en calle.
- Instalación de siamesa y conexión a 4 pulgadas
- Instalación de columna principal a 4 pulgadas

	ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ MUNICIPIO DE APARTADÓ, ANTIOQUIA	
---	--	---

- Instalación de derivaciones hacia gabinetes.
- Instalación de gabinetes listados
- Implementación de red de rociadores para el auditorio.
- Instalación de la bomba contra incendios principal y jockey

6 BIBLIOGRAFÍA

6.1 Bibliografía especializada

Referencia 1. Código Colombiano de Fontanería. Norma Técnica Colombiana NTC 1500. ICONTEC.

Referencia 2. Manual de Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias, Aire, Gas y Vapor del Ing. Sergio Zepeda C., México. Ed. Limusa.

Referencia 3. El ABC de las Instalaciones de Gas, Hidráulicas y Sanitarias de Enríquez Harper, México, Editorial Limusa.

Referencia 4. Acueductos. Teoría y Diseño. Freddy Hernán Corcho y José Ignacio Duque. Universidad de Medellín. 1,993.

Referencia 5. Sistema de Eliminación de Aguas Negras. Revista de las EE PP de Medellín.

Referencia 6. Granados R. J. A. Redes Hidráulicas y Sanitarias en Edificios. UNAL, 2002.

Referencia 7. Ministerio de Ambiente. Reglamento de Agua y Saneamiento. Norma RAS 2000, títulos a, b y d, 2000.

Referencia 8. NFPA, National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección contra Incendios).