DISEÑO DE REDES HIDRAULICAS, SANITARIAS, AGUAS LLUVIAS Y RED CONTRA INCENDIO.

NOMBRE DEL PROYECTO:

“

PROYECTO SEDE SENA ALTO SINÚ - TIERRALTA”

DISEÑÓ:
JAVIER EDUARDO MARTINEZ MONTIEL
Ingeniero sanitario
Especialista en Ingenieria Ambiental

NOVIEMBRE - 2022

CONTENIDO

1 GENERALIDADES DEL PROYECTO. 5

1.1 LOCALIZACION DEL PREDIO 5

1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO 5

1.3 OBJETIVOS Y ALCANCE 7

1.3.1 OBJETIVO GENERAL. 7

1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS. 7

1.4 ALCANCE DEL ESTUDIO 8

1.4.1 Características: 8

1.5 NORMATIVIDAD APLICABLE. 8

2 DISEÑO DE AGUA POTABLE 9

2.1 PARÁMETROS DE DISEÑO – CÁLCULOS 9

2.1.1 CÁLCULO DE LA ACOMETIDA Y VOLUMEN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO 9

2.1.1.1 Analisis de acometida. 12

2.1.2 DISEÑO DEL MEDIDOR. 13

2.1.3 CALCULO DE RED DE DISTRIBUCIÓN. 16

2.1.4 CALCULO DE DIAMETROS, VELOCIDADES, PÉRDIDAS Y PRESIONES. 17

2.2 MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMATICO 31

Ver anexo 3. 32

3 DISEÑO SANITARIO 33

3.1 CALCULO DE UNIDADES Y CAUDALES DE DISEÑO 33

3.1.1 Parametros de diselo de la red de alcantarillado. 33

3.1.2 Cálculo de unidades de descarga del sistema de alcantarillado. 32

3.1.3 Cálculo de la red externa de alcantarillado. 37

3.1.4 Cálculo de la estación de bombeo de aguas residuales. 41

4 SISTEMA DE VENTILACION 42

5 DISEÑO RED DE DRENAJE DE AGUAS LLUVIA 43

5.1 Parámetros de diseño. 43

5.2 CALCULO DE PRECIPITACIÓN DE DISEÑO. 45

5.2.1 Calculo de red interna y externa de aguas lluvias 45

6 DISEÑO SISTEMAS DE SUMINISTRO DE AGUA CONTRA INCENDIO PARA LA EDIFICACIÓN 53

6.1 GENERALIDADES 53

6.1.1 DESCRIPCION Y ALCANCE DEL DISEÑO 53

6.1.2 RIESGO DE INCENDIO 55

6.1.3 RESERVA DE AGUA ESTIMADA 55

6.2 CARACTERISTICAS DEL DISEÑO 56

6.2.1 DESCRIPCION 56
6.2.2 NORMAS UTILIZADAS PARA EL DISEÑO 56
6.2.3 CARACTERISTICAS TECNICAS ESPECÍFICAS 56
6.2.4 DISEÑO Y ESPECIFICACIONES TECNICAS SUB-SISTEMA DE BOMBAS CONTRA INCENDIO 57
6.2.4.1 EQUIPOS DE SUPERVISION Y ALARMA 57
6.2.5 DISEÑO Y ESPECIFICACIONES TECNICAS SUB-SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA CONTRA INCENDIO. 58

6.3 TUBERÍAS 58

6.3.1.1 TUBERIA ANILLO EXTERIOR 58
6.3.1.2 ACCESORIOS DE TUBERÍA 58
6.3.1.3 TUBERIA RED GABINETES INTERNOS Y ACOMETIDAS ROCIADORES 59
6.3.1.4 ACCESORIOS **DE TUBERÍA** 59
6.3.1.5 SOPORTES 60

6.4 VÁLVULAS 61

6.4.1 VÁLVULA OS&Y 61
6.4.2 VALVULA CHECK 61

6.5 ATRAQUES DE CONCRETO. 61

6.6 CAJAS DE INSPECCION. 62

6.7 EXCAVACIONES 62

6.8 SISTEMA DE GABINETES CONTRAINCENDIO 63

6.8.1 GABINETES CONTRA INCENDIO 63

6.9 TUBERIAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS DE TUBERIA 64

6.10 SISTEMA DE EXTINCION POR ROCIADORES 65

6.10.1 CALCULO HIDRAULICO 65

6.11 TANQUE DE RESERVA DE AGUA. 72

6.12 SISTEMA DE BOMBAS CONTRA INCENDIO 73

6.13 EXTINTORES 73

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 76

8 BIBLIOGRAFIA 78

TABLAS

Tabla 1 Distribucion de áreas en el SENA.....6

Tabla 2 Tabla para el calculo de consumos para dimensionar tanques de almacenamiento. 10

Tabla 3 Características medidor. 15

Tabla 4 Unidades de Consumo por aparato sanitario. Tomado de NTC 1500 2da Edición 16

Tabla 5 Caudales y presiones mínimas de operación para aparatos sanitarios. Tomado de NTC 1500 17

Tabla 6 Cálculo de unidades de Hunter del SENA 17

Tabla 7 Cálculo Hidráulico de la red de distribución del SENA 24

Tabla 8 Unidades de desagüe de aparatos sanitarios. Tomado de NTC 1500 2da edición 34

Tabla 9 Carga máxima y longitud máxima de tubería de desagüe. Tomado de NTC 1500 2da edición 35

Tabla 10 Diámetros mínimos para ventilación individual. Tomado de NTC 1500 ..42

Tabla 11 Diámetros y longitud máxima de circuitos de ventilación. Tomado de NTC 15000.....42

Tabla 12 Dimensionamiento de desagües principales de cubierta, ramales y bajantes de aguas lluvia. Tomado de NTC 1500 43

Tabla 13 Definición de las dimensiones de tubería horizontal de agua lluvia. Tomado de NTC 44

Tabla 14 Dimensionamiento de canales exteriores en fachadas. Tomado de NTC 1500...45

Tabla 15 Tabla comparativa bajantes segun norma NTC1500. 46

Tabla 16 Parametros de diseño de las cubiertas. 46

Tabla 17 Tabla de cálculo de Sumideros 50

Tabla 18 Calculo de aguas lluvias externo 51

ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Perdida de carga generada por el medidor. 15

Ilustración 2 Gabinete Contra Incendios Tipo 2.....64

1 GENERALIDADES DEL PROYECTO.

1.1 LOCALIZACION DEL PREDIO

El predio en el cual se desarrolla el proyecto "PROYECTO SEDE SENA ALTO SINÚ - TIERRALTA", se encuentra ubicado en el MUNICIPO DE TIERRALTA en la CALLE 10 # 31 C – 28 en la zona noroccidental del municipio, en las coordenadas MAGNA-SIRGAS - 2461570.2686 E - 4661794.1806 N.

1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La distribución arquitectónica establece con claridad la ubicación, distribución y conceptualización del SENA, el cual cuenta con la siguiente distribución, en las instalaciones existentes:

Tabla 1 Distribucion de áreas en el SENA.

El presente estudio contempla el cálculo y diseño de las instalaciones de abastecimiento de agua potable, redes de recolección de aguas residuales y de aguas lluvias y, el sistema un sistema contra incendios. Para lograr este alcance fundamental se ha diseñado las siguientes unidades:

Sistema de Agua Potable, Conformado por los siguientes elementos: una acometida independiente al tanque de agua potable ymediante un sistema Hidroflo a las redes de distribución de agua fría.

Sistema de Evacuación de Aguas residuales - El sistema de alcantarillado considera lo siguiente: redes de evacuación de aguas servidas y pluviales separadas con derivaciones, colectores, cajas de revisión y descarga final hacia el sistema de alcantarillado, mediante una estación de bombeo de aguas residuales.

Sistema Contra Incendios. - El sistema contraincendios considera el uso de bocas de incendio equipadas en cada bloque, con su respectivo sistema rociadores, red de distribución de agua, reserva contra incendio y sistema de bombeo.

Los diferentes diseños se han ejecutado ajustándose al diseño arquitectónico del SENA y su uso proyectado, evitando interferencias entre los mismos.

El punto de descarga final de aguas residuales corresponde a un manhol del sistema de alcantarillado del MUNICIPIO DE TIERRALTA.

1.3 OBJETIVOS Y ALCANCE

El presente documento corresponde a los "PROYECTO SENA TIERRALTA – CÓRDOBA", Los cálculos y diseños realizados cumplen con todos los criterios básicos y requisitos mínimos establecidos por el reglamento de agua potable y saneamiento básico RAS (Títulos b, d), la NTC (1500, 1669, 2301), NRS 10 (TÍTULOS J y K)y NFPA 13 Y 14.

1.3.1 OBJETIVO GENERAL.

Realizar los diseños de las redes hidráulicas, sanitarias y de aguas lluvia para el proyecto cuyo objeto sería la construcción del SENA en el MUNICIPIO DE TIERRALTA.

1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS.

- *Determinar los diámetros de la red de agua potable trazada para los espacios establecidos en el PROYECTO SENA TIERRALTA*
- *Establecer la forma de distribución de agua potable para las instalaciones hidráulicas en el PROYECTO SENA TIERRALTA*
- *Dimensionar el volumen mínimo del tanque de almacenamiento para suplir las necesidades de la red hidráulica y RCI.*
- *Determinar diámetros y dimensiones de colectores de aguas negras y de ventilación.*
- *Realizar el trazado y el cálculo de diámetros para la red sanitaria externa desde los registros de captación de aguas negras hasta el punto de descarga de la red municipal.*
- *Establecer y dimensionar hidráulicamente las estructuras para el manejo de las escorrentías superficiales.*
- *Determinar para la RCI de acuerdo a la ocupación y el nivel de riesgo del proyecto, el sistema a emplear para el diseño, elementos y accesorios.*
- *Establecer para la RCI las áreas más susceptibles y vulnerables a este tipo de incidente.*
- *Calcular la potencia del sistema de bombeo al igual que la capacidad que debe poseer el tanque del abastecimiento o fuente de suministro de agua.*

1.4 ALCANCE DEL ESTUDIO

Los diseños incluyen planos, memorias de cálculo y especificaciones de materiales para el sistema de red hidráulica, red desagüe de aguas negras, red de aguas lluvias y Red contra Incendios.

1.4.1 Características:

El proyecto contempla la construcción del SENA en el municipio de Tierralta

La fuente de abastecimiento de agua potable será desde el tanque bajo, y mediante u sistema de Hidroflo a todo el sistema. EL tanque será llenado por la red domiciliaria que proviene del sistema de acueducto del municipio de Tierralta, esta alimentará a la red de acueducto mediante un hidroflo.

El sitio de descarga de las aguas negras llega a una cámara de inspección, y mediante un sistema de bombeo llega al sistema de alcantarillado del municipio de Tierralta.

El sitio de descarga final de las aguas lluvias es un canal sobre el lote de la edificación, el cual, por gravedad, llegan al sistema pluvial del municipio. Las aguas recolectadas mediante canales, de cubiertas y zonas comunes que llegan al stio mencionado.

1.5 NORMATIVIDAD APLICABLE.

- *REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO, RAS 2000, RESOLUCION 0330 DE 2017:*
- *Sección II - Título B: Sistema de Acueducto.*
- *Sección II - Título D: Sistema de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y pluviales.*
- *CODIGO COLOMBIANO DE FONTANERIA: Norma Técnica Colombiana NTC 1500.*
- *NTC 1669*
- *NTC 2301),*
- *NRS 10 (TÍTULOS J y K)*
- *NFPA 13 Y 14.*

2 DISEÑO DE AGUA POTABLE

El sistema de distribución del suministro de agua para las distintas zonas del SENA debe diseñarse de manera que abastezca los aparatos y equipos con la mínima cantidad de agua necesaria para obtener un funcionamiento que satisfaga los requisitos de salubridad con presiones y velocidades adecuadas.

Las redes se diseñarán buscando la ruta más corta y logrando una distribución uniforme de las presiones, pues ello contribuye a una óptima presurización de las instalaciones. La velocidad máxima de diseño debe ser de 2 m/s para tubería de diámetro inferior a 76,2 mm; para diámetros de 76,2 mm o mayores, la velocidad máxima debe ser de 2,50 m/s.

La tubería de suministro para los aparatos y equipos que pertenecen a un mismo conjunto sanitario estará equipada con una o más válvulas para cerrar el suministro de agua a los aparatos y equipos individuales o al conjunto sanitario servido, sin interferir el suministro a otros conjuntos sanitarios.

2.1 PARÁMETROS DE DISEÑO – CÁLCULOS

2.1.1 CÁLCULO DE LA ACOMETIDA Y VOLUMEN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO

La acometida del tanque se debe calcular para un tiempo de llenado no mayor a 12 horas. Teniendo en cuenta que el tanque almacenará el agua de la red contra incendios y de uso del SENA. Asi las cosas el análisis se hará para ambas condiciones.

Para el caso del SENA se contempla que en días pico se tendrían hasta 700 personas permanentes y 100 personas flotantes, para lo cual se considera una población total de 700 personas con una dotación de 50 L/hab-día.

Para el PROYECTO SENA TIERRALTA, se considera el uso de acuerdo con lo establecido en la NTC 1500. En ese orden de ideas tenemos el siguiente análisis:

1	CALCULO DEL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

PERSONAL PERMANENTE			FLOTANTE		
No. de personas	700		No. habitaciones	100	
L/persona	50		L/habitacion-día	50	
Sud total	35000	Litros	Sud total	5000	Litros

Total volumen de almacenamiento 40000.0 Litros

VOLUMEN DE DISEÑO TANQUES (100% Total Consumo) = 40 m3

Tabla 2 Tabla para el calculo de consumos para dimensionar tanques de almacenamiento.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1500 (Segunda actualización)

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

Fuente: NTC 1500

Los tanques de almacenamiento de agua potable deben estar debidamente protegidos, ser herméticos e impermeables y estar provistos de ventilación. El área mínima de la conexión de ventilación debe ser mayor o igual a cuatro veces el área de la conexión de la acometida.

Todos los tanques de almacenamiento deben tener un borde libre mínimo de 0,20 m y deben estar provistos de tubos de rebose debidamente protegidos y colocados a una distancia no menor de 150 mm sobre el nivel máximo de la lámina de agua. El área mínima de la conexión de rebose será mayor o igual a dos veces el área de la conexión de la acometida.

Todos los tanques fabricados in situ deben construirse con una ventana para su fácil inspección, que permita el acceso del personal de mantenimiento. Si está dotado de un equipo de bomba debe construirse un cárcamo que permita la instalación adecuada de las conexiones de succión del equipo.

El volumen de almacenamiento también debe contener, al agua requerdia por la red conta incendios teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

CALCULO METODO RACIONAL

Riesgo Mas alto en Ocupación =	Leve
Es posible la reducción del área de diseño para el riesgo =	SI
Bomberos Proveerá el bombeo para sus Redes =	NO
Caudal Mangueras (GPM)=	100
Tiempo mínimo de Retención (min) =	30
Se instalaran Rociadores en el Area de diseño=	SI
Densidad Aplicación (Gpm/Pie²)=	0.1
Área de Diseño (Pie²) =	1500
Rociadores Respuesta Rápida =	SI
Altura máxima para el Riesgo (m)=	3.5
Altura máxima para el Riesgo (Pies)=	11.48
% Reducción =	37.8
Área de Diseño Recalculada (Pie²) =	1500.00
Caudal Rociadores (GPM)=	150.00
Caudal Sistema (GPM) =	250.00
Volumen Almacenamiento (G) =	7500.00
Volumen Almacenamiento (m³) =	28.39

Sumando los caudales tenemos

2	CALCULO VOLUMEN ALMACENAMIENTO TANQUE DE RESERVA SUBTERRÁNEO	
DÍAS DE RESERVA DEL TANQUE SUBTERRÁNEO =	1	dias
VOLUMEN AGUA POTABLE TANQUE ALTO PARA UN DÍA (100% Total Consumo) =	40	m3
VOLUMEN BAJO RCI	28	m3
VOLUMEN TOTAL DE ALMACENAMIENTO DISCTRIBUCION + RCI	68	m3
VOLUMEN ALTO DE DISTRIBUCION	0	m3
VOLUMEN TOTAL DE ALMACENAMIENTO BAJO DISCTRIBUCION + RCI	68	m3

El tanque proyectado deberá ser de 70 m3.

2.1.1.1 Analisis de acometida.

Si no tenemos en cuenta el volumen de la red contra incendio, el análisis de la acometida corresponde a:

Tabla 4: Calculo de la acometida con volumen de la RCI.

3	CALCULO ACOMETIDA AL TANQUE DE RESERVA SUBTERRÁNEO	
TIEMPO DE LLENADO =	12.0	Horas
TIEMPO DE LLENADO =	43200	Segundos
CAUDAL (Q) = VOLUMEN TANQUE / TIEMPO DE LLENADO =	1.57	L/s
LONGITUD ACOMETIDA =	27.0	m
PRESION EN LA RED =	10.0	m.c.a
PERDIDA UNITARIA (J) =	0.25	m/m
C =	0.0001	PVC

		=	0.026	m
		=	1.038	pulg
PARA D (PULG)=	1	DIAMETRO INTERNO =	1.12	pulg
		VELOCIDAD (V) =	3.1	m/s
			No cumple V<2m/s	
PARA D (PULG)=	1 1/2	DIAMETRO INTERNO =	1.72	pulg
		VELOCIDAD (V) =	1.4	m/s
			OK(V < 2m/s). NTC 1500 - 6.9.2	

$$\phi = \left(\frac{6.1 x C x Q^{1.75}}{J} \right)^{0.21}$$

SE SOLICITA ACOMETIDA EN ø 1 1/2"

Ver anexo 1

Para suplir la demanda de agua del SENA se debe tener un tanque de almacenamiento para suministro de las redes hidráulica con una capacidad mínima de **70 m3.** La acometida deberá ser en 1 ½" pulgada y llenará el tanque en 12 horas.

2.1.2 DISEÑO DEL MEDIDOR.

Dentro del dimensionamiento de la acometida, sobresale como factor de relevancia el diámetro del medidor a instalar, ya que una inadecuada selección podría aumentar las perdidas en el punto, disminuyendo la cabeza de presión de manera sustancial hacia el interior de la edificación.

A partir de lo anterior y para poder tomar la decisión de que medidor instalar, es necesario tener en cuenta el caudal nominal de trabajo del medidor expresado en m^3/h y la pérdida de carga generada por este.
En la

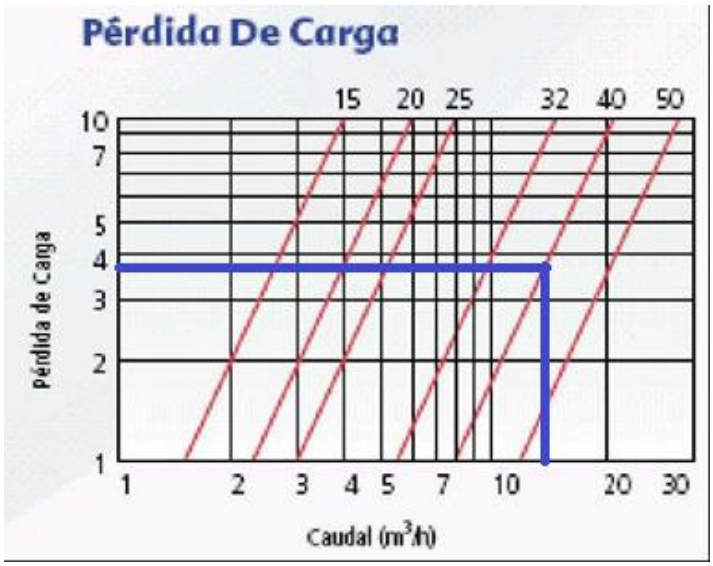
Tabla 3 se consigan algunos datos de importancia que hay que tener en cuenta al momento de seleccionar el medidor y que se encuentran expresados en función del diámetro del equipo.

Tabla 3 Características medidor.

Calibre DN	½"	¾"	1"	1 ¼"	1 ½"	2"
mm	15	20	25	32	40	50
Q Nominal (m^3/h).	1,5	2,5	3,5	6,0	10,0	15,0
Q Máximo (m^3/h).	3,5	4,0	7,0	12,0	20,0	30,0

Como ya se había mencionado, el caudal de diseño de la acometida será de 1.57 L/s, equivalentes al caudal requerido por el SENA para usos propios, lo que equivales a 5.67 m^3/h aproximadamente, que al ser comparados con la información consignada en la tabla anterior, se observa con claridad que el medidor más favorable sería el de 1" equivalente a 25 mm.
Una vez preseleccionado el medidor, se procede a corroborar que la pérdida de carga generada por este sobre el sistema sea la menor posible. En la Ilustración 1 se pueden observar los diferentes diámetros de medidores y las pérdidas producidas por cada uno de estos.

Ilustración 1 Perdida de carga generada por el medidor.



Al ingresar a la gráfica con el caudal expresado en m^3/h, se observa que nos encontramos ubicado entre el medidor de 25 mm y 32 mm. Al analizar las pérdidas de carga producidas por el medidor inicialmente seleccionado, se aprecia que las pérdidas generadas son de 4 mca, valor que fue considerado en el diseño de la acometida, y se observa en el anexo 1.

Acorde con lo anterior, se determinó que el diámetro del medidor a instalar será de 15 mm, permitiendo aprovechar más eficientemente las condiciones bajo las cuales es prestado el servicio público de acueducto.

Conforme con las estimaciones realizadas, tanto para la tuberías, accesorios y medidor, se puede decir que el diámetro funcional para la acometida se encuentra en una (3/4") pulgada, y esta alimentará al sistema en forma directa y simultanemamiente abastecerá el tanque de almacenamiento de 6 m3 dividido en 3 tanques, 1 ubicado en el bloque 1 y dos en el bloque 2., en donde el fluido llega con una presión residual de 7.6 m.c.a y es suficiente para vencer cualquier pérdida adicional que se pudiese encontrar.

2.1.3 CALCULO DE RED DE DISTRIBUCIÓN.

Los caudales se calculan mediante el ¨ **Método de diseño hidráulico Roy B. Hunter**, que adopta el sistema de ¨Unidades de Accesorio ¨, estas unidades producen un caudal máximo probable, que luego permitirá seleccionar el diámetro adecuado para la tubería, en sus diferentes tramos. Las unidades con que se trabajara serán las determinadas por la NTC 1500 (tabla 8).

Tabla 4 Unidades de Consumo por aparato sanitario. Tomado de NTC 1500 2da Edición

Aparatos	Ocupación	Tipo de control del suministro	Unidades de consumo
Inodoro	Público	Fluxómetro	10
Inodoro	Público	Tanque de limpieza	5
Orinal	Público	Fluxómetro de Φ = 2,5 cm	10
Orinal	Público	Fluxómetro de Φ = 2,0 cm	5
Orinal	Público	Llave	2
Lavamanos	Público	Llave	4
Tina	Público	Válvula mezcladora	4
Ducha	Público	Válvula mezcladora	4
Fregadero de servicio	Público	Llave	2
Fregadero de cocina	Hotel, restaurante	Llave	4
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6
Inodoro	Privado	Tanque de limpieza	3
Lavamanos	Privado	Llave	1
Bidé	Privado	Válvula mezcladora	2
Tina	Privado	Válvula mezcladora	2
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	2
Ducha separada	Privado	Válvula mezcladora	2
Fregadero de cocina	Privado	Llave	2
Lavadero de 1 a 3 compartimientos	Privado	Llave	3
Lavadora	Privado	Llave	2
	Pública	Llave	4
Lavaplatos eléctricos	Privado	Llave	3
	Público	Llave	6

1) Los valores de unidades relacionados representan la carga total para el sistema de abastecimiento de agua. Los valores individuales tanto para agua fría como para agua caliente en aparatos que incluyan las dos conexiones se debe tomar como ¾ del valor total relacionado para el aparato.

2.1.4 CALCULO DE DIAMETROS, VELOCIDADES, PÉRDIDAS Y PRESIONES.

La red se diseñará, escogiendo diámetros para los caudales calculados mediante el ¨ **Método de diseño hidráulico Roy B. Hunter**, que adopta el sistema de ¨ Unidades de Accesorio ¨, están unidades producen un caudal máximo probable, sustentado por este método, teniendo en cuenta este caudal y la velocidad que genera, se calcula por medio de la fórmula de Darcy Weisbach,

Se realiza el dimensionado (cálculo de diámetros en tuberías) de acuerdo a dos criterios: En Función de una Velocidad de Diseño (el criterio de mayor uso en la práctica) y en Función de una Pérdida de Carga Unitaria. Para efectos del presente proyecto, se optó por calcular en función de una velocidad de diseño de 2.0m/s. Las presiones mínimas para cada uno de los aparatos sanitarios se tomarán de la norma NTC 1500

Tabla 5 Caudales y presiones mínimas de operación para aparatos sanitarios. Tomado de NTC 1500

Aparato sanitario	Presión residual mínima en kPa[1]	Caudal mínimo en L/s
Duchas	10	0,32
Sanitario tanque	7	0,19
Sanitario fluxómetro	15	0,95 a 2,5 [2]
Orinal	5	0,19
Orinal fluxómetro	15	0,95
Lavamanos	5	0,19
Vertederos o lavaplatos	5	0,28
Lavadoras	5	0,32
Llaves de manguera	5	0,32

1) La presión residual mínima es la presión en la tubería a la entrada del aparato que se esté considerando.

2) Se presenta un amplio rango de variación debido a los diferentes tipos y diseños de válvulas de fluxómetro para sanitario.

Para el cálculo de la red de distribución se toma todo el sistema como uno solo, y los puntos de análisis se observan en el plano. El análisis ser realiza acumulando las unidades de hunter por aparato, el cual se ve reflejado en el primer punto de la siguiente tabla:

Tabla 6 Cálculo de unidades de Hunter del SENA

	TRAMO		Sanitario		Lavamanos		Duchas		Lavaplatos		Lavatraperos		Orinal		Nevera		Fregadero de Servicio		Unidades Hunter
	De	A	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un. Hunter	Cant.	Un. Hunter	Cant.	Un. Hunter	
1	PT	P1	26.0	130.0	34.0	136.0	1.0	4.0	11.0	44.0	8.0	16.0	10.0	20.00	6.00	12.00	37.0	74.00	436.0
2	P1	P2		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	7.0	14.00	14.0
3	P2	P3		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	4.0	8.00	8.0
4	P1	P4	26.0	130.0	34.0	136.0	1.0	4.0	11.0	44.0	8.0	16.0	10.0	20.00	6.00	12.00	30.0	60.00	422.0

	TRAMO		Sanitario		Lavamanos		Duchas		Lavaplatos		Lavatraperos		Orinal		Nevera		Fregadero de Servicio		Unidades Hunter
	De	A	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un. Hunter	Cant.	Un. Hunter	Cant.	Un. Hunter	
5	P4	P5	15.0	75.0	16.0	64.0		0.0	2.0	8.0	2.0	4.0	5.0	10.00	2.00	4.00	5.0	10.00	175.0
6	P5	P14	2.0	10.0	2.0	8.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	18.0
7	P14	P16	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	9.0
8	P14	P15	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	9.0
9	P5	P6	13.0	65.0	14.0	56.0		0.0	2.0	8.0	2.0	4.0	5.0	10.00	2.00	4.00	4.0	8.00	155.0
10	P6	P7	3.0	15.0	3.0	12.0		0.0	1.0	4.0	1.0	2.0	1.0	2.00		0.00		0.00	35.0
11	P7	P10	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0	1.0	4.0	1.0	2.0		0.00		0.00		0.00	15.0
12	P10	P11	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	9.0
13	P10	P12		0.0		0.0		0.0	1.0	4.0		0.0		0.00		0.00		0.00	4.0
14	P7	P8	2.0	10.0	2.0	8.0		0.0		0.0		0.0	1.0	2.00		0.00		0.00	20.0
15	P8	P9	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	9.0
16	P8	P13	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0	1.0	2.00		0.00		0.00	11.0
17	P6	P17	10.0	50.0	11.0	44.0		0.0	1.0	4.0	1.0	2.0	4.0	8.00	2.00	4.00	4.0	8.00	120.0
18	P17	P18	2.0	10.0	2.0	8.0		0.0		0.0		0.0	1.0	2.00		0.00		0.00	20.0
19	P18	P19	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	9.0
20	P18	P20	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0	1.0	2.00		0.00		0.00	11.0
21	P17	P21	8.0	40.0	9.0	36.0		0.0	1.0	4.0	1.0	2.0	3.0	6.00	2.00	4.00	4.0	8.00	100.0
22	P21	P22		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	1.0	2.00	2.0
23	P21	P23	8.0	40.0	9.0	36.0		0.0	1.0	4.0	1.0	2.0	3.0	6.00	2.00	4.00	3.0	6.00	98.0
24	P23	P24	7.0	35.0	8.0	32.0		0.0		0.0	1.0	2.0	3.0	6.00		0.00	1.0	2.00	77.0
25	P24	P25	2.0	10.0		0.0		0.0		0.0		0.0	3.0	6.00		0.00		0.00	16.0
26	P25	P26		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	1.0	2.00		0.00		0.00	2.0
27	P24	P27	5.0	25.0	8.0	32.0		0.0		0.0	1.0	2.0		0.00		0.00	1.0	2.00	61.0
28	P27	P28		0.0	3.0	12.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	12.0
29	P28	P29		0.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	4.0
30	P27	P30	5.0	25.0	5.0	20.0		0.0		0.0	1.0	2.0		0.00		0.00	1.0	2.00	49.0
31	P30	P31	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0		0.0	1.0	2.0		0.00		0.00		0.00	11.0
32	P31	P32	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	9.0
33	P31	P33		0.0		0.0		0.0		0.0	1.0	2.0		0.00		0.00		0.00	2.0
34	P30	P34	4.0	20.0	4.0	16.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	1.0	2.00	38.0
35	P34	P35		0.0	4.0	16.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	16.0
36	P35	P36		0.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	4.0

	TRAMO		Sanitario		Lavamanos		Duchas		Lavaplatos		Lavatraperos		Orinal		Nevera		Fregadero de Servicio		Unidades Hunter
	De	A	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un. Hunter	Cant.	Un. Hunter	Cant.	Un. Hunter	
37	P34	P37	4.0	20.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	1.0	2.00	22.0
38	P37	P40		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	1.0	2.00	2.0
39	P37	P38	4.0	20.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	20.0
40	P38	P39	1.0	5.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	5.0
41	P23	P41	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0	1.0	4.0		0.0		0.00	2.00	4.00	1.0	2.00	19.0
42	P41	P42		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00	1.00	2.00		0.00	2.0
43	P41	P43		0.0		0.0		0.0	1.0	4.0		0.0		0.00	1.00	2.00	1.0	2.00	8.0
44	P43	P44		0.0		0.0		0.0	1.0	4.0		0.0		0.00	1.00	2.00		0.00	6.0
45	P43	P45		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	1.0	2.00	2.0
46	P4	P46	11.0	55.0	18.0	72.0	1.0	4.0	9.0	36.0	6.0	12.0	5.0	10.00	4.00	8.00	25.0	50.00	247.0
47	P46	P47		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	6.0	12.00	12.0
48	P47	P48		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	2.0	4.00	4.0
49	P47	P49		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	3.0	6.00	6.0
50	P49	P50		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	3.0	6.00	6.0
51	P46	P51	11.0	55.0	18.0	72.0		0.0	9.0	36.0	6.0	12.0	5.0	10.00	4.00	8.00	2.0	4.00	197.0
52	P51	P52		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	4.0	8.00	8.0
53	P52	P53		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	2.0	4.00	4.0
54	P52	P54		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	2.0	4.00	4.0
55	P51	P55	11.0	55.0	18.0	72.0	1.0	4.0	9.0	36.0	6.0	12.0	5.0	10.00	4.00	8.00	16.0	32.00	229.0
56	P55	P56		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	2.0	4.00	4.0
57	P55	P57	11.0	55.0	18.0	72.0	1.0	4.0	9.0	36.0	6.0	12.0	5.0	10.00	4.00	8.00	14.0	28.00	225.0
58	P57	P58		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	2.0	4.00	4.0
59	P58	P59		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	1.0	2.00	2.0
60	P58	P60		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	1.0	2.00	2.0
61	P57	P61	11.0	55.0	18.0	72.0	1.0	4.0	9.0	36.0	6.0	12.0	5.0	10.00	4.00	8.00	12.0	24.00	221.0
62	P61	P62	7.0	35.0	8.0	32.0		0.0	1.0	4.0	2.0	4.0	3.0	6.00	1.00	2.00	3.0	6.00	89.0
63	P62	P63		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	1.0	2.00	2.0
64	P62	P64	7.0	35.0	8.0	32.0		0.0	1.0	4.0	2.0	4.0	3.0	6.00	1.00	2.00	2.0	4.00	87.0
65	P64	P65		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	1.0	2.00	2.0
66	P64	P66	7.0	35.0	8.0	32.0	1.0	4.0	1.0	4.0	2.0	4.0	3.0	6.00	1.00	2.00	1.0	2.00	89.0
67	P66	P67	4.0	20.0	4.0	16.0		0.0		0.0	2.0	4.0		0.00		0.00		0.00	40.0
68	P67	P68	4.0	20.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	20.0

	TRAMO		Sanitario		Lavamanos		Duchas		Lavaplatos		Lavatraperos		Orinal		Nevera		Fregadero de Servicio		Unidades Hunter
	De	A	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un. Hunter	Cant.	Un. Hunter	Cant.	Un. Hunter	
69	P68	P69	1.0	5.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	5.0
70	P67	P70		0.0	4.0	16.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	16.0
71	P70	P71		0.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	4.0
72	P66	P72	3.0	15.0	4.0	16.0		0.0	1.0	4.0	1.0	2.0	3.0	6.00	1.00	2.00	1.0	2.00	47.0
73	P72	P73	3.0	15.0	4.0	16.0		0.0		0.0	1.0	2.0	3.0	6.00		0.00		0.00	39.0
74	P73	P74	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0		0.0	1.0	2.0		0.00		0.00		0.00	11.0
75	P74	P75	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	9.0
76	P73	P76	2.0	10.0	3.0	12.0		0.0		0.0		0.0	3.0	6.00		0.00		0.00	28.0
77	P76	P78		0.0	3.0	12.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	12.0
78	P76	P79	2.0	10.0		0.0		0.0		0.0		0.0	2.0	4.00		0.00		0.00	14.0
79	P79	P80		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	1.0	2.00		0.00		0.00	2.0
80	P72	P81		0.0		0.0		0.0	1.0	4.0		0.0		0.00	1.00	2.00	1.0	2.00	8.0
81	P81	P82		0.0		0.0		0.0	1.0	4.0		0.0		0.00	1.00	2.00		0.00	6.0
82	P81	P83		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	1.0	2.00	2.0
83	P61	P84	4.0	20.0	10.0	40.0	1.0	4.0	8.0	32.0	4.0	8.0	2.0	4.00	3.00	6.00	9.0	18.00	132.0
84	P84	P86		0.0	2.0	8.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	12.0
85	P86	P87		0.0		0.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	4.0
86	P84	P88	4.0	20.0	10.0	40.0		0.0	8.0	32.0	4.0	8.0	2.0	4.00		0.00	8.0	16.00	120.0
87	P88	P89	4.0	20.0	4.0	16.0		0.0	5.0	20.0	1.0	2.0	2.0	4.00	1.00	2.00	1.0	2.00	66.0
88	P89	P90	1.0	5.0	2.0	8.0		0.0		0.0		0.0	2.0	4.00		0.00		0.00	17.0
89	P90	P91		0.0	2.0	8.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	8.0
90	P91	P92		0.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	4.0
91	P90	P93	1.0	5.0		0.0		0.0		0.0		0.0	2.0	4.00		0.00		0.00	9.0
92	P93	P94		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	2.0	4.00		0.00		0.00	4.0
93	P94	P95		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	1.0	2.00		0.00		0.00	2.0
94	P93	P96	1.0	5.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	5.0
95	P89	P97	3.0	15.0	3.0	12.0		0.0	5.0	20.0	1.0	2.0		0.00	1.00	2.00	1.0	2.00	53.0
96	P97	P98	2.0	10.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	14.0
97	P98	P99		0.0	2.0	8.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	8.0
98	P99	P100		0.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	4.0
99	P98	P101	2.0	10.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	10.0
100	P101	P102	2.0	10.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	10.0

	TRAMO		Sanitario		Lavamanos		Duchas		Lavaplatos		Lavatraperos		Orinal		Nevera		Fregadero de Servicio		Unidades Hunter
	De	A	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un. Hunter	Cant.	Un. Hunter	Cant.	Un. Hunter	
101	P97	P103	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0	5.0	20.0	1.0	2.0		0.00	1.00	2.00	1.0	2.00	35.0
102	P103	P104	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	9.0
103	P103	P105		0.0		0.0		0.0	5.0	20.0	1.0	2.0		0.00	1.00	2.00	1.0	2.00	26.0
104	P105	P107		0.0		0.0		0.0	2.0	8.0		0.0		0.00	1.00	2.00		0.00	10.0
105	P107	P108		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00	1.00	2.00		0.00	2.0
106	P105	P109		0.0		0.0		0.0	3.0	12.0	1.0	2.0		0.00		0.00	1.0	2.00	16.0
107	P109	P110		0.0		0.0		0.0	3.0	12.0		0.0		0.00		0.00		0.00	12.0
108	P110	P112		0.0		0.0		0.0	1.0	4.0		0.0		0.00		0.00		0.00	4.0
109	P110	P111		0.0		0.0		0.0	2.0	8.0		0.0		0.00		0.00		0.00	8.0
110	P109	P113		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	1.0	2.00	2.0
111	P88	P114		0.0	6.0	24.0		0.0	3.0	12.0	3.0	6.0		0.00	2.00	4.00	7.0	14.00	60.0
112	P114	P115		0.0	2.0	8.0		0.0	1.0	4.0	1.0	2.0		0.00	1.00	2.00		0.00	16.0
113	P115	P117		0.0		0.0		0.0	1.0	4.0		0.0		0.00		0.00		0.00	4.0
114	P114	P118		0.0	4.0	16.0		0.0	2.0	8.0	2.0	4.0		0.00	1.00	2.00	7.0	14.00	44.0
115	P118	P119		0.0	2.0	8.0		0.0	1.0	4.0	1.0	2.0		0.00	1.00	2.00	3.0	6.00	22.0
116	P119	P120		0.0	2.0	8.0		0.0	1.0	4.0	1.0	2.0		0.00		0.00		0.00	14.0
117	P120	P121		0.0		0.0		0.0	1.0	4.0		0.0		0.00		0.00		0.00	4.0
118	P119	P122		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	3.0	6.00	6.0
119	P122	P123		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	3.0	6.00	6.0
120	P123	P124		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	1.0	2.00	2.0
121	P118	P125		0.0	2.0	8.0		0.0	1.0	4.0	1.0	2.0		0.00		0.00	4.0	8.00	22.0
122	P125	P126		0.0		0.0		0.0	1.0	4.0	1.0	2.0		0.00		0.00	1.0	2.00	8.0
123	P126	P127		0.0		0.0		0.0	1.0	4.0		0.0		0.00		0.00		0.00	4.0
124	P125	P128		0.0	2.0	8.0		0.0		0.0		0.0		0.00	2.00	4.00	3.0	6.00	18.0
125	P128	P129		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00	2.00	4.00		0.00	4.0
126	P129	P130		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00	1.00	2.00		0.00	2.0
127	P128	P131		0.0	2.0	8.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	3.0	6.00	14.0
128	P131	P134		0.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	4.0
129	P131	P140		0.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	3.0	6.00	10.0
130	P140	P141		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	1.0	2.00	2.0
131	P140	P135		0.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	2.0	4.00	8.0
132	P135	P139		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	1.0	2.00	2.0

	TRAMO		Sanitario		Lavamanos		Duchas		Lavaplatos		Lavatraperos		Orinal		Nevera		Fregadero de Servicio		Unidades Hunter
	De	A	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un .Hunter	Cant.	Un. Hunter	Cant.	Un. Hunter	Cant.	Un. Hunter	
133	P135	P136		0.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	1.0	2.00	6.0
134	P136	P137		0.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00		0.00	4.0
135	P136	P138		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.00		0.00	1.0	2.00	2.0

Se inicia el cálculo de la red de suministro a presión desde el hidroflo, hasta el punto más alejado, garantizando una presión en el registro de control de dicho servicio superior a lo consignado en la NTC 1500.

La ruta crítica se considera desde el servicio más alejado hasta el punto más cercano al empalme con la red matriz, incluyendo los caudales máximos probables de las ramificaciones, mediante la teoría de probabilidades del Método de Hunter.

La ruta crítica se define como el recorrido desde el punto más cercano al empalme con la red matriz (acometida) hasta el punto de demanda más desfavorable.

Para el trazado de la ruta crítica se tuvieron en cuenta algunas consideraciones tales como:

- Las tuberías no deben ubicarse sobre los ejes de la estructura, no deben atravesar vigas ni columnas, utilizándose dúctos y muros. La distribución en cada piso se hizo por el afinado de piso entre el enchape y la torta superior de la placa.
- Las entregas en red de suministro se realizan a 90°
- Debe colocarse un registro en la entrada de cada baño, ubicado detrás de la puerta dentro del muro o en un sitio de fácil acceso y que no esté a la vista.
- Cabeza de presión con que funciona el aparato.
- Cabeza de posición del aparato más desfavorable.
- Recorrido de la tubería y accesorios desde la descarga del sistema hidroneumático hasta el aparato en cuestión.

Para definir el diámetro de la tubería se obtiene el caudal según las unidades de Hunter. Además, se debe tener en cuenta la longitud de tubería de cada tramo, con el fin de multiplicarlas por el valor de las pérdidas, de acuerdo con la ecuaci´n de Darcy Weisbach. Así, al obtener las pérdidas de cada tramo, se obtiene la presión requerida en el punto final, hasta llegar a la descarga de las bombas.

Para los demás grupos de baños se calcularon las presiones como método de revisión así como los diámetros de las tuberías. Este procedimiento se realiza, y se anotan los diámetros directamente en los planos (se cuentan las unidades que transporta la tubería, obteniéndose el caudal acorde con el método de probabilidades de Hunter, y posteriormente se obtiene el diámetro teniendo en cuenta el rango de velocidades, mediante la gráfica de la Fórmula de Hazen Williams para tubería de PVC).

De los resultados más importantes obtenidos se tienen:

Caudal máximo probable de la red: 7.1 litros por segundo (l/s).

A fin de resumir los cálculos por tramos, se realizará una tabla, la cual tendrá en cuenta las siguientes operaciones:

- Q: Caudal en (L/s) calculado a partir de las unidades de abasto acumuladas por tramo afectadas por un factor de simultaneidad.
- Perdidas por fricción calculadas a partir de la siguiente fórmula.

$$\left[Hf = f * LT * \frac{V^2}{\theta * 2 * g} \right]$$

Donde

f: Es el factor de fricción de Reynolds.

V: Velocidad del tramo, teniendo en cuenta el área real de la tubería.

g: Aceleración de la gravedad.

- Perdidas por accesorios, teniendo en cuenta el factor Km de cada accesorios aplicando la siguiente fórmula.

$$\left[Hacc = Km \frac{V^2}{2 * g} \right]$$

Tabla 7 Cálculo Hidráulico de la red de distribución del SENA

PTO	TRAMO		Unidades Hunter	Caudal	Diametro Nominal	Velocidad	Longitud	Hf	CODO 90	TEE DIRECTA	TEE 90°	VAL. ABIERTA	Hm	Haparato	Htotal	Altura a Punto	Altura
	De	A		(Lts/s)	Pulg	m/s	(m)	m	0.90	0.50	1.80	**0.8**	**m**	**m**	**m**	**m**	**m**
1	PT	P1	436.0	7.1	2	3.0	3.00	0.216	3			1	2.80		3.02	16.98	20
2	P1	P2	14.0	0.7	1	1.0	27.00	0.494		3	1		0.17		0.66	16.32	
3	P2	P3	8.0	0.5	1/2	2.2	10.40	1.696		2	2		1.18	0.60	2.88	12.84	
4	P1	P4	422.0	6.9	2	3.0	5.50	0.378		1			0.22		0.60	16.38	
5	P4	P5	175.0	4.1	2	1.7	52.00	1.329		2			0.15		1.48	14.90	
6	P5	P14	18.0	0.8	1	1.2	9.80	0.246			1		0.13		0.37	14.53	
7	P14	P16	9.0	0.5	1/2	2.4	3.40	0.644	4	1		1	1.48	1.00	2.12	11.40	
8	P14	P15	9.0	0.5	1/2	2.4	6.80	1.287	5	1	1	1	2.30	1.00	3.58	9.94	
9	P5	P6	155.0	3.7	2	1.6	9.80	0.215		1			0.06		0.28	14.62	
10	P6	P7	35.0	1.3	1	1.9	8.50	0.496			1		0.32		0.82	13.80	
11	P7	P10	15.0	0.7	1	1.0	1.50	0.030			2		0.20		0.23	13.57	
12	P10	P11	9.0	0.5	1/2	2.4	3.40	0.644	3	1	1	1	1.75		2.40	11.18	
13	P10	P12	4.0	0.3	1/2	1.4	3.20	0.218	4		1	1	0.61	1.00	0.83	11.74	
14	P7	P8	20.0	0.9	1	1.3	1.50	0.043	4	1	1		0.49	1.00	0.53	12.27	
15	P8	P9	9.0	0.5	1/2	2.4	4.50	0.852	4	1	1		1.78	1.00	2.64	8.64	
16	P8	P13	11.0	0.6	1/2	2.8	6.10	1.489	5	3		1	2.71	1.40	4.20	6.68	
17	P6	P17	120.0	3.1	2	1.3	13.80	0.218		1			0.05		0.26	14.36	
18	P17	P18	20.0	0.9	1	1.3	2.30	0.066			1		0.15		0.21	14.14	
19	P18	P19	9.0	0.5	1/2	2.4	3.40	0.644	3	1	1	1	1.75	1.00	2.40	10.75	
20	P18	P20	11.0	0.6	1/2	2.8	6.10	1.489	4	3		1	2.35	1.40	3.84	8.90	

PTO	TRAMO		Unidades Hunter	Caudal	Diametro Nominal	Velocidad	Longitud	Hf	CODO 90	TEE DIRECTA	TEE 90°	VAL. ABIERTA	Hm	Haparato	Htotal	Altura a Punto	Altura
	De	A		(Lts/s)	Pulg	m/s	(m)	m	0.90	0.50	1.80	**0.8**	**m**	**m**	**m**	**m**	**m**
21	P17	P21	100.0	2.8	2	1.2	4.50	0.056		1			0.04		0.09	14.27	
22	P21	P22	2.0	0.2	1/2	0.9	13.20	0.375	2		1		0.14	0.60	0.51	13.15	
23	P21	P23	98.0	2.7	2	1.2	7.80	0.095		1			0.03		0.13	14.14	
24	P23	P24	77.0	2.3	1 1/4	2.0	1.80	0.092			1		0.37		0.47	13.67	
25	P24	P25	16.0	0.8	1	1.1	3.70	0.080		1	3		0.36		0.44	13.23	
26	P25	P26	2.0	0.2	1/2	0.9	3.80	0.108	4	1		1	0.19		0.30	12.93	
27	P24	P27	61.0	2.0	1 1/4	1.7	1.80	0.069		1			0.08		0.14	13.53	
28	P27	P28	12.0	0.6	1	0.9	2.50	0.038		1	1		0.09		0.13	13.39	
29	P28	P29	4.0	0.3	1/2	1.4	3.40	0.231	3	1		1	0.40	1.00	0.63	11.77	
30	P27	P30	49.0	1.7	1 1/4	1.5	3.00	0.087		1			0.06		0.14	13.38	
31	P30	P31	11.0	0.6	1	0.8	1.50	0.020			1		0.07		0.09	13.30	
32	P31	P32	9.0	0.5	1/2	2.4	2.00	0.379	4	1		1	1.48	1.00	1.86	10.44	
33	P31	P33	2.0	0.2	1/2	0.9	4.20	0.119	3	1			0.12		0.24	13.06	
34	P30	P34	38.0	1.4	1 1/4	1.2	1.00	0.021		1			0.04		0.06	13.32	
35	P34	P35	16.0	0.8	1	1.1	2.50	0.054		2	1		0.17		0.22	13.10	
36	P35	P36	4.0	0.3	1/2	1.4	3.50	0.238	4	1		1	0.49	1.00	0.72	11.37	
37	P34	P37	22.0	1.0	1 1/4	0.9	0.90	0.009		1			0.02		0.03	13.30	
38	P37	P40	2.0	0.2	3/4	0.5	19.80	0.151	3	1			0.04	0.60	0.19	12.50	
39	P37	P38	20.0	0.9	1	1.3	3.00	0.086		2	1		0.23		0.32	12.98	
40	P38	P39	5.0	0.4	1/2	1.6	3.80	0.342	4	1			0.55	0.60	0.89	11.48	
41	P23	P41	19.0	0.9	2	0.4	12.50	0.019			2		0.03		0.05	14.09	

PTO	TRAMO		Unidades Hunter	Caudal	Diametro Nominal	Velocidad	Longitud	Hf	CODO 90	TEE DIRECTA	TEE 90°	VAL. ABIERTA	Hm	Haparato	Htotal	Altura a Punto	Altura
	De	A		(Lts/s)	Pulg	m/s	(m)	m	0.90	0.50	1.80	**0.8**	**m**	**m**	**m**	**m**	**m**
42	P41	P42	2.0	0.2	1/2	0.9	8.60	0.244	3		1		0.17	0.60	0.42	13.07	
43	P41	P43	8.0	0.5	1 1/2	0.3	11.50	0.017		1			0.00		0.02	14.07	
44	P43	P44	6.0	0.4	1/2	1.8	10.70	1.213	1		2	1	0.92	1.00	2.13	10.94	
45	P43	P45	2.0	0.2	3/4	0.5	13.00	0.099	2	1			0.03		0.13	13.94	
46	P4	P46	247.0	4.6	2	2.0	30.00	0.978	1		1		0.54		1.52	14.87	
47	P46	P47	12.0	0.6	1	0.9	3.50	0.053			1		0.07		0.13	14.74	
48	P47	P48	4.0	0.3	1/2	1.4	3.50	0.238	4	1	1		0.58	1.00	0.82	12.92	
49	P47	P49	6.0	0.4	3/4	1.1	18.50	0.560		1			0.03		0.59	14.15	
50	P49	P50	6.0	0.4	1/2	1.8	3.50	0.397	2	1	1		0.71	1.00	1.11	12.05	
51	P46	P51	197.0	4.4	2	1.9	7.80	0.232		1			0.09		0.32	14.55	
52	P51	P52	8.0	0.5	1	0.7	3.50	0.032			1		0.04		0.07	14.47	
53	P52	P53	4.0	0.3	1/2	1.4	4.50	0.306	4	1	1		0.58		0.89	13.58	
54	P52	P54	4.0	0.3	3/4	0.8	20.80	0.378	3	2			0.12	1.00	0.50	12.97	
55	P51	P55	229.0	4.9	2	2.1	7.00	0.252		1			0.11		0.36	14.18	
56	P55	P56	4.0	0.3	3/4	0.8	6.00	0.109	3	1	1		0.17	1.00	0.28	12.91	
57	P55	P57	225.0	4.8	2	2.1	14.50	0.510		1			0.11		0.62	13.56	
58	P57	P58	4.0	0.3	1	0.4	10.50	0.040			1		0.02	0.60	0.06	12.91	
59	P58	P59	2.0	0.2	1/2	0.9	2.10	0.060	3		1		0.17	0.60	0.23	12.08	
60	P58	P60	2.0	0.2	3/4	0.5	40.50	0.308	3	1			0.04	0.60	0.35	11.96	
61	P57	P61	221.0	4.8	2	2.0	5.00	0.172		1			0.11		0.28	13.29	
62	P61	P62	89.0	2.5	1 1/4	2.2	14.00	0.861			1		0.46		1.32	11.97	

PTO	TRAMO		Unidades Hunter	Caudal	Diametro Nominal	Velocidad	Longitud	Hf	CODO 90	TEE DIRECTA	TEE 90°	VAL. ABIERTA	Hm	Haparato	Htotal	Altura a Punto	Altura
	De	A		(Lts/s)	Pulg	m/s	(m)	m	0.90	0.50	1.80	**0.8**	**m**	**m**	**m**	**m**	**m**
63	P62	P63	2.0	0.2	1/2	0.9	7.60	0.216	2		1		0.14		0.35	11.62	
64	P62	P64	87.0	2.5	1 1/4	2.2	20.00	1.196		2			0.25		1.44	10.53	
65	P64	P65	2.0	0.2	1/2	0.9	8.60	0.244	2		1		0.14	0.60	0.38	9.55	
66	P64	P66	89.0	2.5	1 1/4	2.2	0.90	0.055		1			0.13		0.18	10.35	
67	P66	P67	40.0	1.5	1	2.1	4.80	0.332			1		0.39		0.72	9.63	
68	P67	P68	20.0	0.9	1	1.3	2.20	0.063		3			0.12		0.19	9.44	
69	P68	P69	5.0	0.4	1/2	1.6	3.00	0.270	4	1		1	0.66	1.00	0.93	7.51	
70	P67	P70	16.0	0.8	1	1.1	3.80	0.082	1	2	1		0.23		0.31	9.32	
71	P70	P71	4.0	0.3	1/2	1.4	3.20	0.218	4	1		1	0.49	1.00	0.70	7.62	
72	P66	P72	47.0	1.6	1 1/4	1.4	2.50	0.068		1			0.05		0.12	10.23	
73	P72	P73	39.0	1.4	1	2.0	4.50	0.301			1		0.37		0.67	9.55	
74	P73	P74	11.0	0.6	1	0.8	0.50	0.007		1			0.02		0.02	9.53	
75	P74	P75	9.0	0.5	1/2	2.4	2.50	0.473	1	1		1	0.66	1.00	1.14	7.39	
76	P73	P76	28.0	1.1	1	1.6	2.60	0.114			1		0.24		0.35	9.20	
77	P76	P78	12.0	0.6	1	0.9	4.50	0.068	4	2	1		0.26	1.00	0.33	7.87	
78	P76	P79	14.0	0.7	1/2	3.3	4.20	1.391	1	3			1.33		2.72	6.48	
79	P79	P80	2.0	0.2	1/2	0.9	4.00	0.114	4	1		1	0.19	1.40	0.30	4.78	
80	P72	P81	8.0	0.5	1	0.7	9.80	0.088	1	1			0.03		0.12	10.10	
81	P81	P82	6.0	0.4	1/2	1.8	4.80	0.544	3	1	1		0.87	1.00	1.41	7.69	
82	P81	P83	2.0	0.2	1/2	0.9	10.80	0.307	5	1			0.19	0.60	0.50	9.01	
83	P61	P84	132.0	3.3	2	1.4	32.00	0.572	1	2			0.20		0.77	12.52	

PTO	TRAMO		Unidades Hunter	Caudal	Diametro Nominal	Velocidad	Longitud	Hf	CODO 90	TEE DIRECTA	TEE 90°	VAL. ABIERTA	Hm	Haparato	Htotal	Altura a Punto	Altura
	De	A		(Lts/s)	Pulg	m/s	(m)	m	0.90	0.50	1.80	**0.8**	**m**	**m**	**m**	**m**	**m**
84	P84	P86	12.0	0.6	1	0.9	1.50	0.023			1		0.07		0.10	12.42	
85	P86	P87	4.0	0.3	1/2	1.4	5.20	0.353	5	1			0.50	2.10	0.85	9.47	
86	P84	P88	120.0	3.1	2	1.3	7.00	0.111		1			0.05		0.16	12.36	
87	P88	P89	66.0	2.1	1	2.9	1.50	0.196			1		0.77		0.96	11.40	
88	P89	P90	17.0	0.8	1	1.1	4.00	0.093			1		0.12		0.21	11.18	
89	P90	P91	8.0	0.5	1	0.7	0.50	0.005			1		0.04		0.05	11.14	
90	P91	P92	4.0	0.3	1/2	1.4	3.20	0.218	4	1		1	0.49	1.00	0.70	9.43	
91	P90	P93	9.0	0.5	1	0.7	0.80	0.008		1			0.01		0.02	11.16	
92	P93	P94	4.0	0.3	1	0.4	0.40	0.002			1		0.02		0.02	11.14	
93	P94	P95	2.0	0.2	1/2	0.9	3.50	0.099	4	1		1	0.19	1.40	0.29	9.46	
94	P93	P96	5.0	0.4	1/2	1.6	3.80	0.342	4	1		1	0.66	0.60	1.00	9.56	
95	P89	P97	53.0	1.8	1	2.5	4.10	0.405		1			0.16		0.56	10.83	
96	P97	P98	14.0	0.7	1	1.0	4.10	0.075			1		0.09		0.17	10.67	
97	P98	P99	8.0	0.5	3/4	1.3	1.50	0.065			1		0.16		0.22	10.45	
98	P99	P100	4.0	0.3	1/2	1.4	3.00	0.204	4		1	1	0.61	1.00	0.82	8.63	
99	P98	P101	10.0	0.6	1	0.8	3.00	0.036		1			0.02		0.05	10.62	
100	P101	P102	10.0	0.6	1/2	2.6	3.00	0.649	4		1	1	2.17		2.81	7.80	
101	P97	P103	35.0	1.3	1	1.9	1.00	0.058		1			0.09		0.15	10.69	
102	P103	P104	9.0	0.5	1/2	2.4	6.80	1.287	5	1	1	1	2.30	1.00	3.58	6.10	
103	P103	P105	26.0	1.1	1	1.5	1.80	0.072		1			0.06		0.13	10.56	
104	P105	P107	10.0	0.6	1	0.8	6.50	0.078			1		0.06		0.14	10.42	

PTO	TRAMO		Unidades Hunter	Caudal	Diametro Nominal	Velocidad	Longitud	Hf	CODO 90	TEE DIRECTA	TEE 90°	VAL. ABIERTA	Hm	Haparato	Htotal	Altura a Punto	Altura
	De	A		(Lts/s)	Pulg	m/s	(m)	m	0.90	0.50	1.80	**0.8**	**m**	**m**	**m**	**m**	**m**
105	P107	P108	2.0	0.2	1/2	0.9	3.50	0.099	1	1		1	0.08	1.00	0.18	9.24	
106	P105	P109	16.0	0.8	1	1.1	2.90	0.063		2			0.06		0.12	10.43	
107	P109	P110	12.0	0.6	1	0.9	3.00	0.045			1		0.07		0.12	10.31	
108	P110	P112	4.0	0.3	1/2	1.4	3.80	0.258	3		1	1	0.53	1.00	0.78	8.53	
109	P110	P111	8.0	0.5	1/2	2.2	5.00	0.815	3	2			0.95	1.00	1.77	7.55	
110	P109	P113	2.0	0.2	1/2	0.9	13.00	0.369	4	1			0.16	1.00	0.53	8.79	
111	P88	P114	60.0	1.9	2	0.8	3.50	0.023		1			0.02		0.04	12.32	
112	P114	P115	16.0	0.8	1	1.1	9.00	0.195		1	1		0.14		0.33	11.99	
113	P115	P117	4.0	0.3	1/2	1.4	3.50	0.238	3	1		1	0.40	1.00	0.63	10.35	
114	P114	P118	44.0	1.6	2	0.7	10.80	0.048		1			0.01		0.06	12.26	
115	P118	P119	22.0	1.0	1	1.4	9.50	0.308		1	1		0.22		0.52	11.74	
116	P119	P120	14.0	0.7	1	1.0	3.00	0.055		2	1		0.14		0.20	11.54	
117	P120	P121	4.0	0.3	1/2	1.4	3.50	0.238	4	1		1	0.49	1.00	0.72	9.82	
118	P119	P122	6.0	0.4	1	0.6	1.80	0.011		1			0.01		0.02	11.72	
119	P122	P123	6.0	0.4	3/4	1.1	1.00	0.030			1		0.10		0.13	11.58	
120	P123	P124	2.0	0.2	1/2	0.9	5.50	0.156	2		1		0.14	0.60	0.29	10.69	
121	P118	P125	22.0	1.0	2	0.4	4.50	0.008		1			0.00		0.01	12.25	
122	P125	P126	8.0	0.5	1	0.7	9.30	0.084		1	1		0.05		0.14	12.11	
123	P126	P127	4.0	0.3	1/2	1.4	2.50	0.170		1			0.05		0.22	11.89	
124	P125	P128	18.0	0.8	2	0.4	4.10	0.006		1			0.00		0.01	12.24	
125	P128	P129	4.0	0.3	1	0.4	2.60	0.010	1		1		0.02		0.03	12.21	
126	P129	P130	2.0	0.2	1/2	0.9	7.80	0.222	4	1			0.16	0.60	0.38	11.24	

PTO	TRAMO		Unidades Hunter	Caudal	Diametro Nominal	Velocidad	Longitud	Hf	CODO 90	TEE DIRECTA	TEE 90°	VAL. ABIERTA	Hm	Haparato	Htotal	Altura a Punto	Altura
	De	A		(Lts/s)	Pulg	m/s	(m)	m	0.90	0.50	1.80	**0.8**	**m**	**m**	**m**	**m**	**m**
127	P128	P131	14.0	0.7	2	0.3	24.00	0.025		1			0.00		0.03	12.21	
128	P131	P134	4.0	0.3	1/2	1.4	4.50	0.306	4		1	1	0.61	1.00	0.92	10.32	
129	P131	P140	10.0	0.6	1 1/2	0.4	3.80	0.008		1			0.00		0.01	12.20	
130	P140	P141	2.0	0.2	3/4	0.5	20.80	0.158	2		1		0.05	0.60	0.20	11.40	
131	P140	P135	8.0	0.5	1 1/4	0.4	5.00	0.015		1			0.00		0.02	12.18	
132	P135	P139	2.0	0.2	3/4	0.5	17.00	0.129	2	1			0.03	0.60	0.16	11.42	
133	P135	P136	6.0	0.4	1	0.6	1.00	0.006			1		0.03		0.03	12.15	
134	P136	P137	4.0	0.3	1/2	1.4	2.50	0.170	3		1	1	0.53	1.00	0.70	10.45	
135	P136	P138	2.0	0.2	3/4	0.5	14.70	0.112	2	1			0.03	0.60	0.14	11.41	

De lo anterior se puede concluir que la red de distribución requiere un caudal de 7.1 L/s y una altura mínima del hidroflo de 20 m de altura .

El calculo de la red de de acueducto hasta el punto critico se puede ver en el anexo 2

2.2 MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMATICO

En función del cálculo realizado y de las restricciones de operación de las distintas piezas sanitarias en la Instalación, la presión exacta requerida en el punto de alimentación de la red (tanto a nivel de cada instalación como a nivel del punto de alimentación del Montante de Distribución). Aun así, cuando no se está en la fase del Diseño de Instalaciones Sanitarias, es posible también determinar las presiones en las distintas piezas para una presión especificada por el usuario en dicho punto de alimentación (Modo de Cálculo).

El modelo hidráiuico se diseño para el sistema operando con el caudal probable calculado en la red de distribución, asi ocmo la presión mínima de la red de distribución. Para este caso, caudal es de 7.1 L/s y una presión mínima de 20 m.c.a,

Las series son alimentadas directamente por un Sistema hidroneumatico. la presión necesaria, los diámetros, así como el cálculo de la potencia de la bomba se resumen en la siguiente tabla:

1	EQUIPO DE BOMBEO

Caud al Total	7.08	L/s
Numero de Bombas en Paralelo	1	Unidad
Caudal por Bomba	7.08	L/s

CAUDAL (Q) : 112.24 gpm

Presión requerida en la Red:	20.00	m.c.a
Perdidas entrada en la succión:	5.00	m.c.a
Longitud tuberia de succion:	5.00	m
Longitud equivalentes por Accesorios :	15.00	m.c.a
Longitud Total :	5.00	m.c.a

Para Diametro (D): 3 Pulg

Luego:

Coeficiente de Rugosidad (C):	0.00012	PVC	
Velocidad (V) =	1.6	m/s	0.60m/s<V<2m/s
Perdidas por fricción (Js) =	0.0279	m/m	
Perdidas en la Tuberia (L x Js) =	0.14	m	

Cabeza Dinamica Total (C.D.T): **26.00** m

$$POTENCIA = \frac{Q \times Y \times CDT}{76 \times n}$$

Eficiencia (n):	70	%
Peso especifico del agua (Y):	1.0	Kg/l
Potencia (P):	3.46	Hp

Potencia de Diseño: 4.00 Hp

2 VOLUMEN TANQUE HIDROACUMULADOR

Presión mínima absoluta (P2):	20.00	m.c.a	=	1.936	atm
Presión máxima absoluta (P1):	35.49	m.c.a	=	3.436	atm
Fracción útil del tanque (K):	0.90	Donde (0.7<K<0.9)			
Tiempo entre arranque de la bomba (T):	1.8	Minutos			
Número de arranque por hora (Nc):	34	Veces Por Hora			
Volumen del Tanque Hidroacumulador:	477.03	Litros	~	**500**	**Litros**

Ver anexo 3.

3 DISEÑO SANITARIO

El sistema de desagüe para aguas negras debe diseñarse de manera que evacue los caudales generados por los aparatos sanitarios, manteniendo una velocidad mínima de 0.4m/seg, y que la tubería trabaje a una altura no mayor a 0.85 de su diámetro.

3.1 CALCULO DE UNIDADES Y CAUDALES DE DISEÑO

3.1.1 Parametros de diselo de la red de alcantarillado.

Los caudales se calculan mediante el ¨ **Método de diseño hidráulico Roy B. Hunter**, que adopta el sistema de ¨Unidades de Accesorio ¨, estas unidades producen un caudal máximo probable, sustentado por este método. Las unidades con que se trabajara serán las determinadas por la NTC 1500, para desagüe de aparatos sanitarios.

Para el trazado y dimensionamiento de la red de desagüe de aguas residuales se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Las tuberías deben estar en capacidad de conducir los caudales generados por los baños existentes, los cuales serán conectados a la red a las cajas de inspección dispuestas para tal fin frente a cada baño.
- Al alcantarillado interior de aguas servidas se empalmarán: los desagües, sifones de los baños, pocetas para el lavado de loza, lavamanos, lavaescobas, pisos de los cuartos sanitarios, bajantes de aguas servidas (BAS).
- El diámetro mínimo de la línea principal del alcantarillado interior y las derivaciones de los distintos servicios, construidos en PVC, será de 100 mm; tanto en el caso de aguas lluvias como servidas.
- No se permite la instalación de tuberías menores de 2" para evacuar cualquiera agua residual.
- El alineamiento de la tubería será recto, sin quiebres horizontales ni verticales. Donde sea necesario modificar su alineamiento, se hará por medio de una caja o por medio de accesorios adecuados.
- Las cajas serán mínimo de 60 cm x 60 cm en su interior, con cañuelas de sección semicircular de diámetro igual al diámetro del tubo; con fondo revocado y las paredes serán de concreto.

Para el cálculo del sistema de desagüe se tendrá en cuenta los colectores que captan las aguas residuales de las diferentes baterías sanitarias para lo cual se debe revisar la tabla siguiente:

La hoja de cálculo evalúa hidráulicamente cada colector que conforma la red de alcantarillado, permitiendo el cálculo de caudales de diseño, velocidad real en la tubería, diámetro del colector, cota batea a la salida del colector y a la llegada a la siguiente cámara de inspección. El resultado de la modelación hidráulica descrita se consigna la tabla siguiente:

Esta norma establece diámetros mínimos, para determinado número total de unidades de aparato para desagüe de los aparatos conectados a una red.

Tabla 8 Unidades de desagüe de aparatos sanitarios. Tomado de NTC 1500 2da edición

Aparatos	Ocupación	Tipo de control del suministro	Unidades de descarga	Diámetro de la tubería de desagüe, mm (pulgadas)
Inodoro	Público	Fluxómetro	10	102 (4)
Inodoro	Público	Tanque de limpieza	5	102 (4)
Orinal	Público	Fluxómetro de Φ = 25,4 mm (1 pulgada)	10	51 (2)
Orinal	Público	Fluxómetro de Φ = 19,0 mm (3/4 de pulgada)	5	51 (2)
Orinal	Público	Tanque de limpieza	3	51 (2)
Orinal	Público	Llave	2	51 (2)
Lavamanos	Público	Llave	4	51 (2)
Tina / Ducha	Público	Válvula mezcladora	4	51 (2)
Fregadero de servicio	Oficial, etc.	Llave	3	51 (2)
Fregadero de cocina	Hotel, restaurante	Llave	4	51 (2)
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6	102 (4)
Inodoro	Privado	Tanque de limpieza	3	102 (4)
Lavamanos	Privado	Llave	1	51 (2)
Bidé	Privado	Llave	1	51 (2)
Tina	Privado	Llave	2	51 (2)
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	2	51 (2)
Cuarto de baño	Privado	Un fluxómetro por cuarto	8	
Ducha separada	Privado	Válvula mezcladora	2	51 (2)
Fregadero de cocina	Privado	Llave	2	51 (2)
Lavadero de 1 a 3 compartimientos	Privado	Llave	3	51 (2)
Lavadora	Privado	Llave	2	
Lavadora	Pública	Llave	4	
Combinación de accesorios	Privado	Llave	3	
Poceta de aseo	Pública	Llave	3	
Lavaplatos eléctricos	Público/Privado	Llave	3 / 6	
Sifones de piso			1	51 (2)

Tabla 9 Carga máxima y longitud máxima de tubería de desagüe. Tomado de NTC 1500 2da edición

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 de desagüe vertical	2[2]	16	32	48	256	1 380	3 600	5 600	8 400
Horizontal	1	8	14	35	216[3]	720[3]	2 640[3]	4 680[3]	8 200[3]
Longitud máxima									
Tubería de desagüe vertical, metros	65	85	148	212	300	510	750		
Horizontal (no limitada)									

1) Se excluye el brazo del sifón

2) Excepto fregaderos, orinales, máquinas lavaplatos

3) Basado en una pendiente de 21 mm/m. Para una pendiente de 10 mm/m, multiplique las unidades horizontales de aparatos sanitarios por un factor de 0,8.

El procedimiento de cálculo consiste en definir diferentes redes de recolección de aguas servidas asignadas a diferentes RAMALES O COLECTORES dentro y fuera de la edificación. Así el diseño del colector se basará en el total de Unidades de Descarga drenadas por él para las instalaciones especificadas. Estas unidades son verificadas con las unidades máximas que soporta la tubería.

Definidos los colectores para el caso, dado que se trabajará en un solo nivel, estos se encargarán de captar las aguas de las instalaciones de desagües. El diseño de la red de colectores sanitarios se realizará de igual forma: se especifica, para cada nodo, el tipo y cantidad de bajantes que serán conectados y DESAGÜES se encargará de obtener el total drenado por cada tubería en el sistema hasta el punto de conexión con la red pública de alcantarillado sanitario. Se estableció para el SENA, bajantes de 3", a su vez este sistema baja a a colectores que se conectan por registros de concreto de 0.60mx 0.60m.

Con las unidades de descarga se estima el caudal y se calcula la red externa, hasta el punto final de descarga, el cual se estima con una velocidad mayor de 0.45 m/s y fuerza tractiva superior a 1.2 kg/m^2.

El punto de conexión final es el sistema de alcantarillado municipal.

3.1.2 Cálculo de unidades de descarga del sistema de alcantarillado.

CALCULO DEL DIAMETRO DE LOS COLECTORES DE AGUAS RESIDUALES																				No DE APARATOS		Q PROBABLE
	PUNTO	Sanitario		Lavamanos		Duchas		Lavaplatos		Lavatrapero		Sifon		Orinal		Aire		Unidades DesCAGga	Diámetro Colector (pulg.)	POR	UD	l/s
	Colector	Cant.	Un. Des. Total	Cant.	Un. Des.Total	Cant.	Un. Desc.	Cant.	Un. Desc.Total	Cant.	Un. Desc.To	Cant.	Un. Desc.Total	Cant.	Un. Desc.To	Cant.	Un. Desc.To			Tramo	Total Acum.	
1	CAN-1		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	3.0	3.0		0.0		0.0	3.0	**4**	3	3	0.23
2	CAN-2		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	3.0	3.0		0.0		0.0	3.0	**4**	3	3	0.23
3	CAN-3		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	4.0	4.0		0.0		0.0	4.0	**4**	4	4	0.29
4	CAN-4		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	7.0	7.0		0.0		0.0	7.0	**4**	7	7	0.42
5	CAN-5		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	3.0	3.0		0.0		0.0	3.0	**4**	3	3	0.23
6	CAN-6		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	10.0	10.0		0.0		0.0	10.0	**4**	10	10	0.54
7	CAN-7		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	1.0	1.0		0.0		0.0	1.0	**4**	1	1	0.11
8	CAN-8		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	11.0	11.0		0.0		0.0	11.0	**4**	11	11	0.57
9	CAN-9		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	2.0	2.0		0.0		0.0	2.0	**4**	2	2	0.18
10	CAN-10		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	13.0	13.0		0.0		0.0	13.0	**4**	13	13	0.64
11	CAN-11		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	13.0	13.0		0.0		0.0	13.0	**4**	13	13	0.64
12	CAN-12	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0	1.0	1.0		0.0		0.0	10.0	**4**	3	10	0.54
13	CAN-13	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0	14.0	14.0		0.0		0.0	23.0	**4**	16	23	0.95
14	CAN-14	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0	1.0	1.0		0.0		0.0	10.0	**4**	3	10	0.54
15	CAN-15	2.0	10.0	2.0	8.0		0.0		0.0		0.0	15.0	15.0		0.0		0.0	33.0	**4**	19	33	1.23
16	CAN-16	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0		0.0	1.0	2.0	1.0	1.0		0.0		0.0	12.0	**4**	4	12	0.61

CALCULO DEL DIAMETRO DE LOS COLECTORES DE AGUAS RESIDUALES																				No DE APARATOS		Q PROBABLE
	PUNTO	Sanitario		Lavamanos		Duchas		Lavaplatos		Lavatrapero		Sifon		Orinal		Aire		Unidades DesCAGga	Diámetro Colector (pulg.)	POR	UD	l/s
	Colector	Cant.	Un. Des. Total	Cant.	Un. Des.Total	Cant.	Un. Desc.	Cant.	Un. Desc.Total	Cant.	Un. Desc.To	Cant.	Un. Desc.Total	Cant.	Un. Desc.To	Cant.	Un. Desc.To			Tramo	Total Acum.	
17	CAN-17	3.0	15.0	3.0	12.0		0.0		0.0	1.0	2.0	16.0	16.0		0.0		0.0	45.0	**4**	23	45	1.52
18	CAN-18		0.0		0.0		0.0	1.0	4.0		0.0	1.0	1.0		0.0		0.0	5.0	**4**	2	5	0.33
19	CAN-19	3.0	15.0	3.0	12.0		0.0	1.0	4.0	1.0	2.0	17.0	17.0		0.0		0.0	50.0	**4**	25	50	1.63
20	CAN-20	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0	2.0	2.0		0.0		0.0	11.0	**4**	4	11	0.57
21	CAN-21	4.0	20.0	4.0	16.0		0.0	1.0	4.0	1.0	2.0	19.0	19.0		0.0		0.0	61.0	**4**	29	61	1.87
22	CAN-22	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0	1.0	1.0	1.0	2.0		0.0	12.0	**4**	4	12	0.61
23	CAN-23	5.0	25.0	5.0	20.0		0.0	1.0	4.0	1.0	2.0	20.0	20.0	1.0	2.0		0.0	73.0	**4**	33	73	2.12
24	CAN-24	5.0	25.0	5.0	20.0		0.0	1.0	4.0	1.0	2.0	20.0	20.0	1.0	2.0	9.0	9.0	82.0	**4**	42	82	2.30
25	CAN-25	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0	1.0	1.0	1.0	2.0		0.0	12.0	**4**	4	12	0.61
26	CAN-26	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0	1.0	1.0		0.0		0.0	10.0	**4**	3	10	0.54
27	CAN-27	2.0	10.0	2.0	8.0		0.0		0.0		0.0	2.0	2.0	1.0	2.0		0.0	#¡VALOR!	**4**	7	22	0.93
28	CAN-28	7.0	35.0	7.0	28.0		0.0	1.0	4.0	1.0	2.0	22.0	22.0	2.0	4.0	9.0	9.0	104.0	**4**	49	104	2.71
29	CAN-29	4.0	20.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	20.0	**4**	4	20	0.87
30	CAN-30	4.0	20.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	20.0	**4**	4	20	0.87
31	CAN-31		0.0	4.0	16.0		0.0		0.0		0.0	4.0	4.0		0.0		0.0	20.0	**4**	8	20	0.87
32	CAN-32	4.0	20.0	4.0	16.0		0.0		0.0		0.0	4.0	4.0		0.0		0.0	40.0	**4**	12	40	1.40
33	CAN-33	1.0	5.0	1.0	4.0		0.0		0.0	1.0	2.0	2.0	2.0		0.0		0.0	13.0	**4**	5	13	0.64

CALCULO DEL DIAMETRO DE LOS COLECTORES DE AGUAS RESIDUALES																				No DE APARATOS		Q PROBABLE
	PUNTO	Sanitario		Lavamanos		Duchas		Lavaplatos		Lavatrapero		Sifon		Orinal		Aire		Unidades DesCAGga	Diámetro Colector (pulg.)	POR	UD	l/s
	Colector	Cant.	Un. Des. Total	Cant.	Un. Des.Total	Cant.	Un. Desc.	Cant.	Un. Desc.To	Cant.	Un. Desc.To	Cant.	Un. Desc.To	Cant.	Un. Desc.To	Cant.	Un. Desc.To			Tramo	Total Acum.	
34	CAN-34	5.0	25.0	5.0	20.0		0.0		0.0	1.0	2.0	6.0	6.0		0.0		0.0	53.0	**4**	17	53	1.70
35	CAN-35	3.0	15.0	4.0	16.0		0.0		0.0		0.0	5.0	5.0	3.0	6.0		0.0	42.0	**4**	15	42	1.45
36	CAN-36	8.0	40.0	9.0	36.0		0.0		0.0	1.0	2.0	11.0	11.0	3.0	6.0		0.0	95.0	**4**	32	95	2.54
37	CAN-37	15.0	75.0	16.0	64.0		0.0	1.0	4.0	2.0	4.0	33.0	33.0	5.0	10.0	9.0	9.0	199.0	**4**	81	199	4.24
38	CAN-38		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	2.0	2.0		0.0		0.0	2.0	**4**	2	2	0.18
39	CAN-39	15.0	75.0	16.0	64.0		0.0	1.0	4.0	2.0	4.0	35.0	35.0	5.0	10.0	9.0	9.0	201.0	**4**	83	201	4.27
40	CAN-40		0.0		0.0		0.0	1.0	4.0		0.0	3.0	3.0		0.0		0.0	7.0	**4**	4	7	0.42
41	CAN-41	15.0	75.0	16.0	64.0		0.0	2.0	8.0	2.0	4.0	38.0	38.0	5.0	10.0	25.0	25.0	224.0	**4**	103	224	4.60
42	CAN-42		0.0		0.0		0.0		0.0	2.0	4.0	3.0	3.0		0.0		0.0	7.0	**4**	5	7	0.42
43	CAN-43		0.0		0.0		0.0		0.0	2.0	4.0	3.0	3.0		0.0		0.0	7.0	**4**	5	7	0.42
44	CAN-44		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	1.0	1.0		0.0		0.0	1.0	**4**	1	1	0.11
45	CAN-45		0.0		0.0		0.0		0.0	2.0	4.0	4.0	4.0		0.0		0.0	12.0	**4**	6	8	0.46
46	CAN-46		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	1.0	1.0		0.0		0.0	5.0	**4**	1	1	0.11
47	CAN-47		0.0		0.0		0.0		0.0	2.0	4.0	5.0	5.0		0.0		0.0	9.0	**4**	7	9	0.50
48	CAN-48		0.0		0.0		0.0		0.0	2.0	4.0	6.0	6.0		0.0		0.0	14.0	**4**	8	10	0.54
49	CAN-49		0.0		0.0		0.0		0.0	2.0	4.0	3.0	3.0		0.0		0.0	7.0	**4**	5	7	0.42
50	CAN-50		0.0		0.0		0.0		0.0	4.0	8.0	10.0	10.0		0.0		0.0	22.0	**4**	14	18	0.81

CALCULO DEL DIAMETRO DE LOS COLECTORES DE AGUAS RESIDUALES																				No DE APARATOS		Q PROBABLE
	PUNTO	Sanitario		Lavamanos		Duchas		Lavaplatos		Lavatrapero		Sifon		Orinal		Aire		Unidades DesCAGga	Diámetro Colector (pulg.)	POR	UD	l/s
	Colector	Cant.	Un. Des. Total	Cant.	Un. Des.Total	Cant.	Un. Desc.	Cant.	Un. Desc.To	Cant.	Un. Desc.To	Cant.	Un. Desc.To	Cant.	Un. Desc.To	Cant.	Un. Desc.To			Tramo	Total Acum.	
51	CAN-51		0.0		0.0		0.0		0.0	2.0	4.0	1.0	1.0		0.0		0.0	9.0	**4**	3	5	0.33
52	CAN-52		0.0		0.0		0.0		0.0	6.0	12.0	11.0	11.0		0.0		0.0	23.0	**4**	17	23	0.95
53	CAN-53		0.0		0.0		0.0		0.0	2.0	4.0	2.0	2.0		0.0		0.0	6.0	**4**	4	6	0.38
54	CAN-54		0.0		0.0		0.0		0.0	8.0	16.0	13.0	13.0		0.0		0.0	29.0	**4**	21	29	1.12
55	CAN-55		0.0		0.0		0.0		0.0	2.0	4.0	3.0	3.0		0.0		0.0	11.0	**4**	5	7	0.42
56	CAN-56		0.0		0.0		0.0		0.0	10.0	20.0	16.0	16.0		0.0		0.0	36.0	**4**	26	36	1.30
57	CAN-57		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	2.0	2.0		0.0		0.0	2.0	**4**	2	2	0.18
58	CAN-58		0.0		0.0		0.0		0.0	10.0	20.0	18.0	18.0		0.0		0.0	38.0	**4**	28	38	1.35
59	CAN-59		0.0		0.0		0.0		0.0	10.0	20.0	18.0	18.0		0.0		0.0	38.0	**4**	28	38	1.35
60	CAN-60		0.0		0.0		0.0		0.0	10.0	20.0	18.0	18.0		0.0		0.0	38.0	**4**	28	38	1.35
61	CAN-61		0.0		0.0		0.0		0.0	10.0	20.0	18.0	18.0		0.0		0.0	38.0	**4**	28	38	1.35
62	CAN-62		0.0		0.0		0.0		0.0	10.0	20.0	18.0	18.0		0.0		0.0	38.0	**4**	28	38	1.35
63	CAN-63	4.0	20.0	4.0	16.0		0.0		0.0	1.0	2.0	4.0	4.0		0.0		0.0	42.0	**4**	13	42	1.45
64	CAN-64	4.0	20.0	4.0	16.0		0.0		0.0	11.0	22.0	22.0	22.0		0.0		0.0	80.0	**4**	41	80	2.26
65	CAN-65	3.0	15.0	4.0	16.0		0.0		0.0	1.0	2.0	5.0	5.0	3.0	6.0		0.0	44.0	**4**	16	44	1.49
66	CAN-66	7.0	35.0	8.0	32.0		0.0		0.0	12.0	24.0	27.0	27.0	3.0	6.0		0.0	124.0	**4**	57	124	3.06
67	CAN-67		0.0		0.0		0.0	1.0	4.0		0.0	7.0	7.0		0.0		0.0	11.0	**4**	8	11	0.57

CALCULO DEL DIAMETRO DE LOS COLECTORES DE AGUAS RESIDUALES																				No DE APARATOS		Q PROBABLE
	PUNTO	Sanitario		Lavamanos		Duchas		Lavaplatos		Lavatrapero		Sifon		Orinal		Aire		Unidades DesCAGga	Diámetro Colector (pulg.)	POR	UD	l/s
	Colector	Cant.	Un. Des. Total	Cant.	Un. Des.Total	Cant.	Un. Desc.	Cant.	Un. Desc.Total	Cant.	Un. Desc.To	Cant.	Un. Desc.Total	Cant.	Un. Desc.To	Cant.	Un. Desc.To			Tramo	Total Acum.	
68	CAN-68	7.0	35.0	8.0	32.0		0.0	1.0	4.0	12.0	24.0	34.0	34.0	3.0	6.0		0.0	135.0	**4**	65	135	3.24
69	CAN-69	7.0	35.0	8.0	32.0		0.0	1.0	4.0	12.0	24.0	34.0	34.0	3.0	6.0		0.0	135.0	**4**	65	135	3.24
70	CAN-70		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	3.0	3.0		0.0		0.0	3.0	**4**	3	3	0.23
71	CAN-71		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	3.0	3.0		0.0		0.0	3.0	**4**	3	3	0.23
72	CAN-72	4.0	20.0	7.0	28.0	1.0	4.0	4.0	16.0	1.0	2.0	16.0	16.0		0.0		0.0	86.0	**4**	33	86	2.37
73	CAN-73	4.0	20.0	7.0	28.0	1.0	4.0	4.0	16.0	1.0	2.0	19.0	19.0		0.0		0.0	89.0	**4**	36	89	2.43
74	CAN-74		0.0	2.0	8.0		0.0	1.0	4.0	1.0	2.0	7.0	7.0		0.0		0.0	21.0	**4**	11	21	0.90
75	CAN-75	4.0	20.0	9.0	36.0	1.0	4.0	5.0	20.0	1.0	2.0	26.0	26.0		0.0		0.0	108.0	**4**	46	108	2.78
76	CAN-76		0.0	2.0	8.0		0.0	1.0	4.0	1.0	2.0	8.0	8.0		0.0		0.0	22.0	**4**	12	22	0.93
77	CAN-77	4.0	20.0	11.0	44.0	1.0	4.0	6.0	24.0	2.0	4.0	34.0	34.0		0.0		0.0	130.0	**4**	58	130	3.16
78	CAN-78		0.0		0.0		0.0	1.0	4.0	1.0	2.0	10.0	10.0		0.0		0.0	16.0	**4**	12	16	0.74
79	CAN-79	4.0	20.0	11.0	44.0	1.0	4.0	7.0	28.0	3.0	6.0	44.0	44.0		0.0		0.0	146.0	**4**	70	146	3.42
80	CAN-80		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	7.0	7.0		0.0		0.0	7.0	**4**	7	7	0.42
81	CAN-81	4.0	20.0	12.0	48.0	1.0	4.0	7.0	28.0	3.0	6.0	58.0	58.0		0.0		0.0	164.0	**4**	85	164	3.71
82	CAN-82	11.0	55.0	9.0	36.0	1.0	4.0	8.0	32.0	15.0	30.0	85.0	85.0	3.0	6.0		0.0	248.0	**4**	132	248	4.93
83	CAN-83		0.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0	3.0	3.0		0.0		0.0	7.0	**4**	4	7	0.42
84	CAN-84	11.0	55.0	10.0	40.0	1.0	4.0	8.0	32.0	15.0	30.0	88.0	88.0	3.0	6.0		0.0	255.0	**4**	136	255	5.03

CALCULO DEL DIAMETRO DE LOS COLECTORES DE AGUAS RESIDUALES																				No DE APARATOS		Q PROBABLE
	PUNTO	Sanitario		Lavamanos		Duchas		Lavaplatos		Lavatrapero		Sifon		Orinal		Aire		Unidades DesCAGga	Diámetro Colector (pulg.)	POR	UD	l/s
	Colector	Cant.	Un. Des. Total	Cant.	Un. Des.Total	Cant.	Un. Desc.	Cant.	Un. Desc.Total	Cant.	Un. Desc.To	Cant.	Un. Desc.Total	Cant.	Un. Desc.To	Cant.	Un. Desc.To			Tramo	Total Acum.	
85	CAN-85		0.0	1.0	4.0		0.0		0.0		0.0	3.0	3.0		0.0		0.0	7.0	**4**	4	7	0.42
86	CAN-86	11.0	55.0	11.0	44.0	1.0	4.0	8.0	32.0	15.0	30.0	91.0	91.0	3.0	6.0		0.0	262.0	**4**	140	262	5.12
87	CAN-87		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	2.0	2.0		0.0		0.0	2.0	**4**	2	2	0.18
88	CAN-88	11.0	55.0	11.0	44.0	1.0	4.0	8.0	32.0	15.0	30.0	93.0	93.0	3.0	6.0		0.0	264.0	**4**	142	264	5.15
89	CAN-89	26.0	130.0	27.0	108.0	1.0	4.0	9.0	36.0	17.0	34.0	131.0	131.0	8.0	16.0	25.0	25.0	484.0	**4**	244	484	7.83
90	CAN-90	26.0	130.0	27.0	108.0	1.0	4.0	9.0	36.0	17.0	34.0	131.0	131.0	8.0	16.0	25.0	25.0	484.0	**4**	244	484	7.83

3.1.3 Cálculo de la red externa de alcantarillado.

				DISEÑO HIDRÁULICO														
TRAMO		Q PROBABLE	q	Long	Pend	Diam Nom		Diam. Interior	Material	ks	V	Q	q/Q	v ≥0.40m/s	Y	Y / d	F	Fuerza Tractiva
		l/s	l/s	m	%	pulg	mm	m		m	m/s	l/s	≤ 0.85	m/s	m	≤85%		t ≥0,1 kg/m²
													-			-		
R1	**R2**	0.64	0.64	30.50	0.86	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.956	7.753	0.083	0.56	0.019	19.078	1.541	0.10
R2	**R3**	0.64	0.64	50.50	0.85	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.952	7.720	0.083	0.56	0.019	19.117	1.534	0.10

				DISEÑO HIDRÁULICO														
TRAMO		Q PROBABLE	q	Long	Pend	Diam Nom		Diam. Interior	Material	ks	V	Q	q/Q	v ≥0.40m/s	Y	Y / d	F	Fuerza Tractiva
		l/s	l/s	m	%	pulg	mm	m		m	m/s	l/s	≤ 0.85	m/s	m	≤85%		t ≥0,1 kg/m²
													-			-		
R3	R4	2.12	2.12	31.50	0.43	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.650	5.273	0.402	0.61	0.044	43.743	1.061	0.10
R4	R6	2.30	2.30	7.50	0.41	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.635	5.146	0.446	0.62	0.047	46.750	1.026	0.10
R5	R6	2.71	2.71	7.00	0.38	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.606	4.913	0.551	0.62	0.054	53.051	0.955	0.10
R6	R7	2.71	2.71	13.50	0.39	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.617	4.999	0.541	0.63	0.053	52.486	0.974	0.10
R8	R7	2.54	2.54	9.90	0.39	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.619	5.021	0.506	0.62	0.051	50.396	0.988	0.10
R7	R9	4.27	4.27	22.50	0.33	6	152.40	0.152	PVC	0.0000015	0.733	13.374	0.319	0.65	0.059	38.707	0.989	0.10
R9	R10	4.60	4.60	54.00	0.30	6	152.40	0.152	PVC	0.0000015	0.700	12.775	0.360	0.64	0.063	41.260	0.939	0.10
R12	R13	0.50	0.50	18.90	0.98	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	1.028	8.334	0.060	0.55	0.017	16.299	1.628	0.10
R13	R14	1.35	1.35	36.00	0.55	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.744	6.029	0.224	0.59	0.033	32.098	1.233	0.10
R14	TRAMPAG	1.35	1.35	1.50	0.55	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.743	6.027	0.224	0.59	0.033	32.105	1.232	0.10
TRAMPAG	R15	1.35	1.35	3.50	0.54	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.741	6.011	0.225	0.59	0.033	32.149	1.229	0.10
R15	R16	1.35	1.35	11.50	0.55	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.743	6.022	0.224	0.59	0.033	32.119	1.231	0.10
R16	R17	1.35	1.35	24.50	0.55	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.746	6.046	0.223	0.60	0.033	32.050	1.236	0.10
R17	R18	2.26	2.26	5.70	0.41	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.637	5.162	0.438	0.61	0.047	46.204	1.031	0.10
R18	R19	3.06	3.06	4.00	0.36	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.588	4.769	0.641	0.63	0.059	58.363	0.902	0.10

				DISEÑO HIDRÁULICO														
TRAMO		Q PROBABLE	q	Long	Pend	Diam Nom		Diam. Interior	Material	ks	V	Q	q/Q	v ≥0.40m/s	Y	Y / d	F	Fuerza Tractiva
		l/s	l/s	m	%	pulg	mm	m		m	m/s	l/s	≤ 0.85	m/s	m	≤85%		t ≥0,1 kg/m²
													-			-		
R19	R20	3.24	3.24	11.00	0.35	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.581	4.711	0.688	0.63	0.062	61.166	0.875	0.10
R20	R21	3.24	3.24	29.50	0.35	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.583	4.730	0.685	0.63	0.062	60.999	0.880	0.10
R22	R24	0.23	0.23	12.50	1.56	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	1.333	10.806	0.022	0.51	0.010	9.970	1.971	0.10
R23	R24	2.37	2.37	16.50	0.40	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.628	5.094	0.466	0.62	0.049	47.955	1.011	0.10
R24	R26	2.43	2.43	4.50	0.40	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.624	5.058	0.481	0.62	0.050	48.843	1.001	0.10
R25	R26	0.90	0.90	16.50	0.69	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.849	6.883	0.130	0.57	0.024	24.092	1.394	0.10
R26	R28	2.78	2.78	7.30	0.38	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.602	4.885	0.569	0.62	0.055	54.103	0.945	0.10
R27	R28	0.93	0.93	16.50	0.68	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.840	6.807	0.136	0.58	0.025	24.649	1.381	0.10
R28	R30	3.16	3.16	8.00	0.36	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.587	4.763	0.663	0.63	0.061	59.674	0.893	0.10
R29	R30	3.16	3.16	16.50	0.36	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.584	4.738	0.667	0.63	0.061	59.885	0.887	0.10
R30	R32	3.42	3.42	8.50	0.34	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.573	4.648	0.736	0.63	0.065	64.084	0.846	0.10
R31	R32	0.42	0.42	16.50	1.10	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	1.097	8.898	0.047	0.54	0.015	14.523	1.714	0.10
R32	R21	3.71	3.71	9.60	0.34	4	101.60	0.102	PVC	0.0000015	0.568	4.606	0.805	0.63	0.070	68.410	0.809	0.10
R21	R10	5.15	5.15	35.00	5.62	6	152.40	0.152	PVC	0.0000015	3.538	64.544	0.080	2.11	0.029	18.716	4.766	0.97
R10	R11	7.83	7.83	48.00	2.82	6	152.40	0.152	PVC	0.0000015	2.424	44.216	0.177	1.83	0.043	28.342	3.315	0.70

				DISEÑO HIDRÁULICO														
TRAMO		Q PROBABLE	q	Long	Pend	Diam Nom		Diam. Interior	Material	ks	V	Q	q/Q	v ≥0.40m/s	Y	Y / d	F	Fuerza Tractiva
		l/s	l/s	m	%	pulg	mm	m		m	m/s	l/s	≤ 0.85	m/s	m	≤85%		t ≥0,1 kg/m²
													-			-		
R11	EBAR	7.83	7.83	2.00	0.23	6	152.40	0.152	PVC	0.0000015	0.607	11.072	0.707	0.66	0.095	62.319	0.740	0.10

Tramo		Caída	Cota Clave		Cota rasante		Recubrimiento ≥ 0.90 m		Cota batea	
De	A	Tramo m	Super	Infer	Super	Infer	Super	Infer	Super	Infer
R1	R2	0.26	48.30	48.04	48.60	48.60	0.30	0.56	48.20	47.94
R2	R3	0.43	48.04	47.61	48.60	48.80	0.56	1.19	47.94	47.51
R3	R4	0.14	47.61	47.48	48.80	48.60	1.19	1.12	47.51	47.37
R4	R6	0.03	47.48	47.44	48.60	48.60	1.12	1.16	47.37	47.34
R5	R6	0.03	48.30	48.28	48.60	48.60	0.30	0.32	48.20	48.17
R6	R7	0.05	47.44	47.39	48.60	48.60	1.16	1.21	47.34	47.29
R8	R7	0.04	48.30	48.26	48.60	48.60	0.30	0.34	48.20	48.16
R7	R9	0.07	47.44	47.37	48.60	48.60	1.16	1.23	47.29	47.22
R9	R10	0.16	47.37	47.21	48.60	48.00	1.23	0.79	47.22	47.05
R12	R13	0.18	48.30	48.12	48.60	48.60	0.30	0.48	48.20	48.02
R13	R14	0.20	48.12	47.92	48.60	48.80	0.48	0.88	48.02	47.82
R14	TRAMPAG	0.01	47.92	47.91	48.80	48.80	0.88	0.89	47.82	47.81
TRAMPAG	R15	0.02	47.91	47.89	48.80	48.80	0.89	0.91	47.81	47.79
R15	R16	0.06	47.89	47.83	48.80	48.80	0.91	0.97	47.79	47.73
R16	R17	0.13	47.83	47.70	48.80	48.80	0.97	1.10	47.73	47.59
R17	R18	0.02	47.70	47.67	48.80	48.80	1.10	1.13	47.59	47.57
R18	R19	0.01	47.67	47.66	48.80	48.80	1.13	1.14	47.57	47.56
R19	R20	0.04	47.66	47.62	48.80	48.80	1.14	1.18	47.56	47.52
R20	R21	0.10	47.62	47.51	48.80	48.40	1.18	0.89	47.52	47.41
R22	R24	0.19	48.50	48.31	48.80	48.80	0.30	0.49	48.40	48.21

DIAM NOM	DIAM INT	f POZO	q	D	A	P	Rh
	m	f SALIDA					
101.60	0.10	11.81	1.808	0.01	0.0011	0.09	0.01
101.60	0.10	11.81	1.810	0.01	0.0011	0.09	0.01
101.60	0.10	11.81	2.891	0.03	0.0034	0.15	0.02
101.60	0.10	11.81	3.012	0.04	0.0037	0.15	0.02
101.60	0.10	11.81	3.264	0.04	0.0044	0.17	0.03
101.60	0.10	11.81	3.241	0.04	0.0043	0.16	0.03
101.60	0.10	11.81	3.157	0.04	0.0041	0.16	0.03
152.40	0.15	7.87	2.686	0.04	0.0065	0.20	0.03
152.40	0.15	7.87	2.790	0.05	0.0071	0.21	0.03
101.60	0.10	11.81	1.662	0.01	0.0009	0.08	0.01
101.60	0.10	11.81	2.409	0.02	0.0022	0.12	0.02
101.60	0.10	11.81	2.410	0.02	0.0022	0.12	0.02
101.60	0.10	11.81	2.411	0.02	0.0023	0.12	0.02
101.60	0.10	11.81	2.410	0.02	0.0022	0.12	0.02
101.60	0.10	11.81	2.407	0.02	0.0022	0.12	0.02
101.60	0.10	11.81	2.990	0.04	0.0037	0.15	0.02
101.60	0.10	11.81	3.478	0.05	0.0049	0.18	0.03
101.60	0.10	11.81	3.592	0.05	0.0052	0.18	0.03
101.60	0.10	11.81	3.585	0.05	0.0052	0.18	0.03
101.60	0.10	11.81	1.285	0.01	0.0004	0.07	0.01

Tramo		Caída	Cota Clave		Cota rasante		Recubrimiento ≥ 0.90 m		Cota batea	
De	A	Tramo m	Super	Infer	Super	Infer	Super	Infer	Super	Infer
R23	R24	0.07	48.50	48.43	48.80	48.80	0.30	0.37	48.40	48.33
R24	R26	0.02	48.31	48.29	48.80	48.80	0.49	0.51	48.21	48.19
R25	R26	0.11	48.50	48.39	48.80	48.80	0.30	0.41	48.40	48.29
R26	R28	0.03	48.39	48.36	48.80	48.80	0.41	0.44	48.29	48.26
R27	R28	0.11	48.50	48.39	48.80	48.80	0.30	0.41	48.40	48.29
R28	R30	0.03	48.36	48.33	48.80	48.80	0.44	0.47	48.26	48.23
R29	R30	0.06	48.50	48.44	48.80	48.80	0.30	0.36	48.40	48.34
R30	R32	0.03	48.33	48.30	48.80	48.80	0.47	0.50	48.23	48.20
R31	R32	0.18	48.50	48.32	48.80	48.80	0.30	0.48	48.40	48.22
R32	R21	0.03	48.30	48.27	48.80	48.40	0.50	0.13	48.20	48.17
R21	R10	1.97	48.32	46.35	48.40	46.60	0.08	0.25	48.17	46.20
R10	R11	1.35	47.21	45.85	48.00	46.60	0.79	0.75	47.05	45.70
R11	EBAR	0.00	45.85	45.85	46.60	46.60	0.75	0.75	45.70	45.70

DIAM NOM	DIAM INT	f POZO	q	D	A	P	Rh
	m	f SALIDA					
101.60	0.10	11.81	3.060	0.04	0.0038	0.16	0.02
101.60	0.10	11.81	3.095	0.04	0.0039	0.16	0.03
101.60	0.10	11.81	2.052	0.02	0.0015	0.10	0.01
101.60	0.10	11.81	3.306	0.04	0.0045	0.17	0.03
101.60	0.10	11.81	2.078	0.02	0.0016	0.11	0.01
101.60	0.10	11.81	3.531	0.05	0.0050	0.18	0.03
101.60	0.10	11.81	3.540	0.05	0.0051	0.18	0.03
101.60	0.10	11.81	3.713	0.06	0.0055	0.19	0.03
101.60	0.10	11.81	1.564	0.01	0.0007	0.08	0.01
101.60	0.10	11.81	3.896	0.06	0.0059	0.20	0.03
152.40	0.15	7.87	1.790	0.02	0.0024	0.14	0.02
152.40	0.15	7.87	2.246	0.03	0.0043	0.17	0.02
152.40	0.15	7.87	3.639	0.08	0.0120	0.28	0.04

En el anexo 4 se pueden ver todo el calculo del sistema de la red sanitaria.

3.1.4 Cálculo de la estación de bombeo de aguas residuales.

La estación de bombeo se encarga de transportar el agua desde el punto mas bajo, hasta el alcantarillado municipal. El diseño de la estación de bombeo se puede observar en el anexo 7.

4 SISTEMA DE VENTILACION

Considerando que el sistema de desagüe de aguas negras contempla la instalación de bajantes, se propone ventilación principal (mediante la salida de la bajante 2m por encima de la cubierta) , ventilación secundaria(una tubería vertical que conecta a los circuitos de ventilación por piso y se conecta a la tubería de bajante desde el primer piso hasta la salida en la azotea), ventilación terciaria(circuitos tipo anillo entre los aparatos sanitarios y se conecta a la ventilación secundaria) de acuerdo a los parámetros establecidos en la NTC 1500

Tabla 10 Diámetros mínimos para ventilación individual. Tomado de NTC 1500

Tipo de aparato	Diámetro mínimo para ventilación individual en mm (pulgada)
Lavamanos, lavaplatos, lavadero de ropas, sanitario, bañera, bidé de piso	38 (1 ½)
Sanitario	51 (2)
NOTA Para aparatos no especificados el diámetro mínimo de la tubería de ventilación será igual a la mitad del diámetro del colector de desagüe al cual ventila. En ningún caso será menor de 38 mm (1 ½ de pulgada).	

Tabla 11 Diámetros y longitud máxima de circuitos de ventilación. Tomado de NTC 15000

Diámetro del ramal horizontal de desagüe		Número máximo de unidades de descarga	Diámetro del tubo de ventilación					
			38 mm (1½ de pulgada)	51 mm (2 pulgadas)	64 mm (2½ de pulgada)	76 mm (3 pulgadas)	102 mm (4 pulgadas)	127 mm (5 pulgadas)
			Máxima longitud del tubo de ventilación (m)					
38 mm	(1 ½ pulgadas)	10	6,0					
51 mm	(2 pulgadas)	12	4,5	12,0				
51 mm	(2 pulgadas)	20	3,0	9,0				
76 mm	(3 pulgadas)	10		6,0	12,0			
76 mm	(3 pulgadas)	30		-	12,0	30,0		
76 mm	(3 pulgadas)	60		-	4,8	24,0		
102 mm	(4 pulgadas)	100		2,1	6,0	15,6	60,0	
102 mm	(4 pulgadas)	200		1,8	5,4	15,0	54,0	
102 mm	(4 pulgadas)	500			4,2	10,8	42,0	
127 mm	(5 pulgadas)	200				4,8	21,0	60,0
127 mm	(5 pulgadas)	1 100				3,0	12,0	42,0

Adicionalmente se tiene en cuenta que todos los tubos de ventilación deben prolongarse por encima de la cubierta de la edificación sin disminuir su diámetro original.

5 DISEÑO RED DE DRENAJE DE AGUAS LLUVIA

5.1 Parámetros de diseño.

El diseño de este tipo de red quedará definido por los valores normativos del país – NTC 1500- (ver tablas 11, 12 y 13) para cada diámetro y para cada una de las pendientes (0,5%, 1%, 2% y 4%) y para una intensidad de lluvia de 170 mm/hr aplicada en la zona de estudio.

Para calcular el diámetro de una bajante pluvial, es necesario realizar la asignación del área de techo tributaria, en este caso una cubierta termoacustica y las placas en concreto y a partir de la cual se determinará el total conducido por cada tramo de colector de desagüe. Las bajantes resultantes del cálculo conectarán algunas directamente con la vía, otras debido a su localización y evitando la acumulación del agua se conducirán a través de un canal en concreto hasta una corriente hídrica.

Tabla 12 Dimensionamiento de desagües principales de cubierta, ramales y bajantes de aguas lluvia. Tomado de NTC 1500

Diámetro nominal mm	Caudal, máximo L/s	Áreas máximas permitidas proyectadas horizontalmente en m^2 para diferentes intensidades de lluvia					
		25 mm/h	50 mm/h	75 mm/h	100 mm/h	125 mm/h	150 mm/h
75	4,2	600	300	200	150	120	100
100	9,1	1 286	643	429	321	257	214
125	16,5	2 334	1 117	778	583	467	389
150	26,8	3 790	1 895	1 263	948	758	632
200	57,6	8 175	4 088	2 725	2 044	1 635	1 363

NOTAS:

1) Las dimensiones de bajantes y colectores están basadoas en los caudales correspondientes a una relación de llenado de 7/24.

2) Para precipitaciones diferentes de las indicadas, se deberá interpolar linealmente.

3) La tubería vertical puede ser redonda, cuadrada o rectangular. La sección cuadrada debe contener la sección circular equivalente. La sección rectangular debe tener por lo menos la misma área transversal que la sección circular equivalente, excepto que la relación de sus dimensiones laterales no exceda 3 a 1.

Tabla 13 Definición de las dimensiones de tubería horizontal de agua lluvia. Tomado de NTC

Diámetro nominal, mm	Caudal (L/s) pendiente del 1,0 %,	Máximas áreas permitidas (m^2) de cubiertas proyectadas horizontales para diferentes precipitaciones					
		25 mm/h	50 mm/h	75 mm/h	100 mm/h	125 mm/h	150 mm/h
100	4,9	700	350	233	175	140	116
125	8,8	1 241	621	414	310	248	207
150	14,0	1 988	994	663	497	398	331
200	30,2	4 273	2 137	1 424	1 068	855	713
250	54,3	7 692	3 846	2 564	1 923	1 540	1 282
300	87,3	12 375	6 187	4 125	3 094	2 476	2 062
375	156,0	22 110	11 055	7 370	5 528	4 422	3 683
Diámetro nominal, mm	**Caudal (L/s) pendiente del 2,0 %,**	**Máximas áreas permitidas (m^2) de cubiertas proyectadas horizontales para diferentes precipitaciones**					
		25 mm/h	**50 mm/h**	**75 mm/h**	**100 mm/h**	**125 mm/h**	**150 mm/h**
80	3,0	431	216	144	108	86	72
100	6,9	985	4921	328	246	197	164
125	12,4	1 754	877	585	438	351	292
150	19,8	2 806	1 403	935	701	361	468
200	42,7	6 057	3 029	2 019	1 514	1 211	1 009
250	76,6	10 851	5 425	3 618	2 713	2 169	1 807
300	123,2	17 465	8 733	5 816	4 366	3 493	2 912
375	220,2	31 214	15 607	10 405	7 804	6 248	5 202
Diámetro nominal, mm	**Caudal (L/s) pendiente del 4,0 %,**	**Máximas áreas permitidas (m^2) de cubiertas proyectadas horizontales para diferentes precipitaciones**					
		25 mm/h	**50 mm/h**	**75 mm/h**	**100 mm/h**	**125 mm/h**	**150 mm/h**
80	4,3	611	305	204	153	122	102
100	9,8	1 400	700	465	350	280	232
125	17,5	2 482	1 241	827	621	494	413
150	28,1	3 976	1 988	1 325	994	797	663
200	60,3	8 547	4 273	2 847	2 137	1 709	1 423
250	108,6	15 390	7 695	5 128	3 846	3 080	2 564
300	174,6	24 749	12 374	8 250	6 187	4 942	4 125
375	312,0	44 220	22 110	14 753	11 055	8 853	7 367

NOTAS:

1) Los datos de las dimensiones para tubería horizontal están basados en la tubería trabajando a tubo lleno.

2) Para precipitaciones diferentes de las indicadas, se deberá interpolar linealmente.

Tabla 14 Dimensionamiento de canales exteriores en fachadas. Tomado de NTC 1500

Diámetro de la canal en mm	Máximas áreas permitidas (m²) de cubiertas proyectadas horizontales para diferentes precipitaciones				
Pendiente del 0,5 %	**51**	**76**	**102**	**127**	**152**
76	31,6	21,0	15,8	12,6	10,5
102	66,9	44,6	33,4	26,8	22,3
127	116,1	77,5	58,1	46,5	38,7
152	178,4	119,1	89,2	71,4	59,5
178	256,4	170,9	128,2	102,2	85,3
203	369,7	246,7	184,9	147,7	123,1
254	668,9	445,9	334,4	267,6	223,0
Pendiente del 1,0 %	**51**	**76**	**102**	**127**	**152**
76	44,6	29,7	22,3	17,8	14,9
102	94,8	63,3	47,4	37,9	31,6
127	163,5	108,9	81,8	65,4	54,5
152	252,7	168,6	126,3	100,8	84,1
178	362,3	241,5	181,2	144,9	120,8
203	520,2	347,5	260,1	208,1	173,7
254	947,6	631,7	473,8	379	315,9
Pendiente del 2,1 %	**51**	**76**	**102**	**127**	**152**
76	63,2	42,2	31,6	25,3	21,0
102	133,8	89,2	66,9	53,5	44,6
127	232,3	155,0	116,1	92,9	77,5
152	356,7	237,8	178,4	142,7	118,9
178	512,8	341,9	256,4	204,9	170,9
203	739,5	493,3	369,7	295,4	246,7
254	133,8	891,8	668,9	534,2	445,9
Pendiente del 4,2 %	**51**	**76**	**102**	**127**	**152**
76	89,2	595	44,6	35,7	29,7
102	189,5	126,3	94,8	75,8	63,2
127	328,9	219,2	164,4	131,5	109,6
152	514,7	343,3	257,3	206,2	171,9
178	724,6	483,1	362,3	289,9	241,4
203	1 040,5	693,0	520,2	416,2	346,5
254	1 858,0	1 238,4	929,0	743,2	618,7

5.2 CALCULO DE PRECIPITACIÓN DE DISEÑO.

5.2.1 Calculo de red interna y externa de aguas lluvias

Los bajantes serán calculados para la cubierta, cuya área se dividirá equitativamente conforme a los bajantes que existan en el lado de la cubierta de análisis.

La descarga de los bajantes de aguas lluvias llegan directamente a cajas de derivación y de ahí a la red de externa de aguas lluvias, que llegan aun canal.

Los caudales máximos por área definidos en cada bajante se comparan con base en la siguiente tabla:

Tabla 15 Tabla comparativa bajantes segun norma NTC1500.

Tabla 24. Dimensionamiento de desagües principales de cubierta, ramales y bajantes de aguas lluvias

Diámetro nominal mm	Caudal, máximo L/s	Áreas máximas permitidas proyectadas horizontalmente en m^2 para diferentes intensidades de lluvia					
		25 mm/h	50 mm/h	75 mm/h	100 mm/h	125 mm/h	150 mm/h
75	4,2	600	300	200	150	120	100
100	9,1	1 286	643	429	321	257	214
125	16,5	2 334	1 117	778	583	467	389
150	26,8	3 790	1 895	1 263	948	758	632
200	57,6	8 175	4 088	2 725	2 044	1 635	1 363

NOTAS:

1) Las dimensiones de bajantes y colectores están basadas en los caudales correspondientes a una relación de llenado de 7/24.

2) Para precipitaciones diferentes de las indicadas, se deberá interpolar linealmente.

3) La tubería vertical puede ser redonda, cuadrada o rectangular. La sección cuadrada debe contener la sección circular equivalente. La sección rectangular debe tener por lo menos la misma área transversal que la sección circular equivalente, excepto que la relación de sus dimensiones laterales no exceda 3 a 1.

Los parámetros de diseño corresponden a los siguientes datos:

Tabla 16 Parametros de diseño de las cubiertas.

SECTOR	BAJANTE	C	I	Q UNITARIO	AREA ESCENARIO	A X BAJANTE	Q	D
	Ejes	Adim	mm/hora	(L/s-m2)	(M2)	(M2)	(LPS)	(PULG)
CUBIERTA	BALL 1	1	170	0.04722222	3847.30	11.0	0.52	3
	BALL 2	1	170	0.04722222		11.00	0.52	3
	BALL 3	1	170	0.04722222		11.00	0.52	3
	BALL 4	1	170	0.04722222		11.00	0.52	3
	BALL 5	1	170	0.04722222		11.0	0.52	3
	BALL 6	1	170	0.04722222		11.00	0.52	3
	BALL 7	1	170	0.04722222		11.00	0.52	3
	BALL 8	1	170	0.04722222		37.50	1.77	3
	BALL 9	1	170	0.04722222		37.50	1.77	3
	BALL 10	1	170	0.04722222		37.50	1.77	3
	BALL 11	1	170	0.04722222		37.50	1.77	3
	BALL 12	1	170	0.04722222		37.50	1.77	3
	BALL 13	1	170	0.04722222		37.50	1.77	3
	BALL 14	1	170	0.04722222		37.50	1.77	3

SECTOR	BAJANTE	C	I	Q UNITARIO	AREA ESCENARIO	A X BAJANTE	Q	D
	Ejes	Adim	mm/hora	(L/s-m2)	(M2)	(M2)	(LPS)	(PULG)
	BALL 15	1	170	0.04722222		63.50	3.00	3
	BALL 16	1	170	0.04722222		63.50	3.00	3
	BALL 17	1	170	0.04722222		63.50	3.00	3
	BALL 18	1	170	0.04722222		63.50	3.00	3
	BALL 19	1	170	0.04722222		63.50	3.00	3
	BALL 20	1	170	0.04722222		63.50	3.00	3
	BALL 21	1	170	0.04722222		63.50	3.00	3
	BALL 22	1	170	0.04722222		63.50	3.00	3
	BALL 23	1	170	0.04722222		63.50	3.00	3
	BALL 24	1	170	0.04722222		63.50	3.00	3
	BALL 25	1	170	0.04722222		63.50	3.00	3
	BALL 26	1	170	0.04722222		63.50	3.00	3
	BALL 27	1	170	0.04722222		63.50	3.00	3
	BALL 28	1	170	0.04722222		63.50	3.00	3
	BALL 29	1	170	0.04722222		63.50	3.00	3
	BALL 30	1	170	0.04722222		63.50	3.00	3
	BALL 31	1	170	0.04722222		63.50	3.00	3
	BALL 32	1	170	0.04722222		63.50	3.00	3
	BALL 33	1	170	0.04722222		63.50	3.00	3
	BALL 34	1	170	0.04722222		63.50	3.00	3
	BALL 35	1	170	0.04722222		47.50	2.24	3
	BALL 36	1	170	0.04722222		47.50	2.24	3
	BALL 37	1	170	0.04722222		47.50	2.24	3
	BALL 38	1	170	0.04722222		47.50	2.24	3
	BALL 39	1	170	0.04722222		47.50	2.24	3
	BALL 40	1	170	0.04722222		47.50	2.24	3
	BALL 41	1	170	0.04722222		47.50	2.24	3
	BALL 42	1	170	0.04722222		47.50	2.24	3
	BALL 43	1	170	0.04722222		47.50	2.24	3
	BALL 44	1	170	0.04722222		47.50	2.24	3
	BALL 45	1	170	0.04722222		49.25	2.33	3

SECTOR	BAJANTE	C	I	Q UNITARIO	AREA ESCENARIO	A X BAJANTE	Q	D
	Ejes	Adim	mm/hora	(L/s-m2)	(M2)	(M2)	(LPS)	(PULG)
	BALL 46	1	170	0.04722222		49.25	2.33	3
	BALL 47	1	170	0.04722222		49.25	2.33	3
	BALL 48	1	170	0.04722222		49.25	2.33	3
	BALL 49	1	170	0.04722222		49.25	2.33	3
	BALL 50	1	170	0.04722222		49.25	2.33	3
	BALL 51	1	170	0.04722222		49.25	2.33	3
	BALL 52	1	170	0.04722222		49.25	2.33	3
	BALL 53	1	170	0.04722222		49.25	2.33	3
	BALL 54	1	170	0.04722222		49.25	2.33	3
	BALL 55	1	170	0.04722222		49.25	2.33	3
	BALL 56	1	170	0.04722222		49.25	2.33	3
	BALL 57	1	170	0.04722222		33.70	1.59	3
	BALL 58	1	170	0.04722222		33.70	1.59	3
	BALL 59	1	170	0.04722222		33.70	1.59	3
	BALL 60	1	170	0.04722222		33.70	1.59	3
	BALL 61	1	170	0.04722222		33.70	1.59	3
	BALL 62	1	170	0.04722222		33.70	1.59	3
	BALL 63	1	170	0.04722222		33.70	1.59	3
	BALL 64	1	170	0.04722222		33.70	1.59	3
	BALL 65	1	170	0.04722222		33.70	1.59	3
	BALL 66	1	170	0.04722222		33.70	1.59	3
	BALL 67	1	170	0.04722222		33.70	1.59	3
	BALL 68	1	170	0.04722222		33.70	1.59	3
	BALL 69	1	170	0.04722222		33.70	1.59	3
	BALL 70	1	170	0.04722222		33.70	1.59	3
	BALL 71	1	170	0.04722222		43.75	2.07	3
	BALL 72	1	170	0.04722222		43.75	2.07	3
	BALL 73	1	170	0.04722222		43.75	2.07	3
	BALL 74	1	170	0.04722222		43.75	2.07	3
	BALL 75	1	170	0.04722222		43.75	2.07	3
	BALL 76	1	170	0.04722222		43.75	2.07	3
	BALL 77	1	170	0.04722222		43.75	2.07	3

SECTOR	BAJANTE	C	I	Q UNITARIO	AREA ESCENARIO	A X BAJANTE	Q	D
	Ejes	Adim	mm/hora	(L/s-m2)	(M2)	(M2)	(LPS)	(PULG)
	BALL 78	1	170	0.04722222		43.75	2.07	3
	BALL 79	1	170	0.04722222		43.75	2.07	3
	BALL 80	1	170	0.04722222		43.75	2.07	3
	BALL 81	1	170	0.04722222		43.75	2.07	3
	BALL 82	1	170	0.04722222		43.75	2.07	3
	BALL 83	1	170	0.04722222		43.75	2.07	3
	BALL 84	1	170	0.04722222		43.75	2.07	3
	BALL 85	1	170	0.04722222		43.75	2.07	3
	BALL 86	1	170	0.04722222		43.75	2.07	3

Para la determinación del caudal de diseño se aplicará el concepto del Método Racional. Este modelo establece que el caudal superficial producido por una precipitación es equivalente a:

$$Q = 0.278 \cdot C \cdot i \cdot A$$

donde:

Q = Caudal de escorrentía directa (m^3/s)

i = Intensidad de la lluvia (mm/h)

C = Coeficiente de escorrentía

A = Área de drenaje (Km^2)

Al utilizar la fórmula racional, se supone que el caudal Q toma un valor de caudal máximo (pico) cuando, debido a cierta intensidad de lluvia sobre un área de drenaje, es producido por esa precipitación que se mantiene un tiempo igual al período de concentración del caudal en el punto en consideración. Teóricamente este es el tiempo de concentración, que es el tiempo requerido para que la escorrentía superficial desde la parte más remota de la hoya alcance el punto de interés.

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

- El caudal pico en cualquier punto es función directa de la intensidad i de la lluvia, durante el tiempo de concentración para ese punto.
- La frecuencia del caudal pico es la misma que la frecuencia media de la precipitación.
- El tiempo de concentración está implícito en la determinación de la intensidad media de la lluvia por la relación anotada en el punto 1 anterior.

En el anexo 5 se realizan los cálculos de la red de aguas lluvias.

Tabla 17 Tabla de cálculo de Sumideros

SUMIDEROS							
SECTOR	**BAJANTE**	**C**	**I**	**Q UNITARIO**	**AREA ESCENARIO**	**A X SUMIDERO**	**Q**
	Ejes	**Adim**	**mm/hora**	**(L/s-m2)**	**(M2)**	**(M2)**	**(LPS)**
SUMIDEROS	SUM1	1	170	0.04722222	2310.00	390	18.42
	SUM2	1	170	0.04722222		435	20.54
	SUM3	1	170	0.04722222		435	20.54
	SUM4	1	170	0.04722222		320	15.11
	SUM5	1	170	0.04722222		370	17.47
	SUM6	1	170	0.04722222		360	17.00

Con el calculo de los bajantes, adicionalmente se calcula el agua que llegan a estos elementos, Una vez tenidos en cuenta los caudales que llegan a la red de aguas lluvias, se diseña la red externa de alcantarillado.

Tabla 18 Calculo de aguas lluvias externo

DISEÑO HIDRÁULICO																				
TRAMO		Q PROBABLE	q	Long	Pend	Diam Nom		Diam. Interior	Material	ks	V	Q	q/Q	v ≥0.40m/s	Y	Y / d	F	Fuerza Tractiva	$\frac{V^2}{2g}$	Energía específica
		l/s	l/s	m	%	pulg	mm	m		m	m/s	l/s	≤ 0.85	m/s	m	≤85%		t ≥0.2 kg/m²	m	m
													-			-				
SUM1	**MH1**	18.42	18.42	6.90	0.36	8	203.20	0.203	PVC	0.0000015	0.917	29.751	0.619	1.00	0.116	57.066	1.031	0.200	0.04	0.16
MH1	**MH2**	18.42	18.42	36.50	0.36	8	203.20	0.203	PVC	0.0000015	0.917	29.740	0.619	1.00	0.116	57.080	1.030	0.200	0.04	0.16
MH2	**MH3**	48.80	48.80	55.50	0.32	10	254.00	0.254	PVC	0.0000015	0.997	50.541	0.966	1.17	0.203	79.900	0.807	0.250	0.05	0.25
SUM4	**MH4**	31.64	31.64	3.50	0.28	10	254.00	0.254	PVC	0.0000015	0.926	46.946	0.674	1.02	0.153	60.325	0.912	0.200	0.04	0.20
MH4	**MH3**	35.28	35.28	26.50	0.27	10	254.00	0.254	PVC	0.0000015	0.905	45.846	0.769	1.03	0.168	66.151	0.853	0.200	0.04	0.21
SUM3	**MH3**	20.54	20.54	6.00	0.35	8	203.20	0.203	PVC	0.0000015	0.895	29.014	0.708	1.00	0.127	62.372	0.972	0.200	0.04	0.17
MH3	**MH5**	125.16	125.16	40.00	0.20	16	406.40	0.406	PVC	0.0000015	1.053	136.596	0.916	1.23	0.309	76.134	0.707	0.250	0.06	0.37
MH5	**MH6**	163.97	163.97	21.50	0.18	18	457.20	0.457	PVC	0.0000015	1.064	174.605	0.939	1.24	0.356	77.878	0.658	0.250	0.06	0.41
SUM5	**MH6**	17.47	17.47	6.00	0.37	8	203.20	0.203	PVC	0.0000015	0.930	30.150	0.580	0.99	0.111	54.734	1.058	0.200	0.04	0.16
MH6	**MH7**	181.44	181.44	30.00	0.21	18	457.20	0.457	PVC	0.0000015	1.154	189.429	0.958	1.35	0.363	79.293	0.700	0.290	0.07	0.43
MH7	**DESACARGA**	181.44	181.44	23.00	12.46	18	457.20	0.457	PVC	0.0000015	10.701	1756.789	0.103	Disminuya P	0.097	21.307	#¡VALOR!	7.265	5.84	5.93
SUM6	**MH8**	17.00	17.00	4.00	0.38	8	203.20	0.203	PVC	0.0000015	0.936	30.348	0.560	0.99	0.109	53.592	1.071	0.200	0.04	0.15
MH8	**MH9**	84.15	84.15	24.00	0.19	14	355.60	0.356	PVC	0.0000015	0.917	91.022	0.924	1.07	0.273	76.773	0.654	0.200	0.04	0.32

DISEÑO HIDRÁULICO																					
TRAMO		Q PROBABLE	q	Long	Pend	Diam Nom		Diam. Interior	Material	ks	V	Q	q/Q	v ≥0.40m/s	Y	Y / d	F	Fuerza Tractiva	$\frac{V^2}{2g}$	Energía específica
		l/s	l/s	m	%	pulg	mm	m		m	m/s	l/s	≤ 0.85	m/s	m	≤85%		t ≥0.2 kg/m²	m	m
MH9	DESACARGA	109.32	109.32	20.00	0.27	14	355.60	0.356	PVC	0.0000015	1.124	111.663	0.979	1.31	0.288	80.991	0.754	0.291	0.06	0.35

Las cotas de diseños corresponden a:

DISEÑO										
Tramo		Caída	Cota Clave		Cota rasante		Recubrimiento ≥ 0.90 m		Cota batea	
De	A	Tramo m	Super	Infer	Super	Infer	Super	Infer	Super	Infer
SUM1	MH1	0.03	48.50	48.48	49.30	49.30	0.80	0.82	48.30	48.27
MH1	MH2	0.13	48.48	48.35	49.30	49.30	0.82	0.95	48.27	48.14
MH2	MH3	0.18	48.40	48.22	49.30	49.70	0.90	1.48	48.14	47.96
SUM4	MH4	0.01	48.25	48.24	49.00	49.00	0.75	0.76	48.00	47.99
MH4	MH3	0.07	48.24	48.17	49.00	49.70	0.76	1.53	47.99	47.92
SUM3	MH3	0.02	48.90	48.88	49.70	49.70	0.80	0.82	48.70	48.68
MH3	MH5	0.08	48.32	48.24	49.70	48.95	1.38	0.71	47.92	47.84
MH5	MH6	0.04	48.29	48.26	48.95	48.95	0.66	0.69	47.84	47.80
SUM5	MH6	0.02	48.15	48.13	48.95	48.95	0.80	0.82	47.95	47.93
MH6	MH7	0.06	48.38	48.32	48.95	48.80	0.57	0.48	47.93	47.86
MH7	DESACARGA	2.86	48.32	45.46	48.80	46.00	0.48	0.54	47.86	45.00
SUM6	MH8	0.02	48.06	48.05	48.86	48.86	0.80	0.81	47.86	47.84
MH8	MH9	0.04	48.20	48.16	48.86	48.20	0.66	0.04	47.84	47.80
MH9	DESACARGA	0.05	48.16	48.10	48.20	46.00	0.04	-2.10	47.80	47.75

En el anexo 8 se puede observar los diseños respectivos de aguas lluvias.

6 DISEÑO SISTEMAS DE SUMINISTRO DE AGUA CONTRA INCENDIO PARA LA EDIFICACIÓN

Esta evaluación se hace necesaria atendiendo a las exigencias impuestas por la NSR10 correspondiente al titulo J y K requisitos de protección contra incendio (decreto 926 del 2010) y todas las recomendaciones citadas en la presente norma que hacen referencia a la norma NTC 2301, NTC 1669 y a las normas complementarias.

6.1 GENERALIDADES

6.1.1 DESCRIPCION Y ALCANCE DEL DISEÑO

El proyecto al que aplica este diseño está conformado por una construcción en 1 niveles o pisos con aulas, auditorios, museo, habitaciones y áreas de servicio incluyendo, así como áreas para equipos de servicios para la edificación.

La actividad básica para desarrollar en las instalaciones es de Educación, por lo cual la edificación se clasificación I-3 del NSR -10 como uso INSTITUCIONAL EDUCACIÓN I-3. Según la norma NFPA 101 Código de Seguridad Humana, la Clasificación es de Edificación Nueva Uso Educación.

La edificación está ubicada en el municipio de Tierralta. La instalación posee un área construida a proteger de aproximadamente 3850 m2 en un nivel.

Existe un potencial riesgo de verse ocupada la instalación por personal que usualmente por su edad y niveles de educación se pueden dispersar o distraer fácilmente durante una emergencia y su subsecuente evacuación. Por lo anterior se deberá instalar un sistema de Detección y Alarma de Incendio y un sistema privado de suministro de agua contra incendio que alimentará un sistema de rociadores y gabinetes contra incendio según se especifica en este documento.

Este sistema de extinción de incendios mediante Agua contra incendio proveerá un grado razonable de protección a la vida y la propiedad contra riesgos de incendio, a través del cumplimiento de los requisitos de instalación exigidos en las normas.

El sistema es un conjunto de tuberías y sus accesorios dentro de las instalaciones el que provee agua, desde el tanque de agua contra incendio, ubicado a un costado del CUARTO DE BOMBAS. Los gabinetes y el sistema de rociadores esta distribuidos en las diferentes áreas de la edificación. También incluye el diseño la determinación de un sistema de bombas contra incendio que entregara los caudales y presiones máximos que se estiman serán requeridos tanto a través de los gabinetes como de los rociadores.

Dado que la legislación colombiana responsabiliza al constructor, (a quien figura como constructor en la licencia de construcción (VER: NSR-10 J.1.1.3), de la protección contra incendio y de las facilidades de evacuación de una edificación nueva,

describimos a continuación algunos de los aspectos que aplican directamente al proyecto sin que por esto se puedan incumplir los aspectos generales de protección contenidos en la ley.

1. La legislación colombiana a través del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente conocido como NSR-10 clasifica, por su uso, una instalación como esta como una construcción de uso INSTITUCIONAL EDUCACIÓN I-3. **(VER: NSR-10, Tabla J.1.1-1 y K.2.6.4)**.

2. Por el nivel de riesgo reglamento NSR-10 clasifica las instalaciones de ocupación I3 como de un riesgo alto de pérdida de vidas por tener un área total, ocupada, mayor a 1000 m2 y 3 niveles o pisos de altura. **(VER: NSR-10, J.3.3.2)**, riesgo categoría "I" Alto. Con una carga combustible estimada de 47.8 M- joules/m^2 (Para muebles en una edificación) para un área construida de 3850 m2 la carga combustible estimada es de 184.030 **MJ/m^2**

3. Por el nivel de riesgo Alto "I": **(NSR-10, J.3.4-3),**

- *Los muros divisorios entre unidades deben garantizar 1 hora de resistencia al fuego.*
- *Los cerramientos de ductos, escaleras, ascensores y rutas de evacuación deben garantizar 2 horas de resistencia al fuego.*
- *Todas las columnas vigas y muros portantes deben garantizar 2 horas de resistencia al fuego.*
- *Muros cortafuegos 3 horas.*

4. Toda construcción de INSTITUCIONAL EDUCACIÓN I-3 debe contar con un sistema de detección y alarma de incendio que cumpla con la norma NFPA 72. **(VER: NSR-10, J.4.2.3.5)**

5. Deberá contar con un sistema automático de rociadores contra incendio que cumpla con la norma NTC 2301 y como referencia con la NFPA 13. Por estar clasificado I3 por tener zona de exhibiciones, demostraciones con un área total construida superior a 2000 m2 (VER: NSR-10, J.4.3.4.1 Literal (C).

6. Deberá contar con un sistema de toma fija de mangueras contra incendio para bomberos que cumpla con la norma ICONTEC NTC- 1669 y como referencia con la norma NFPA 14. En este caso por contar con sistema de rociadores el sistema de salidas para mangueras puede limitarse a cumplir con los requisitos de la norma NTC 2301 y la norma NFPA 13 para gabinetes combinados con sistema de rociadores. (NSR-10, J.4.3.4.2).

7. Deberá contar con un sistema de extintores portátiles de fuego cumpla con la norma ICONTEC NTC-2885 y como referencia con la norma NFPA 10. **(NSR-10, J.4.3.4.3)**,

6.1.2 RIESGO DE INCENDIO

Los edificios construidos en paredes de mampostería, con columnas en mampostería también; para soportar las cubiertas. El uso de mampostería en ladrillo reduce el riesgo de incendio estructural y cualquier incendio se verá planteado básicamente por los materiales contenidos o almacenados en cada área, por lo anterior el nivel de riesgo se determina según el uso de cada área, para efectos del diseño definiendo así el nivel de protección requerido.

El tipo de actividad a desarrollarse en general en la edificación es INSTITUCIONAL EDUCACIÓN I-3 con fines de EDUCACION I-3, en este caso el tipo de materiales almacenados generaran un riesgo centrado en el fuego de materiales clase A.

6.1.3 RESERVA DE AGUA ESTIMADA

Para estimar las cantidades de agua requeridas se asumirá que el tipo de riesgo de incendio, para diseño del sistema de rociadores requerido, es ligero por ser de uso educación según NFPA 13 Sección 5.2 y A.5.2.

El cálculo se hará siguiendo las exigencias de NFPA 13, edición 2013, para el **método de Densidad por unidad de Area. (Density/Area Method)** partiendo de las exigencias de densidad de aplicación por área, en la tabla Figura 11.2.3.1, se exige la aplicación de agua a una densidad de 0.1 GPM/PIE2 (4.1mm/min) en un área de activación de 1500 pie2 (139 m2). Se debe tomar como tiempo mínimo de aplicación 30 minutos y caudal requerido para gabinetes de 100 gpm (379 lt/min) combinados exterior e interior de la edificación, según la tabla NFPA 13, Tabla 11.2.3.1.2. Para tomar el tiempo mínimo de 30 minutos es necesaria la existencia de un sistema de detección y alarma de incendio.

Igualmente se utilizarán rociadores de respuesta rápida (Quick Response Sprinkler) con lo cual podremos reducir el área de activación según NFPA 13 sección **11.2.3.2.3** y asumiendo una altura de suelo a cielo raso de 3.0 m, podremos reducirla en un 40%, quedando en 900 **pie^2** (86.6 m^2).

Para este caso el reglamento NSR-10 en la sección J.4.3.5.2 literal C permite que el sistema de gabinetes exigido sea diseñado bajo los parámetros de la norma NFPA 13 para gabinetes complementarios de sistemas de rociadores en este caso, como se mencionó antes, será necesario garantizar 100 gpm como mínimo durante 30 minutos.

6.2 CARACTERISTICAS DEL DISEÑO

6.2.1 DESCRIPCION

Este sistema está conformado por una línea principal de suministro de agua contra incendio de 4" de diámetro la cual toma agua que se presuriza mediante una bomba contra incendio conectada a un tanque, de destinación mixta para suministro agua contra incendio, y la distribuye a través de la línea principal y una columna de tubería de acero al carbono de también de 4". El sistema de distribución está diseñado y deberá ser mantenido conforme a la norma NFPA 13 y el sistema de bombeo se basa en el cumplimiento de la norma NFPA 20. La red alimentara una columna común para gabinetes y rociadores.

En primer piso contaremos con una estacion de control y gabinetes y su estacion de control, con lo cual cubriremos el SENA en un 100 %.

6.2.2 NORMAS UTILIZADAS PARA EL DISEÑO

El diseño de los sistemas descritos ha tenido en cuenta los parámetros y las características recomendadas por la NFPA en la última edición de las normas:

- *NFPA 13, Installation of Sprinkler Systems. Ed. 2002*
- *NFPA 14, Installation Standpipe Hose Systems. Ed. 2000*
- *NFPA 20, Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection 1999 Edition.*
- *NFPA 24, Installation of private Fire Service Main and Their Appurtenances. Ed. 2002*
- *NFPA 25, Standard for the Inspection, testing and Maintenance of water based Fire Protection Systems. Ed. 2002*
- *NFPA 101 Life Safety Code® 2006 Edition*

6.2.3 CARACTERISTICAS TECNICAS ESPECÍFICAS

Dado el tamaño del área a proteger y su dedicación a actividades de tipo industrial deben tomarse todas las precauciones necesarias para garantizar su permanente disponibilidad y el correcto funcionamiento del sistema de suministro de agua contra incendio. Esto se logra a través del uso de elementos y equipos listados por las entidades certificadoras registrándolos como aptos para el uso específico en sistemas de extinción de incendio. Igualmente, mediante un mantenimiento preventivo de los equipos que garanticen su funcionalidad todo el tiempo, siguiendo las exigencias de las normas aplicables a cada equipo y resumidas en general en la norma NFPA 25.

Los elementos a utilizar en esta ampliación de los sistemas deben estar listados UL y aprobados FM para uso específico en sistemas contra incendio y los fabricantes deberán estar certificados ISO 9000.

6.2.4 DISEÑO Y ESPECIFICACIONES TECNICAS SUB-SISTEMA DE BOMBAS CONTRA INCENDIO

El sistema estará compuesto por una BOMBA DE CAUDAL con una capacidad nominal de 250 GPM @ 95 PSI que la potencia sea igual a la máxima demanda de potencia esperada dentro de la curva de servicio de la bomba y una BOMBA JOCKEY DE PRESION de 10 GPM @ 105 PSI con motor eléctrico a 220 V.

Un sistema Contra Incendio completo con bomba, motor electrico, Tablero de Control; con arrancador suave, y accesorios complementarios según Tabla 4.10 de la norma NFPA 20. Esta unidad de bombeo debe ser garantizada por el fabricante para entregar una curva Caudal Presión que coincida con lo solicitado por la norma NFPA 20. Para lo anterior se ejecutarán en campo

todas las pruebas de aceptación solicitadas por la norma, construyendo la curva real de caudal y presión entregados por la bomba. Todo el conjunto deberá estar listado UL FM. La bomba deberá incluir todos los accesorios exigidos en la norma NFPA 20 a saber: Cabezal de Prueba. Medidor de flujo.

La bomba debe ser de tipo carcaza partida con motor en posición horizontal y controlada por un tablero listado U. L. y aprobado F. M. para uso en sistemas contra incendio. Los tableros de las bombas deberán tener cerramiento NEMA como parte del cumplimiento de la norma NFPA 20 la bomba estará en capacidad de entregar el 150% del caudal de diseño a una presión no inferior del 65% de la presión de diseño, y la presión de cierre no debe exceder del 140% de la presión del diseño.

6.2.4.1 EQUIPOS DE SUPERVISION Y ALARMA

6.2.4.1.1 DETECTOR DE FLUJO

Los detectores de flujo y los detectores de posición de válvulas deben ser tipo vena, estar listados U. L. ó aprobados FM y dar su señal mediante contacto seco libre de potencial. Presión de trabajo máxima de 450 PSI, flujo mínimo para alarma 10 GPM, cerramiento NEMA 4X.

Todos los interruptores de flujo de agua deberán ser de un solo fabricante y modelo.

Donde sea posible, los interruptores de flujo de agua deberán estar localizados a una distancia mínima de 10 X (diámetro de tubería) aguas arriba del último accesorio o válvula.

6.2.4.1.2 INTERRUPTOR DE POSICIÓN DE VÁLVULA

Las válvulas de control de entrada y salida de agua hacia la bomba tendrán un indicador de supervisión de posición de la válvula (Tamper – Switch). En el caso de las válvulas mariposa este deberá estar incorporado dentro de válvula. Para válvulas OS&Y debe ser listado UL y aprobado FM y contar con cerramientos Nema 4X.

6.2.5 DISEÑO Y ESPECIFICACIONES TECNICAS SUB-SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA CONTRA INCENDIO.

Se partirá de un anillo de distribución de agua en tubería de Acero al carbono de 4" en el primer piso, un riser de 2 ½" y tuberías independientes para gabinetes y rociadores de la misma Institucion.

6.3 TUBERÍAS

6.3.1.1 TUBERIA ANILLO EXTERIOR

También podrá utilizarse cualquier otro tipo de tubería que esté listada para uso específico en sistemas contra incendio y que cumpla con las normas de fabricación correspondiente dentro del Listado 10.1.1 de la norma NFPA 24 Ed. 2002.

Siguiendo los lineamientos de la norma NFPA 13 la tubería de los montantes de control de rociadores, así como la de los anillo y ramales que alimentan a los rociadores, al igual que toda tubería que quede a la vista, será de acero al carbón con costura, y cumplir con lo estipulado en la sección anotada de la norma. Esta tubería deberá llevar acabados superficiales resistentes a la oxidación; con una aplicación de una capa pintura anti-corrosiva y una de acabado de color rojo. Se considera aceptable tubería de espesor tipo SCH 10 desde y mayores 2.5" y SCH 40 para diámetros de 2" o menores.

6.3.1.2 ACCESORIOS DE TUBERÍA

Las tuberías serán unidas entre sí mediante unión de tipo mecánico con sello en caucho, y a los accesorios de HIERRO DUCTIL o en ACERO extremo liso unido mediante unión de tipo mecánico según lo recomendado por el fabricante de la tubería y según los procedimientos recomendados por este para diámetros mayores a 4". Hasta 4" los accesorios serán de PVC Presión unidos mediante soldadura química, las transiciones para pasar a tubería oaccesorios metálicos serán

hechas mediante adaptadores tipo macho roscado empalmando con una brida roscada que será unida a otra brida en el accesorio o la tubería metálica.

Todos los accesorios de tubería en caso de utilizar tubería de PVC o cualquier otra con uniones de tipo mecánico deberán ser reforzados con atraques en concreto.

6.3.1.3 TUBERIA RED GABINETES INTERNOS Y ACOMETIDAS ROCIADORES

Siguiendo los lineamientos de la norma NFPA 13 Ed. 2002 Sección 6.3 la tubería de los montantes de control de rociadores, así como la de los anillo y ramales que alimentan a los rociadores, al igual que toda tubería que quede a la vista, será de acero al carbón con costura, y cumplir con lo estipulado en la sección anotada de la norma. Esta tubería deberá llevar acabados superficiales resistentes a la oxidación; con una aplicación de una capa pintura anti-corrosiva y una de acabado de color rojo.

6.3.1.4 ACCESORIOS DE TUBERÍA

Las tuberías serán unidas mediante accesorios de hierro dúctil roscados hasta 2" inclusive y mediante acoples ranurados ó soldados en diámetros de 2½" o mayores. Facilitando así el desarme del sistema para mantenimiento.

6.3.1.4.1 Accesorios Roscados

- *Las roscas de todos los accesorios y tubos roscados deben estar de acuerdo con la NORMA ANSI B-1.20.1*
- *Los accesorios roscados deben cumplir los requerimientos de las NORMAS ANSI. Debe incluir certificación del fabricante del cumplimiento de los requerimientos de las NORMAS ANSI.*
- *Acero Forjado de acuerdo a la NORMA ANSI B16.1*
- *Hierro fundido clase 125 o 150 de acuerdo a NORMA ANSI B16.4*
- *Hierro maleable Clase 150 o 300 de acuerdo a NORMA ANSI B16.3*
- *El diseño de los accesorios debe garantizar presiones no menores a 12 bares (125psi) de presión de agua fría, o 8.6 bar (125 psi) de presión de vapor saturado o aire.*
- *Se debe colocar un compuesto sellante o cinta teflón en cada rosca del tubo y no en el accesorio, no se aceptarán sellos de tipo orgánico (Piola o Cáñamo).*
- *El tubo roscado no debe entrar tanto en el accesorio que reduzca el paso del agua.*

6.3.1.4.2 Accesorios Soldados

- *Deben cumplir los requerimientos de las NORMAS ANSI. Se debe incluir certificación del fabricante, de cumplimiento de los requerimientos de las NORMAS ANSI por un laboratorio de pruebas independiente.*
- *Acero Forjado de acuerdo a ANSI B16.9*
- *Acero de acuerdo a NASI B16. 25.*
- *Todas las soldaduras se efectuarán con personal calificado y utilizando métodos aprobados, incluyendo la calificación del personal y del procedimiento de soldado que se pretenda realizar, previamente al inicio de las soldaduras.*
- *No se permite soldar tubería en el interior de las instalaciones al menos que se haga bajo un permiso especial supervisado.*
- *Cuando los orificios de salida de la tubería que se deben realizar por soldadura (Boca de Pescado) deben cumplir los siguientes puntos.*
- *Toda escoria y todo residuo debe ser removido o Los orificios de las tuberías se deben cortar de acuerdo al diámetro interior de las conexiones y de acuerdo con su forma o Los elementos uniones o niples de cualquier longitud no deben penetrar más allá del diámetro interno de la tubería.*

6.3.1.4.3 Accesorios Ranurados

Todos los accesorios ranurados, que sean utilizados y los acoples ranurados a utilizar para su unión deben estar listados UL y Aprobados FM., para uso en sistemas de protección Contra Incendio, para presiones de trabajo de 300 PSI, cuando se encuentran acoplados a tubería de Schedule 40.

6.3.1.5 SOPORTES

- *La tubería aérea y los soportes no deben ser utilizados para sujetar otros elementos diferentes al sistema de rociadores y Gabinetes.*
- *Los soportes de la tubería aérea y sus componentes deben estar de acuerdo a la norma NFPA 13.*
- *La máxima distancia entre soportes para la tubería aérea, no debe exceder de 4.6 metros (15 pies) para diámetros de 1 ½ pulgadas o más. Para diámetros menores a 1 ½ pulgadas la distancia entre soportes no deben ser superior 3.6 metros (12 pies).La distancia máxima entre el rociador final y un soporte no debe exceder 0.91 m. para tubería de 1", 1,22 metros para tubería de 1 ¼" o 1.52 metros para tubería de 1 ½" o mayor.*

- *Cuando la soportería no sea aprobada UL, se deberá someter a unaprueba de tensión que demuestre que éstos pueden soportar el peso de la tubería con agua más de 114 Kg (250 Lbs.) aplicados en el punto de soporte.*
- *La localización de los soportes se ajustará a la arquitectura de las estructuras que soportan los techos siempre y cuando se cumplan como mínimo los parámetros de las normas NFPA.*
- *La columna donde se ubique la válvula de control de cada sistema, debe ser soportada. Ver diagrama de este soporte en el Plano de detalles.*

6.4 VÁLVULAS

Todas las válvulas a utilizar para controlar el flujo de agua son de tipo indicador y no estarán colocadas dentro de la zona de riesgo, si durante la construcción se requiere ubicar alguna válvula dentro de este tipo de área deberá especificarse en acero u otro material resistente al fuego. El indicador de posición de la válvula deberá permitir la supervisión por el sistema de detección y alarma de incendio.

6.4.1 VÁLVULA OS&Y

El sistema utiliza válvulas de aislamiento para las derivaciones hacia cada tanque del tipo OS&Y para que el vástago ascendente sirva de indicador de posición de la válvula.

Esta válvula será Bridada con bridas clase # 125; ANSI B-16.1, Presión de trabajo 250 PSI. Cuerpo y Bonete en fundición de hierro ASTM A-126 B, Disco en hierro dúctil ASTM A-126 B; recubierto en SBR. Vástago en Bronce ASTM B584. Empaquetadura libre de asbesto, Manufacturada según AWWA C509. Listada UL y Aprobada FM para uso en sistemas contra incendio.

Las válvulas enterradas deberán instalarse dentro de una caja de mampostería de una profundidad tal que el vástago de la válvula en posición abierta no sobresalga del nivel del suelo, la tapa de las cajas será metálica de fácil remoción para inspeccionar el contenido.

6.4.2 VALVULA CHECK

Para instalación vertical u horizontal, extremos bridados con dimensiones según ANSI B16.1, clase 125, o con extremos ranurados, Presión de trabajo 300 PSI, cuerpo y cubierta en hierro dúctil ASTM A-536 Grado 65-45-12, anillo de asiento en bronce ASTM B62 O ASTM B584, Chapaleta en Acero inoxidable o hierro dúctil y sellos en elastómero EPDM grado E. Listada UL, FM o ULC.

6.5 ATRAQUES DE CONCRETO.

Las tuberías enterradas deberán llevar puntos de atraque en concreto en todos los puntos en que se presenten cambios de dirección, derivaciones en T, en los hidrantes

y en los empalmes de las válvulas. Igualmente, los empalmes de tuberías por tratarse de uniones mecánicas deberán ser reforzados en su anclaje con concreto. Deben hacerse en concreto de 2000 PSI y con un área de superficie resistente según la tabla siguiente:

DIAMETRO (Pulgadas)	DIAMETRO (mm)	CODO 90º (Área en m2)	CODO 45º (Área en m2)	T, HIDRANTES, TAPONES (Área en m2)
4	100	0.30	0.20	0.30
6	150	0.65	0.40	0.45
8	200	1.00	0.50	0.75
10	250	1.50	0.80	1.15
12	300	2.00	1.20	1.60

6.6 CAJAS DE INSPECCION.

Las Válvulas de control, y los accesorios donde se presenten cambios de dirección deberán ser ubicados dentro de cajas de mampostería de 80 X 80 cm de área y con la profundidad requerida según la ubicación de la tubería, el fondo de la caja se hará en concreto y la tapa será de tipo metálico en lamina cold rolled, corrugada. La profundidad será la requerida para que el vástago de la válvula en posición abierta no sobresalga de la caja y las cajas estarán a ras con el nivel 0 de los andenes debajo de los cuales se instale el anillo de tubería.

6.7 EXCAVACIONES

Las tuberías enterradas estarán ubicadas a una profundidad de mínimo 80 cm. desde la parte superior del tubo hasta el nivel del suelo, o mayor, la tubería se tenderán sobre una capa 10 cm de gravilla fina (NO TRITURADO) y la parte superior rellenada con material de excavación seleccionado. Estos fosos para enterrar tubería pueden ser compartidos como "banco de tuberías"; con tuberías para otros uso siempre que estas no generen calor o liberen químicos que puedan afectar el PVC del que esta hecha la tubería a utilizar en este caso. La profundidad deberá ser tal que permita que los extremos de las válvulas OS&Y en posición abierta no sobre salgan de la tapa de la caja de inspección y la tapa de la caja que a ras con el andén o piso debajo del cual se encuentra enterrada la tubería. La profundidad se podrá ajustar por tramos siempre que no esté por debajo del mínimo ya mencionado.

Se deben usar las herramientas apropiadas tanto mecánicas como manuales de acuerdo a su necesidad, se debe incluir el retiro de los escombros a botaderos fuera de la obra.

6.8 SISTEMA DE GABINETES CONTRAINCENDIO

Los gabinetes contra incendio en este caso son en las áreas de rociadores únicamente un complemento del sistema de rociadores y se usaran para asegurar la extinción total de un fuego controlado por los rociadores, E incluso no se requieren para uso de personal no entrenado (NFPA 14 Sección 3-3.3 Excepción 2). dejando armarios con mangueras de 1½" y asumimos un cubrimiento de 36 metros de recorrido con la manguera.

Los parámetros de diseño seguidos son:

Sistema Clase II con tubería húmeda. [1]

- *Diámetro mínimo de suministro a dos o más Gabinetes Clase III es 4"* [2]
- *Presión mínima de suministro en gabinete más lejano 65 PSI* [3]
- *Caudal mínimo en salida más lejana, para chorro maestro, 100 GPM* [4]
- *Distancia máxima de cualquier punto del área protegida, respecto a una salida con una manguera de 1½" (2½") es de 36 (45.7) metros* [5]
- *El suministro de agua debe garantizar un volumen igual al requerido para operar durante 30 minutos.* [6]

6.8.1 GABINETES CONTRA INCENDIO

Deben cumplir y exceder los parámetros de fabricación exigidos por la NORMA ICONTEC 1669. Cada uno de estos estará compuesto por:

- *Gabinete metálico fabricado en lamina Cold Rolled calibre 18 para auto-soportar a piso (Ver plano de Detalles). Contara cada uno con su respectiva cerradura y llave maestra, vidrio de seguridad de 3mm, puerta batiente.*
- *Soporte tipo canastilla para manguera de 1 ½" de 30m de longitud, acoplada, roscas NST.*
- *Válvula en ángulo tipo gabinetera de 11/2", rosca NPT x NST Hembra X Macho.*
- *Boquilla tipo chorro/neblina graduable 1½" fabricada en Policarbonato o en Nylon, caudal 50 – 60 GPM @65PS*
- *Llave Spaner.*

---

[1] NFPA 14 SECCION 3-3

[2] NFPA 14 SECCION 5-6.1

[3] NFPA 14 SECCION 5-7 [1]

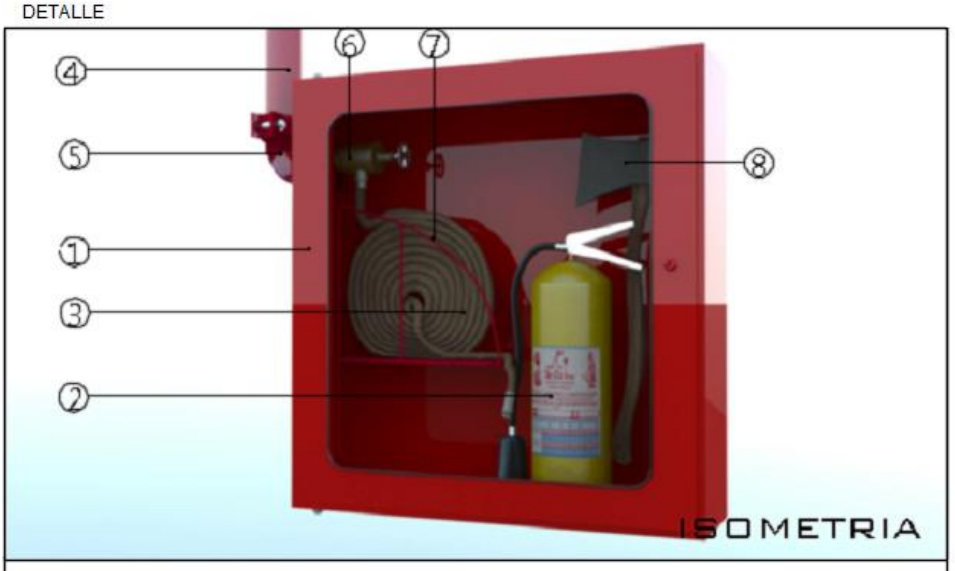
[4] NFPA 14 SECCION 5-9.1.1

[5] NFPA 14 SECCION 5-3.2

[6] NFPA 14 SECCION 7-2

Todos los gabinetes tendrán un solo tipo de cerradura de tal manera que puedan ser accionados por una sola llave maestra y estarán ubicados en las áreas y cantidad como se señala en los planos.

Ilustración 2 Gabinete Contra Incendios Tipo 2



ITEM	ACCESORIO	ESPECIFICACIONES
1	GABINETE	MATERIAL: Lámina Cold Roll calibre 20 TIPO: Clase II MEDIDAS: 0.77mts(alto) x 0.77mts(ancho) x 0.22mts(prof.)
2	EXTINTOR	TIPO: PQS - ABC CAPACIDAD: 4 kg CLASIFICACIÓN: 4A 2A 1A
3	MANGUERA	TIPO: Chaqueta Sencilla DIÁMETRO: 1 1/2 pulg. LONGITUD: 100 pies. MATERIAL: Poliester con chaqueta interna plástica
4	TUBERÍA	MATERIAL: Acero al Carbon ASTM 53 F1 DIÁMETRO: 1 1/2 pulg. PRESIÓN DE TRABAJO: 300 psi
5	CODO	MATERIAL: Hierro Dúctil DIÁMETRO: 1 1/2 Pulg. PRESIÓN DE TRABAJO: 300 psi Certificado UL - Aprobado FM
6	VÁLVULA	TIPO:Angular Conexión de Mangueras MATERIAL:Bronce CONEXIÓN TUBERIA: Rosca NPT Hembra DIÁMETRO: 1 1/2 pulg. PRESIÓN DE TRABAJO: 300psi. CONEXIÓN MANGUERA:Rosca NH Macho.
7	SOPORTE MANGUERA	TIPO: Soporte Bastidor de Pared, MECANISMO: Espigas del tipo semiautomático MATERIAL: Lámina calibre 16 acabado en esmalte rojo Certificado UL - Arobada FM
8	HACHA	TIPO: Pico y corte LARGO: 36 pulg. MANGO: En madera de abedul y curvo PINTURA: Poliuretanica MATERIAL: Acero forjado PESO: 6 Lbs

6.9 TUBERIAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS DE TUBERIA

Todas las tuberías, accesorios, y válvulas que alimenten o controlen los gabinetes deberán cumplir con las características especificadas en el numeral 6.3

Lo gabinetes deberán tener un solo tipo de cerradura de tal manera que puedan ser accionados por una sola llave maestra y estarán ubicados en las áreas y cantidad como se señala en los planos.

6.10 SISTEMA DE EXTINCION POR ROCIADORES

Los requerimientos básicos de rociadores a aplicar se encuentran en la NFPA 13, se resumen en los documentos de cálculo básico y se plasman en los planos.

- *Se instalarán rociadores en todas las áreas del SENA.*
- *Se elige rociadores normales de repuesta rápida ½". Con un K=5.60 (USA) (80.6 METRICO), tipo colgante.*
- *Se utilizará el método de área/ densidad el cual se basa en la determinación de la densidad de agua `por unidad de área requerida para el combate eficaz de incendio, que se obtiene a partir de la superficie total de la instalación a proteger y la designación del tipo de amenaza o riesgo y subgrupo respectivo de acuerdo a lo establecido en el cuadro siguiente de la NFPA 13.*
- *Con el término "densidad de diseño" se entiende el caudal que la red es capaz de descargar relativamente a un metro cuadrado de superficie, mientras el "Área de operación" es el área máxima sobre la cual se supone, para efectos de diseño, que se abrirán los rociadores en caso de incendio.*
- *La densidad de diseño de los rociadores debe ser igual o superior a lo especificado.*
- *Se puede ver que para riesgo ligero la norma requiere una densidad de diseño de 0.10 gpm/pie2, que equivalen a 4.10 lit/min/m2.La red de rociadores que se va a instalar es una instalación mojada, es decir, es una instalación permanentemente presurizada con agua.*
- *Distribución de los rociadores y área de cobertura máxima*
- *Rociadores normal o estándar de repuesta rápida ½".*

Hace falta determinar ahora la distribución de los rociadores y la superficie máxima de cobertura por rociador; considerando siempre RL, en función de la posición del rociador tenemos para rociadores normales:

6.10.1 CALCULO HIDRAULICO

Se empieza por determinar el caudal máximo por rociador. El diseño de la red se hará con un sistema calculado hidráulicamente.

Por lo tanto:

- *Superficie máx. por rociador: m2*
- *Distancia máxima entre rociadores: 4.60 m*
- *Distancia mínima entre rociadores: 1.80 m*
- *Distancia mínima a la pared: 0.10 m*

- *Distancia máxima a la pared <2.30 m*
- *Q1 rociador= Densidad*A rociador*
    - *Q1 rociador= 4.10 lit/min/m2*21.00 m2 =86.10 lit/min*

Ahora calculamos la presión mínima del rociador.

- *Pmin=Q1rociador ^2/K ^2.*
- *K rociador 5.60 en sistema inglés y 80 en sistema métrico*
- *Pmin= (86.10 lit/min) ^2/(80) ^2*
- *Pmin = 1.158 bar =12.00 m.c.a.=17.20 psi*

En caso de incendio se va a activar solamente un área de operación (véase tabla 1), la cual está constituida de un número de rociadores obtenido partiendo el área de operación por el área de cobertura máxima de 1 rociador:

- *Nº de rociadores=Área de operación/Área máxima del rociador*
- *Nº de rociadores= 46*

Para nuestro caso tenemos un área de operación de 4 rociadores , localizada en el 1 piso de la edificación, en el Aula No 1 . Q mínimo entrante al montante rociadores será:

- *Qmin = 46*0.21 litros/s =9.66 litros/s=150 gpm.*

Descripción	Valor	Unidad
Densidad x área	0.1	gpm/ft2
Area	1500	ft2
Caudal Rociadores	150	gpm
Numero de Rociadores	46	rociadores
Caudal x rociador	3.26	gpm/rociador
Caudal x rociador	0.21	L/s

TRAMO		NO de rociadores	Caudal	Diametro Nominal	Diametro Interno	Velocidad	Longitud	Hf	CODO 90	TEE DIRECTA	TEE 90°	Km	Hm	Haparato	Htotal	Htotal	Altura a Punto
De	A		(Lts/s)	Pulg	mm	m/s	(m)	m	0.90	0.50	1.80		m	m	m.c.a	PSI	m
EB	RCI69	46.00	9.5	4	157.5	0.5	10.00	0.007	3.0			3.5	0.04		60.0	85.2	60.0
RCI69	RCI68	46.00	9.5	4	157.5	0.5	55.00	0.040			1.0	1.8	0.02		59.9	85.2	
RCI68	RCI67	18.00	3.7	4	157.5	0.2	12.00	0.002		1.0		0.5	0.00		59.9	85.2	
RCI67	RCI66	18.00	3.7	3	118.1	0.3	57.00	0.029	4.0	1.0		4.1	0.02	3.2	56.6	80.5	
RCI66	RCI65	2.00	0.4	1 1/2	59.1	0.2	2.50	0.001			2.0	3.6	0.00		56.6	80.5	
RCI65	RCI64	2.00	0.4	1	39.4	0.3	1.00	0.002			1.0	1.8	0.01		56.6	80.5	
RCI64	RCI63	1.00	0.2	1	39.4	0.2	3.70	0.002	2.0			1.8	0.00		56.6	80.5	
RCI66	RCI62	16.00	3.3	2 1/2	98.4	0.4	1.80	0.002			1.0	1.8	0.02		56.6	80.5	
RCI62	RCI61	2.00	0.4	1	39.4	0.3	1.00	0.002			1.0	1.8	0.01		56.6	80.5	
RCI61	RCI60	1.00	0.2	1	39.4	0.2	3.70	0.002	2.0	1.0		2.3	0.00		56.6	80.5	
RCI62	RCI59	14.00	2.9	2 1/2	98.4	0.4	3.80	0.003		1.0		0.5	0.00		56.6	80.5	
RCI59	RCI58	2.00	0.4	1	39.4	0.3	1.00	0.002			1.0	1.8	0.01		56.6	80.5	

TRAMO		NO de rociadores	Caudal	Diametro Nominal	Diametro Interno	Velocidad	Longitud	Hf	CODO 90	TEE DIRECTA	TEE 90°	Km	Hm	Haparato	Htotal	Htotal	Altura a Punto
De	A		(Lts/s)	Pulg	mm	m/s	(m)	m	0.90	0.50	1.80		**m**	**m**	**m.c.a**	**PSI**	**m**
RCI58	RCI57	1.00	0.2	1	39.4	0.2	3.70	0.002	2.0	1.0		2.3	0.00		56.6	80.5	
RCI59	RCI56	12.00	2.5	2 1/2	98.4	0.3	4.20	0.002		1.0		0.5	0.00		56.6	80.5	
RCI56	RCI55	2.00	0.4	1	39.4	0.3	1.00	0.002			1.0	1.8	0.01		56.6	80.5	
RCI55	RCI54	1.00	0.2	1	39.4	0.2	3.70	0.002	2.0	1.0		2.3	0.00		56.6	80.5	
RCI56	RCI53	10.00	2.1	2	78.7	0.4	3.80	0.005		1.0		0.5	0.00		56.6	80.5	
RCI53	RCI52	2.00	0.4	1	39.4	0.3	1.00	0.002		1.0		0.5	0.00		56.6	80.5	
RCI52	RCI51	1.00	0.2	1	39.4	0.2	3.70	0.002	2.0	1.0		2.3	0.00		56.6	80.5	
RCI53	RCI50	8.00	1.6	2	78.7	0.3	4.20	0.003		1.0		0.5	0.00		56.6	80.5	
RCI50	RCI49	2.00	0.4	1	39.4	0.3	1.00	0.002		1.0		0.5	0.00		56.6	80.5	
RCI49	RCI48	1.00	0.2	1	39.4	0.2	3.70	0.002	2.0	1.0		2.3	0.00		56.6	80.5	
RCI50	RCI47	6.00	1.2	2	78.7	0.3	3.80	0.002		1.0		0.5	0.00		56.6	80.5	
RCI47	RCI46	2.00	0.4	1	39.4	0.3	1.00	0.002		1.0		0.5	0.00		56.6	80.5	
RCI46	RCI45	1.00	0.2	1	39.4	0.2	3.70	0.002		1.0		0.5	0.00		56.6	80.5	
RCI47	RCI44	4.00	0.8	1 1/2	59.1	0.3	4.20	0.004		1.0		0.5	0.00		56.6	80.5	
RCI44	RCI43	2.00	0.4	1	39.4	0.3	1.00	0.002			1.0	1.8	0.01		56.6	80.4	
RCI43	RCI42	1.00	0.2	1	39.4	0.2	3.70	0.002	2.0	1.0		2.3	0.00		56.6	80.4	
RCI44	RCI41	2.00	0.4	1	39.4	0.3	4.50	0.008	1.0	1.0		1.4	0.01		56.6	80.4	
RCI41	RCI40	1.00	0.2	1	39.4	0.2	3.70	0.002	2.0	1.0		2.3	0.00		56.6	80.4	
RCI68	RCI39	28.00	5.8	4	157.5	0.3	30.00	0.009		1.0		0.5	0.00		59.9	85.1	
RCI39	RCI38	10.00	2.1	2 1/2	98.4	0.3	5.10	0.002		1.0		0.5	0.00		59.9	85.1	
RCI38	RCI37	10.00	2.1	2 1/2	98.4	0.3	4.10	0.002		1.0		0.5	0.00		59.9	85.1	

TRAMO		NO de rociadores	Caudal	Diametro Nominal	Diametro Interno	Velocidad	Longitud	Hf	CODO 90	TEE DIRECTA	TEE 90°	Km	Hm	Haparato	Htotal	Htotal	Altura a Punto
De	A		(Lts/s)	Pulg	mm	m/s	(m)	m	0.90	0.50	1.80		**m**	**m**	**m.c.a**	**PSI**	**m**
RCI37	RCI36	9.00	1.9	2 1/2	98.4	0.2	3.00	0.001		1.0		0.5	0.00		59.9	85.1	
RCI36	RCI35	8.00	1.6	2	78.7	0.3	4.00	0.003		1.0		0.5	0.00		59.9	85.1	
RCI35	RCI34	8.00	1.6	2	78.7	0.3	2.30	0.002		1.0		0.5	0.00		59.9	85.1	
RCI34	RCI33	7.00	1.4	2	78.7	0.3	1.60	0.001		1.0		0.5	0.00		59.9	85.1	
RCI33	RCI32	6.00	1.2	1 1/2	59.1	0.5	2.00	0.004		1.0		0.5	0.01		59.8	85.1	
RCI32	RCI31	5.00	1.0	1 1/2	59.1	0.4	3.40	0.005		1.0		0.5	0.00		59.8	85.1	
RCI31	RCI70	4.00	0.8	1 1/2	59.1	0.3	8.80	0.008		1.0		0.5	0.00		59.8	85.1	
RCI70	RCI30	3.00	0.6	1 1/4	49.2	0.3	7.80	0.010		1.0		0.5	0.00		59.8	85.1	
RCI30	RCI29	2.00	0.4	1	39.4	0.3	7.80	0.014		1.0		0.5	0.00		59.8	85.0	
RCI29	RCI28	1.00	0.2	1	39.4	0.2	8.80	0.005	2.0		1.0	3.6	0.01		59.8	85.0	
RCI39	RCI27	18.00	3.7	3	118.1	0.3	27.00	0.014	2.0	1.0	1.0	4.1	0.02		59.8	85.1	
RCI27	RCI26	18.00	3.7	2 1/2	98.4	0.5	6.10	0.008	2.0		1.0	3.6	0.04	3.2	56.6	80.5	
RCI26	RCI25	10.00	2.1	2	78.7	0.4	2.20	0.003			1.0	1.8	0.02		56.6	80.4	
RCI25	RCI24	2.00	0.4	1	39.4	0.3	1.40	0.003			1.0	1.8	0.01		56.6	80.4	
RCI24	RCI23	1.00	0.2	1	39.4	0.2	4.30	0.002	2.0	1.0		2.3	0.00		56.6	80.4	
RCI25	RCI22	8.00	1.6	2	78.7	0.3	3.50	0.003		1.0		0.5	0.00		56.6	80.4	
RCI22	RCI21	2.00	0.4	1	39.4	0.3	1.40	0.003			1.0	1.8	0.01		56.6	80.4	
RCI21	RCI20	1.00	0.2	1	39.4	0.2	4.30	0.002	2.0	1.0		2.3	0.00		56.5	80.4	
RCI22	RCI19	6.00	1.2	2	78.7	0.3	4.10	0.002		1.0		0.5	0.00		56.6	80.4	
RCI19	RCI18	2.00	0.4	1	39.4	0.3	1.40	0.003			1.0	1.8	0.01		56.5	80.4	
RCI18	RCI17	1.00	0.2	1	39.4	0.2	4.30	0.002	2.0	1.0		2.3	0.00		56.5	80.4	

TRAMO		NO de rociadores	Caudal	Diametro Nominal	Diametro Interno	Velocidad	Longitud	Hf	CODO 90	TEE DIRECTA	TEE 90°	Km	Hm	Haparato	Htotal	Htotal	Altura a Punto
De	A		(Lts/s)	Pulg	mm	m/s	(m)	m	0.90	0.50	1.80		**m**	**m**	**m.c.a**	**PSI**	**m**
RCI19	RCI16	4.00	0.8	1 1/2	59.1	0.3	3.50	0.003		1.0		0.5	0.00		56.6	80.4	
RCI16	RCI15	2.00	0.4	1	39.4	0.3	1.40	0.003			1.0	1.8	0.01		56.5	80.4	
RCI15	RCI14	1.00	0.2	1	39.4	0.2	4.30	0.002	2.0	1.0		2.3	0.00		56.5	80.4	
RCI16	RCI13	2.00	0.4	1	39.4	0.3	4.90	0.009	1.0	1.0		1.4	0.01		56.5	80.4	
RCI13	RCI12	1.00	0.2	1	39.4	0.2	4.30	0.002	2.0	1.0		2.3	0.00		56.5	80.4	
RCI26	RCI11	8.00	1.6	2	78.7	0.3	1.90	0.002		1.0		0.5	0.00		56.6	80.5	
RCI11	RCI10	2.00	0.4	1	39.4	0.3	1.40	0.003			1.0	1.8	0.01		56.6	80.4	
RCI10	RCI9	1.00	0.2	1	39.4	0.2	4.30	0.002	2.0	1.0		2.3	0.00		56.6	80.4	
RCI11	RCI8	6.00	1.2	2	78.7	0.3	3.50	0.002		1.0		0.5	0.00		56.6	80.5	
RCI8	RCI7	2.00	0.4	1	39.4	0.3	1.40	0.003			1.0	1.8	0.01		56.6	80.4	
RCI7	RCI6	1.00	0.2	1	39.4	0.2	4.30	0.002	2.0	1.0		2.3	0.00		56.6	80.4	
RCI8	RCI5	4.00	0.8	1 1/2	59.1	0.3	4.10	0.004		1.0		0.5	0.00		56.6	80.5	
RCI5	RCI4	2.00	0.4	1	39.4	0.3	1.40	0.003			1.0	1.8	0.01		56.6	80.4	
RCI4	RCI3	1.00	0.2	1	39.4	0.2	4.30	0.002	2.0	1.0		2.3	0.00		56.6	80.4	
RCI5	RCI2	2.00	0.4	1	39.4	0.3	4.90	0.009	1.0	1.0		1.4	0.01		56.6	80.4	
RCI2	RCI1	1.00	0.2	1	39.4	0.2	4.30	0.002	2.0		1.0	3.6	0.01		56.6	80.4	
EBG	RCI71		6.3	3	80.4	1.2	10.0	0.088	2.0			5.1	0.40		59.5	84.6	
RCI71	RCI72		6.3	3	80.4	1.2	6.0	0.053		1.0		0.5	0.04		59.4	84.5	
RCI72	RCI73		6.3	3	80.4	1.2	14.5	0.128		1.0		0.5	0.04		59.3	84.3	

TRAMO		NO de rociadores	Caudal	Diametro Nominal	Diametro Interno	Velocidad	Longitud	Hf	CODO 90	TEE DIRECTA	TEE 90°	Km	Hm	Haparato	Htotal	Htotal	Altura a Punto
De	A		(Lts/s)	Pulg	mm	m/s	(m)	m	0.90	0.50	1.80		**m**	**m**	**m.c.a**	**PSI**	**m**
RCI73	RCI74		6.3	3	80.4	1.2	18.5	0.163		1.0		0.5	0.04		59.0	84.0	
RCI74	RCI75		6.3	3	80.4	1.2	4.5	0.040		1.0		0.5	0.04		59.0	83.9	
RCI75	RCI76		6.3	3	80.4	1.2	47.0	0.415	1.0	1.0		1.4	0.11		58.4	83.1	
RCI76	RCI77		6.3	3	80.4	1.2	21.0	0.185		1.0		0.5	0.04		58.2	82.8	
RCI77	GB-1		6.3	2 1/2	66.1	1.8	43.3	0.992	3.0	1.0		3.2	0.55	1.0	55.7	79.2	

6.11TANQUE DE RESERVA DE AGUA.

El sistema contra incendio requerirá de acuerdo a la norma NFPA 13 de una reserva de agua de 28 m3 mínimo, que permita el funcionamiento del sistema a plena demanda según el mayor riesgo, de un suministro de agua para operar durante treinta minutos. En este caso el riesgo que requiere mayor reserva de agua es un incidente en la zona de comedor individual.

- *El tanque deberá cumplir con lo estipulado en la norma NFPA 22 para tanques de agua contra incendio a saber:*
- *Debe estar construido en concreto reforzado, con materiales y procedimientos de construcción usualmente aceptados en el mercado o con la normatividad ACI 318. "Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary" considerando el agua como una carga viva. Se deberá cumplir con la norma AWWA D110 para tanques reforzados y pretensados.*
- *El tanque en concreto debe cumplir con los parámetros de Resistencia Sísmica para evitar daños durante terremotos.*
- *Las paredes del tanque deberán ser impermeables a través de aditivos o de la colocación de membrana*

Antes de la puesta en servicio el tanque debe someterse a prueba así:

a) *Preparación: Llenar el tanque con agua gasta el nivel máximo de llenado y dejarlo así por lo menos 24 horas.*

b) *Medición: La medición de caídas de nivel debe realizarse Durante las siguientes 72 horas para determinar el volumen de*

c) *perdida liquido, debe medirse o calcularse la perdida por evaporación par descontarla de la perdida medida y así*

d) *Determinar si existen escapes o no del liquido.*

e) *No debe existir ninguna pérdida medible de liquido después de colocado en servicio el tanque. El diseño civil del tanque no es*

f) *del alcance de este contrato y deberá desarrollarse por otros*

g) *bajo los parámetros descritos.*

6.12 SISTEMA DE BOMBAS CONTRA INCENDIO

Los valores aquí anotados corresponden a las necesidades para alimentar un sistema de Gabinetes clase II y los rociadores. Es de resaltar que por norma el sistema se calcula para cubrir el mayor riesgo existentes y no todos los riesgos simultáneamente.

El sistema estará compuesto por una BOMBA DE CAUDAL con una capacidad nominal de 250 GPM @ 95 PSI con motor electric, una BOMBA JOCKEY DE PRESION de 10 GPM @ 105 PSI con motor eléctrico a 220 VAC. La bomba de caudal deberá tener una curva que nos permita obtener además del punto nominal y los puntos de una curva NFPA 20. Los valores de potencia deberán ajustarse según cada fabricante de la bomba.

Esta unidad de bombeo debe ser garantizada por el fabricante para entregar una curva Caudal Presión que coincida con lo solicitado por la norma NFPA 20. Para lo anterior se ejecutarán en campo todas las pruebas de aceptación solicitadas por la norma, construyendo la curva real de caudal y presión entregados por la bomba. Todo el conjunto deberá estar listado UL FM. La bomba deberá incluir todos los accesorios exigidos en la norma NFPA 20 a saber: Válvula de Alivio de la carcasa, Cabezal de Prueba. Medidor de flujo. La bomba debe ser de tipo carcasa partida con motor en posición horizontal y controlada por un tablero listado U. L. y aprobado F. M. para uso en sistemas contra incendio.

6.13 EXTINTORES

Los extintores son la primera línea de defensa ante un fuego, una correcta utilización del extintor puede evitar el crecimiento de un incendio para el SENA, se recomienda el uso de extintores portátiles debido a que proporcionan una herramienta efectiva para protección de las casetas de control mientras que estén disponibles en cantidad y capacidad adecuadas para ser manejados por personas aún sin estar familiarizadas con su operación.

En emergencias de incendio donde hay que contar con los extintores, alguien tiene que ir desde el punto donde encontró el fuego hasta donde se encuentra el extintor, y luego regresar al sitio donde está el fuego. Esto se traduce en tiempo gastado por el recorrido que debe hacer una persona al ir en busca del extintor.

La distancia de recorrido es la distancia que se debe desplazar la persona que va a operar el extintor. Esta distancia está afectada por las divisiones, la localización de las puertas, los equipos instalados y la forma de los gabinetes donde se alojen.

Para una eficiente distribución de los extintores, se debe realizar un estudio sobre planos de las áreas a proteger. Para la ubicación de los extintores se deben contemplar los siguientes aspectos:

- *Distribución uniforme.*
- *Fácil acceso.*
- *Libres de bloqueos por equipos.*
- *Cerca de los caminos normales de recorrido.*
- *Cerca de lugares de acceso y salida.*
- *Fácilmente visibles.*

La distribución de los extintores se realizará siguiendo las recomendaciones de la norma 10 de la NFPA, en cuanto al tipo de extintor dependiendo de la naturaleza del fuego que se puede presentar,aunque los extintores de polvo químico seco tienen la capacidad de extinguir fuegos de clase A (combustibles comunes), B (líquidos inflamables y gases) y C (equipo eléctrico energizado), se han seleccionado extintores del tipo "agente limpio" los cuales también son del tipo ABC, óptimos para riesgos como los que se presentan en oficinas y los espacios donde existe equipo eléctrico y de procesamiento de datos (NFPA 75 6-3.2).

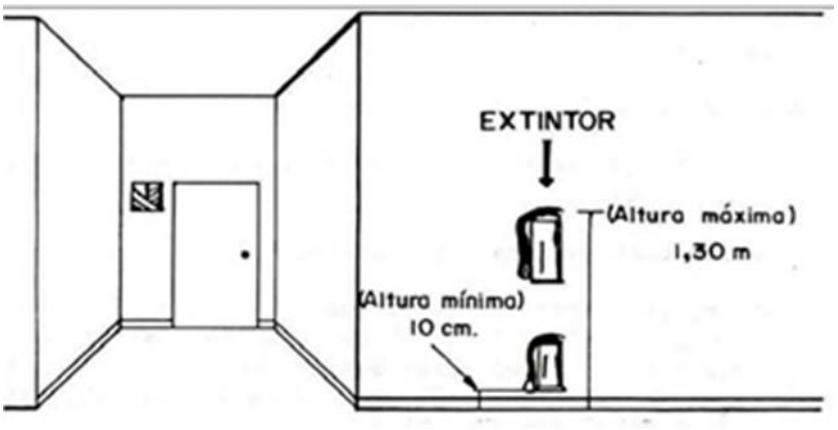
Para la selección se tendrá en cuenta el tipo de riesgo y la cantidad de combustible clase A, B y C que podría estar involucrado en el incendio basado en NFPA 10

Se instalarán de manera unificada extintores portátiles Multiproposito listados UL de un equivalente a 10 lbs de capacidad. (riesgo ordinario y Clasificacion 2-A)

Los extintores portátiles se deben ubicar de acuerdo a las siguientes características:

- *En los accesos a dependencias y pasillos del edificio.*
- *Por fuera a un costado de la puerta.*
- *De fácil acceso, de fácil visión y nunca obstaculizados.*

Como se muestra en la siguiente ilustración



Todo extintor debe tener en forma permanente en su superficie etiquetas que contengan: Agente de extinción, símbolos de clase de fuego que apaga, capacidad de extinción, instrucciones de uso, certificación y fechas de mantenimiento. Adicional debe contar con la siguiente información de Marcación, Fecha de fabricación del cilindro, Fecha de ensayo de Presión Hidrostática, peso del extintor vacío, Nombre del fabricante y Serial del cilindro.

La ubicación de los extintores en el SENA, será determinada con base a la norma NFPA 10, Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios.

Según la norma los extintores de incendio para la proyección de edificios deben tener un complemento estándar de extintores para incendios Clase A para la protección del edificio, más extintores adicionales Clase B o Clase C,

Con forme a la norma NFPA 10, los extintores no podrán ubicarse a más de 75 pies (22.9 m) de distancia, por lo tanto la ubicación de los extintores quedará de acuerdo a la localización en el plano del SENA.

La selección de extintores para proteger, serán extintores Multipropósito (ABC),

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

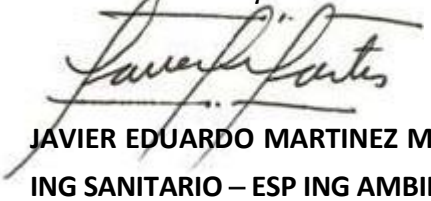
Para el SENA, tenemos las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- *Deberán construirse registros de inspección de 60x60 centímetros cuya profundidad estará determinada por la pendiente de la tubería, estos se hacen con el propósito de inspeccionar dado el riesgo de taponamientos de las aguas negras. Estos registros se conectarán entre si hasta llegar lal punto final de disposicion en el Sistema de alcantarillado.*
- *En cada bateria de baño y algunos aparatos se hace necesario la instalación de una válvula de control con el fin de independizar la red durante la ocurrencia de un daño en la misma.*
- *La reserva de agua potable para el funcionamiento del SENA estará compuesta por un tanque de almacenamiento subterráneo de 70 m3, por lo que se suple con la demanda que genera el funcionamiento normalizado de las distintos locales y la capacidad de respuesta de la red contra incendio, bajo las condiciones de prestación de servicios de la empresa encargada*
- *Las zonas verdes de las areas comunes seran atendidas por grifos ubicados en cercanis a dichos puntos.*

En relación a los resultados obtenidos del diseño del sistema contra incendio para el presente proyecto se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- *Se contempla un cuarto de diseño como el sector más vulnerable y más complejo en las redes que conectan desde el equipo de bombeo hasta los rociadores, esto con base a la norma existente (NFPA) y la NSR10.*
- *El sistema de gabinetes abarca a todo el SENA, con ello se cuenta con 4 gabinetes de tipo II, los cuales al están distribuidos estratégicamente de tal manera que puedan tener una extensión de la manguera a cualquier punto de 30 m para el caso de los interiores. Como punto de conexión directo del cuerpo de bomberos tenemos en la parte frontal del SENA, sobre la entrada de las instalaciones, mediante un sistema de siamesas.*
- *El caudal de diseño que se estable para alimentación del sistema de rociadores y de gabinetes es de es de 250 GPM.*
- *Para el diseño se trabaja bajo el modelo del "rociador más crítico- más lejano)., ubicado en la zona administrativa*
- *Para el sistema de abastecimiento debe tener una capacidad de un tanque (tanque enterrado) de 28 m3, así se podrá suplir la demanda de caudal en el área más crítica estimando un tiempo de 30 minutos.*

- *Se deber ubica un punto de conexión o toma para el cuerpo de bomberos en tubería de 3" como mecanismo de intervención ante una eventualidad, que va en dirección del punto de entrada.*



JAVIER EDUARDO MARTINEZ MONTIEL.

ING SANITARIO – ESP ING AMBIENTAL
CC. No 10.766.281 DE MONTERIA.
M.P. 05237-094432 ANT

8 BIBLIOGRAFIA

AIS, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica –. 2012. *REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10.* BOGOTA D.C. : s.n., 2012.

AIS, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. 2014. *Guia practica para la aplicacion de los titulos J y K, medios de evaluacion y proteccion contra incendio NSR-10.* Bogota : s.n., 2014.

Aravena P, Rodrigo. 2015. HSEC Magazine. *HSEC Magazine.* [En línea] agosto de 2015. http://www.emb.cl/hsec/articulo.mvc?xid=720&edi=32&xit=la-innovacion- tecnologica-y-la-seguridad-contra-incendios..

Capote Abreu, Jorge A. 2001. *LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LA CONCEPCIÓN Y EL DISEÑO DE LOS EDIFICIOS CIVILES E INDUSTRIALES.* SANTANDER, ESPAÑA : s.n., 2001.

Clarke, Frederick b. 2001. Riesgo de incendio de diversos materiales: Introducción. [aut. libro] P.E Arthur E. Cote. *Manual de Protección Contra Incendios.* España : MAPFRE, 2001.

Dean K, Wilson. 2001. Las Alarmas de flujo de agua y la supervisión de los sistemas de rociadores . [aut. libro] P.E Arthur E. Cote. *Manual de Protección Contra Incendios .* España : MAPFRE, 2001.

Gratton, Jan. 2001. Educación para la seguridad contra incendios . [aut. libro] P.E Arthur E. Cote. *Manual de protección contra incendios.* España : MAPFRE, 2001.

ICONTEC. 2009. *NTC 1669 Norma para la instalación de conexciones de mangueras contra incendio.* Bogotá : INCONTEC, 2009. 13.220.10.

Linder, Kenneth W. 2001. Hidráulica. [aut. libro] P.E Arthur E. Cote. *Manual de Protección contra incendios.* España : MAPFRE, 2001.

Mocada, Jaime A. 2015. journal NFPA latinoamericano. [En línea] 2015. http://www.nfpajla.org/columnas/punto-de-vista/1144-riesgo-o-peligro.

Mott, Robert L. 2006. *Mecánica de fluidos.* Mexico : Pearson educación , 2006. ISBN:970-26-085-8.

National Fire Proteccion Association. 2016. *NFPA 13 - Standard for the installation of splinklers systems .* Massachusetts : TIA Enclosed, 2016. 978- 145591156-1.

National Fire Protection Association. 2016. *NFPA 14 - Standard for the installation of Stanpipe and Hose Systems.* Massachusetts : TIA Enclosed, 2016. 978-145591317-6. **—. 2016.** *NFPA 20 - Standars for the installation of Stationary Pumps for Fire Protection.* Massachusetts : TIA Enclosed, 2016. 978-145591196-7.

NIÑO VELANDIA, CAMILO ANDRES. 2011. DIAGNOSTICO DE LOS SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS EN EDIFICACIONES. BUCARAMANGA : s.n., 2011.

Padula, Jenna . 2006. journal NFPA latinoamericano. [En línea] 2006. http://www.nfpajla.org/~nfpajla/archivos/exclusivos-online/nfpa-desarrollo - adopcion-de-normativa/849-los-capitulos-internacionales-de-la-nfpa-toman- impulso.

Perez Carmona, Rafael. 2010. *Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones.* Bogotá : Eco Ediciones , 2010. ISBN: 978-958-648-677-4.

R. Hall, Jr, Jhon y Cote, P.E, Arthur E. 2001. El Problema del Fuego y de la protección contra incendios en America. [aut. libro] P.E Arthur E. Cote. *Manual de Protección Contra incendios.* España : MAPFRE, 2001.

Saldarriaga V, Juan G. 2001. *Hidráulica de tuberías.* Bogotá : McGraw-Hill, 2001. ISBN: 958-600-831-2.

Scattaglia , Giselle Sabarich. 2008. ELABORACIÓN DE UNA GUÍA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIO EN PLANTAS DE PROCESO EN EMPRESAS Y & V. Sartenejas : s.n., 2008.

W, L. Ingles. 2001. Bomba contra incendios . [aut. libro] Arthur E. Cote. P.E.

Manual de Protección contra Incendios. España : MAPFRE, 2001.

Wahl, Andrew M. 2001. El agua y sus aditivos en la lucha contra el fuego. [aut. libro] Arthur E Cote. *Manual de protección contra incendios.* España : MAPFRE, 2001.