

MEMORIAS DE CÁLCULO
DISEÑO HIDRÁULICO Y DE GAS

JARDÍN INFANTIL
ARBOLEDA DE SANTA TERESITA

UBICACIÓN:
LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL
BOGOTA D. C.

NELSON YOVANI CASTRO
Ingeniero Civil
M.P. 2520211-2832 CND

AGOSTO DE 2018

TABLA DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES	4
1.1. DESCRIPCIÓN	4
1.2. LOCALIZACIÓN	7
1.3. MORFOLOGÍA	7
1.4. NORMATIVIDAD.....	8
2. DISEÑO RED DE AGUA POTABLE	11
2.1. PARÁMETROS DE DISEÑO	11
2.2. APARATOS	13
2.3. TANQUE DE RESERVA	14
2.4. ACOMETIDA	15
2.5. MEDIDOR	15
2.6. CÁLCULO DE TUBERÍAS.....	16
2.7. SISTEMA DE BOMBEO	16
3. DISEÑO DE REDES DE DESAGUES	17
3.1. PARÁMETROS DE DISEÑO	17
3.1.1. Análisis hidráulico de colectores	17
3.1.2. Coeficiente de Rugosidad de Manning	18
3.1.3. Velocidad y pendiente	18
3.1.4. Capacidad Hidráulica.....	18
3.1.5. Cálculo de caudales sanitarios	18
3.1.6. Cálculo de caudales de aguas lluvias.....	19
3.2. REDES DE AGUAS RESIDUALES Y AGUAS LLUVIAS.....	22
4. SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO	23
4.1. CLASIFICACIÓN SEGÚN OCUPACIÓN	23
4.2. SISTEMAS Y EQUIPOS PARA EXTINCIÓN DE INCENDIO	24
4.3. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL RIESGO	25
4.4. PARÁMETROS DE DISEÑO	26
4.4.1. Tuberías de abastecimiento de agua.	26
4.4.2. Ecuaciones Utilizadas	26
4.4.3. Rociadores.....	27
Determinación del Área de Diseño	27
Requerimientos de Diseño del Sistema	28
4.5. MÉTODO DE DISEÑO	28

4.5.1.	Modelo Hidráulico.....	29
4.5.2.	Dimensionamiento del Sistema	29
4.6.	REQUERIMIENTOS DE AGUA	31
4.7.	CÁLCULO DE LA ACOMETIDA.....	32
4.8.	EQUIPOS DE BOMBEO.....	32
5.	GAS NATURAL.....	34
5.1.	CARACTERÍSTICAS DEL GAS A SUMINISTRAR	34
5.1.1.	Componentes.....	34
5.1.2.	Características Del Gas Natural	34
5.2.	EQUIPOS A INSTALAR.....	34
5.3.	ANÁLISIS DE LA RED.....	35
5.3.1.	Regulación.....	35
5.3.2.	Cálculo De La Red	35
5.4.	ANÁLISIS DE VENTILACIÓN	35
6.	ANEXOS.....	36

1. GENERALIDADES

El proyecto contempla el diseño hidráulico de la Institución Educativa (IE) llamada Jardín Infantil Arboleda Santa Teresita, ubicado en la ciudad de Bogotá.

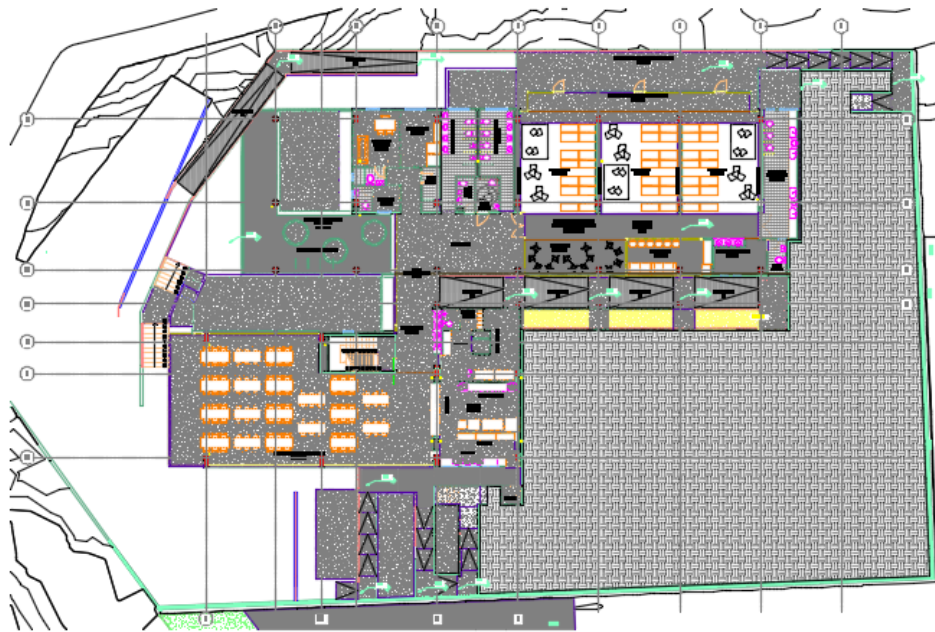
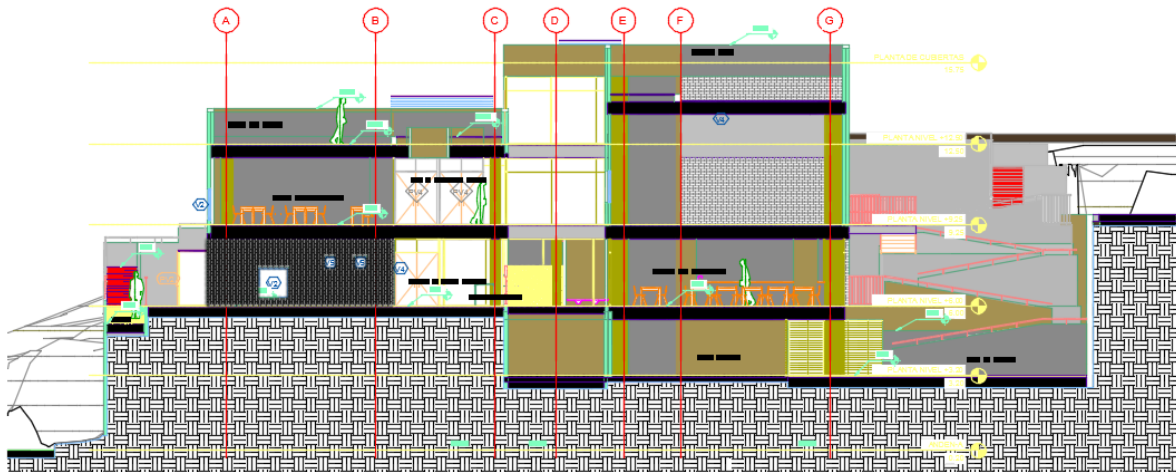
Este informe está desarrollado bajo la siguiente estructura temática:

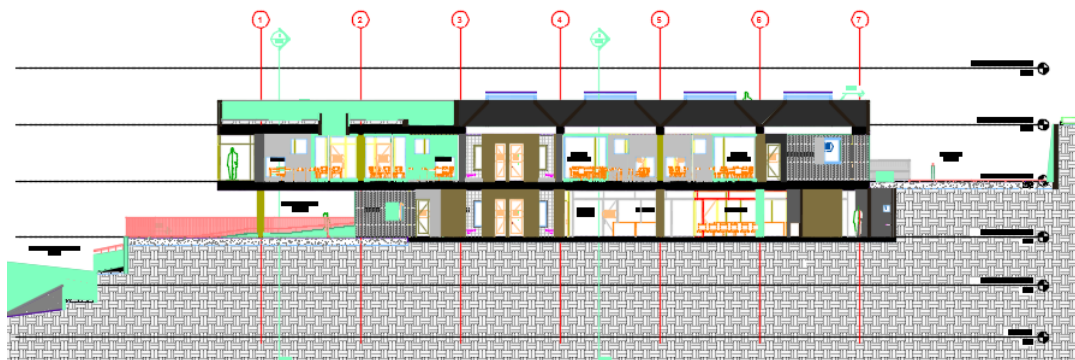
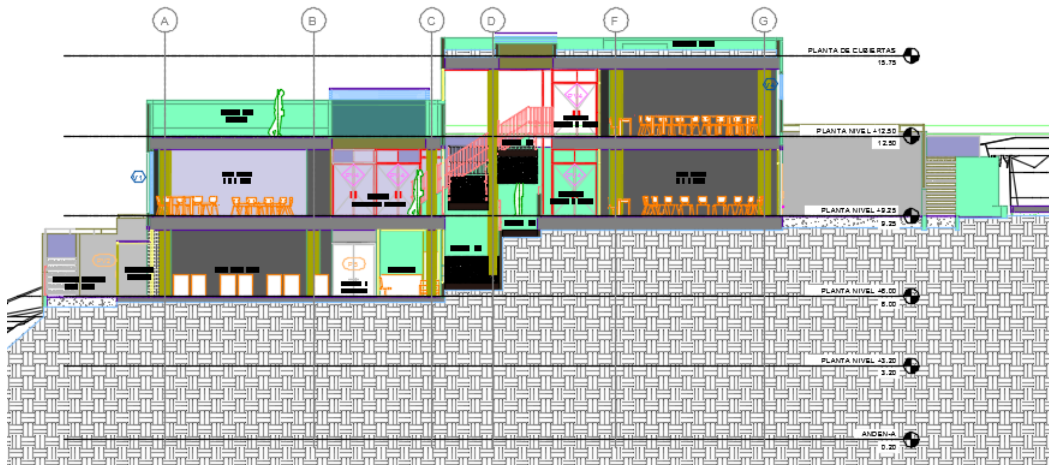
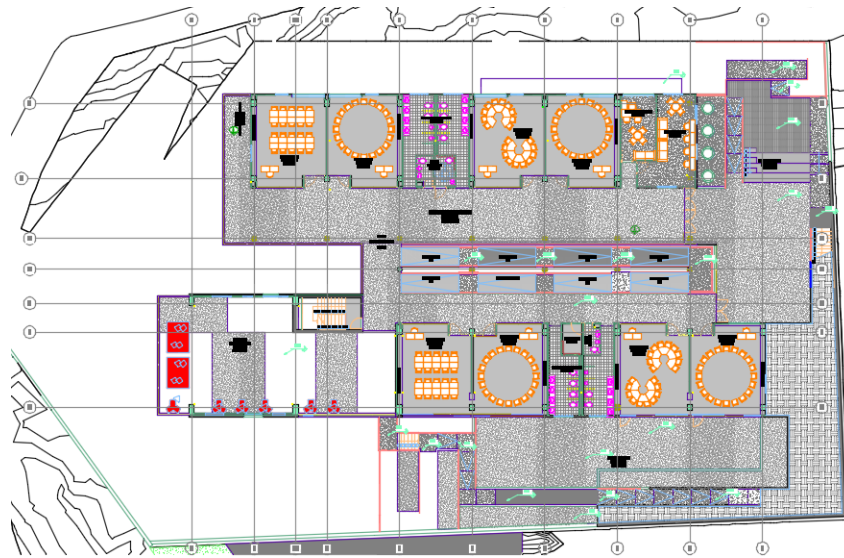
- Información general del área del proyecto: descripción, localización, morfología del predio y la normatividad aplicable.
- Diseño de redes de agua potable: parámetros de diseño, dimensionamiento de tanques, acometida, medidores, redes de agua potable y cálculo de equipos de bombeo.
- Diseño de redes de desagüe: parámetros de diseño, dimensionamiento de bajantes, canales, colectores y estructuras.
- Diseño del sistema de extinción de incendios, con base en agua: parámetros de diseño, dimensionamiento de tanques, acometida, redes de protección contra incendio y cálculo de equipos de bombeo.
- Diseño de las redes de gas natural: parámetros de diseño, definición de consumos, dimensionamiento de tuberías, reguladores, medidores y cálculo de ventilaciones.

Anexo a éste se presentan los planos de diseño y detalle, las memorias de cálculo, los modelos hidráulicos y las especificaciones técnicas de materiales y equipos.

1.1. DESCRIPCIÓN

De acuerdo a los diseños arquitectónicos, la edificación proyectada se compone de dos (2) bloques, un primer bloque de tres (3) niveles y un segundo bloque de cuatro (4) niveles, como se muestra a continuación:





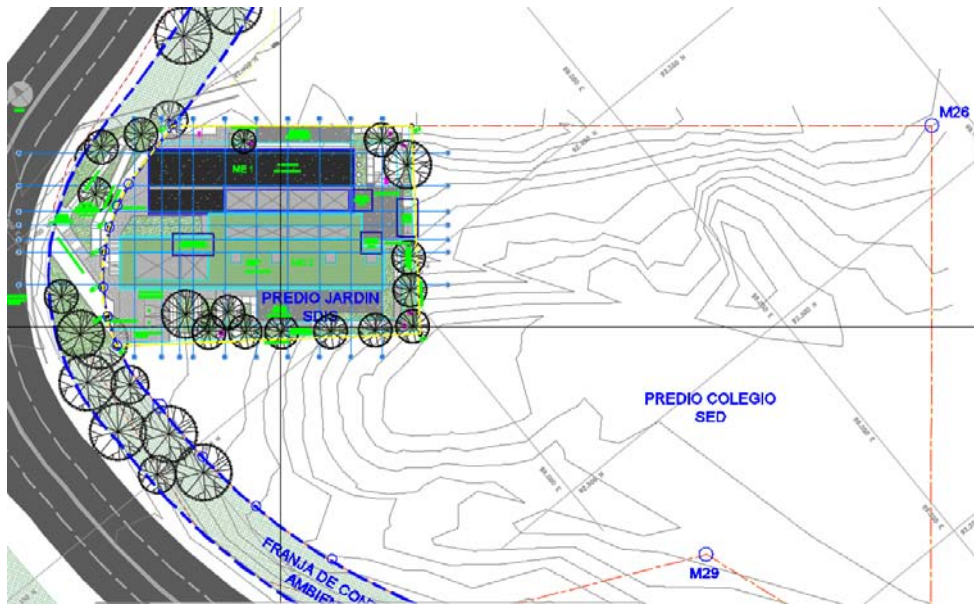
1.2. LOCALIZACIÓN

La edificación se localizará en la Carrera 15 Este No. 61A - 10 Sur en la Localidad de San Cristobal en la ciudad de Bogotá.



1.3. MORFOLOGÍA

El proyecto se ubicará en un terreno inclinado, donde la vía de acceso queda en la zona baja del predio. En consecuencia el proyecto se desarrolla por niveles, aprovechando la topografía; el proyecto se desarrolla en una zona de Equipamiento Comunal, donde no hay construcciones existentes.



1.4. NORMATIVIDAD

Redes Hidrosanitarias:

- ✓ Norma Técnica Colombiana NTC 1500: Código Colombiano de Fontanería. En esta norma se establecen los requisitos básicos necesarios para garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas de agua potable, aguas residuales y aguas lluvias. Dentro de los requisitos se incluyen lo relacionado con la protección de la salud, seguridad y bienestar de los usuarios de los servicios.
- ✓ Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000. En el RAS 2000 se establecen los parámetros de diseño, funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de acueducto, potabilización, recolección y evacuación de aguas residuales, domésticas y pluviales, tratamiento de aguas residuales, aseo urbano y demás aspectos comentarios relacionados con el sector de agua potable y saneamiento básico.

Red Contra Incendios

- ✓ Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 Títulos J y K. En esta norma se presenta la clasificación de las edificaciones en función de su tipo de ocupación. Con dicha división se clasifican las edificaciones de acuerdo al riesgo de pérdida de vidas humanas y por lo tanto se establecen condiciones mínimas de implantación de sistemas contra incendios.
- ✓ National Fire Protection Association NFPA 14: Norma para la instalación de sistemas de tubería vertical y de mangueras. En esta norma se establecen los requisitos mínimos para la instalación de sistemas contra incendios de tuberías verticales y mangueras.

-
- ✓ NationalFireProtectionAssociation NFPA 20: Norma para la instalación de bombas estacionarias contra incendios. En esta norma se establecen los parámetros mínimos para la selección en instalación de las bombas a utilizar en el sistema contra incendios proyectado.
- ✓ NationalFireProtectionAssociation NFPA 13: Norma para la instalación de sistemas de rociadores. Esta norma provee los parámetros mínimos requeridos para el diseño e instalación de sistemas contra incendios con rociadores automáticos.
-
- ✓ Norma Técnica Colombiana NTC 1669: Norma para la instalación de conexiones de manguera contra incendio. Esta norma es la adopción idéntica de la norma NFPA 14.
- ✓ Norma Técnica Colombiana NTC 2301: Norma para la instalación de sistemas de rociadores. Esta norma es la adopción idéntica de la norma NFPA 13.

Red de Gas

- ✓ Resolución 14471 de la SIC.
- ✓ ICONTEC 332 Roscas ASA para tuberías y accesorios.
- ✓ NTC 2505 Instalaciones para suministro de gas destinadas a usos residenciales y comerciales.
- ✓ NTC 2104 Tubería metálica. Rosca para tubos en donde la presión-hermética de la junta se hace con filetes.
- ✓ NTC 3567 Conductos metálicos para la evacuación por tiro natural de los productos de la combustión del gas.
- ✓ NTC 3631 Artefactos de gas. Ventilación de recintos interiores donde se instalan artefactos que emplean gases combustibles para usos domésticos, comercial e industrial.
- ✓ NTC 3740 Válvulas metálicas para gas, accionadas manualmente para uso en sistemas de tuberías con presiones manométricas de servicio inferiores a 0.069 bar(1 psi).
- ✓ NTC 3838 Gasoductos. Presiones de operación permisibles para transporte, distribución y suministro de gases combustibles.
- ✓ NTC 3853 Equipo, accesorios, manejo y transporte de GLP.
- ✓ NTC 3853-1 Instalaciones de sistemas de GLP. (Gases Licuados del Petróleo).
- ✓ NTC 3873 Reguladores de presión para GLP.

- ✓ NTC 3293 Aparatos Mecánicos. Reguladores Internos De Presión Para Equipos Que Funcionan Con Gas.
- ✓ NTC 3538 Aparatos mecánicos, Válvulas metálicas para gas accionadas manualmente para uso en sistemas en tuberías con presiones manométricas de servicio desde 6.8 Kpa (1 psi) hasta 861 Kpa (125 psi). Tamaños desde 6.35 mm (1/4 pulgadas) hasta 50.8 mm (2 pulgadas).
- ✓ NTC 4534 Dispositivos de transición para uso en las instalaciones de suministro de gas (Elevadores).

2. DISEÑO RED DE AGUA POTABLE

El suministro de agua se deriva de la red pública de acueducto ubicada en la Carrera 15A Este frente a la entrada principal del centro educativo, el agua se lleva a un tanque ubicado en el Nivel 0.00. Este tanque almacenará el 100% del volumen de reserva para un día.

Mediante un sistema de bombeo asociado al tanque enterrado, se alimentan todos los aparatos de los dos bloques. Los aparatos a instalar serán de tipo tanque.

2.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

Dotación

La dotación de agua para el proyecto depende directamente del uso que tendrá. Para establecer las dotaciones se tiene en cuenta la Tabla 6 de la Norma Técnica Colombiana NTC 1500 en la que se establecen las evaluaciones de consumo según el tipo de uso de la edificación, las dotaciones consideradas en el cálculo del volumen de reserva se muestran a continuación:.

Uso	Dotación	
Oficinas	6	Litros/m ²
Universidades	50	Litros/Estudiante
Restaurantes	4	Litros/Comida

Caudales de Diseño

Para estimar el caudal de diseño de los colectores de aguas residuales, se tomó el método de Hunter, el cual consiste en asignar a cada aparato, unidades para indicar la importancia que tiene dentro del funcionamiento del sistema; este criterio considera también la probabilidad de que puedan funcionar simultáneamente varios aparatos. Para conocer el caudal de las unidades, se tomó la curva elaborada por Hunter y las curvas de la NTC 1500. A continuación se presentan los valores de unidades tomados para los diferentes aparatos:

APARATO	UN
DUCHA	4
INODORO DE TANQUE	5
LAVAPLATOS	4
ORINAL DE LLAVE	2
LAVAMANOS	4
POCETA	2

Cálculo de Tuberías

Para el cálculo de pérdidas en la tubería de suministro se utiliza la ecuación de HAZEN WILLIAMS:

$$h = \frac{V^{1,852}}{(0,3547 * C)^{1,852} * D^{1,167}}$$

h: Pérdidas por fricción (m/m)
V: Velocidad (m/s)
D: Diámetro nominal (m)
C: Coeficiente de rugosidad (C=145 para tubería de PVC)

Para el cálculo de presión en los extremos se utiliza la ecuación de "BERNOULLI"

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + h_{1-2}$$

$$h_f = h * L_{1-2}$$

L 1-2 = Longitud tubería + Longitud equivalente accesorios.

Velocidad

La velocidad máxima de diseño debe ser de 2 m/s para tuberías de diámetro inferior a 76.2 mm: para diámetros de 76.2 mm o mayores, la velocidad máxima debe ser de 2.50m.

Potencia de la bomba

La potencia del equipo se calcula teniendo en cuenta la siguiente expresión:

$$Potencia = \frac{Q * \gamma * H_t}{76 * n}$$

Donde:

Q = Caudal

γ = Peso específico del agua

H_t = Cabeza dinámica total del equipo

n = Eficiencia. Se recomienda que la eficiencia utilizada para el cálculo no supere el 50%, ya que teniendo en cuenta la curva de la bomba, con esta eficiencia se podrá garantizar un óptimo funcionamiento del equipo y se reducirán las pérdidas de energía.

Cálculo del N.P.S.H

$$NPSH = \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2 * g} + \frac{P_{atm}}{\gamma} - \frac{P_{cavitación}}{\gamma}$$

Donde:

P = Presión

γ = Peso específico del agua

V = Velocidad

g = Gravedad

Patm= Presión atmosférica

P_{cavitación agua} = Presión de cavitación

2.2. APARATOS

En concordancia con los planos de diseño arquitectónico, a continuación se relacionan los aparatos sanitarios a instalar:

Zona	Unidad	Sanitario Tanque	Ducha	Lavamanos	Lavacolas	Lavadora	Orinales	Poceta	Llave Manguera
Nivel 0	Baño 1	1		1					
	Baño 2	1		1					
	Basuras								1
Nivel 1 Cocina	Baño	1		1					
	Lavado			1		5			1
	Basuras								1
	Comedor			4					
Nivel 1	Baños Infantiles Niñas	4		4					
	Baños Infantiles Niños	2		4			2		
	Portería	1		1					
	Primeros Auxilios	1		1					
	Lavandería y Aseo					3		1	
	Baño 1	1		1			1		
	Baño PMR	1		1					
	Control de Esfínteres	4		3	4				
	Salacunas			4					

Zona	Unidad	Sanitario Tanque	Ducha	Lavamanos	Lavacolas	Lavadora	Orinales	Poceta	Llave Manguera
Nivel 2	Baños Infantiles 1 - Niñas	4		4					
	Baños Infantiles 1 - Niños	2		4			2		
	Baño 1	1		1			1		
	Baño PMR	1		1					
	Baños Infantiles 2 - Niñas	4		4					
	Baños Infantiles 2 - Niños	2		4			2		
	Baño 1	1		1			1		
Nivel 3	Baños Infantiles Niñas	4		4					
	Baños Infantiles Niños	2		4			2		
	Baño 1	1		1			1		
	Baño PMR	1		1					
Total Tipo de Aparato		40	0	56	4	8	12	1	3
Total Aparatos		124							

Tabla 1. Listado de aparatos proyectados

2.3. TANQUE DE RESERVA

El volumen de almacenamiento se calculó considerando el volumen de reserva para un día y con base en las dotaciones de 6 Litros/m²-día para la zona administrativa, 4 Litros/comida-día para el restaurante y 50 Litros/alumno-día; tomadas de la NTC-1500. A continuación se muestran los cálculos realizados:

VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO					
ZONA	ALUMNOS	DOTACIÓN (L/Hab*día)	RESERVA (días)	VOLUMEN (L)	VOLUMEN (m ³)
Aulas	300	50	1	15000	15.00
ZONA	ALUMNOS	DOTACIÓN (L/Com)	No. COMIDAS (Com/día)	VOLUMEN (L)	VOLUMEN (m ³)
Restaurante	300	4	2	2400	2.40
ZONA	AREA (m ²)	DOTACIÓN (L/m ² *día)	RESERVA (días)	VOLUMEN (L)	VOLUMEN (m ³)
Administrativa	60.8	6	1	365	0.36
TOTAL				17765	17.76

Tabla 2. Volumen tanque de reserva

El volumen de reserva se almacenará en un tanque, con las siguientes dimensiones internas:

DIMENSIONES TANQUE	
Area (m ²)	10.00
Altura Útil (m)	1.80
Volumen (m³)	18.00

2.4. ACOMETIDA

El diámetro de la acometida se cálculo con base en el volumen total antes calculado y considerando un tiempo de llenado de 12 horas:

ACOMETIDA		
T _{Llenado}	(horas)	6
Caudal	(L/s)	0.83
ϕ Acometida	(Pulgadas)	1
Velocidad	(m/s)	1.16

Tabla 3. Diámetro Acometida

2.5. MEDIDOR

Con base en las características de los medidores comerciales, y considerando el caudal de llenado de los tanques de almacenamiento, se determinó el diámetro del medidor y se verificó el cumplimiento de los caudales máximos y mínimos.

Información Técnica

Modelo	Tamaño mm	Clase ISO 4064	Q _{max} m ³ /h Caudal Max.	Q _n m ³ /h Caudal Nom.	Q _t L/h Caudal	Q _{min} L/h Caudal Min.	Min. Lectura m ³	Max. Lectura m ³	Peso kg
DSD-13D	13	B	3	1.5	120	30	0.0001	99999	0.8
DSD-20D	20	B	5	2.5	200	50	0.0001	99999	0.9
DSD-25D	25	B	7	3.5	280	70	0.0001	99999	1.47
DSD-32D	32	B	12	6	480	120	0.0001	99999	2.56
DSD-40D	40	B	20	10	800	200	0.0001	99999	2.9

Tabla 4. Información técnica medidores comerciales

Por tanto, para un caudal de 0.83 L/s (2.988 m³/h - 2988 L/h) se selecciona un medidor de diámetro 3/4".

2.6. CÁLCULO DE TUBERÍAS

En las memorias de cálculo del Anexo 2, se muestra el cálculo de caudales y la evaluación hidráulica de las redes mediante la definición de la ruta crítica, tomando como punto extremo el sanitario del Nivel 3, más alejado de la columna de agua potable.

2.7. SISTEMA DE BOMBEO

A continuación se muestra el cálculo del equipo de bombeo que permite elevar el agua desde el tanque hasta cada uno de los aparatos, cabe anotar que las memorias se incluyen en el Anexo 2. Se instalarán dos equipos de bombeo, cada uno para el 60% del caudal máximo probable.

BOMBAS			
Q_{100%} (L/s)	7.08	H_B	26.37
No. Equipos	2.00	η	0.50
Q_{60%} (L/s)	4.25	γ	1.00
POTENCIA (HP)	3.39		

HIDROACUMULADOR			
Q (Lps)	4.25	P_A (Psi)	50.00
H_B (mca)	26.37	P_B (Psi)	70.00
H_B (Psi)	37.49	T (min)	1.50
Q_M (Lps)	2.76	V_R (Lt)	62.13
VOLUMEN TOTAL (L)	171.78		
VOLUMEN REAL (L)	200		

3. DISEÑO DE REDES DE DESAGUES

Las aguas residuales domésticas provenientes de los aparatos se llevarán a través de colectores y bajantes hasta cajas de inspección proyectadas en la zona externa de las edificaciones, las cuales se interconectan para conducir las aguas hacia la Carrera 15A Este, donde se descargan a la red de alcantarillado existente.

Las aguas lluvias también se conducen hacia la vía, donde se entregan a la cuneta.

El cálculo de colectores, bajantes de aguas residuales, colectores y canales de aguas lluvias se muestran en el Anexo 2.

3.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

3.1.1. Análisis hidráulico de colectores

El flujo de aguas residuales en una red de alcantarillado para su recolección y evacuación no es permanente, sin embargo el dimensionamiento hidráulico de la sección de un colector puede hacerse suponiendo que el flujo en éste es uniforme, esto es válido en especial para colectores de diámetros pequeños.

El procedimiento de cálculo se basó en la suposición que el flujo es uniforme en el conducto y como tal; el análisis se realizó utilizando la fórmula de Manning.

$$v = \left(\frac{1}{n}\right) R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

En donde:

V:	Velocidad media en m/s.
n:	Coefficiente de rugosidad de Manning.
R:	Radio Hidráulico en metros.
S:	Pendiente del conducto en m/m.

El flujo libre y uniforme en los colectores deberá ser estable, para lo cual el número de Froude es menor de 0,90 ó mayor de 1,10.

$$F = \frac{V}{\sqrt{g \times D}}$$

Donde:

- F: Número de Froude, adimensional.
 V: velocidad media del flujo en m/s.
 g: Aceleración de la gravedad = $9,81 \text{ m/s}^2$.
 D: Profundidad hidráulica, igual al área del agua, medida normalmente a la dirección del flujo, dividida por el ancho de la superficie libre tomada en metros.

3.1.2. Coeficiente de Rugosidad de Manning

De acuerdo a las características genéricas de forma y material de los conductos, se utilizó un coeficiente de rugosidad de 0.010 para los colectores en PVC.

3.1.3. Velocidad y pendiente

La pendiente de la tubería sanitaria debe ser tal que garantice su capacidad para evacuar el caudal de diseño, con una velocidad comprendida entre 0.6 m/s y 5 m/s.

En las redes de aguas lluvias, la velocidad mínima no deberá ser inferior a 0.75 m/s y la máxima no deberá exceder las velocidades permisibles establecidas en la tabla D.4.8 del RAS, en función del material del colector.

3.1.4. Capacidad Hidráulica

En la red de aguas residuales no se podrá exceder una relación de caudales de 0.75, mientras que en la red de aguas lluvias no se podrá exceder una relación de caudales de 0.95.

3.1.5. Cálculo de caudales sanitarios

Para estimar el caudal de diseño de los colectores de aguas residuales, se tomó el método propuesto en 1940 por Roy B. Hunter, el cual consiste en asignar a cada aparato, unidades para indicar la importancia que tiene dentro del funcionamiento del sistema; este criterio considera también la probabilidad de que puedan funcionar simultáneamente varios aparatos. Para conocer el caudal de las unidades, se tomó la curva elaborada por Hunter y las curvas que se pueden encontrar en la NTC 1500. A continuación se presentan los valores de unidades tomados para los diferentes aparatos:

APARATO	UN
SIFON	2
DUCHA	4
INODORO DE TANQUE	5

APARATO	UN
LAVAPLATOS	4
ORINAL DE FLUXÓMETRO	5
ORINAL DE LLAVE	2
LAVAMANOS	4
POCETA	2

3.1.6. Cálculo de caudales de aguas lluvias

La estimación del caudal de diseño se realizó utilizando el Método Racional para colectores y canales que drenen áreas menores de 1.300 ha.

El Método Racional se expresa así:

$$Q = CIA$$

Donde:

- Q: Descarga estimada en un sitio determinado, en Lt/s.
- C: Coeficiente de escorrentía, expresado por un número adimensional que se estimó de acuerdo con lo especificado en este mismo numeral
- I: Intensidad de la lluvia, en Lt/s*ha, para una duración igual al tiempo de concentración y para el tiempo de retorno determinado.
- A: Área de drenaje en hectáreas.

Coeficiente de Escorrentía C

El coeficiente de escorrentía está dado en función del tipo de suelo, la impermeabilidad de la zona, la pendiente del terreno y de otros factores que determinan la fracción de lluvia que se convierte en escorrentía. De acuerdo con el Título D del RAS, Manual de Buenas Prácticas, los valores del coeficiente de escorrentía son los siguiente:

TIPO DE SUPERFICIE	C
Cubiertas	0.90
Pavimentos asfálticos y superficies en concreto	0.90
Vías adoquinadas	0,85
Zonas comerciales e industriales	0.90
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0.75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre estos	0.75

TIPO DE SUPERFICIE	C
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0.60
Residencial con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0.45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques - cementerios	0.30
Laderas sin vegetación	0.60
Laderas con vegetación	0.30
Parques recreacionales	0.30

Cálculo del Coeficiente de Escorrentía Ponderado

Para el cálculo del coeficiente de escorrentía (C) se procedió de la siguiente forma:

- Identificar las áreas de drenaje que llegan a cada colector.
- Identificar los tipos de suelo dentro de las áreas de drenaje, teniendo en cuenta las consideraciones sobre el desarrollo urbano y las disposiciones legales sobre uso del suelo, esto implica que dentro de estas áreas se incluyan subáreas con diferentes coeficientes de escorrentía.
- De acuerdo al punto anterior, identificar los coeficientes de escorrentía (C) según corresponda el tipo de suelo de acuerdo a la tabla mencionada en la norma NS-085 (Diseño de Alcantarillado). Para las áreas de drenaje que incluyen diferentes coeficientes de escorrentía, dicho coeficiente se calculo así:

$$C = \frac{\sum (C \cdot A)}{\sum A}$$

Para cada tramo de alcantarillado se calculo su respectivo C ponderado de acuerdo a las áreas de drenaje y al tipo de cobertura del suelo en cada área sus respectivos cálculos se encuentran en la memoria.

Intensidad de la Lluvia (I)

La intensidad de la lluvia se estableció con base en el documento "Curvas Sintéticas Regionalizadas de Intensidad – Duración – Frecuencia" elaborado por el I.C. Rodrigo Vargas M. como tesis de la Maestría en Ingeniería Civil de la Universidad de Los Andes, se tomó la ecuación:

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

Donde a, b, c y d son constantes particulares para cada región del país. Dado que el departamento de Antioquia se encuentra en la región Andina, determinada por el estudio, se usan los siguientes parámetros:

Región	a	b	c	d
Andina	0.94	0.18	0.66	0.83

Con un periodo de retorno de 10 años, un tiempo de concentración de 15 minutos (0.25h) y considerando los datos de precipitación máxima en 24 horas para dos estaciones cercanas al proyecto, se tiene la siguiente Intensidad:

REGION ANDINA							
a	T	b	t	c	M	d	I
0.94	15	0.18	0.250	0.66	58.30	0.83	111.60

Adicionalmente, se obtiene la intensidad con las curvas IDF generadas por el IDEAM, para la estación OBS MET NACIONAL (BOGOTÁ D. C.) 2120523, considerando un tiempo de retorno de 10 años:

TR (Años)	C1	X0	C2	d (min)	I (mm/h)
10	8984.033	34.84	1.173	15	91.67

Como se puede observar, las intensidades calculadas son cercanas a los 100 mm/hr, en consecuencia para mayor seguridad, se asume una intensidad de 125 mm/h para el dimensionamiento de las redes de aguas lluvias.

a) Periodo de retorno

Se considera un periodo de retorno de 10 años.

b) Tiempo de Concentración.

Es el tiempo requerido, después del comienzo de la lluvia, para que la escorrentía superficial de toda la hoya tributaria contribuya al punto en consideración. De acuerdo a las recomendaciones del Anexo Técnico se considera un tiempo de concentración de 30 min.

b) Áreas de Drenaje.

La extensión y el tipo de área tributaria en este caso se determinaron de acuerdo con las cubiertas y patios planteados.

3.2. REDES DE AGUAS RESIDUALES Y AGUAS LLUVIAS

En el Anexo 2 se muestra la memoria de cálculo de los colectores de aguas residuales y aguas lluvias que se proyectan.

4. SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

4.1. CLASIFICACIÓN SEGÚN OCUPACIÓN

De conformidad con la norma NSR-10 Título K la Institución Educativa se clasifica en el grupo de Ocupación Institucional (I) - Tabla K.2.1-1.

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 REUNION	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

FUENTE: NSR-10 TITULO K

En consecuencia, la edificación se clasifica en el Grupo de Ocupación Institucional Educación, teniendo en cuenta lo definido en el numeral K.2.6 donde textualmente se cita:

K.2.6 — GRUPO DE OCUPACIÓN INSTITUCIONAL (I)

K.2.6.1 — GENERAL — En el Grupo de Ocupación Institucional (I) se clasifican las edificaciones o espacios utilizados para la reclusión de personas que adolecen de limitaciones mentales o están sujetas a castigos penales o correccionales; en el tratamiento o cuidado de personas o en su reunión con propósitos educativos o de instrucción. De igual manera se clasifican dentro de este grupo las edificaciones y espacios indispensables en la atención de emergencias, preservación de la

seguridad de personas y la prestación de servicios públicos y administrativos necesarios para el buen funcionamiento de las ciudades. El grupo de Ocupación Institucional (I) está constituido por los Subgrupos de Ocupación Institucional de Reclusión (I-1), Institucional de Salud o Incapacidad (I-2), Institucional de Educación (I-3), Institucional de Seguridad Pública (I-4) e Institucional de Servicio Público (I-5).

K.2.6.4 — SUBGRUPO DE OCUPACIÓN INSTITUCIONAL DE EDUCACIÓN (I-3) — En el Subgrupo de Ocupación Institucional de Educación (I-3) se clasifican las edificaciones o espacios empleados para la reunión de personas con propósitos educativos y de instrucción. En la tabla K.2.6-3 se presenta una lista indicativa de edificaciones que deben clasificarse en el Subgrupo de Ocupación (I-3).

Universidades
Colegios
Escuelas
Centros de educación
Academias
Jardines Infantiles
Otras instituciones docentes

4.2. SISTEMAS Y EQUIPOS PARA EXTINCIÓN DE INCENDIO

De acuerdo con el Título J de la NSR-10, las edificaciones del Grupo de Ocupación Institucional (I) deben estar protegidos con sistemas y equipos para protección contra incendio, así:

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 2000 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 servicios 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 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 a 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 en 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.*

Dado que el Jardín Infantil Arboleda de Santa Teresita, tiene una construcción mayor a 2000 m², requiere protección con sistemas de rociadores. Adicionalmente, la edificación debe estar protegida por un sistema de tomas fijas para bomberos y mangueras para extinción de incendios.

4.3. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL RIESGO

De conformidad con la NFPA-13 y NFPA-14, se clasifica la edificación como Riesgo Ordinario, teniendo en cuenta las siguientes definiciones:

"Las ocupaciones de Riesgo Ordinario se deben definir como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es moderada, y se esperan incendios con bajo índices de liberación de calor."

4.4. PARÁMETROS DE DISEÑO

4.4.1. Tuberías de abastecimiento de agua.

- ✓ Presión punto más alejado de la red de conformidad con NFPA 14 numeral 5.7 e ICONTEC 1669 numeral 4.1.1.3 b: 70.00 m.c.a.
- ✓ Velocidad máxima en las tuberías: 7.50 m / s

4.4.2. Ecuaciones Utilizadas

a) PÉRDIDAS DE ENERGÍA:

Las pérdidas por fricción en las tuberías a presión, para las redes de suministro, se evalúan, mediante la fórmula de Darcy – Weisbach.

$$h_f = f \times \frac{L}{D} \times \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

Donde;

hf: pérdidas en m / 100 m
D: diámetro interno, m
V: Velocidad, m/s
f: coeficiente de rugosidad

Para estimar el caudal de la boquilla se efectúan comprobaciones para conocer el caudal en cada boquilla con la siguiente relación:

$$Q = k * \sqrt{P}$$

b) VELOCIDAD:

La velocidad en las tuberías se cálculo tomando la expresión de continuidad, la cual considera el caudal y el área del tubo, se presenta a continuación:

$$Q = A \times V \rightarrow V = Q/A$$

c) La presión en cualquier punto de la red, se evalúa, con la ecuación de energía:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + H_B = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} - hf_{1-2}$$

Donde:

hf : pérdidas por fricción

γ : peso específico del fluido

Z : energía potencial

P/γ : energía de presión

$V/2g$: energía cinética

H_B : energía por unidad de peso adicionada por la bomba.

d) La cabeza neta de succión positiva NPSH de las bombas se calculó de la siguiente forma:

$$P_{ATM} = H_{EST} + H_f + P_v + NPSH_{DISP}$$

Donde:

$NPSH_{DISP}$ = cabeza neta de succión positiva

P_{ATM} = presión atmosférica

H_{EST} = altura estática

H_f = pérdidas por fricción

P_v = presión de vapor

4.4.3. Rociadores

Determinación del Área de Diseño

Para definir el área de aplicación se tomó como largo sobre la línea de rociadores:

Área de cubrimiento por rociador:

✓ L =	10.0 ft
✓ S =	10.0 ft
✓ Área de cubrimiento	10.0 ft * 10.0 ft = 100 ft ²
✓ Máx. área de cubrimiento	100 ft ² (Tabla 8.6.2.2.1(a) NFPA 13)

Para un área de diseño (A) de 139.35 m² (1500 ft²) con un cubrimiento por rociador de 100 ft² se tiene que analizar el siguiente número de regaderas:

No. de Rociadores a calcular = 1500 ft²/100 ft² = 15 Rociadores.

El número de regaderas por brazo será:

$$A = \frac{L^2}{1.2} = 1500 \Rightarrow \frac{1.2\sqrt{1500}}{10} = 4.65$$

Por lo tanto, se emplean 5 rociadores en la línea.

Requerimientos de Diseño del Sistema

La zona interior de la cocina, posee un área de 63.61 m². Conforme a la NFPA 13 esta zona se clasifica como riesgo Ordinario.

Según los requerimiento de la NTC 2301 esta zona debe llevar un sistema de rociadores automático en toda su área debido al uso que será destinado:

- Área de diseño: 139.35 m² (Figura 8.2.1 NFPA 13)
- Inclinação de la cubierta: 0°
- Tipo de rociadores: Upright - K= 5.6 GPM*Psi^{0.5}
- Especificación Rociador QR
- Sensibilidad Térmica: intermedia (Tabla 6.2.5.1 NFPA13)
- Densidad 0.15 GPM/ft²
- Q = 100 ft² * 0.15 GPM / ft² = 15 GPM
- P =(Q / K)² (15 GPM / 5.6)² = 7.17 Psi.

4.5. MÉTODO DE DISEÑO

Para realizar los cálculos hidráulicos se empleó el programa EPANET, mediante el cual se generó un modelo teniendo en cuenta las características físicas de las redes y la localización espacial de los equipos de extinción.

4.5.1. Modelo Hidráulico

El método que emplea EPANET para resolver simultáneamente las ecuaciones de continuidad en los nudos y las ecuaciones de comportamiento hidráulico de las tuberías, para un instante dado, puede clasificarse como un método híbrido de nudos y mallas. Todini y Pilati (1987), y más tarde Salgado et al (1988) decidieron llamarlo "Método del Gradiente". Métodos similares fueron propuestos anteriormente por Haman y Brameller (1971) (el "Método Híbrido") y por Osiadacz (1987) (el "Método de Newton para Nudos y Mallas". La única diferencia entre los métodos es la forma en que se actualizan los caudales de línea, después de haber encontrado una nueva solución provisional para las alturas en los nudos. Dado que la aproximación de Todini es la más simple, esta fue la elegida para desarrollar EPANET.

4.5.2. Dimensionamiento del Sistema

Para las tuberías se consideran los diámetros internos de tuberías de acero A-795 Schedule 10, los cuales se muestrana continuación:

Diámetro Nominal	Diámetro Externo	Espesor de Pared	Diámetro Interno	Diámetro Interno
	(Pulg)	(Pulg)	(Pulg)	(mm)
3/4	1.05	0.08	0.88	22.45
1	1.32	0.11	1.10	27.86
1 1/4	1.66	0.11	1.44	36.63
1 1/2	1.90	0.11	1.68	42.72
2	2.38	0.11	2.16	54.79
2 1/2	2.88	0.12	2.64	66.93
3	3.50	0.12	3.26	82.80
3 1/2	4.00	0.12	3.76	95.50
4	4.50	0.12	4.26	108.20
6	6.63	0.13	6.36	161.47

Tabla 5. Diámetros Tuberías A-795 Schedule 10

Se modela la red mediante las ecuaciones de Hazen - Williams, con un $C=120$ para las tuberías de acero y $C=140$ para tuberías de PVC y/o PEAD.

Con el propósito de dimensionar los equipos de bombeo y verificar los caudales, velocidades y presiones en las diferentes tuberías, se analizó el funcionamiento simultáneo de un grupo de rociadores de la zona más alejada del Nivel 3, en forma simultánea con un gabinete del mismo piso, que corresponde al caso crítico de operación de la red.

Para establecer la demanda de los rociadores, se simuló el funcionamiento de 12 rociadores, con coeficiente emisor de $K=5.6 \text{ GPM} \cdot \text{Psi}^{-0.5}$, en concordancia con lo descrito en el 4.4.3.

Para establecer la demanda de los gabinetes, dado que ésta puede variar en función de la presión disponible, se determinó el coeficiente emisor como:

$$Q = K\sqrt{P}$$

Q: Caudal, GPM.

P: Presión, Psi.

K: Coeficiente Emisor, $\text{GPM} \cdot \text{Psi}^{-0.5}$

Para gabinetes tipo III y salidas de 2½" y 1½" donde se requiere un caudal de 250 GPM, 100 GPM y una presión de 100 Psi y 65 Psi, respectivamente, se tiene:

$$K = \frac{250 \text{ GPM}}{\sqrt{100 \text{ Psi}}} = 25.0 \text{ GPM} \cdot \text{Psi}^{-0.5}$$

$$K = \frac{100 \text{ GPM}}{\sqrt{65 \text{ Psi}}} = 12.40 \text{ GPM} \cdot \text{Psi}^{-0.5}$$

Una vez asignados los coeficientes emisores del gabinete y de los rociadores, se establecen los diámetros de las tuberías y las características del sistema de bombeo para cumplir con las presiones en los gabinetes mencionados. La curva característica del equipo de bombeo principal, que se muestra en la Ilustración 4-2, se definió mediante los 3 puntos mostrados en la siguiente tabla:

	Flow (gpm)	Head (m)
Shutoff:	0	90.67
Design:	500	68.00
Max. Operating:	1,000	0.00

Tabla 6. Puntos Equipo de Bombeo Principal

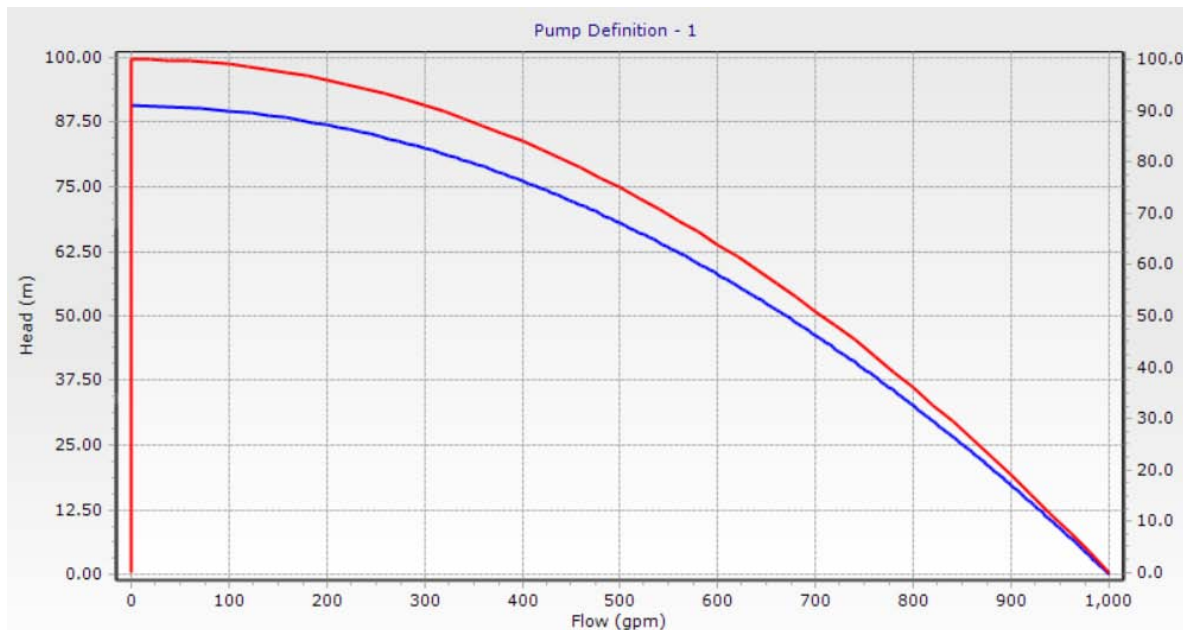


Ilustración 4-1 Curva Característica Bomba Principal

Finalmente, se revisa el cumplimiento de la velocidades máximas en todas las tuberías, los resultados de la modelación hidráulica se muestran en las tablas del Anexo 2.

4.6. REQUERIMIENTOS DE AGUA

Teniendo en cuenta que corresponde a un Riesgo Ordinario se considera el caudal de funcionamiento de los rociadores y el caudal de operación de un gabinete, con una duración de 60 minutos, por tanto el almacenamiento de agua requerido es el siguiente:

$$V_1 = 0.15 \frac{GPM}{ft^2} * 1500 ft * 60min = 13500GPM = 51.09m^3$$

$$V_2 = 250 GPM * 60min = 15000 GPM = 56.78m^3$$

$$V_T = 51.01 + 56.78m^3 = 107.87m^3$$

Dadas las características del proyecto, se propone un tanque de almacenamiento de agua al lado del tanque de agua potable y un cuarto de bombas adyacente, cuyo fondo estará al mismo nivel del fondo del tanque. Además el sistema dispondrá de siamesas de entrada y de una tubería de llenado.

Las dimensiones del tanque de almacenamiento serán las siguientes:

DIMENSIONES TANQUE	
Ancho (m)	6.00
Largo (m)	6.00
Altura Útil (m)	3.00
Volumen (m³)	108.00

4.7. CÁLCULO DE LA ACOMETIDA

DIMENSIONES TANQUE	
Área (m²)	44.00
Altura Útil (m)	2.50
Volumen (m³)	110.00

4.8. EQUIPOS DE BOMBEO

Será centrífuga de eje horizontal y construida especialmente para sistemas contra incendio y según normas NFPA, funcionará a 3500 RPM o la velocidad indicada por el proveedor. Su curva característica tendrá las siguientes propiedades:

Descargar no menos del 150% del caudal del diseño, para valores de la cabeza dinámica total no menor del 65% del especificado.

El valor de la cabeza dinámica para condiciones de descarga nula no debe exceder el 140% del valor especificado.

La bomba estará acoplada a un motor eléctrico aprobado UL y listado FM, de conformidad con los requerimientos de NFPA 20 y debe ser aprobado para uso con bombas de aplicación para incendio.

La potencia de reserva deberá cumplir con lo estipulado en NFPA 20 cuando la unidad es operada a la elevación sobre el nivel del mar a la que se encuentra el proyecto.

El sistema dispondrá de una Bomba Principal y una bomba Jockey con las siguientes características:

Bomba Principal:

Caudal	500	GPM
Cabeza Dinámica total	130	Psi
Potencia Aproximada:	75	HP

Bomba Jockey:

Caudal	15	GPM
Cabeza Dinámica Total	140	Psi
Potencia Aproximada:	2.5	HP

5. GAS NATURAL

5.1. CARACTERÍSTICAS DEL GAS A SUMINISTRAR

5.1.1. Componentes

Los principales constituyentes del Gas Natural son; metano, porcentajes menores a otros hidrocarburos como el Etano y Propano, gases inertes. Normalmente la composición química del Gas Natural no es constante y varía en rangos de 70 a 95% de metano, de 10 a 15% de etano, de 3 a 5% de propano, 1.5 a 3% de Coa, y otros componentes que generalmente se ubican por debajo de 1%. Para efectos de las presentes memorias se tendrán en cuenta las características de un gas ideal de metano con las características indicadas mas adelante.

5.1.2. Características Del Gas Natural

Como se definió anteriormente algunas de las características mencionadas aquí corresponden a gas metano 100% así:

- Poder calorífico: 1.100 BTU/pie³ que equivalen a 38.840 BTU/m³.
- Constante de gas $R = 518 \text{ m}^2/\text{sg}^2\text{-}^\circ\text{K}$.
- Relación de calor específico: 1.32
- Peso específico: 6.54 N/m³.

5.2. EQUIPOS A INSTALAR

De conformidad con los planos arquitectónicos suministrados y la información técnica de la cocina, se asume la instalación de una Cocina Industrial con Horno y una estufa industrial baja:

CONSUMOS GAS NATURAL

GASODOMÉSTICOS	CONSUMO BTU/H	CONSUMO M3/H	CANTIDAD	CONSUMO TOTAL BTUS	CONSUMO TOTAL KW	CONSUMO M3/H TOTAL
COCINA INDUSTRIAL CON HORNO	178000	4.58	1	178000	52.17	4.58
ESTUFA INDUSTRIAL BAJA 1 QUEM	77000	1.98	1	77000	22.57	1.98
TOTAL				255000	74.74	6.56

5.3. ANÁLISIS DE LA RED

5.3.1. Regulación

La regulación se plantea en dos (2) etapas. La primera de 60 psi a 5 Psi y la segunda de 5 Psi a 033 Psi que es la presión necesaria para el adecuado funcionamiento de los aparatos.

A la entrada de la Institución Educativa se ubicará el medidor y la regulación de primera etapa, el centro de medición y regulación debe tener una capacidad de 6.56 m³/h. El regulador de segunda etapa se ubicará en la fachada de la Cocina.

5.3.2. Cálculo De La Red

La red de Media Presión se calcula mediante la ecuación de Mueller, mientras que la red de Baja Presión se calcula con la ecuación de Renouard Lineal, en el Anexo 2, se muestran los cálculos respectivos.

5.4. ANALISIS DE VENTILACIÓN

Para los recintos donde se instalen equipos que funcionen a gas se requiere un permanente suministro de aire para la combustión, ventilación y dilución de gases de combustión. A continuación se hace un análisis del espacio donde serán instalados los gasodomésticos:

CÁLCULO DE VENTILACIONES			
POTENCIA TOTAL	255000 BTU/h	MATERIAL:	PLASTICO
TIPO DE VENTILACIÓN	1	EFICIENCIA:	0.6
SECTOR		COCINA	
AREA SECTOR (M²)		ALTURA (m)	VOLUMEN REAL (m³)
68.00		2.70	183.60
((POTENCIA TOTAL (KW/h)		74.74	KW
VOLUMEN REQUERIDO		358.73	M³
ESPACIO CONFINADO		VERDADERO	
ÁREA MÍNIMA LIBRE CALCULADA		448.42	CM²

TIPO DE VENTILACIÓN

- 1 ABERTURA DIRECTA AL EXTERIOR
- 2 DUCTOS HORIZONTALES AL EXTERIOR O VENT SUP UNICAMENTE
- 3 POR ARRASTRE DE RECINTOS INTERIORES

6. ANEXOS

- Anexo 1.** Planos.
- Anexo 2.** Memorias de Cálculo.
- Anexo 3.** Modelo Hidráulico
- Anexo 4.** Especificaciones Técnicas.
- Anexo 5.** Información Complementaria.