MEMORIA DE CÁLCULO

DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS PALACIO NACIONAL - CALI

Rev.	Fecha	Ejecuta	Revisa	Aprueba	Descripción de revisión
B	24/12/20	J. Calderón	P. Juez	P. Juez	Emitido para revisión del cliente
A	27/11/20	J. Calderón	P. Juez	P. Juez	Emitido para revisión interna

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 4
2. ALCANCES Y GENERALIDADES 5
3. REFERENCIA NORMATIVA Y LEGAL 6
4. ANTECEDENTES Y DIAGNÓSTICO 7
   - 4.1. Antecedentes 7
   - 4.2. Diagnostico 7
   - 4.3. Hallazgo 8
5. PROTECCIÓN ACTIVA Y PASIVA CONTRA INCENDIOS 10
   - 5.1. ÁREAS A PROTEGER 10
6. COMPONENTES Y CRITERIOS DE SISTEMAS DE INCENDIOS 11
   - 6.1. COMPONENTES DEL SISTEMA 11
   - 6.1.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA 11
   - 6.1.2. REQUISITOS DE INSTALACIÓN 12
   - 6.1.3. TUBERÍA Y ACCESORIOS 12
   - 6.1.4. SOPORTERIA 14
   - 6.1.5. VÁLVULAS 14
   - 6.1.6. BOMBAS 15
   - 6.2. REQUISITOS DEL SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA 16
   - 6.3. REQUISITOS DE LA DEMANDA DE AGUA 17
   - 6.4. CALCULO TEÓRICO DEL SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA 17
   - 7.5 CÁLCULOS HIDRÁULICOS AGUA NEBULIZADA 18
   - 6.4.1. Capacidad del tanque contra incendios. 19
   - 6.5. REQUISITOS DEL CALCULO DEL SISTEMA DE CONEXIONES DE MANGUERAS 20
7. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONEXIONES DE MANGUERAS 21
   - 7.1. COMPONENTES DEL SISTEMA 21
   - 7.2. OPTIMIZACIÓN DE CONEXIONES DE MANGUERAS (GABINETES) 22
   - 7.3. CÁLCULOS HIDRÁULICOS CONEXIONES DE 1 ½" Y 2 ½" 23
   - 7.4. EQUIPO DE BOMBEO CONTRA INCENDIOS 26
   - 7.4.1. Capacidad de la bomba contra incendios. 26

7.4.2. Capacidad del tanque contra incendios. 29

a. Requisitos de instalación de sujeción y soporteria sismo resistente 30

8. PROYECCIÓN DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS 32

9. CONCLUSIONES 33

10. DOCUMENTOS ANEXOS 34

1. INTRODUCCIÓN

Este documento presenta las memorias de cálculo referente a la optimización de la red de extinción de incendios a base de agua del palacio Nacional ubicado en la ciudad de Cali – Valle del cauca. El sistema existente está conformado por una red de 10 gabinetes tipo III conectados a una bomba contra incendios no listada y abastecidos por un tanque combinado para incendios y consumo interno, con una capacidad total de 107 m^3. Así mismo, se tiene siamesa para bomberos ubicada al costado norte. La edificación es considerada bien de interés cultural BIC nivel 1, por lo cual los estudios evalúan la menor intervención posible. Por lo cual el presente estudio busca el menor impacto en las diferentes áreas de la edificación cumpliendo de igual manera los requisitos normativos para brindar una protección razonable contra incendios.

Los componentes del sistema de extinción de incendios a dimensionar comprenden la protección mínima requerida para cumplir con lo especificado en NFPA, los diferentes escenarios de incendio de acuerdo a los riesgos existentes en el edificio, el sistema de bombeo y volumen de agua requerido, diámetros de tubería y tipos de rociadores a instalar. A partir de lo anterior se originan los respectivos documentos de diseño, cálculos, especificaciones técnicas y planos de diseño de este sistema.

El sistema de extinción de incendios en mención será ejecutado bajo los estándares normativos establecidos por la norma de referencia NFPA, (National Fire Protection Assotiation). Además de estas, se deberán cumplir a cabalidad con el código de construcción colombiano Norma Sismo resistente NSR 10 Titulo. J Requisitos de Protección Contra incendios en edificaciones y Titulo K. Requisitos complementarios.

2. ALCANCES Y GENERALIDADES

El estudio, diagnóstico y diseño del sistema de red contra incendios, tiene como alcances:

- Revisión de los criterios aplicables en extinción de incendios.
- Inspección y diagnóstico del sistema de extinción de incendios existente, conformado por una bomba para uso contra incendios principal, bomba sostenedora de presión y red de gabinetes clase III
- Optimización del sistema de extinción de incendios existente.
- Diseño del sistema de extinción de incendios mínimo requerido.

El palacio Nacional es una edificación cuyo uso está destinado a despachos judiciales, actividades administrativas, con áreas usadas como archivo de documentación. Consta de un área total aproximada de 11325 m^2, distribuida en 4 pisos y un sótano con una escalera central de acceso y una segunda escalera tipo caracol actualmente usada como salida de evacuación.

A partir de la inspección visual, gran parte de los elementos estructurales del edificio están construidos en materiales no combustibles o de combustibilidad limitada, como mampostería estructural, acero, fachada ladrillo y acabados cerámicos, con excepción de parte de la estructura de cubierta que son en madera. En cuanto a los elementos no estructurales, están las puertas con láminas de madera y metálica.

El sistema de extinción de incendios debe ser optimizado y complementado para que cumpla los requisitos normativos establecidos en la Norma Sismo Resistente NSR 10, de obligatorio cumplimiento a nivel nacional.

3. REFERENCIA NORMATIVA Y LEGAL

A continuación, se presentan las referencias normativas que se consideraran para el desarrollo del sistema de extinción de incendios.

- NSR 10. Norma Sismo Resistente, Titulo J: Protección Contra incendios en edificaciones; Titulo K: Requisitos Complementarios.
- NTC 1669. Norma para la instalación de conexiones de mangueras contra incendio. Ed 2009.
- NTC 2301. Norma para la instalación de sistema de rociadores. Ed 2011.
- NFPA 13. Standard for de Installation of Sprinkler Systems. Ed. 2019.
- NFPA 14. Standard for the installation of standpipes and hose systems. Ed. 2019.
- NFPA 20 Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection. Ed. 2019.
- NFPA 22. Standard for Water Tanks for Private Fire Protection. Ed 2018.
- NFPA 750. Standard on Water Mist Fire Protection Systems. Ed 2019.

4. ANTECEDENTES Y DIAGNÓSTICO

4.1.Antecedentes

El edificio Palacio Nacional es una estructura que cuenta con 4 pisos y un sótano, con uso administrativo e institucional. Su construcción típica es en concreto y acero, combinando elementos combustibles como la madera.

Cuenta con una escalera central de acceso y una segunda escalera tipo caracol sin ningún tipo de protección vertical contra el fuego, las cuales descargan al interior del edificio, esta salida de emergencia no descarga en un lugar seguro de acuerdo a la NSR 10. La altura en el sótano es de aproximadamente 2.40m; en el primer, segundo y tercer nivel es de 5.00m y en el cuarto es de 4.50m y 5.70m en el área central. El sótano consta del área de archivo, subestación eléctrica, relatorías, biblioteca, baños, cafetería y parqueadero es a doble altura, por lo cual se proyecta en el sótano y primer piso. En el primer piso se cuenta con secretarías y áreas administrativas, así como el acceso principal al edificio. En el segundo piso existen áreas administrativas, salas de audiencia y un auditorio con sillas fijas para una capacidad de 133 personas. En el tercer y cuarto piso están acondicionadas las diferentes salas y despachos.

La red contra incendios del palacio de justicia cuenta con un sistema contra incendios a base de agua conformado por los siguientes elementos:

- Tanque de almacenamiento de agua para uso combinado (consumo e incendios) de 100 m^3 aproximadamente (8.00m x 4.40m x 2.86m).
- Bomba tipo centrifuga succión final de 280 gpm @ 65 mca (85 psi), 25 HP no listada para uso contra incendios.
- Bomba Jockey o sostenedora de presión tipo centrifuga succión final no listada de 3 gpm @ 128 mca.
- Tablero de control para bombas las cuales al momento de la visita se encontraban apagadas.
- Red de gabinetes clase III, dos por cada nivel del edificio, para un total de 10 gabinetes.

El alcance del presente proyecto corresponde a la optimización del sistema de extinción de incendios con el fin de dar cumplimiento al marco normativo.

4.2.Diagnostico

Se realizaron las inspecciones y pruebas pertinentes al sistema contra incendios existente encontrando diferentes hallazgos, los cuales son registrados en los documentos 2020-019-INF-001 Formato y 2020-019-INF-002. Los hallazgos más relevantes son:

- La bomba contra incendios actual no es listada para uso contra incendios.
- Las bombas contra incendios al momento de la visita, estaban en posición apagada y desenergizada. Estos sistemas deben permanecer en posición automática y operativas para obtener una rápida respuesta.
- Se presenta estado avanzado de corrosión en los componentes del bombeo.
- Se presentan vibración excesiva en la red de descarga en el bombeo de la red y dispositivos de lectura de presión.
- No se cuenta con cabezal de pruebas.
- El sistema contra incendios carece de señalización.
- No se cuenta con soporteria antisísmica o sismoresistente.
- No se cuentan con válvulas listadas y reguladas para los puntos donde se tiene una mayor presión.
- Se deben adicionar y reemplazar los elementos de los gabinetes contra incendios.
- La altura de los gabinetes incumple con lo exigido por la norma NFPA 14, por lo tanto, deben ser reubicados.
- El área de archivo cuenta con una carga combustible considerable y sin ningún tipo de separación.
- Se requiere protección pasiva en los cuartos de subestación eléctrica, planta de energía de respaldo y la parte frontal de archivos, con el fin de confinar un incendio.

4.3.Hallazgo

A partir de lo anterior se obtienen los siguientes hallazgos:

a) Se requiere el cambio de la bomba contra incendios, junto con el motor y tableros por equipos listados para tal fin. Esto es requerido debido a que la bomba existente no es listada para uso contra incendios y presenta condiciones desfavorables de operación.

b) Se requiere el reemplazo de todas las tuberías, válvulas y conexiones ubicadas en la línea de succión y descarga para la bomba contra incendios, debido al avanzado estado de corrosión y deterioro. Los elementos a instalar deben ser nuevos, protegerse con anticorrosivo y esmalte para evitar el deterioro prematuro, así como cumplir con los diámetros acorde con NFPA 20.

c) Hacer el reemplazo de los gabinetes incluyendo las válvulas de 1 ½" y 2 ½" listadas UL y/o FM con regulación de presión, vidrio de fragmentación, señalización, limpieza y pintura de gabinetes.

d) Se requiere suministrar las mangueras contra incendios faltantes y reemplazo de aquellas que no son listadas.

e) La tubería presenta condiciones aceptables. Los diámetros son validados hidráulicamente para verificar su uso en la red de gabinetes, concluyendo que requieren incluir una segunda línea vertical en tubería acero carbón ranurado SCH 10 que permite hacer una distribución del flujo y reducir las presiones de operación.

f) Se requiere proteger el área de archivo con un sistema automático a base de agua nebulizada que permita la descarga de un agente extintor eficaz, y que implique intervenciones mínimas al edificio, al tratarse de bien patrimonial.

g) Se deben construir muros cortafuego para permitir la separación de las áreas de archivo, subestación y planta de energía de respaldo con el pasillo común del sótano.

h) Se presenta humedad en el muro que limita el cuarto de bombas con el tanque, por lo cual es necesario impermeabilizar el tanque de agua.

i) Debido a que el volumen de agua para uso contra incendios, debe ser exclusivo para tal fin, se requiere dividir internamente el tanque con un muro en concreto para separar el volumen de agua potable del volumen para la red contra incendios.

5. PROTECCIÓN ACTIVA Y PASIVA CONTRA INCENDIOS

Se requiere el diseño y optimización del sistema de extinción actual de red de gabinetes y que preste una protección razonable al edificio en el momento de un incendio, aplicando los criterios de diseño específicos según la clasificación de ocupación y mercancías indicada en las normas aplicables.

El edificio presenta zonas con usos de ocupación como: Almacenamiento (A-1) y Servicio público (I-5), Comercial Servicios (C-1), por lo cual se considera que su ocupación general es mixta (M). Esto influye directamente en las condiciones de diseño de los sistemas de extinción, por lo que se requiere además del sistema actual de gabinetes, el montaje de un sistema automático para las áreas de mayor carga combustible.

5.1.ÁREAS A PROTEGER

Las áreas que serán protegidas con el sistema contra incendios y los sistemas de protección a usar son los siguientes:

Tabla 1 . Requisitos de Protección Activa

Ubicación	Clasificación y Criterios	Protección Activa
Parqueaderos - Sótano	**Clasificación:** Almacenamiento de riesgo Moderado. NSR 10 Núm. K.2.2.2. **Criterios:** NSR 10 Núm. J.4.3.1 Edificación usada para parqueaderos de diferentes vehículos. Con un área menor a 1000 m^2 sin muros corta fuego.	Se requiere extinción manual • Manual con conexiones de mangueras para uso de brigadistas y bomberos.
Almacenamiento en archivos ubicados en el sótano.	**Clasificación:** Almacenamiento de riesgo moderado NSR 10 Núm. K.2.2.2 **Criterios:** Espacios usados para almacenamiento en su mayoría papel y cartón, con un área total de 432 m^2 y 159m^2, sin muros corta fuego. La mercancía es clasificada por la norma NFPA 13 Núm. 20.4.3 como clase III al tratarse de productos como papel y cartón con o sin pallets. Se considera un almacenamiento en estanterías, en pilas de baja altura NFPA 13 Núm. 4.3.1.7.1, clasificación Ordinario Grupo II (OH2).	Se requiere extinción manual y automática. • Automática con sistema de agua nebulizada acorde con rociadores de respuesta estándar y temperatura para riesgo ordinario 2. Permitido por NSR 10 Núm. J.4.3 como sistemas alternativo equivalente.
Oficinas generales de despacho judicial,	**Clasificación:**	Se requiere extinción manual:

Ubicación	Clasificación y Criterios	Protección Activa
administrativo, secretarías y salas ubicadas desde el piso 1 al 4.	Comercial Servicios (C-1) NSR 10 Núm. K.2.3.1. Clasificado de gran altura. Institucional de servicio público (I-5) NSR 10 Núm. K.2.6.6. **Criterios:** NSR 10 Núm. J.4.3.4 Oficinas con una cantidad de combustible baja, y un almacenamiento de papel y cartón no mayor a 2.4m, NFPA 13 Núm. 4.3.2 oficinas independientes, Áreas con cubículos, áreas para atención o servicio al cliente, estantería de archivo y salas de juntas.	• Manual con conexión de mangueras para uso de brigadistas y bomberos.
Auditorio	Lugar de Reunión (L) según NSR 10 Núm. K.3.15. No requiere protección automática con Rociadores. Se requiere proteger con conexiones de mangueras al estar contenido en un edificio con clasificación mixta (M).	Se requiere extinción manual: • Manual con conexión de mangueras para uso de brigadistas y bomberos.

6. COMPONENTES Y CRITERIOS DE SISTEMAS DE INCENDIOS

6.1.COMPONENTES DEL SISTEMA

De acuerdo al Núm. 1.1 de la NFPA 750 se aclara que esta norma contiene los requisitos mínimos para el diseño, instalación, mantenimiento y prueba de los sistemas de protección contra incendios de agua nebulizada. Esta norma no describe los criterios definitivos de desempeño del incendio, ni ofrece los lineamientos específicos sobre como diseñar un sistema para controlar, suprimir o extinguir un incendio. Estos sistemas deberán ser listados para tal uso, a través de un desempeño demostrado con pruebas de incendios.

6.1.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El capítulo 7 de la norma NFPA 750, indica que los sistemas de agua nebulizada deben describirse mediante los siguientes cuatro parámetros que son:

Aplicación del sistema

- **Sistema de protección de una ocupación**, los sistemas de protección de una ocupación deben estar diseñados e instalados para proveer protección automática contra incendios del riesgo en particular.

- Los sistemas de protección de una ocupación deben ser accionados por boquillas de agua nebulizada automáticas o por un sistema de detección integrado. Para el presente proyecto, se ha seleccionado el funcionamiento con boquillas automáticas.

Tipo de boquilla

- **Automáticas. Seleccionado para el proyecto.**
- No automáticas.
- Multifuncionales.

Método operativo del sistema

- **Sistema de tubería húmeda. Seleccionado para el proyecto.**
- Sistema de acción previa
- Sistema de tubería seca

Tipo de medios del sistema

- **fluido único. Seleccionado para el proyecto.**
- fluido doble

6.1.2. REQUISITOS DE INSTALACIÓN

De acuerdo a la NFPA 750 Capitulo 8, aclara que los dispositivos listados deben instalarse y emplearse de acuerdo al uso que ha sido certificado. Los materiales y dispositivos deben instalarse de acuerdo con el manual de diseño e instalación del fabricante.

6.1.3. TUBERÍA Y ACCESORIOS

Las normas y materiales que debe cumplir la tubería usada en sistemas de agua nebulizada se presenta en la tabla 3, la cual es la tabla 6.3.3.1 de la NFPA 750. Las normas y materiales que debe cumplir los accesorios usados en sistemas de agua nebulizada se presenta en la tabla 4, la cual es la tabla 6.4.2.1 de la NFPA 750.

Para el presente proyecto, se selecciona usar tubería acero inoxidable AISI 316L con o sin costura en los diámetros indicados en los respectivos planos de diseño. Los accesorios deben ser igualmente en acero inoxidable de conexión roscada para las derivaciones y uniones roscadas o soldadas.

Tabla 2. Norma para Material y Tubería Extracto NFPA 13.

Materiales y dimensiones y títulos de las normas	Norma núm.
Tubo de cobre (estirado, sin costura)	
Standard Specification for Solder Metal [95-5 (estaño-antimonio-grado 95TA)]	ASTM B 32
*Standard Specification for Seamless Copper Tube**	ASTM B 75
*Standard Specification for Seamless Copper Water Tube**	ASTM B 88
Standard Specification for General Requirements for Wrought Seamless Copper and Copper-Alloy Tube	ASTM B 251
Standard Specification for Liquid and Paste Fluxes for Soldering Applications of Copper and Copper-Alloy Tube	ASTM B 813
Specification for Filler Metals for Brazing and Braze Welding (Clasificación BCuP-3 o BCuP-4)	AWS A5.8
Acero inoxidable	
Standard Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Tubing for General Service	ASTM A 269
Standard Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Tubing (Small-Diameter) for General Service	ASTM A 632
Standard Specification for Welded, Unannealed Austenitic Stainless Steel Tubular Products	ASTM A 778
Standard Specification for Seamless and Welded Ferritic/Austenitic Stainless Steel Tubing for General Service	ASTM A 789/ A 789M

Tabla 3. Normas Sobre Accesorios, Extracto NFPA 13.

Materiales y dimensiones y títulos de las normas	Norma núm.
Cobre	
Cast Copper Alloy Solder Joint Pressure Fittings	ANSI/ASME B16.18
Wrought Copper and Copper Alloy Solder Joint Pressure Fittings	ANSI/ASME B16.22
Acero inoxidable	
Standard Specification for Castings, Austenitic, Austenitic-Ferritic (Duplex) for Pressure-Containing Parts	ASTM A 351/A 351M
Standard Specification for Wrought Austenitic Stainless Steel Piping Fittings	ASTM A 403/A 403M
Standard Specification for As-Welded Wrought Austenitic Stainless Steel Fittings for General Corrosive Service at Low and Moderate Temperatures	ASTM A 774/A 774M
Standard Specification for Wrought Ferritic, Ferritic/Austenitic, and Martensitic Stainless Steel Piping Fittings	ASTM A 815/A 815M

6.1.4. SOPORTERIA

Los soportes para tubería de acero inoxidable soldada deben cumplir con los requisitos de suspensión de NFPA 13 y ASME B31.1. con el suministro e instalación de soportes fabricados en acero laminado ASTM A 36.

De acuerdo a la NFPA 750 Núm. 6.5.4 aclara que los soportes deben estar diseñados para sostener cinco veces el peso de la tubería o tubo cuando están llenos de gas o agua, basándose en el uso de la tubería o tubo del sistema, más 114 kg (250lb) en cada uno de los puntos de soporte de la tubería. El componente del soporte colgante debe ser de metal, en la tabla 5 se muestra la distancia entre soportes mostrada en la tabla 8.3.4.2 de la NFPA 750

Tabla 4. Espaciamiento de soporteria colgante de tubo

Diámetro exterior (O.D.) del tubo		Distancia máxima entre soportes colgantes	
mm	pulg.	m	pies
6–14	¼, ⅜, ½	1.21	4.0
15–22	¾–⅞	1.52	5.0
23–28	1	1.82	6.0
30–38	1¼–1½	2.12	7.0
40–49		2.42	8.0
50–59		3.00	10.0
60–70		3.33	11.0
71–89		3.64	12.0
90–108		3.94	13.0

6.1.5. VÁLVULAS

Todas las válvulas deben estar listadas para su uso previo excepto las válvulas de drenaje o conexiones de prueba.

Las válvulas sectorizadora que se referencian en el informe son válvulas para este tipo de sistemas de agua nebulizada las cuales vienen fabricadas para un uso de red de alta presión. Es la válvula que se visualiza en la figura 5 y tabla 8.

Figura 1. Válvula monitora de 200bar

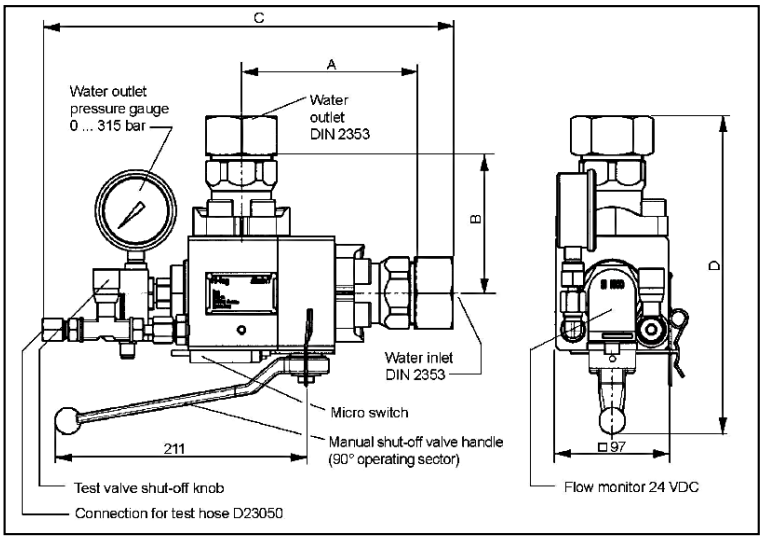


Tabla 5. Dimensionamiento y presión de operación

Stock code	Valve type	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	Water pipe O.D. [mm] Inlet	Outlet
D06111	SBA 40-A1P-S30/30-10-A	135	104	~335	~253	30,0	30,0
D06121	SBA 40-A1P-S38/30-10-A	148	104	~347	~253	38,0	30,0
D06131	SBA 40-A1P-S38/38-10-A	148	117	~347	~265	38,0	38,0

General	Body material	Brass
	Connections	Cutting ring DIN2353
	Valve function	Normally open, with manual shut-off valve
	Mass (all versions):	
	Max. working pressure	200 bar

6.1.6. BOMBAS

Las bombas para sistemas de agua nebulizada deben instalarse de acuerdo con NFPA 20: Norma para la instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios. La bomba debe arrancar automáticamente al momento de la activación del sistema.

Las bombas con capacidad de sobrepresurizar el sistema deben estar provistas de un medio de alivio de presión aprobado para evitar un aumento excesivo de la presión y temperatura, la sobrepresión no debe exceder la presión de diseño del sistema de tubería.

La placa informativa de la bomba la cual debe tener la siguiente información:

- Capacidad nominal y presión nominal de cada bomba
- Capacidad del conjunto de montaje de la bomba, con todas las bombas en funcionamiento.
- Capacidad de la válvula de descarga de presión donde haya una válvula de descarga de presión por bomba.
- Capacidad de la válvula de descarga de presión del colector donde haya una descarga para todo el conjunto de montaje de la bomba.
- Ajuste de la presión para cada válvula de descarga de presión individual.

El suministro de energía para los impulsores de las bombas debe instalarse de acuerdo a la norma NFPA 20 y el código eléctrico Nacional NFPA 70. El panel fuerza y control debe estar listado y debe ser instalado de acuerdo a la NFPA 20.

6.2.REQUISITOS DEL SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA

Se aclara en la NFPA 750, Núm. 5.1.1 que la clasificación de las ocupaciones debe estar relacionada únicamente con los requisitos de diseño, instalación y suministro de agua del sistema de agua nebulizada, según lo designado para las ocupaciones por su listado.

El estándar NFPA 750 utiliza el tamaño de las gotas de agua para diferenciar entre los sistemas de nebulización de agua y otros sistemas a base de agua, como los rociadores y los sistemas de diluvio. La NFPA define la niebla de agua como:

> *Pulverización de agua para la cual el 99% del volumen total de agua está en gotas con un diámetro inferior a 1000 micras (Dv0.99) a la presión mínima de funcionamiento de diseño de la boquilla de nebulización de agua.*

Las características principales del sistema a usar son:

TECNOLOGÍA: Fluido único
PRESIÓN OPERACIONAL: Alta presión (> 500 psi)

Las limitaciones del área de protección del sistema que va a ser protegida por agua nebulizada por un montante cualquiera o un montante combinado no debe ser mayor de 4831m2 (52000ft2) para un riesgo leve y ordinario.

De acuerdo a la NFPA 750 Núm. 12.5.2 las bombas eléctricas o diésel que abastecen a los sistemas de agua nebulizada deben tener la capacidad suficiente para exceder la demanda de caudal y presión en un 10%.

Según la norma NFPA 750 ed. 2015 Núm. 12.4.2, debe requerirse un suministro de reserva para los sistemas de agua nebulizada previamente desarrollados mediante ingeniería que cumplan el requisito de la duración mínima de 30 min, a menos que sea requerido de otra manera por la autoridad competente.

La tubería de descarga para bombas de agua nebulizada y conjuntos de montaje de bombas para sistemas de agua nebulizada de presión alta o de presión intermedia deben estar equipadas con una conexión para pruebas con válvulas con el propósito de conectar un dispositivo medidor de flujo que permita la medición exacta del desempeño de la bomba durante la prueba de aceptación y durante las pruebas anuales.

6.3.REQUISITOS DE LA DEMANDA DE AGUA

El método de diseño que se empleará será densidad/área, de acuerdo a la NFPA 13 Núm. 19.3.3. Para un riesgo ordinario 2, se tiene un área de 1130ft (105.1m2) sin permitirse una reducción en el área al ser diseñado bajo UL Y FM.

El suministro de agua mínima debe estar disponible para la duración mínima especificada en la tabla 19.3.3.1.2 de la NFPA 13, donde se aclara que se debe contar con una asignación para chorros de mangueras de 250 gpm con una duración de 60 min en una ocupación de riego Ordinario 2 (Ordinary Hazard 2). En el caso de agua nebulizada el requerimiento de gabinetes tipo III es dado por el fabricante y el suministro de agua disponible se mantiene de acuerdo a NFPA de 60min.

6.4.CALCULO TEÓRICO DEL SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA

Se selecciona la zona de archivo en el sótano con un área de 105 m^2, para realizar el cálculo teórico y la simulación hidráulicamente más remota. En la tabla 10 se visualiza las especificaciones de la boquilla seleccionada.

En concordancia con la NFPA 750 Núm. 6.6 las boquillas deben estar listadas ya sea individualmente o como parte de un sistema previamente desarrollado mediante ingeniería y la información del listado debe incluir; riesgo específicos de acuerdo a las pruebas realizadas, aprobadas en el laboratorio y objetivos de la protección, características de la tasa de flujo volumétrico de la descarga de agua de cada boquilla, altura máxima del espacio protegido, distancia máxima entre difusor, presión de operación de la boquilla, área de cobertura máxima por boquilla. De acuerdo a lo anterior se propone una boquilla dentro de los parámetros normalmente aprobados para este tipo de usos de acuerdo a FM y UL.

Tabla 6. Especificaciones mínimas recomendadas del nebulizador para ocupaciones de riesgo ordinario 2.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA BOQUILLA NEBULIZADORA PARA RIESGO ARCHIVO										
Temperatura de Bulbo sensible al calor	Factor K mínimo	posición	Máxima altura	Máximo espacio	Máxima área de cobertura	Aplicación listado	Mínima densidad de aplicación	Distancia entre rociador y cielorraso	Distancia máxima a la pared	Distancia obstrucciones
57 °C (bulbo anaranjado)	2.5 lpm/bar^2	Pendent	3m	3.5m	12.25 m^2	Uso para Archivos / Almacen	1.8 lpm/m^2	53cm (21")	1.85m	a=2b a≥0.2m

De acuerdo al riesgo de la ocupación y el área de diseño requerida para esta, se realiza el cálculo teórico en la tabla 11 con los requisitos básicos para el funcionamiento del mismo.

Tabla 7. Calculo teórico del área hidráulicamente más remoto

CAUDAL REQUERIDO EN EL ÁREA DE DISEÑO HIDRÁULICAMENTE MAS REMOTA									
Ubicación	Riesgo	Listado área diseño	tipo de rociador	factor min. K	presión mínima de trabajo	Caudal mínimo por boquilla (Q)	Numero de nebulizadores	Caudal min. de la bomba con el 10% requerido por la NFPA	altura máxima del cielo razo
	NFPA 750	(m²)	Sin selección	lpm/bar²	bar	lpm	und	litros	m
Archivo	RIESGO ORDINARIO 2	105	sistemas for arhives	2,50	80,00	22.361	12	295	3

Se consideró el escenario de los archivos como el más crítico, debido a que es el que mayor nivel de riesgo (Riesgo Ordinario 2) presentó dentro de los 3 escenarios establecidos: archivo, subestación y cuarto de máquinas, localizados en el sótano.

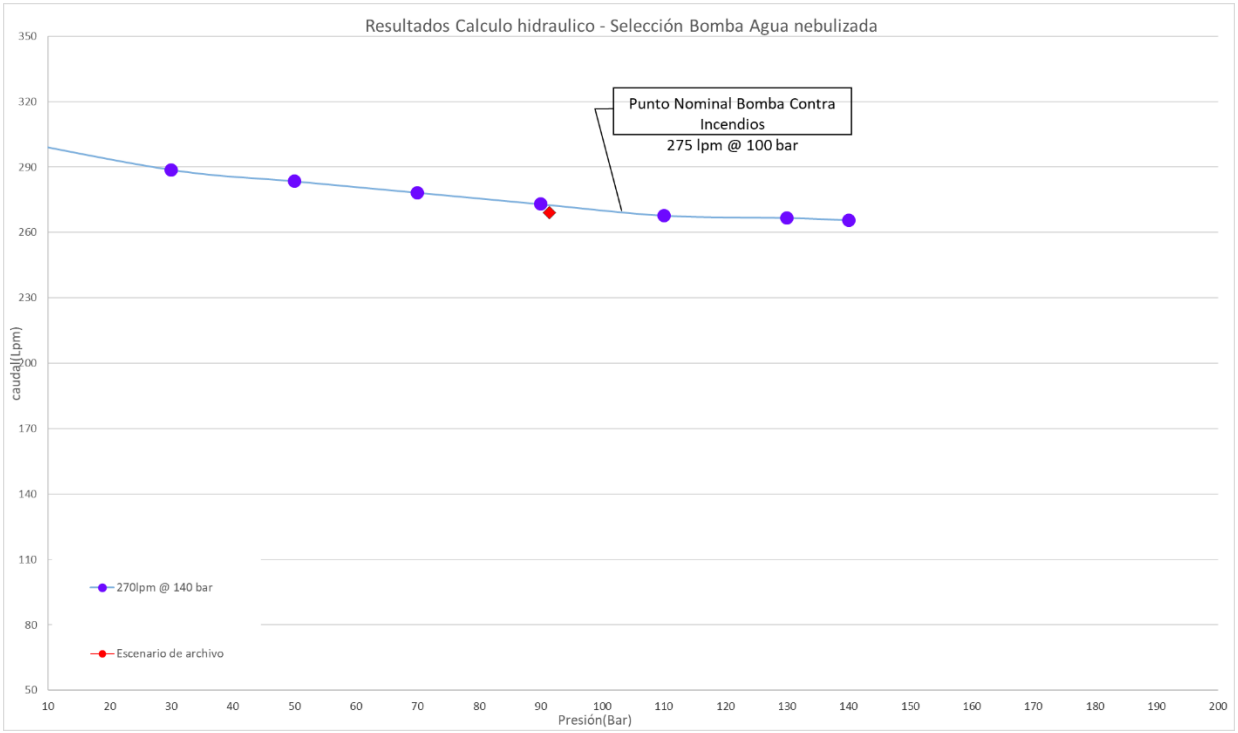
7.5 CÁLCULOS HIDRÁULICOS AGUA NEBULIZADA

Usando para la simulación el área de diseño remotamente más crítica en el sótano en archivo, en el salón S-101 y S-102 de acuerdo al cálculo teórico en el capítulo 6.4, arrojo los siguientes datos los cuales se visualizan en la tabla 12.

Tabla 8. Simulación hidráulica del agua nebulizada

COMPARACIÓN DEL CALCULO TEÓRICO Y SIMULACIÓN HIDRÁULICA								
Ubicación	Riesgo	Listado área diseño	tipo de rociador HI-FOG	numero de nebulizadores	altura máxima del rociador	caudal total teórico	Caudal total simulado	Presión total simulada
	NFPA 750	(m²)		und	m	lpm	lpm	bar
Archivo	RIESGO ORDINARIO 2	105	Sistema para archivo	12	3	268	269	91.445

Gráfica 1. Ubicación del escenario de archivo por requerimiento en la curva de una bomba 275lpm@100bar.



6.4.1. Capacidad del tanque contra incendios.

El tanque contra incendios de agua nebulizada deberá tener la capacidad de suplir la demanda hidráulica en el tiempo dispuesto por las condiciones del riesgo más alto.

De acuerdo con la NFPA 13 Núm. 19.3.2.5 la duración del suministro de agua del tanque se debe seleccionar de la tabla 18 de acuerdo al riesgo de la ocupación más exigente hidráulicamente, la selección de la duración más baja debe ser aceptable solamente donde uno o más dispositivos de alarma de flujo de agua del sistema de gabinetes para un riesgo ordinario, y dispositivos de supervisión son eléctricamente supervisados y tal supervisión es monitoreada en una ubicación constantemente atendida y aprobada.

Tabla 9. Requisitos de suministro de agua y conexiones de mangueras permitidas para sistemas calculados hidráulicamente

Table 19.3.3.1.2 Hose Stream Allowance and Water Supply Duration Requirements for Hydraulically Calculated Systems

Occupancy	Inside Hose		Total Combined Inside and Outside Hose		Duration (minutes)
	gpm	L/min	gpm	L/min	
Light hazard	0, 50, or 100	0, 190, or 380	100	380	30
Ordinary hazard	0, 50, or 100	0, 190, or 380	250	950	60–90
Extra hazard	0, 50, or 100	0, 190, or 380	500	1900	90–120

El cálculo del volumen de agua requerido en el tanque se obtiene a partir del respaldo en tiempo de 60 min. Para cubrir el riesgo se requiere un caudal de 269 lpm durante 60min, siempre y cuando exista una supervisión eléctrica constantemente atendida.

$$269lpm * 60min = 16140litros.$$

16.14 m^3

6.5.REQUISITOS DEL CALCULO DEL SISTEMA DE CONEXIONES DE MANGUERAS

El requerimiento de conexiones para mangueras de acuerdo a la norma vigente se presenta a continuación, definiendo los criterios de diseño con tomas fijas para bomberos de 2 ½" y mangueras de 1 ½" (gabinete), equipo de bombeo y reserva de agua contra incendios. Así mismo, se presenta el diseño del sistema de rociadores automáticos y tomas fijas para bomberos y mangueras, acorde a los requisitos de la norma NTC 1669 y NFPA 14.

La red de gabinetes contra incendios será diseñada bajo los siguientes parámetros:

- Los cálculos, diseños, recomendaciones de instalación y componentes se han tomado como referencia la NFPA 14: "Norma para la instalación de sistema de tubería vertical y mangueras".
- El tipo de sistema requerido será un sistema húmedo automático para los requerimientos de salida de 1½" (sistema que se encuentra con tubería llena a todo momento y posee un abastecimiento de agua disponible automáticamente capaz de suministrar la demanda necesaria para combatir el fuego).
- El sistema de gabinetes contra incendios deberá proveer una demanda de agua de 100gpm a una presión residual igual o superior a 65 psi y hasta 100 psi, para el sistema automático, a la salida más remota de manguera para los gabinetes tipo II.
- El caudal y presión requerida del sistema clase I (salida de 2½") será de 250gpm a una presión en la conexión más remota mínimo de 100 psi y hasta 175 psi, para lo cual se realiza una proyección para uso manual por bomberos desde la siamesa.
- Conexión a bomberos manual de (2 ½") incluida en los gabinetes sin una respuesta y respaldo de agua desde el punto de bombeo.

Tabla 10. Requerimiento de caudal y tiempo para los gabinetes

DESCRIPCIÓN	CAUDAL	TIEMPO	RIESGO
Gabinetes tipo II	100gpm	30min	Riesgo Leve
Gabinetes tipo I	250gpm	30 min	Riesgo Leve

7. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONEXIONES DE MANGUERAS

7.1.COMPONENTES DEL SISTEMA

El sistema de conexiones de mangueras es un sistema húmedo automático para las salidas de 1 ½" y manual húmedo para las salidas de 2 ½". Este sistema se caracteriza por contener agua en la red en todo momento y dispondrá de un volumen de agua y equipo de impulsión constante para garantizar el correcto funcionamiento. Los caudales más altos, que son los demandados por las salidas de 2 ½" serán suministrados por el cuerpo de bomberos a través de la siamesa. Para el taque de incendios, se diseña un sistema a base de agua conformado por los siguientes elementos:

- Tanque de almacenamiento de agua en donde se contiene la reserva de agua para uso contra incendios.

- Equipos de bombeo conformado por bomba principal motor eléctrico y bomba sostenedora de presión (Jockey) motor eléctrico.
- Redes contra incendios internas y externas.
- Elementos de extinción: Gabinetes contra incendios clase III con salidas de 2 ½" y 1 ½".

El sistema de extinción de incendios estará conformado de la siguiente manera:

- Un sistema de bombeo con tanque exclusivo para la red de conexiones de 1 ½" y posible abastecimiento desde el tanque de agua potable existente.
- Una red de 10 gabinetes con conexiones a mangueras de 1 ½" y de 2 ½".

La red de gabinetes cuenta con una alimentación externa en donde se ubica 1 siamesa, la cual está conectada directamente a la línea que alimenta las conexiones de 2 ½".

7.2.OPTIMIZACIÓN DE CONEXIONES DE MANGUERAS (GABINETES)

Se proyectó la optimización del sistema de gabinetes clase III existente en el edificio, el cual está provisto de salida de 2 ½" y de 1 ½", dispuestos con una manguera de 1 ½" apta para uso en combate de incendios por personal capacitado, con longitud de 30 metros y conectada a la salida de 1 ½", acorde a lo especificado por la norma NFPA 14. Este sistema ofrecerá a las brigadas de atención de emergencias y al cuerpo de bomberos, una herramienta para el combate de incendios en etapas iniciales y a gran escala. Actualmente se cuenta con una red de gabinetes que no cumplen con todos los requisitos de la norma NFPA 14, por lo tanto, se deberá realizar las siguientes mejoras del sistema.

La optimización del sistema está contemplada dentro del diagnóstico y procedimiento constructivo indicado en el documento 2019-025-INF-004 (Ver documentos anexos a este proyecto).

- Suministro e instalando de gabinete, vidrio templado, martillo de fragmentación e instructivo de operación.
- La salida de 1 ½" deberá proveer una demanda de agua de 100 gpm a una presión residual de 65 psi. Por lo tanto, de acuerdo al cálculo hidráulico se deberán suministrar e instalar en todos los gabinetes válvulas reguladoras de presión de acuerdo a la NFPA 14 Núm. 7.2.
- La salida de 2 ½" deberá proveer una demanda de agua de 250 gpm a una presión residual de 100psi y esta no debe exceder 175psi.
- Todo el soporte de la tubería deberá ajustarse adecuadamente, así como suministrarse e instalarse arrostramiento anti oscilante (Soporteria antisísmica), de acuerdo a lo indicado en la NFPA 14 Núm. 6.5, donde se referencia la NFPA 13 Núm. 8.5.

7.3. CÁLCULOS HIDRÁULICOS CONEXIONES DE 1 ½" Y 2 ½"

Parámetros de Entrada

Los cálculos hidráulicos se realizan por requerimiento del sistema, a partir de los caudales de consumo y presiones mínimas residuales requeridas en los dispositivos de descarga y considerando los diámetros, tipos y rutas de tubería establecidos en la planimetría, se determina el caudal y presión necesario para satisfacer las condiciones de operación del sistema contra incendios.

La simulación hidráulica se realizó con el programa FHC Canute, aprobado para cálculos hidráulicos de sistemas contra incendios y con licencia válida para Enarfire Consulting SAS. Se realiza el balance hidráulico verificando caídas de presión aceptables, garantizando la demanda y presión residual mínima en cada salida y corroborando valores de velocidad y pérdidas por fricción para cada tramo de tubería, las cuales no deben superar lo siguiente:

- Velocidad máxima= 10.00 m/s
- Perdida Fricción Max= 2.00 Bar.

En algunos tramos se permite una caída de presión mayor a 2.00 bar siempre que la velocidad del fluido al interior de la tubería sea menor a 7.00 m/s. El material de tubería que ha sido considerado para el cálculo hidráulico de la red contra incendio es Acero al Carbón bajo norma ASTM A53 o A795 con un coeficiente de rugosidad de 120; Especificaciones estándar para tubos de acero inoxidable austenitico soldados y sin costura para servicio general con un coeficiente de rugosidad de 120. El diámetro de 15 mm a 32 mm para la alimentación del sistema de boquillas nebulizadoras.

Para las conexiones de mangueras se tiene en cuenta lo indicado en la norma NFPA 14 referente al cálculo hidráulico. El edificio objeto del presente estudio no es clasificado como de gran altura, por lo cual requiere como mínimo contar con una salida protegida, para lo cual la norma mencionada estipula un caudal de 500 gpm a través de las dos conexiones remotas hidráulicamente de una salida protegida, para un total de 500 gpm con una presión residual de 100 psi en cada salida. La tabla 14 resume estas condiciones.

Tabla 11. Condiciones hidráulicas a ser analizadas red de gabinetes

	Caudal (gpm)	P req (psi/bar)	# Salidas	Q total (gpm)
Red de gabinetes Clase III Automático	250	100 / 6.9	2	500

Resultados de Cálculos Hidráulicos.

Los criterios de diseño considerados para el cálculo hidráulico de las redes han sido los indicados anteriormente, aplicados para las diferentes zonas en consideración y analizando el comportamiento más exigente del sistema. Los diámetros han sido ingresados en milímetros, caudal en l/min, presión en Bar, densidad de aplicación en mm/min y área en m^2

En la tabla 16 presenta los resultados obtenidos en los cálculos hidráulicos de las redes por requerimiento del sistema, según los escenarios seleccionados. Estos valores corresponden a los mínimos requeridos a la entrada de flujo al sistema, es decir en la descarga de la bomba contra incendios. La grafica 1 muestra los resultados de la simulación por requerimiento.

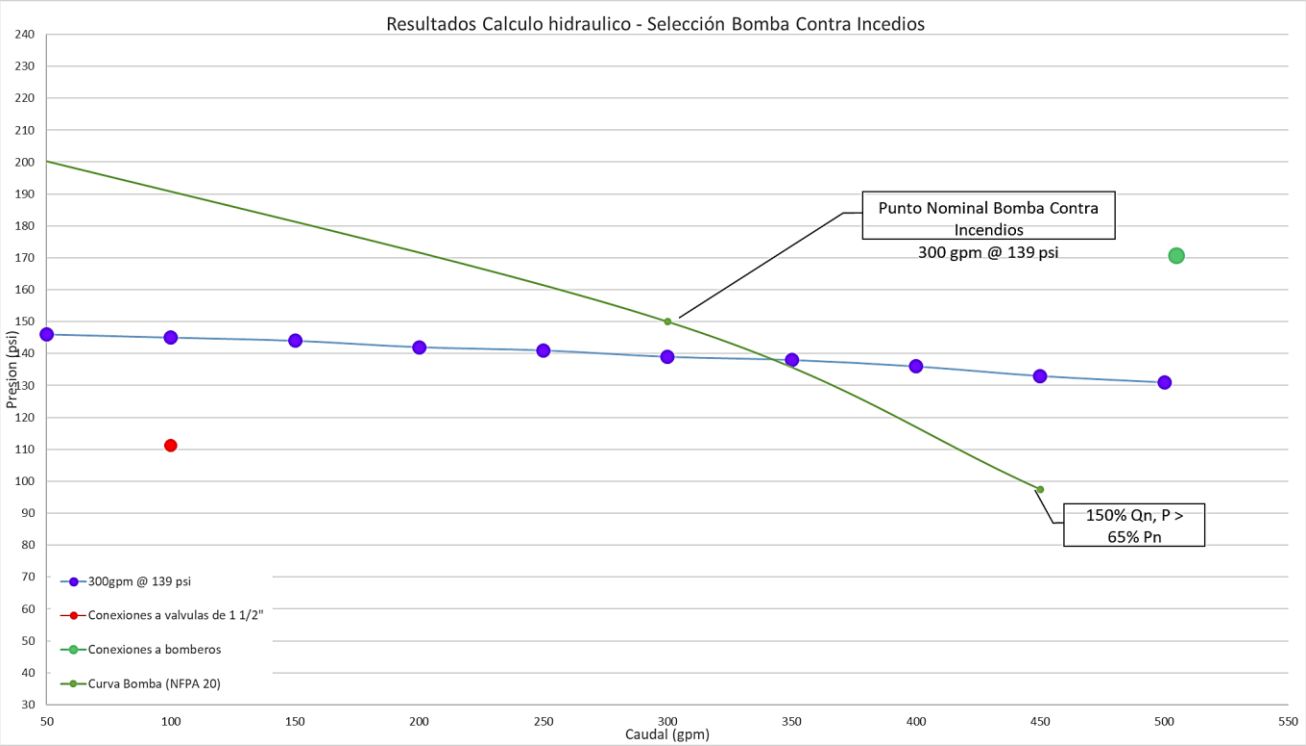
Así mismo, la tabla 17 muestra los resultados obtenidos en los cálculos hidráulicos de los escenarios seleccionados realizado por disponibilidad del sistema, los cuales son simulados con la inclusión de los puntos de caudal vs presión de la curva de desempeño característica de la bomba preseleccionada. Aclarando que es un sistema manual húmedo para conexiones a bomberos y automático para conexiones de 1 ½". Para esta curva, se ha tenido en cuenta el requerimiento de conexiones de 1 ½" para el cual la bomba se seleccionará y que la tubería cumpla con los diámetros mínimos para las conexiones de 2 ½".

Los resultados por requerimiento del sistema arrojan que el escenario más crítico es el de conexiones de mangueras de 2 ½", por lo tanto, se debe realizar los requisitos de la NFPA 14 Núm. 7.10.1.2; el cual indica que los cálculos hidráulicos y tamaños de tubería para cada tubería vertical deben estar basados en la provisión de 250gpm en las dos conexiones de mangueras hidráulicamente más remotas en la tubería vertical y en la salida más alta de cada una de las otras tuberías verticales a la presión residual mínima.

Tabla 12. Resultados de cálculos hidráulicos por requerimiento del sistema

N°	Escenario	Caudal (gpm) teórico	Caudal (gpm) Calculado	Presión (psi) Calculada	Porcentaje caudal (%)
1	Conexiones de mangueras de 2 ½"	500	505	170.636	101 %
2	Conexiones de mangueras de 1 ½"	100	100	111.2585	100%

Gráfica 2. Ubicación de los diferentes escenarios de incendio por requerimiento en la curva de una bomba 300gpm@139psi

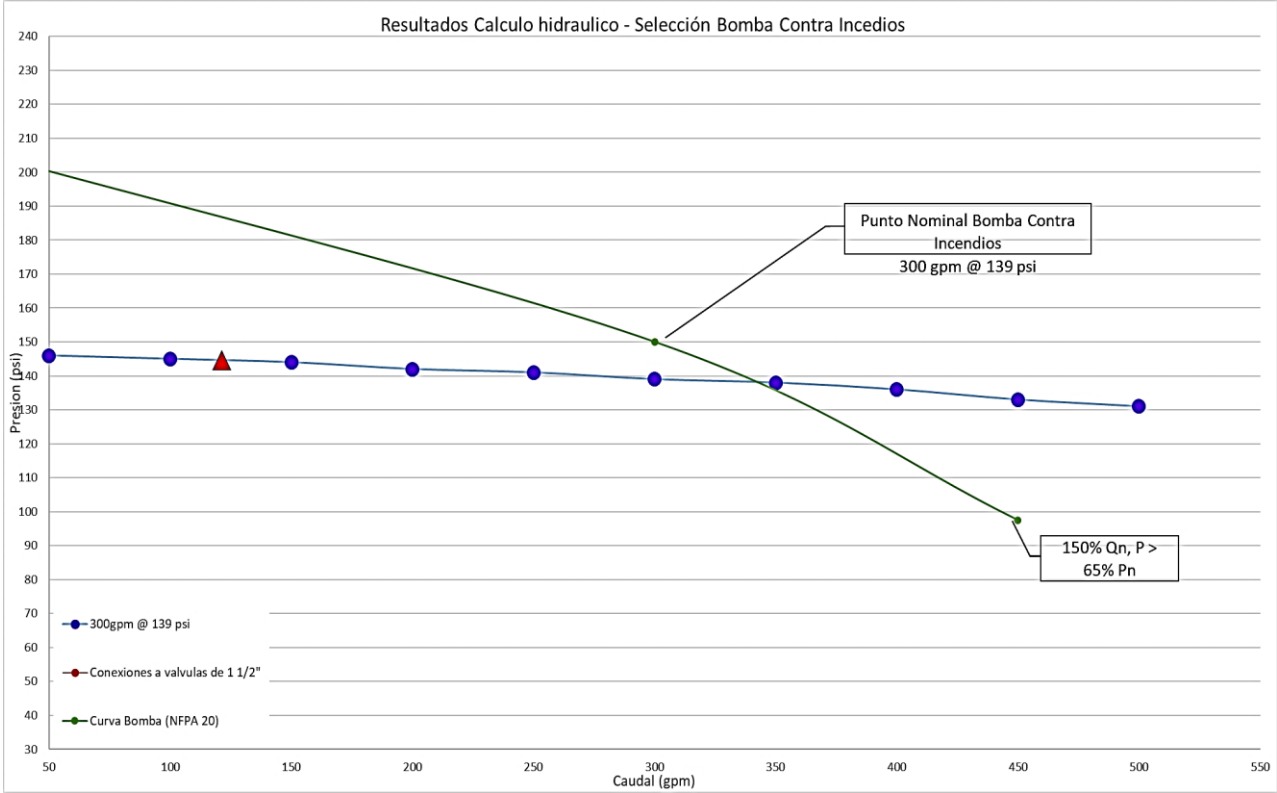


Cuando la bomba contra incendios está cubriendo la exigencia hidráulica de la conexión de 1 ½", trabaja sobre la curva característica de la bomba ajustándose a la exigencia de los diferentes requerimientos hidráulicos, en la gráfica 2 se muestra el comportamiento real de la bomba cuando se trabaja el escenario 2

Tabla 13. Resultados de cálculos hidráulicos por disponibilidad

N°	Escenario	Caudal (gpm) teórico	Caudal (gpm) Calculado	Presión (psi) Calculada	Porcentaje caudal (%)
1	Conexiones de mangueras para válvulas de 1 ½"	100	121.19	144.5	121 %

Gráfica 3. Ubicación del escenario de incendio con una conexión de 1 ½" por disponibilidad en la curva de una bomba 300gpm@139psi



7.4.EQUIPO DE BOMBEO CONTRA INCENDIOS

Debido a la presión y el caudal esperado se deberá seleccionar una bomba tipo centrifuga en línea vertical con motor eléctrico, la NFPA 20 recomienda en el Anexo A.9.3.2 que si se tiene cortes de electricidad o paradas durante más de 10 horas continuas durante el año anterior a la revisión de acuerdo al plan de mantenimiento de la NFPA 25, se deberá requerir una segunda fuente de energía, por lo tanto se deberá realizar la respectiva acometida a la planta eléctrica existente en el Palacio de Justicia de Cali.

7.4.1. Capacidad de la bomba contra incendios.

La capacidad de la bomba se obtuvo a partir de los cálculos hidráulicos y simulación hidráulica la cual se presenta en el capítulo 7.3 del presente documento.

La norma NFPA 20 Núm. 6.2.1.1 indica que para bombas tipo centrifuga se debe proporcionar un caudal igual o superior al 150% del caudal nominal a una presión no menor del 65% de la presión nominal. Así mismo, a flujo cero, la presión no debe ser superior al

140% de la presión nominal. A partir de lo anterior, es posible diseñar hidráulicamente un sistema contemplando caudales hasta del 150% del caudal nominal de la bomba seleccionada (ver grafica 5).

Para la determinación de la capacidad de la bomba se buscó mantener la capacidad hidráulica de la bomba contra incendios actualmente existente de 280gpm, se verifica en la curva característica los valores de caudal y presión obtenidos en la simulación con el fin de evidenciar que ninguno de estos valores se encuentra por encima de dicha curva. Se considera un factor de seguridad correspondiente como mínimo a 9 psi adicional al requerimiento de presión obtenido en el cálculo hidráulico con el fin de compensar la reducción en la eficiencia de la bomba y aumento en el coeficiente de rugosidad interno de la tubería. Por lo anterior, la bomba principal contra incendios seleccionada debe entregar un caudal de 300 gpm a una presión de 136 psi con ajuste a presión nominal comercial.

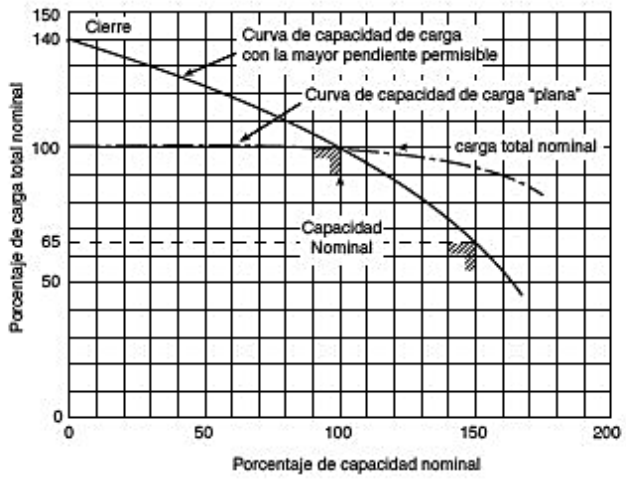
Con el fin de mantener la presión en las redes del sistema, se debe contar con una bomba sostenedora de presión o bomba Jockey con una capacidad de 5 gpm a 10 psi por encima de la presión nominal de la bomba principal, considerando las recomendaciones de instalación indicadas en la norma NFPA 20 Núm. 14.25. No es necesario que esta bomba sea listada, sin embargo, la fabricación de esta debe regirse bajo alguna norma aplicable AWWA, ASME para la aprobación de este tipo de equipos en la conducción de agua.

Por lo anterior, se plantea como sistema de bombeo lo siguiente:

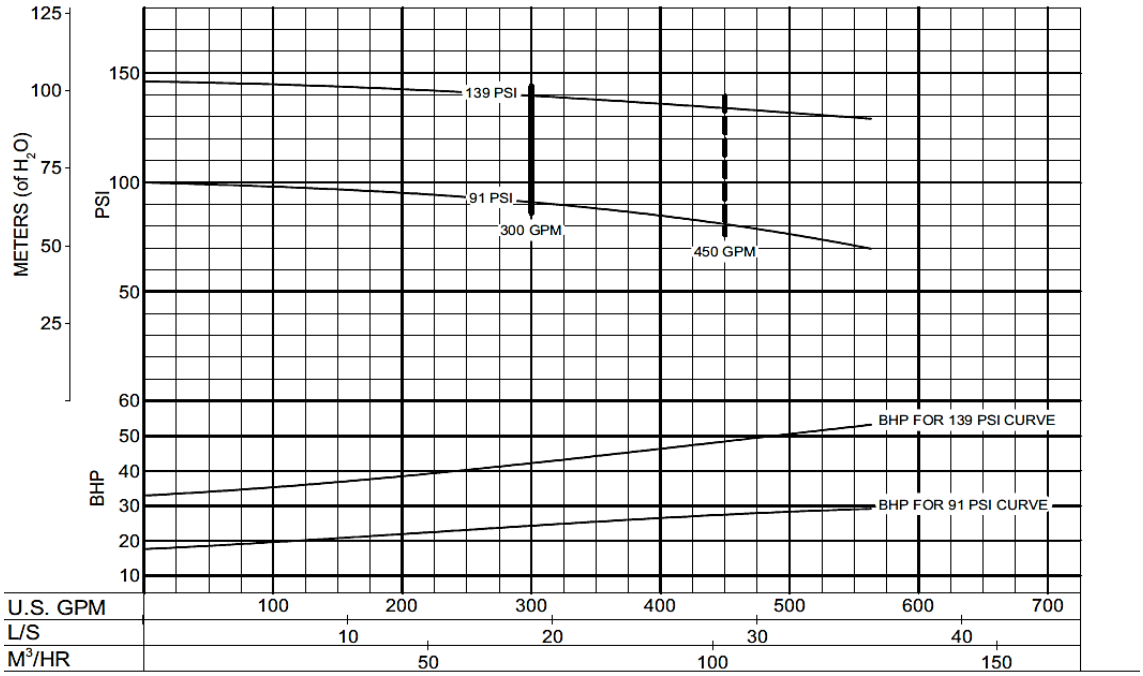
- Una bomba operando como principal, tipo centrifuga en línea vertical impulsada por motor eléctrico con una capacidad nominal de 300 gpm a una presión nominal de 139psi, listada UL/FM para protección contra incendios, cuya instalación deberá realizarse a partir de lo establecido en la norma NFPA 20.

- Una bomba Jockey centrifuga multietapas con motor eléctrico con una capacidad de 5 gpm a 150 psi considerando las recomendaciones de instalación indicadas en la norma NFPA 20.

Gráfica 4. Extracto Norma NFPA 20: Curva límite de desempeño bomba contra incendios



Gráfica 5. Curva bomba contra incendios



Las dimensiones de los interconexionados para el sistema de bombeo son:

- Diámetro de la línea de succión: 6”
- Válvula tipo OS&Y de 6”
- Cabezal de pruebas de 4” brida 250#
- Juego de tres (2) válvulas para el cabezal de 2.1/2” con tapas y cadenas
- Diámetro de la línea de Descarga: 4”

Las bombas deberán quedar programadas para el arranque automático por caída de presión, tal como lo indica la norma NFPA 20, con los valores definidos por el proveedor del equipo, como sigue a continuación:

- Parada de la bomba Jockey: Presión de cierre de la bomba principal más la presión estática de succión.
- Arranque de la bomba Jockey: 10 psi por encima de la presión de parada de la bomba jockey.
- Arranque de la bomba con motor eléctrico Principal contra incendios: 5-10 psi menos que el arranque de la bomba Jockey.
- Parada de la electrobomba Contra incendios: según MANUAL.

Se permite el uso de temporizadores siempre que se cumpla con lo indicado en la norma NFPA 20, contando con un sistema de supervisión remoto de los equipos de bombeo, que alerten del arranque de estos.

7.4.2. Capacidad del tanque contra incendios.

El tanque contra incendios deberá tener la capacidad de suplir la demanda hidráulica en el tiempo dispuesto por las condiciones del riesgo más alto.

De acuerdo con la NFPA 13 Núm. 19.3.2.5 la duración del suministro de agua del tanque se debe seleccionar de la tabla 18 de acuerdo al riesgo de la ocupación más exigente hidráulicamente, la selección de la duración más baja debe ser aceptable solamente donde uno o más dispositivos de alarma de flujo de agua del sistema de gabinetes para un riesgo leve, y dispositivos de supervisión son eléctricamente supervisados y tal supervisión es monitoreada en una ubicación constantemente atendida, aprobada.

Tabla 14. Requisitos de suministro de agua y conexiones de mangueras permitidas para sistemas calculados hidráulicamente

Table 19.3.3.1.2 Hose Stream Allowance and Water Supply Duration Requirements for Hydraulically Calculated Systems

Occupancy	Inside Hose gpm	Inside Hose L/min	Total Combined Inside and Outside Hose gpm	Total Combined Inside and Outside Hose L/min	Duration (minutes)
Light hazard	0, 50, or 100	0, 190, or 380	100	380	30
Ordinary hazard	0, 50, or 100	0, 190, or 380	250	950	60–90
Extra hazard	0, 50, or 100	0, 190, or 380	500	1900	90–120

El cálculo del volumen de agua requerido en el tanque se obtiene a partir del respaldo en tiempo de 30min, para cubrir el riesgo se requiere un caudal de 100gpm durante 30min, sin embargo, con el fin de no bajar la capacidad hidráulica se seleccionó una bomba con 300gpm

$$300gpm * 30min = 9000gal.$$

$$9000gal * \frac{3.784litros}{1gal} = 34056litros$$

34 m^3

Actualmente la edificación cuenta con un tanque de reserva de agua, el cual es compartido con el suministro de agua potable y reserva contra incendios con dimensiones de 8.05m x 4.70m x 2.10m y un volumen total aproximado de 78m^3. Este volumen debe ser dividido para conservar una reserva mínima de 34.0 m3.

a. Requisitos de instalación de sujeción y soporteria sismo resistente

De acuerdo a la NFPA 13 capitulo 17 se debe contemplar lo siguiente para la soporteria sismo resistente:

- Los soportes colgantes deben estar diseñados para sostener cinco veces el peso de la tubería llena de agua, más 115 kg en cada uno de los puntos de soporte de tubería.
- El espaciamiento entre soportes colgantes no debe exceder el valor establecido para el tipo de tubería, como se indica en la tabla 19.

Tabla 15. Separación entre tuberías, extracto NFPA 13 Ed 2019

	Tamaño nominal de tubería (pulg.)											
	¾	1	1¼	1½	2	2½	3	3½	4	5	6	8
Tubería de acero, excepto de pared delgada roscada	NA	12-0	12-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0
Tubería de acero de pared delgada roscada	NA	12-0	12-0	12-0	12-0	12-0	12-0	NA	NA	NA	NA	NA
Tubo de cobre	8-0	8-0	10-0	10-0	12-0	12-0	12-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0
CPVC	5-6	6-0	6-6	7-0	8-0	9-0	10-0	NA	NA	NA	NA	NA
Tubería de hierro dúctil	NA	NA	NA	NA	NA	NA	15-0	NA	15-0	NA	15-0	15-0

NA: No aplicable.

De acuerdo a la NFPA 13 capitulo 18 se debe contemplar lo siguiente para la soporteria sismo resistente:

- Debe proveerse arrostramiento longitudinal a un máximo de separación entre sí de 24 m y la distancia entre la última riostra y el extremo final de la tubería o un cambio de dirección no debe exceder de 12 m.

- Debe proveerse arrostramiento lateral a un máximo de separación entre sí de 12m en toda la tubería principal independientemente del tamaño, y en todas las líneas ramales y otras tuberías con un diámetro de 2 ½" y mayor.

- Cada tramo de tubería que presente un cambio de dirección debe estar provista de arrostramiento longitudinal y lateral.

- Se deberá instalar en cambios de nivel, mayores a 900mm arrostramiento sismo resistente de cuatro vías sobre la tubería vertical.

- El arrostramiento debe estar directamente adosado al sistema de tuberías.

- Para riostras individuales, la relación de esbeltez (l/r) no debe exceder de 300.

- Todas las piezas y accesorios de una riostra deben estar situados en una línea recta, a fin de evitar cargas excéntricas en accesorios y sujetadores.

- Los soportes longitudinales pueden ser usados como transversales y viceversa si es ubicada a no más de 0.60m del eje de la tubería soportada lateralmente.

8. PROYECCIÓN DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

A continuación, se presentan los criterios de selección para el sistema de detección de incendios. Para dar cumplimiento a la normatividad vigente, el edificio deberá contar con un sistema de detección y alarma de incendios diseñado bajo la norma NFPA 72 así:

Tabla 16. Requisitos para sistemas de detección de incendios

Ubicación	Detección de Incendios
Parqueaderos - Sótano	Sistema de detección y alarma de incendios diseñado tomando como referencia la norma NFPA 72, de activación Manual o Automática.
Almacenamiento en archivos ubicados en el sótano.	
Oficinas generales de despacho judicial, administrativo, secretarías y salas ubicadas desde el piso 1 al 4.	Sistema de detección y alarma de incendios diseñado tomando como referencia la norma NFPA 72. Se debe contar con sistema de alarma de iniciación manual cuando se tiene una carga de ocupantes mayor a 100 personas por encima o debajo del nivel de descarga.
Auditorio	Sistema de detección y alarma de incendios diseñado tomando como referencia la norma NFPA 72, requerido para grupo de ocupación ligar de reunión (L) con una carga de ocupación mayor de 50 personas, el cual debe ser diseñado con base en la NFPA 72.

El sistema de detección y alarma estará conformado por estaciones manuales y sirena estroboscópica en el primer al cuarto piso. En el sótano, adicional a las estaciones manuales y sirena estrobo, se contará con detectores puntuales de humo y térmicos. El sistema debe estar conformado por:

- Panel de alarma de incendios direccionable UL/FM, con un lazo para mínimo 64 dispositivos, incluye baterías.
- Anunciador remoto para ubicación en portería.
- Detectores de humo para recintos en sótanos.
- Detectores térmicos para Subestación eléctrica, planta de energía de respaldo.
- Estaciones manuales ubicadas en los medios de evacuación y sobre las rutas de salida.
- Sirena estrobo ubicadas en puntos según requerimiento de NFPA 72.

9. CONCLUSIONES

1) Se diseña un sistema de extinción de incendios con boquillas nebulizadoras en la zona de archivo en el sótano y de conexiones de mangueras de 1 ½" y 2 ½" para bomberos en la totalidad de la edificación.

2) Se requiere la optimización de la red de gabinetes clase III existente, cambiando las válvulas de 1 ½" y 2 ½" por válvulas listadas para incendios. Las válvulas de 1 ½" deberán ser reguladoras de presión en todos los gabinetes desde el sótano hasta el 4 piso.

3) La protección del archivo en sótano se realizará con un sistema de agua nebulizada compuesto por una bomba de un caudal mínimo de 275 lpm @ 100 bar, con una boquilla listada para este riesgo de 80 bar y un factor k mínimo de 2.5 $lpm/bar^{0.5}$.

4) Se requiere el cambio de la bomba contra incendios, al tratarse de un equipo que no es listado para este uso y dado que la curva de desempeño arroja condiciones inaceptables comparados con los valores mínimos recomendados por la NFPA 20. Se debe suministrar e instalar una bomba de 300gpm@139psi, la cual cubre el requerimiento de conexiones de 1 ½" en su totalidad, con capacidad parcial para las salidas de 2 ½".

5) Referente al sistema de detección, se recomienda el diseño de un sistema de detección de incendios puntual de bajo impacto para la instalación el cual deberá supervisar el sistema de extinción de incendios.

6) Debido a que el tanque de agua contra incendios existente es compartido con el sistema de agua potable se deberá dividir el tanque para cumplir con el requerimiento normativo, donde se aclara que se requiere un tanque exclusivo para combatir incendios.

10. DOCUMENTOS ANEXOS

- Anexo A: Reportes de cálculos Hidráulicos.
- Anexo B: Listado Maestro de documentos