

DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DE EXTINCIÓN Y DETECCIÓN  
PARA LA FACULTAD TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, CONFORME A LA NORMA NFPA Y  
LA NSR-10

JEISON ALEJANDRO MOLANO PINZÓN  
LUIS FELIPE RODRIGUEZ LEGUIZAMÓN

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
FACULTAD TECNOLÓGICA, INGENIERÍA MECÁNICA  
BOGOTÁ  
2017

DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DE EXTINCIÓN Y DETECCIÓN  
PARA LA FACULTAD TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, CONFORME A LA NORMA NFPA Y  
LA NSR-10

JEISON ALEJANDRO MOLANO PINZÓN  
LUIS FELIPE RODRIGUEZ LEGUIZAMÓN

Proyecto de grado para aspirar al título de Ingeniero Mecánico

Director(a) del proyecto:  
Yisselle Indira Acuña Hereira  
Ingeniera Mecánica

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
FACULTAD TECNOLÓGICA, INGENIERÍA MECÁNICA  
BOGOTÁ  
2017

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bogotá, 20 de Abril de 2017

*A Dios*

Por habernos permitido llegar hasta aquí, y por acompañarnos a lo largo de estos años en nuestra carrera universitaria.

*A nuestros padres y hermanos*

Por su apoyo incondicional en todo momento y circunstancia

*Y a nuestros docentes*

Por habernos formado como personas íntegras, éticas y profesionales en el área de la Ingeniería Mecánica

*Los autores*

Los autores expresan sus agradecimientos a todos los docentes del proyecto curricular de Tecnología e Ingeniería Mecánica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, sin cuya labor no hubiera sido posible alcanzar los logros académicos, profesionales y morales que se han adquirido en tan ilustre área del conocimiento. Agradecemos especialmente a la Ingeniera Yisselle Acuña Hereira por apoyarnos en este proyecto y por haber estado al tanto continuamente de su desarrollo.

Un agradecimiento adicional a Henry Abello Villareal, funcionario de la Decanatura, al Ingeniero Gerson Augusto Gómez y al ingeniero Robinson Pacheco García, decano de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas por la colaboración que nos han brindado en el transcurso de este proyecto y creer que es posible hacerlo realidad.

*J. Alejandro Molano*

*L. Felipe Rodríguez*

## CONTENIDO

LISTA DE TABLAS.....	9
LISTA DE FIGURAS .....	10
LISTA DE ANEXOS .....	11
GLOSARIO.....	12
INTRODUCCIÓN.....	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....	17
2.1 DISEÑO BÁSICO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS PARA LA BIBLIOTECA CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.....	17
2.2 DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS PARA LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA SEDE EL CLAUSTRO EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C. ....	18
2.3 DISEÑO DE SISTEMA CONTRA INCENDIO EN PLANTAS INDUSTRIALES SEGÚN NORMAS INTERNACIONALES Y LOCALES.....	18
2.4 ADECUACIÓN DEL SISTEMA DE ALARMA CONTRA INCENDIOS Y DIAGNÓSTICO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL HOTEL DANN AV 19 .....	19
2.5 DISEÑO DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO PARA LAS INSTALACIONES DE LA COMPAÑÍA COLVATEL S.A .....	19
2.6 DIAGNOSTICO DE LOS SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS EN EDIFICACIONES .....	20
3. JUSTIFICACIÓN.....	21
4. OBJETIVOS .....	22
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	22
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	22
5. MARCO TEÓRICO.....	23
5.1 TRIÁNGULO DEL FUEGO .....	24
5.2 METODOLOGÍA DE EXTINCIÓN DEL FUEGO .....	25
5.3 TIPOS DE SISTEMAS CONTRA INCENDIO .....	25
5.3.1 Sistemas de extinción con agua.....	26
5.3.1.1 Sistema de extinción de tubería húmeda .....	26
5.3.1.2 Sistemas de extinción de diluvio .....	26

5.3.1.3	Sistemas de extinción de tubería seca .....	26
5.3.1.4	Sistemas de extinción de pre-acción.....	27
5.3.2	Sistemas de extinción con agentes diferentes al agua .....	27
5.4	COMPONENTES DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIO.....	27
5.5	SISTEMAS DE DETECCIÓN DE INCENDIOS .....	29
6.	DISEÑO METODOLÓGICO .....	30
7.	DESARROLLO DEL PROYECTO .....	31
7.1	DIÁGNOSTICO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS ACTUAL .....	31
7.1.1	Tubería red de gabinetes .....	31
7.1.2	Cuarto de bombas.....	36
7.1.2.1	Tubería de succión.....	36
7.1.2.2	Tubería de descarga.....	37
7.1.2.3	Tubería de retorno.....	38
7.1.2.4	Tubería del cabezal de pruebas.....	38
7.1.2.5	Tubería de la bomba jockey.....	38
7.1.2.6	Generalidades.....	39
7.1.3	Tanque de almacenamiento .....	45
7.1.4	Extintores .....	46
7.1.4.1	Recomendaciones de instalación .....	50
7.2	PARÁMETROS DE LAS AREAS A PROTEGER.....	52
7.2.1	Delimitación del diseño de la red contra incendios .....	52
7.2.2	Base normativa para el diseño .....	53
7.2.3	Áreas a proteger según riesgo .....	54
7.2.3.1	Coliseo.....	55
7.2.3.2	Bloque 4 .....	56
7.2.3.3	Bloque 5 .....	59
7.2.3.4	Bloque 7-8.....	62
7.2.3.5	Bloque 10.....	63
7.2.3.6	Bloque 11-12.....	65
7.2.3.7	Bloque 13.....	66
7.2.3.8	Estaciones eléctricas .....	68
7.2.3.9	Exterior .....	68

7.3	CÁLCULO HIDRÁULICO Y DE BATERÍAS .....	69
7.3.1	Generalidades .....	69
7.3.2	Bases del cálculo computacional .....	76
7.3.3	Selección de las bombas hidráulicas .....	77
7.3.4	Dimensionamiento del tanque .....	81
7.3.5	Cálculo de baterías .....	83
7.4	DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE AGENTE LIMPIO .....	83
7.5	DISEÑO DE DETECCIÓN .....	84
8.	LISTADO DE MATERIAL .....	88
8.1.1	Listado sistema de detección .....	88
8.1.2	Listado de extinción.....	90
9.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO .....	96
10.	CONCLUSIONES.....	97
	BIBLIOGRAFÍA.....	99



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tabla J.4.3-1 Sistemas adicionales de protección contra incendios .....	24
Tabla 2. Tabla J.1.1-1 de la NSR-10: Grupos y subgrupos de ocupación .....	31
Tabla 3. Distribución de los gabinetes .....	35
Tabla 4. Datos técnicos de las bombas de la red contra incendio .....	43
Tabla 5. Diámetros mínimos de tubería. Cuarto de bombas .....	44
Tabla 6. Tablas de tamaño, localización y clasificación mínima de extintores para riesgos de incendio A y B.....	48
Tabla 7. Comparativo: tipo de extintor instalado y recomendado para la Facultad. (Ver <b>ANEXO B: Comparativo de Extintores</b> para revisar la tabla completa).....	48
Tabla 8. Riesgo de incendio bloque 1 .....	56
Tabla 9. Riesgo de incendio bloque 4 (Primer a quinto a piso) .....	58
Tabla 10. Riesgo de incendio bloque 5 (Primer a tercer piso) .....	61
Tabla 11. Riesgo de incendio bloque 7-8 (Primer y segundo piso).....	63
Tabla 12. Riesgo de incendio bloque 10 .....	64
Tabla 13. Riesgo de incendio bloque 11-12 (Primero y segundo piso) .....	65
Tabla 14. Riesgo de incendio bloque 13 (Primero y segundo piso).....	67
Tabla 15. Riesgo de incendio sub-estaciones .....	68
Tabla 16. Ecuaciones empleadas en el cálculo hidráulico .....	71
Tabla 17. Detalle de cálculo en las áreas de explicación .....	72
<i>Tabla 18. Modelos de bombas hidráulicas que cumplen con los requerimientos del sistema.....</i>	<i>78</i>
Tabla 19. Cálculo del NPSH disponible del sistema.....	82
Tabla 20. Tabla J.4.2.1 de la NSR-10: Instalación de detectores de acuerdo a la ocupación.....	85
Tabla 21. Presupuesto para la instalación de cada sistema .....	96

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Triángulo del fuego.....	25
Figura 2. Gabinete contra incendio a base de agua como agente extintor. ....	28
Figura 3. Esquema de conexión típico de un sistema de detección de incendios.....	29
Figura 4. Estado actual de los gabinetes.....	33
Figura 5. Tubería de la red contra incendios. Gabinetes .....	34
Figura 6. Distribución de los gabinetes.....	35
Figura 7. Acoplamiento de tubos con uniones ranuradas.....	37
Figura 8. Diagrama esquemático para la instalación de bombas contra incendios.....	38
Figura 9. Tubería del cuarto de bombas.....	40
Figura 10. Conexión tubería línea de medición.....	41
Figura 11. Curva de la bomba 2x3x11A .....	44
Figura 12. Comparativo de bombas .....	45
Figura 13. Llenado tanque de almacenamiento .....	46
Figura 14. Novedades de la inspección visual de los extintores .....	50
Figura 15. Corte transversal del coliseo: Medición de alturas.....	56
Figura 16. Corte transversal del coliseo: Medición de alturas.....	64
Figura 17. Alturas de los pisos en el edificio del bloque 13.....	67
Figura 18. Ubicación de gabinetes más remotos para cálculo hidráulico en el Software AutoSPRINK.....	76
Figura 19. Izquierda: Riser o estación de control de flujo. Derecha: Parámetros del cálculo para el coliseo de la Facultad Tecnológica en el Software AutoSPRINK.....	77
Figura 20. Curvas del sistema (en verde) y de la bomba (en azul) en el Software AutoSPRINK V12 .....	79
Figura 21. Bomba centrífuga carcasa partida Armstrong 6x5x12MF.....	80
Figura 22. Bomba centrífuga carcasa partida Armstrong 6x5x12MF.....	81
Figura 23. Sistema de supresión de agente limpio por descarga directa.....	84
Figura 24. Espaciamiento de los detectores.....	86
Figura 25. Espaciamientos de los dispositivos de alarma .....	87

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Registro fotográfico del cuarto de bombas.....	101
ANEXO B. Comparativo de extintores.....	105
ANEXO C. Planos del sistema de extinción.....	108
ANEXO D. Calculo de baterías.....	109
ANEXO E. Planos del sistema detección.....	111
ANEXO F. Presupuesto de la red contra incendio.....	112
ANEXO F.1 Presupuesto sistema de extinción.....	112
ANEXO F.2 Presupuesto sistema de detección.....	113
ANEXO F.3 Presupuesto del cuarto de bombas.....	114
ANEXO F.4 Presupuesto de agente limpio FM200.....	115

## GLOSARIO

**AMPOLLETA:** también conocida como bulbo, es un elemento del rociador construido de vidrio que, al ser sensible al calor, reacciona con este y se rompe, permitiendo el escape de agua a un caudal y presión determinados

**DEFLECTOR:** elemento del rociador encargado de convertir el chorro de agua proveniente de la red contra incendio en agua pulverizada o rociada.

**BOQUILLA:** accesorio conectado a una manguera de extinción de incendios por la que sale agua a un caudal y presión específicos para la lucha contra incendios.

**FM:** Siglas de Factory mutual. Compañía aseguradora especializada en la prevención de grandes pérdidas.

**HIDRANTE:** toma de agua compuesta al menos de una boca para conexión de mangueras que proporciona el caudal de agua suficiente para luchar contra un incendio.

**LISTADO:** según como lo define la NFPA 13<sup>1</sup> son todos los equipos, materiales o servicios incluidos por una lista publicada por una organización competente en la evaluación de productos y servicios que certifica que estos equipos, materiales o servicios cumplen con las normas que así lo apliquen o que ha sido ensayados y encontrados adecuados para cumplir con un fin específico.

**NFPA:** siglas de National Fire Protection Association. Es una organización Americana fundada en 1896 encargada de crear y mantener las normas y estándares mínimos para la prevención, capacitación e instalación de sistemas contraincendios.

**NPSH:** siglas de Net Positive Suction Head (Altura Neta Positiva en la Aspiración)

**NSR-10:** siglas del Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente. Corresponde a la norma técnica colombiana que se encarga de reglamentar las condiciones mínimas con las que debe contar una edificación para responder favorablemente a un sismo.

**NTC:** siglas de la Norma Técnica Colombia. Es un organismo la cual regula las normativas en Colombia y que se deben cumplir a cabalidad.

---

<sup>1</sup> NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Standard for the Installation of Sprinkler Systems. NFPA 13. Ed. 2016. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2015. 495 p.

PENDENT: Término aplicado al tipo y orientación de los rociadores. En esta posición el deflector está ubicado por debajo de la tubería que lo alimenta directamente.

PROTECCIÓN ACTIVA: se refiere a todos los sistemas y equipos diseñados e instalados que entre sí cumplen la tarea de alertar, detectar, extinguir y/o controlar la propagación de incendios.

PROTECCIÓN PASIVA: trata de todos los sistemas, metodologías, técnicas y materiales diseñados para prevenir y/o retrasar la propagación de incendios a lo largo de una infraestructura.

PRUEBA PITOMÉTRICA: Ensayo realizado a un gabinete o hidrante contra incendio para determinar el caudal y presión que entrega a través de un instrumento denominado *tubo pitot* y un manómetro.

ROCIADOR: elemento diseñado para rociar o pulverizar agua que puede ser accionado a través de un bulbo termo sensible, un tapón de disparo o un detector de incendio.

RISER: Conjunto de elementos ubicados en la tubería de alimentación del sistema de rociadores que conecta con las red principal y sirve para controlar el suministro de agua y verificar presión y caudal.

SISTEMA DE DETECCIÓN: Son todos los equipos, accesorios y medios que en conjunto se encargan de detectar, localizar y alertar de un incendio

SISTEMA DE EXTINCIÓN: Corresponde al conjunto de elementos y medidas adoptadas para proteger una infraestructura de la acción del fuego. Pueden ocuparse o bien de prevenir, retrasar, controlar, y/o extinguir incendios.

UL: Siglas de Underwriters Laboratories. Es una consultoría de seguridad y certificación relacionada con seguridad, pruebas, capacitación, entre otras

UP.RIGHT: Término aplicado al tipo y orientación de los rociadores. En esta posición el deflector está ubicado por encima de la tubería que lo alimenta directamente.

## INTRODUCCIÓN

Los bienes materiales son importantes a lo largo de la vida de las personas, sin embargo en caso de un desastre los bienes materiales pasan a un segundo plano, toda vez que sobre ellos prima la integridad del ser humano. Es inevitable conocer con exactitud cuando y donde va a ocurrir una calamidad que afecte a los individuos en primera instancia y a los objetos materiales. Claro está, que estos se pueden mitigar siempre y cuando se tengan las medidas preventivas de manera que se eviten las lesiones o la pérdida de vidas de las personas. Así mismo, no todos los desastres que ocurren son naturales, por el contrario, gran parte de los incidentes ocurren por un descuido humano, por la falla de algún elemento o simplemente por falta de prevención. Los incendios son ejemplo de ello.

De hecho, a nivel global se han presentado incendios en donde desafortunadamente se han perdido vidas humanas. Pueden contarse varios ejemplos de ello, tales como la catástrofe ocurrida en Filipinas en un hotel la cual dejó consigo más de 60 muertos, el incendio de la hidroeléctrica de Guatapé (Colombia) originado por un error humano dejando pérdidas millonarias, el incendio de una discoteca en Brasil, la conflagración de un bus escolar en Fundación (Colombia) cuyas víctimas fueron niños, o el incendio reciente de una bodega de almacenamiento de madera en el municipio de Soacha (Colombia). Este tipo de incidentes no se deben presentar en recintos o zonas en donde se vean involucrados seres humanos, o que en su defecto en caso de que se presenten haya medios de controlar el incendio mientras las personas se ponen a salvo.

Afortunadamente, en estos últimos años en Latinoamérica se ha prestado mayor atención a esto<sup>2</sup>, y en consecuencia las pérdidas tanto humanas como materiales se han reducido gracias a los sistemas de prevención contra incendios. Las empresas en Colombia básicamente fueron las pioneras en emplear este tipo de sistemas con el fin de proteger sus bienes y la integridad de sus trabajadores. No obstante, también en centros con gran acogida de personas como hoteles, teatros y universidades se han empezado a implementar procedimientos que busquen controlar la propagación del fuego. La Facultad Tecnológica no será la excepción, es por ello que en el presente trabajo se mostrara el diseño de un sistema contra incendios tanto de extinción como de detección. Al mismo tiempo, se hará un análisis de que zonas son las que mayor riesgo presentan aplicando las normas respectivas y los requerimientos mínimos para una futura instalación de la red en la Facultad tecnológica.

---

<sup>2</sup> BARRIOS, María I. La importancia de la educación en protección contra incendios en América Latina. En: Perspectiva Regional NFPA Journal Latinoamericano, 2010, Perú

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años, las compañías, entidades públicas y en general toda aquella edificación o ente donde se agremia una cantidad considerable de individuos, se ha visto en la necesidad de tomar acción en lo que respecta a la seguridad tanto de la vida humana como de los bienes y equipos de su propiedad.

En países como Estados Unidos, gran parte de las organizaciones hoy en día cuentan con un sistema de red contra incendio. La implementación de este tipo de sistemas es de riguroso cumplimiento ya que dependen de las normativas que rigen en cada uno de los países, al tanto que su correcta aplicación puede minimizar el daño tanto en la vida humana, como también en la pérdida de información y de objetos materiales en caso de una eventual aparición y/o propagación del incendio.

Las empresas, son las que inicialmente han venido implementando este tipo de sistemas contra incendio en Colombia. Por otro lado, entidades como las Universidades hoy en día deberían contar con un sistema de protección de incendios puesto que la aglomeración de personas se hace evidente durante las jornadas académicas. En el caso de la Universidad Distrital – Facultad Tecnológica de acuerdo al informe de gestión institucional emitido en el año 2013 se cuenta con 7744 estudiantes, lo que representa el 26% del total de alumnos de la Institución convirtiendo la sede en la más poblada de la Universidad<sup>3</sup>. Claro está, este número no se presenta durante la mayor parte del tiempo debido a los horarios, y/o actividades presentadas en el plantel educativo durante el día.

En el caso de la Facultad Tecnológica la red contra incendios actualmente instalada incumple con la normatividad aplicable en Colombia debido a que este sistema es compartido con la red hidro- sanitaria de la misma Institución. De igual manera, el plantel educativo no cuenta con un sistema de alarma para dar aviso al estudiantado en caso de un eventual incendio. En el presente proyecto el objetivo es rediseñar la red de incendios existente bajo los estándares mínimos de la norma internacional NFPA (*National Fire Protection Association* por sus siglas en inglés). Sin embargo, a nivel nacional el decreto 926 del 19 de marzo de 2010 regula la protección de sistemas contra incendios en edificaciones a través de la NSR-10 título J<sup>4</sup> (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente). No

---

<sup>3</sup> UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS. Informe de avance sobre el plan indicativo de gestión. Bogotá D.C.: Oficina Asesora de Planeación y Control; 2013. Plan de desarrollo 2008-2016. (CBN 2013).

<sup>4</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente. NSR-10. Bogotá D.C.: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010, 406 p.

obstante, la NSR-10 relega los requerimientos de extinción de incendios a la NFPA. Por tal razón, en el presente proyecto se trabajará en conjunto con la normativa de la NFPA en aras de proteger la sede con sistemas de protección activa.



## 2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En Colombia, durante la última década las compañías y diferentes entidades ya no solamente se preocupan por salvaguardar la integridad de los individuos que residen en una edificación, sino también de la protección de los objetos materiales (en especial los de alto valor) que se almacenan allí. No obstante, a pesar de las medidas preventivas que se toman en caso de una emergencia, no solamente basta con un buen sistema de prevención o de la inclusión de brigadistas o encargados de la seguridad en prevención de desastres, es por ello, que las entidades tanto públicas como estatales se han visto en la necesidad de implementar redes de protección contra incendio tanto de extinción como de detección las cuales mitigan o evitan la propagación de un eventual incendio y con ello la pérdida o afectación de vidas y objetos materiales.

Ahora bien, llegados a este punto no solamente las empresas han implementado este tipo de sistemas sino también las universidades, entidades públicas y privadas en general ya que en ellas también se congregan gran cantidad de personas. Es por ello que para el desarrollo de este proyecto se ha recurrido a la exploración de diseños previos que se han ejecutado principalmente en algunas Universidades y organizaciones en el territorio nacional e internacional de manera que se adquiera un contexto que facilite el comienzo del proyecto. Después de la búsqueda se encontraron resultados relevantes, entre los que se citan los siguientes:

### 2.1 DISEÑO BÁSICO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS PARA LA BIBLIOTECA CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Este proyecto fue realizado bajo la aplicación de la normatividad de la NFPA. Específicamente se empleó la norma NFPA 909 *Code for the Protection of Cultural Resources* ya que aplica para edificaciones como bibliotecas o museos. El diseño constó de un sistema de supresión de incendios que utiliza rociadores automáticos y gabinetes contra incendios, este sistema fue realizado bajo los requisitos expuestos en la norma NFPA 13 *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*; además cuenta con el sistema de detección automática de incendios, sistema que incluye detectores, pulsadores manuales y sirenas, asimismo se contempló un panel de control para la supervisión de los componentes anteriores. Este sistema fue diseñado utilizando las premisas consignadas en la norma NFPA 72 *National Fire Alarm Code*<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> GUTIERREZ, Alexis Abad y LUNA, Marta Alexandra. Diseño básico del Sistema contra incendios para la Biblioteca Central de la Universidad Industrial de Santander. Trabajo de grado Ingeniero

## 2.2 DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS PARA LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA SEDE EL CLAUSTRO EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.

El diseño conceptual del sistema hidráulico de protección contra incendios para la Universidad Católica de Colombia, sede el Claustro, se definieron los criterios de diseño y la capacidad mínima requerida de la bomba contra incendios y el tanque de almacenamiento de agua. Con base en estos criterios de diseño la Universidad puede continuar con diseño detallado e implementación del sistema contra incendios requeridos de acuerdo a la normativa nacional e internacional vigente y las condiciones de uso y ocupación<sup>6</sup>.

## 2.3 DISEÑO DE SISTEMA CONTRA INCENDIO EN PLANTAS INDUSTRIALES SEGÚN NORMAS INTERNACIONALES Y LOCALES

En el siguiente trabajo de pasantía se describe un proyecto que se desarrolló durante 20 semanas y consistió primordialmente en el diseño del Sistema Contra Incendio (SCI) de la Estación Principal de Sincor. La metodología estuvo enfocada en los criterios de diseño enunciados por normas nacionales como la PDVSA (Petróleos de Venezuela Sociedad Anónima) y normas internacionales como la NFPA (Asociación Nacional de Protección contra el Fuego). Una vez analizado dicho criterio se procedió a calcular la zona con mayor demanda en toda la planta, para luego simular el sistema en el software WaterCad (versión V8i), por medio del cual se obtuvo el dimensionamiento de las tuberías de la red principal y el cuerpo de bombeo para el abastecimiento del sistema contra incendio.

Otra de las simulaciones llevada a cabo fue la del sistema de agua pulverizada para el tanque de almacenamiento de crudo (T-3002) en el software HidCal 5. Para ambas simulaciones se obtuvo resultados que cumplían con los requerimientos del sistema y con lo establecido en el criterio de diseño, así como también lo establecido según el catálogo Tyco para las boquillas del sistema de agua pulverizada. Adicional al diseño antes mencionado se recolectaron los requerimientos necesarios para el diseño de un sistema contra incendio en

---

Mecánico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. 2004, 322 p.

<sup>6</sup> SOTELO CALDERÓN, Miguel Ángel. Diseño conceptual del sistema hidráulico de protección contra incendios para la Universidad Católica de Colombia Sede el Claustro en la ciudad de Bogotá D.C. Trabajo de grado Ingeniero Civil. Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. 2014, 38 p.

Colombia, en donde se pudo concluir que de igual manera a Venezuela se utilizan las normas NFPA como guía principal<sup>7</sup>.

#### 2.4 ADECUACIÓN DEL SISTEMA DE ALARMA CONTRA INCENDIOS Y DIAGNÓSTICO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL HOTEL DANN AV 19

El presente informe es el resultado de los trabajos desarrollados en el HOTEL DANN AV 19, bajo la modalidad de pasantía. La mencionada pasantía tenía como primer objetivo el revisar y en la medida de lo posible intervenir el sistema detector de incendios del hotel a fin de que este sistema resultara de ayuda en la eventualidad de que en las instalaciones del hotel se presentara un conato de incendio. La anterior afirmación, se sustenta en el hecho de que al iniciar esta pasantía el sistema detector de incendios está mostrando información falsa, entiéndase alarmas de incendio inexistentes. Como segundo objetivo está el revisar y determinar el estado actual de la instalación eléctrica del hotel, delimitando esta revisión entre el tablero general de distribución y los tableros parciales. Finalmente dependiendo del estado de la instalación eléctrica evaluar la necesidad de proponer un nuevo diseño de la instalación<sup>8</sup>.

#### 2.5 DISEÑO DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO PARA LAS INSTALACIONES DE LA COMPAÑÍA COLVATEL S.A

El proyecto se enfoca en el alcance que tiene la norma en la vida cotidiana, más específicamente en el país, como la normatividad consignada en cada una de las versiones y especialidades de la reglamentación contra incendios, se evidencia para cualquier área de la sociedad, bien sea industrial o residencial siempre hay un campo en donde este tipo de sistemas y lineamientos debe ser incluido como un factor importante, en este caso, un sistema diseñado en una compañía de telecomunicaciones, deberá contener y satisfacer las necesidades, la reglamentación y sobre todo, la preservación de las vidas expuestas, de los

---

<sup>7</sup> MARTÍNEZ, R. Diseño de sistema contra incendio en plantas industriales según normas internacionales y locales. Trabajo de grado Ingeniero Mecánico. Sertenejas.: Universidad Simón Bolívar. Decanato de estudios profesionales. Coordinación de Ingeniería Mecánica. 2012.

<sup>8</sup> MANRIQUE QUINTANA, Daniel Ivan. Adecuación del Sistema de alarma contra incendios y diagnóstico de la instalación eléctrica del hotel Dann AV-19. Trabajo de grado Tecnólogo en Electricidad. Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad Tecnológica. Coordinación de Tecnología en Electricidad. 2010.

bienes almacenados y de las intereses con el cual se desarrolla e implementa este tipo de sistemas contra incendios<sup>9</sup>.

## 2.6 DIAGNOSTICO DE LOS SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS EN EDIFICACIONES

Este trabajo muestra el desarrollo de la tesis realizada en compañía del cuerpo de bomberos voluntarios de Floridablanca respecto al tema de la prevención, el diagnóstico y la evaluación de los sistemas de protección contra incendios en edificios. En el desarrollo de este trabajo se muestra las normas existentes en el país y como se están aplicando, el resultado de las inspecciones en las que se encontró que el sistema de protección contra incendios más utilizados son los sistemas de tubos y mangueras. Se identifican y hace un análisis de las fallas en los sistemas, se muestran las etapas en la vida útil de la edificación en la cual ocurren estas fallas y las consecuencias de continuar sin realizarles las correcciones pertinentes. En la parte final del documento se establecen diferentes aspectos que se deben tener en cuenta dentro de una posible ley que reglamente un poco más estos sistemas de protección contra incendios especialmente los sistemas de tomas fijas y mangueras y los sistemas de rociadores<sup>10</sup>.

---

<sup>9</sup> RODRIGUEZ, D. Diseño de un sistema de protección contra incendio para las instalaciones de la compañía Colvatel S.A. ESP. Trabajo de grado Ingeniero Mecánico. Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad Tecnológica. Coordinación de Tecnología e Ingeniería Mecánica. 2011.

<sup>10</sup> NIÑO VELANDIA, Camilo Andrés. Diagnóstico de los sistemas de protección contra incendios en edificaciones. Trabajo de grado Ingeniero Civil. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. 2011, 46 p.

### 3. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto pretende realizar el diseño del sistema contra incendio de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Facultad Tecnológica aplicando los conocimientos básicos aprendidos en el transcurso de la carrera. Así mismo, pretende informar al plantel educativo el estado actual de la instalación, indicando si esta se encuentra instalada bajo los requerimientos de alguna norma, ya sea nacional como la NSR- 10 o internacional como la NFPA.

Dicho lo anterior, cabe resaltar que lo más importante de un espacio público es proteger el bienestar de las personas ante un evento infortunado como por ejemplo un posible incendio. La Facultad tecnológica no es inmune a este tipo de incidentes, es por ello que debe contar con sistemas de protección. Además, al ser una entidad donde se resguardan más de 5 mil estudiantes durante la jornada académica, se hace necesario esta implementación. Ejemplo de esto, son algunos lugares como el auditorio Gustavo Caamaño o la cafetería en donde puede haber concentraciones que superan las 100 personas reunidas.

En Colombia, se empezaron a tomar acciones para evitar que haya daños por posibles incendios. Una de esas medidas por ejemplo, surgió como un proyecto de acuerdo: el número 141 de 2010 expedido por la Alcaldía de Bogotá y que se encarga de regular este tipo de incidentes haciendo uso de las normas internacionales como la NFPA 1 y la NFPA 101<sup>11</sup>. Ahora bien, el cuerpo de bomberos de Colombia es fundamental para ayudar a prevenir algún tipo de desastre. Cuando se presenta una emergencia de incendio, son ellos quienes deben hacer lo posible para mitigar la propagación del fuego tal como lo mencionan los artículos de la ley colombiana 1575 del año 2012<sup>12</sup>, en lo posible abasteciéndose de hidrantes o redes locales que les ayuden en su labor. Hecha esta salvedad, la Universidad Distrital actualmente presenta deficiencias a nivel tanto de instalación como de normativas en cuanto a sistemas contra incendios se refiere, es por ello que es de primordial atención tomar medidas al respecto y establecer los requerimientos mínimos para que el plantel educativo esté seguro.

---

<sup>11</sup> COLOMBIA. ALCALDIA DE BOGOTÁ. Proyecto de acuerdo (2010). “Por el cual se adoptan las normas NFPA 1 "Código Uniforme de Incendios y la NFPA 101 "Código de Seguridad Humana" de la National Fire Protection Association y se dictan otras disposiciones". Bogotá D.C, 2010. No.141

<sup>12</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE COLOMBIA. LEY 1575 (2012). “Por medio del cual se establece la ley general de bomberos de Colombia”. Bogotá D.C, 2012. 19 p.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar el sistema de extinción y detección de incendios para la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, conforme a la norma NFPA y la NSR-10.

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el estado actual de la red de gabinetes del sistema contra incendio existente.
- Identificar las áreas para las cuales se requiere una red de sistemas contra incendio con base en rociadores automáticos, de acuerdo con su riesgo particular.
- Realizar los cálculos hidráulicos y de baterías
- Diseñar una red de conexiones eléctricas destinadas a la detección puntual de incendios incluyendo sistemas de alarma y aviso para la rápida evacuación del lugar
- Generar un listado de material incluyendo todos los accesorios, tuberías y dispositivos requeridos de acuerdo al diseño de la red de sistemas contra incendio.
- Elaborar el presupuesto general para la implementación del sistema contra incendios

## 5. MARCO TEÓRICO

El fuego ha existido desde tiempos remotos, este ha sido un elemento importante en el desarrollo de la especie humana. Sin embargo, también ha sido la causa de muchas desgracias durante el transcurso de las civilizaciones. Los incendios, tanto los accidentales como los provocados a propósito han dado pie a la pérdida de muchas vidas. Los primeros intentos de mitigar la propagación de un incendio no ocurrieron hasta alrededor del año 1189 en el que el primer Alcalde de Londres estableció ordenanzas para la construcción de edificaciones con materiales retardantes al fuego<sup>13</sup>.

Posteriormente, se fueron desarrollando avances en revestimientos y considerando métodos de protección pasiva, es decir para retardar la propagación del fuego. Sin embargo, no fue sino hasta la década de 1830-1840 cuando se comenzaron a instalar los primeros hidrantes y posteriormente sistemas de protección activa que buscaran la extinción del incendio en caso de iniciarse y hacia el 1896 se fundó en E.E.U.U. la *Nacional Fire Protection Association* (NFPA por sus siglas) que se formó como una de las primeras entidades con la función de crear y mantener los requisitos de diseño e instalación de estos sistemas en una síntesis de normas que se han venido actualizando hasta el día de hoy. Muchos países adoptaron esta norma mientras que en otros, como los que hacen parte de la Unión Europea crearon su propia normativa, regulada por el Comité Europeo de Normalización<sup>14</sup>.

Con respecto a América Latina, el crecimiento en la inversión de los sistemas contra incendio ha sido tristemente impulsado por la ocurrencia de eventos trágicos que finalmente son los que motivan a las entidades a tomar acciones frente a los incendios. La protección contra estos eventos, al menos en la región en palabras de María Isabel Barrios, gerente de Engin Zone para la NFPA Journal Latinoamericano “se mueve en base a reacciones más que en prevenciones” aduciendo que hasta que no ocurra un incendio las personas no se preocupan por hacerle frente. En Colombia, por ejemplo, la norma que cobija la protección contra incendio es la NSR-10, que si bien contempla sistemas retardantes al fuego (protección pasiva) y extinguidores o de control del fuego (protección activa) no mantiene una regulación del todo clara a día de hoy, al tanto que aún se construyen y se mantienen edificaciones sin un adecuado sistema de extinción, detección o retardo al incendio.

---

<sup>13</sup> CONFERENCIA DE CLAUSURA PROMOCIÓN DEL MEDSEM. (3: 14, diciembre, 2006: Madrid, España). Historia y situación actual de los servicios de bomberos (I). Madrid: Universidad Europea de Madrid, 2006.

<sup>14</sup> MONCADA, Jaime A. La historia de la NFPA 1. En: Punto de Vista NFPA Journal Latinoamericano, historia

En Colombia la NSR-10 se apoya primeramente sobre las normas técnicas colombianas (publicadas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC) que a su vez se respalda bajo las normas internacionales de la NFPA para la resolución de sistemas contra incendio. Es decir que para el diseño de estas redes en Colombia se pueden aplicar los códigos y estándares que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Tabla J.4.3-1 Sistemas adicionales de protección contra incendios

Tipo de Sistema	Norma
Sistema de espuma de baja expansión	NFPA 11
Sistema de espuma de mediana y alta expansión	NFPA 11 A
Sistema de dióxido de carbono	NFPA 12
Sistema de Halón 1301	NFPA 12 A
Rociadores en viviendas uni y bifamiliares y en casas prefabricadas	NFPA 13 D
Rociadores en ocupaciones residenciales de máximo y que incluyen cuatro pisos de altura	NFPA 13 R
Sistemas de pulverización de agua	NFPA 15
Rociadores de agua-espuma por diluvio, sistemas de pulverización de agua-espuma, sistemas de rociadores de agua-espuma de cabeza cerrada	NFPA 16
Sistemas de extinción de químico seco	NFPA 17
Sistemas de extinción de químico húmedo	NFPA 17 A
Sistemas de niebla de agua	NFPA 750
Sistemas de extinción contra incendio de agente limpio	NFPA 2001

Tomado de NSR-10: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente. (Del decreto 926 del 19 de marzo de 2010)

## 5.1 TRIÁNGULO DEL FUEGO

Hay (3) tres elementos necesarios y fundamentales para que se genere y propague un incendio. Estos son el combustible que alimenta el fuego, el calor generado para producir el mismo y el oxígeno. Los sistemas de extinción han sido planeados precisamente para eliminar uno o varios de los componentes de este “triángulo”. De manera que la extinción del fuego se haga de manera eficaz y eficiente en el menor tiempo posible<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> CEDILLO GÓMEZ, Israel Jalil. Diseño del sistema de bombeo de agua contraincendio para una Instalación Petrolera. Tesis Ingeniero Petrolero. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de Mexico. Ciudad Universitaria. 2011, 139 p.



Figura 1. Triángulo del fuego.



Tomado de: Diseño del Sistema de Bombeo de agua contra incendio para una instalación petrolera-Cedillo Gómez Israel Jalil

Claro está que dentro de la protección de edificaciones contra incendio hay varios sistemas que pueden cumplir a cabalidad esta función, dependiendo de los requerimientos que se necesiten, del área, los elementos a proteger, y de la tecnología disponible por los proveedores de los sistemas. Además, no todos los sistemas se incluyen como de extinción o de protección contra incendios, también hay sistemas que funcionan para detectar de forma temprana la aparición de un incendio.

## 5.2 METODOLOGÍA DE EXTINCIÓN DEL FUEGO

El proceso de extinción de incendios depende de algunas variables, las cuales cada agente extintor debe considerar, de manera que abarque como mínimo una o varias de manera que sea efectiva la extinción o el control del incendio. En total se consideran cuatro factores que inducen a la extinción de un incendio:

- Separar el combustible de la llama
- Desplazar parcial o totalmente el oxígeno del fuego
- Disminuir la temperatura de la llama o combustible
- Introducir elementos que alteren la química de la combustión

## 5.3 TIPOS DE SISTEMAS CONTRA INCENDIO

Hay muchas formas de clasificar los sistemas de protección contra incendio, pudiéndose clasificar de acuerdo a su complejidad, a su fijación (móvil o fija), a su

rango, forma de accionar el sistema, etc. Por comodidad, dentro de este trabajo se mostrarán únicamente los sistemas contra incendio como de extinción a base de agua, y de extinción a base de otros agentes extintores diferentes del agua así:

### 5.3.1 Sistemas de extinción con agua

Aquellos que usan como agente o material de supresión y/o control del fuego al agua. Este compuesto de hidrógeno y oxígeno, actúa eficientemente para absorber el calor y aumenta su volumen al transformarse en vapor, desplazando el aire y sofocando el incendio. El agua es un agente extintor mejor que cualquier otro líquido conocido para la mayor parte de las clases de fuegos. Cabe destacar que uno de sus principales puntos fuertes es su capacidad para encontrarse en la naturaleza, su costo y la facilidad que tiene para dejarse manejar. En ese orden de ideas, los sistemas de extinción de incendios a base de agua incluyen los siguientes tipos:

#### 5.3.1.1 Sistema de extinción de tubería húmeda

Es un sistema de extinción por aspersión de agua pulverizada. El agua circula en todo momento por la red de aspersores y tuberías, y una vez se accionan las boquillas ésta se descarga sobre el área de cobertura de cada aspersor.

#### 5.3.1.2 Sistemas de extinción de diluvio

Es un sistema en el que el flujo de agua está controlado en todo momento por válvulas normalmente cerradas. Como las boquillas en estos sistemas generalmente son abiertas, toda vez que se abran las válvulas de paso, el agua se descargará a través de todas las boquillas pulverizadoras.

#### 5.3.1.3 Sistemas de extinción de tubería seca

A diferencia de los sistemas de diluvio, en los de tubería seca se accionan únicamente los aspersores que se activen con motivo del incendio. Además, hay una cámara de aire que se encuentra en todo momento presurizada, al tanto que las boquillas no descargan el agua hasta que se detecte una pérdida en la presión del aire ocasionada por la rotura de la ampolleta de una boquilla o rociador

#### 5.3.1.4 Sistemas de extinción de pre-acción

Va integrado a un sistema de detección de incendio y funciona igual que un sistema de tubería seca. Sin embargo, el sistema no se acciona hasta que la detección de incendios y una cámara de aire de una válvula especializada en sistemas de pre-acción se despresuricen y ambos sistemas se accionen mutuamente. En años recientes ha progresado también la tecnología de supresión de incendios con agua: Uno de esos ejemplos es el empleo de agua nebulizada o HI-FOG que extingue el incendio en un tiempo mucho menor al proporcionado por el agua pulverizada para la extinción del incendio y evitando además el deterioro de objetos que normalmente se estropearían con la aplicación de caudales considerables de agua, tales como museos o centrales eléctricas.

#### 5.3.2 Sistemas de extinción con agentes diferentes al agua

Dentro de este rango se encuentra una gran variedad de sistemas. Entre ellos se tienen los sistemas de extinción por gases (como halónes, dióxido de carbono o sustitutos de halónes en general) que sofocan el incendio al desplazar el aire de manera efectiva, pero su inhalación por parte de los humanos puede ser peligrosa y su disipación del ambiente es demorada. También están los agentes espumógenos, que, si bien en su mayoría emplean agua combinada con concentraciones de espuma, requieren de la combinación de estos dos compuestos y son ampliamente utilizados en la extinción de fuegos producidos por líquidos inflamables.

### 5.4 COMPONENTES DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIO

Pese a que la diversidad de los sistemas contra incendio es muy amplia, hay componentes generales que son comunes a la mayoría de los sistemas. Entre ellos se encuentran:

- Una unidad propulsora del agente extinguidor, ya sea una bomba hidráulica, un propulsor, un proporcionador, etc
- Boquillas, rociadores o tomas de agua (en el caso de mangueras) que sirven como medio para apuntar o esparcir a una zona específica el agente extinguidor.
- Recipientes de almacenamiento del agente extintor, tales como tanques, cilindros o canecas.

- Drenajes para la rápida expulsión del agente extintor una vez que éste ha sido esparcido o para mantenimiento de los sistemas.
- Tuberías o conductos para transportar el agente hasta la zona de incendio
- Mecanismos para activar el disparo del agente extintor tales como bulbos de rociadores, módulos eléctricos, válvulas manuales o automáticas.
- Válvulas para el paso del fluido o elemento extintor y para labores de mantenimiento.
- Supervisión del sistema a través de unidades de detección de incendios.

Figura 2. Gabinete contra incendio a base de agua como agente extintor.

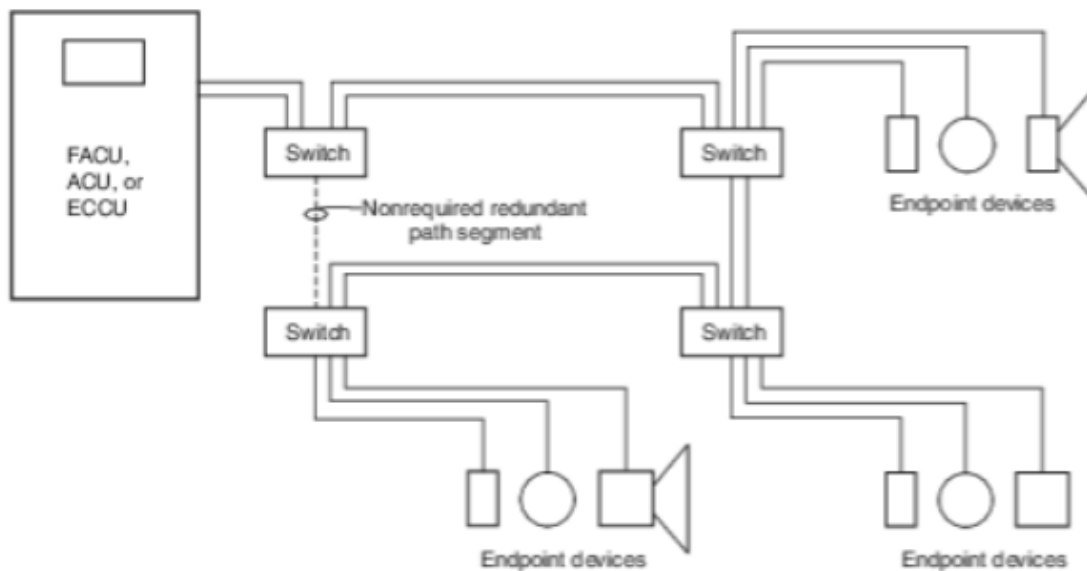


Tomado de: PROISEBOL – Ingeniería

## 5.5 SISTEMAS DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

No basta con sofocar un incendio si no se tiene antes en cuenta la vida humana. Para solucionarlo, recientemente se han venido desarrollando sistemas de detección de incendios, que si bien no tienen la capacidad de controlar o apagar directamente el fuego, si logran avisar de manera oportuna a las personas de la ocasión de un incendio, en aras de salvaguardar sus vidas, alertar y señalizar vías de evacuación. Un sistema convencional de este tipo, consta de un panel de control, detectores que alertan el inicio de una conflagración, módulos, una fuente propia de energía, cableado con señales y avisadores de accionamiento manual. La NFPA 72, es la norma americana encargada de proporcionar los requerimientos mínimos para instalar estos sistemas.

Figura 3. Esquema de conexión típico de un sistema de detección de incendios.



Tomado de: NFPA 72: National Fire Alarm and Signaling Code. Ed-2016

## 6. DISEÑO METODOLÓGICO

Este proyecto busca rediseñar la red del sistema contra incendio de la Universidad Distrital – Facultad Tecnológica aplicando los conocimientos básicos de mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas. A largo plazo se espera que la entidad educativa tome la decisión de suministrar e instalar la red con base en lo que se desarrolla en este trabajo o usarla como referencia para una instalación en el futuro. En primera instancia se diagnosticará el estado actual de la red de gabinetes contra incendio instalada en la Institución, inspeccionando el estado de los elementos que le componen. Del mismo modo, se hará una inspección de los extintores del plantel de manera que logre determinarse su adecuada ubicación.

El proyecto exige identificar y separar las zonas que tienen más riesgo en caso de propagación de incendio de las que no requieren de una protección por su bajo grado de inflamabilidad, ya que se contempla que no todo el plantel cuente con una red del sistema contra incendio, sino solo aquellas áreas que por su grado de peligrosidad o número de residentes así lo exijan. Además, se pretende inspeccionar y documentar si el sistema actual de la universidad está cumpliendo o no con la normatividad vigente.

Llegados a este punto, una vez identificadas las áreas a proteger, es fundamental solicitar los planos arquitectónicos de la institución y así comenzar con el diseño. Justamente para llevar a cabo este último, se deberán inspeccionar las áreas a proteger, aplicando simultáneamente una ingeniería básica que demuestre las distribuciones posibles de la tubería. Antes de comenzar con el trazado, se deberá partir de unos parámetros de diseño básicos. Una vez establecido lo anterior, se realizarán los planos de instalación a detalle en un Software especializado en CAD los cuales serán entregados junto con este documento. Cuando se validen los diseños tanto del sistema de extinción, como de detección y se especifiquen las bombas hidráulicas del cuarto de bombas y el tanque de almacenamiento de agua se procederá a construir un listado de material de cada uno de los sistemas, para posteriormente presentar el respectivo presupuesto. No sobra aclarar que se considerarán también los cálculos referentes a la parte hidráulica y eléctrica (baterías) del sistema y demás factores que se analizarán más adelante.

## 7. DESARROLLO DEL PROYECTO

### 7.1 DIAGNOSTICO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS ACTUAL

Para el presente diagnóstico realizado en las instalaciones de la Facultad Tecnológica se empleará el título J de la norma NSR-10. Se consideraron para ello los siguientes aspectos: tubería red de gabinetes, cuarto de bombas, tanque de almacenamiento, y extintores. A continuación, se evidencian los resultados de esta evaluación.

#### 7.1.1 Tubería red de gabinetes

Tal como lo establece la norma, se debe asignar un grupo de ocupación tal como se muestra en la tabla J.1.1-1 de la NSR-10 (Ver tabla 2). En ese orden de ideas, el plantel educativo corresponde a un grupo de ocupación I (Institucional) con un subgrupo 3 (Educación).

Tabla 2. Tabla J.1.1-1 de la NSR-10: Grupos y subgrupos de ocupación

Grupos y Subgrupos de ocupación	Clasificación	Sección del Reglamento
<b>A</b>	<b>ALMACENAMIENTO</b>	K.2.2
A-1	Riesgo moderado	
A-2	Riesgo bajo	
<b>C</b>	<b>COMERCIAL</b>	K.2.3
C-1	Servicios	
C-2	Bienes	
<b>E</b>	<b>ESPECIALES</b>	K.2.4
<b>F</b>	<b>FABRIL E INDUSTRIAL</b>	K.2.5
F-1	Riesgo moderado	
F-2	Riesgo bajo	
<b>I</b>	<b>INSTITUCIONAL</b>	K.2.6
I-1	Reclusión	
I-2	Salud o incapacidad	
I-3	Educación	
I-4	Seguridad pública	
I-5	Servicio público	

Tomado de NSR-10: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente. (Del decreto 926 del 19 de marzo de 2010)

La Facultad Tecnológica cuenta con una red de gabinetes tal como lo exige la norma *NSR- 10 capítulo J*. De acuerdo al numeral J 4.3.4.2: “Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación I (institucional) debe estar protegida por un sistema de tomas fijas para bomberos y mangueras para extinción de incendios”<sup>4</sup>. Este numeral, del mismo modo delega a la *Norma Técnica Colombiana (NTC) 1669*<sup>16</sup> quien a su vez relega a la norma *NFPA 14*<sup>17</sup> para el diseño e instalación del mismo.

Teniendo en cuenta este criterio, a continuación, se describe de forma detallada lo encontrado en la inspección:

- La tubería de la red **NO** tiene agua. En caso de un incendio, las consecuencias podrían ser catastróficas.
- Los gabinetes están ubicados correctamente. De acuerdo a la norma *NFPA 14, capítulo 4, numeral 4.6.2.1* la manguera no debe superar los 30,5 metros.
- Los accesorios que componen el gabinete no están **listados** por un ente regulador como UL o FM. La norma *NFPA 14* en el *numeral 4.1.2* establece que todos los dispositivos y/o materiales deben estar listados a menos de que se trate de drenajes, válvulas o avisos. **NO** cumple con la norma.
- De acuerdo a la NTC 1669, los gabinetes son un sistema clase II, debido a que provee estaciones de manguera de 1 ½”. Se encuentra bajo normativa.
- Las placas de identificación **NO** se evidencian en algunos gabinetes. Todos deben tener un aviso el cual los identifique que son exclusivamente para la red contra incendio según como lo establece el *numeral 4.6.1.1.2* de la norma *NFPA 14*.
- Los gabinetes contra incendio se encuentran en mal estado físico como desaseo, y presentan en algunos puntos oxidación. Ver figura 4.

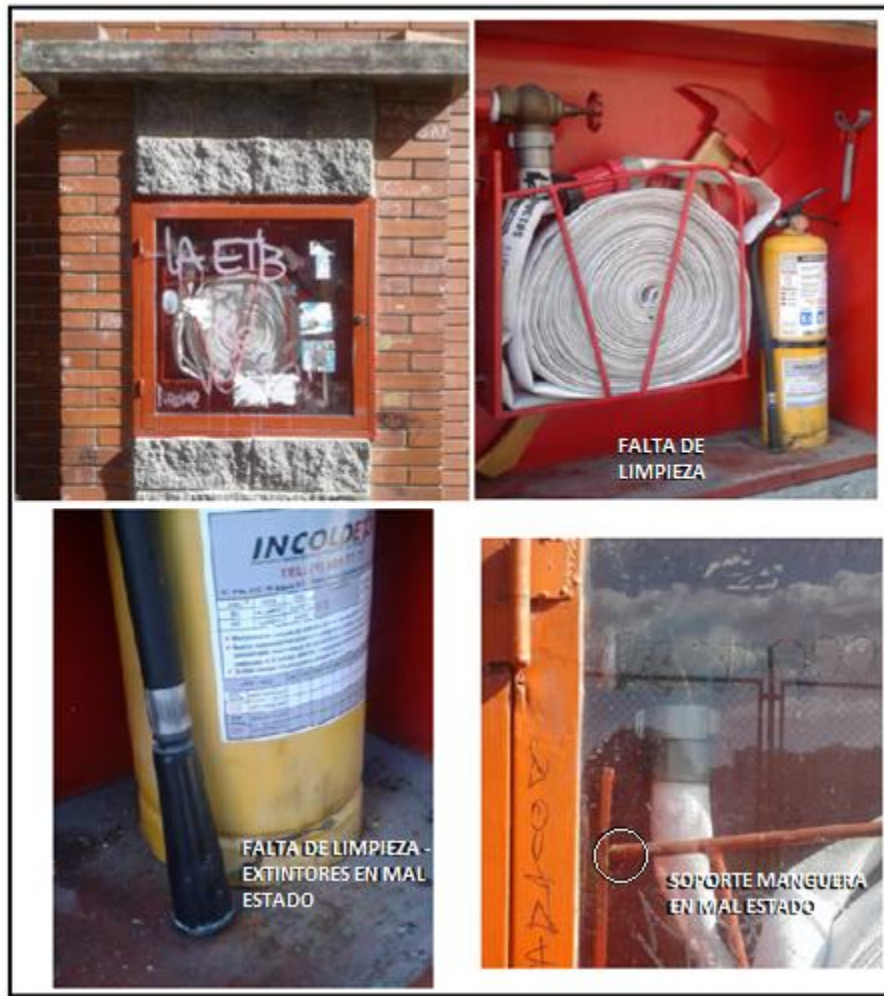
---

<sup>16</sup> INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Norma técnica Colombiana: Norma para la instalación de conexiones de mangueras contra incendio. NTC 1669. Bogotá D.C.: El Instituto, 2009. 85 p.

<sup>17</sup> NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems. NFPA 14. Ed. 2016. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2015. 60 p.



Figura 4. Estado actual de los gabinetes



Fuente: Los autores

- La red actual en algunos puntos presenta fugas (Dato suministrado por los encargados de la división de recursos físicos de la facultad). Razón por la cual **NO** se hacen pruebas pitométricas.
- La tubería de la red actual es subterránea. De acuerdo a la norma *NFPA 13*<sup>18</sup> cumple, sin embargo, para mantenimiento no es aconsejable debido se requieren obras civiles. Ver figura 5.

<sup>18</sup> NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Standard for the Installation of Sprinkler. NFPA 13. Ed. 2016. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2015. 496 p.

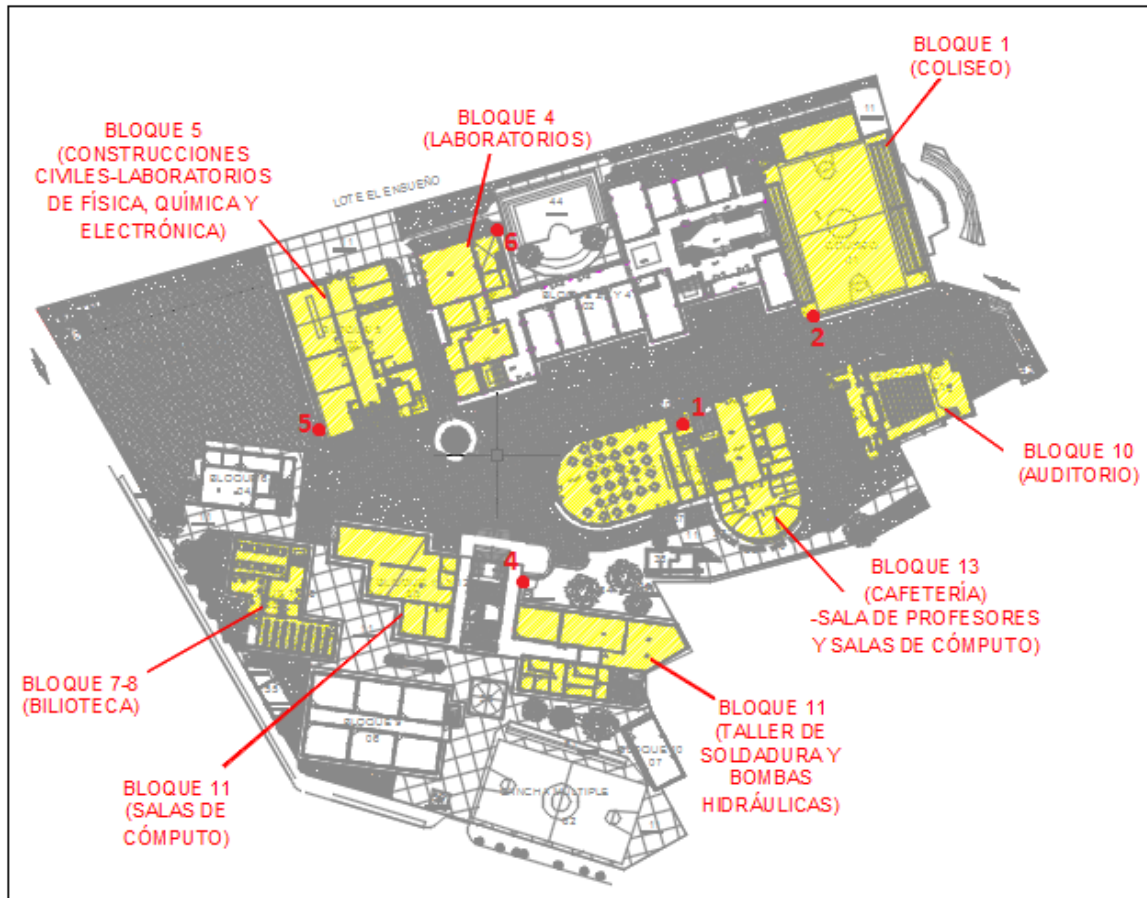
Figura 5. Tubería de la red contra incendios. Gabinetes



Fuente: Los autores

- **NO** hay planos de la red contra incendios, lo que es crítico en caso de hacer un mantenimiento o en caso de que haya una interventoría por parte de las entidades competentes.
- La Universidad **NO** cuenta con conexión de bomberos, de acuerdo con la norma *NSR-10 título J, el numeral J.4.3.4.2* toda edificación institucional debe tener tomas fijas para conexión de bomberos.
- El funcionario Armando Buitrago de la Oficina de Planeación de la Universidad entrega un documento con información de los gabinetes el día 24 de marzo de 2017. Dicho documento señala que hay seis (6) gabinetes. Sin embargo, en la facultad actualmente disponen de cinco (5) gabinetes. La información **NO** coincide con lo realmente instalado.
- El documento anteriormente mencionado indica que los gabinetes están dotados con: válvula, manguera, soporte, boquilla, hacha, llave spanner, señalización/identificación, extintores, manija puerta y martillo de fragmentación. Sin embargo, la información suministrada **NO** coincide en algunos puntos con lo instalado como lo son la manija de la puerta y el martillo de fragmentación. En la tabla 3 se evidencia lo que hay actualmente en cada uno de los gabinetes dispuestos por la facultad. Del mismo modo, en la figura 6 se muestra la distribución actual de los gabinetes de forma esquemática (Los puntos de color rojo evidencian dicha ubicación).

Figura 6. Distribución de los gabinetes



Fuente: Los autores

Tabla 3. Distribución de los gabinetes

Nº GABINETE	UBICACIÓN	ELEMENTOS FALTANTES
1	BLOQUE 13 (CAFETERIA)	Extintor
2	BLOQUE 1 (COLISEO)	Ninguno
4	BLOQUE 11-12 (PARTE EXTERIOR)	Llave Spanner
5	BLOQUE 5 (PARQUEADERO)	Extintor
6	BLOQUE 4 (PARTE EXTERIOR)	Ninguno (Canastilla rota)

Fuente: Los autores

- Según la norma *NFPA 14*, en el capítulo 7, numeral 7.3.1.1 las mangueras no deben ser obstruidas, y la conexión debe estar entre 0.9m y 1.5m con respecto al piso. Los gabinetes de la facultad están a 1.60m. Con norma **NO** se está cumpliendo.
- En la red actual **NO** se evidencia válvula de alivio, se debe disponer de una para aliviar la presión del sistema en caso de que aumente, tal como lo exige el numeral 5.2.1.4.4, del capítulo 5 de la norma *NFPA 14*.

### 7.1.2 Cuarto de bombas

En el cuarto de bombas se evidenció una serie de inconsistencias de acuerdo a lo establecido por la norma *NFPA 20*<sup>19</sup>, lo cual indica que el sistema actual **NO** está cumpliendo los requerimientos mínimos que establece la norma. A continuación, se describe de forma detallada lo encontrado en esta área:

#### 7.1.2.1 Tubería de succión

- De acuerdo a la *NFPA 20*, el capítulo 5, numeral 5.15.10 se debe contemplar una placa anti-vórtice para que el flujo sea laminar y se evite el fenómeno de la cavitación. En el cuarto actual, **NO** se cuenta con ello.
- La tubería de succión **NO** cuenta con una reducción excéntrica que disminuya la cantidad de aire que entra en la bomba.
- **NO** se evidencian uniones flexibles en la tubería de succión. Incumple con la norma *NFPA 20* del numeral A. 6.3.1 (a).
- La tubería y accesorios son roscados. Para facilidad de mantenimiento e instalación es aconsejable sustituir los accesorios por unos ranurados (ver Figura 7)

---

<sup>19</sup> NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection. *NFPA 20*. Ed. 2016. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2015. 176 p.

Figura 7. Acoplamiento de tubos con uniones ranuradas



Tomado de: *Victaulic: Groover Couplings & Grooved Fittings*

- Se evidencia ausencia de soportes. En caso de accionar la bomba, la tubería podría tener daños irreversibles.
- La Norma *NFPA 20* del numeral A. 6.3.1 (a) contempla una válvula de compuerta O&Y la cual debe estar monitoreada. En el cuarto se evidencia una válvula compuerta de Ø3". Sin embargo, no es listada, **NO** está monitoreada y está deteriorada (Falta de mantenimiento).

#### 7.1.2.2 Tubería de descarga

- **NO** se observa una reducción concéntrica, lo cual incumple con la norma *NFPA 20*, numeral 4.15.6.4 y con las recomendaciones del fabricante de la bomba principal inclusive<sup>20</sup>.
- **NO** se evidencian uniones flexibles en la tubería de succión. Incumple con la norma *NFPA 20* del numeral A. 6.3.1 (a).
- La tubería que sale de la bomba es de Ø2", sin embargo, esta se amplía a Ø4", lo que conlleva a una disminución en la presión.
- La tubería y accesorios son roscados. Para facilidad de mantenimiento e instalación es aconsejable sustituir los accesorios por unos ranurados

<sup>20</sup> HIDROMAC S.A. Catálogo de productos. [Catálogo], Bogotá D.C. 2007, Especificaciones Técnicas. 408p.

- Se evidencia ausencia de soportes, en caso de accionar la bomba, la tubería podría tener daños irreversibles.

### 7.1.2.3 Tubería de retorno

- **NO** existe la tubería de retorno al tanque de almacenamiento y por ende todo lo que debe contemplarse en ella, incumple con la norma *NFPA 20* numeral A. 6.3.1 (a).

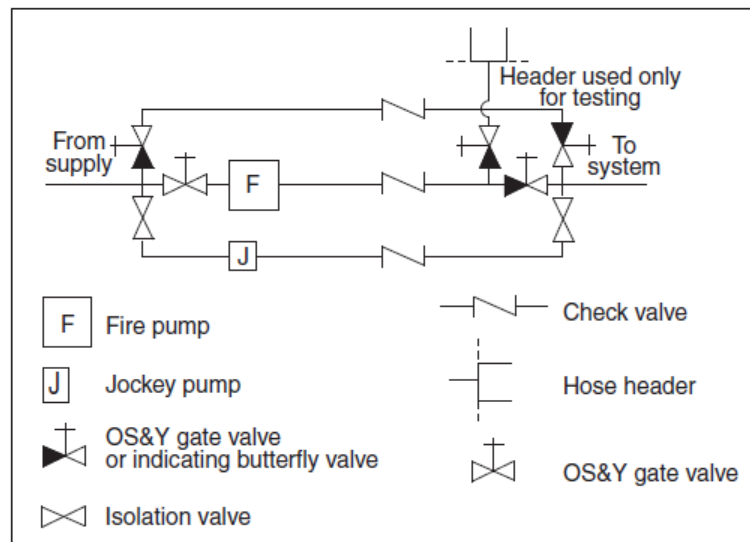
### 7.1.2.4 Tubería del cabezal de pruebas

- **NO** existe la tubería del cabezal de pruebas y por ende todo lo que debe contemplarse en ella, incumple con la norma *NFPA 20* numeral A. 6.3.1 (a).

### 7.1.2.5 Tubería de la bomba jockey

- La tubería de succión de la bomba jockey por norma debe acoplarse con la tubería de succión principal, en el cuarto actual no se presenta, este conecta directamente con el tanque de almacenamiento, lo cual incumple con norma. Ver figura 8.

Figura 8. Diagrama esquemático para la instalación de bombas contra incendios.



Tomado de: Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection. *NFPA 20*

- Para proteger la tubería de Ø1 1/2" se recubrió con una tubería de Ø3". Esto no es necesario. Del mismo modo, los accesorios que debería llevar la tubería no se observan, y la válvula existente requiere limpieza.
- La tubería de descarga de la bomba jockey conecta con la tubería de descarga de la bomba principal. Lo anterior cumple con norma.
- Faltan accesorios y **NO** se evidencia soportería en la tubería de descarga de la bomba jockey de acuerdo a lo estipulado por la NFPA 20.

#### 7.1.2.6 Generalidades

- Tanto la bomba principal como la *jockey* de la red contra incendios, deben estar sobre placas de concreto, y ancladas respectivamente. La bomba principal efectivamente cuenta con dicha placa, sin embargo, la *jockey* comparte la placa con las bombas de la red hidro-sanitaria. Estas deben ser independientes, por tanto, **NO** se cumple con norma *NFPA 20, capítulo 6*.
- La soportería sismo-resistente **NO** se muestra, esta debe estar en la tubería de retorno, la cual no se evidencia de todos modos.
- En general, el cuarto de bombas esta con déficit de soportería, de acuerdo al análisis realizado solamente hay tres soportes de los cuales uno tiene una longitud aproximada de 0,9 metros, esta flectado y está instalado de manera artesanal, el otro está anclado al piso, pero no sostiene el tubo de Ø4" (no cumple su función), y el ultimo es el único que sostiene toda la tubería que va a nivel de techo. Es riesgoso a la hora de accionar el sistema contra incendio, ya que la tubería podría verse seriamente afectada. Ver figura 9.



Figura 9. Tubería del cuarto de bombas



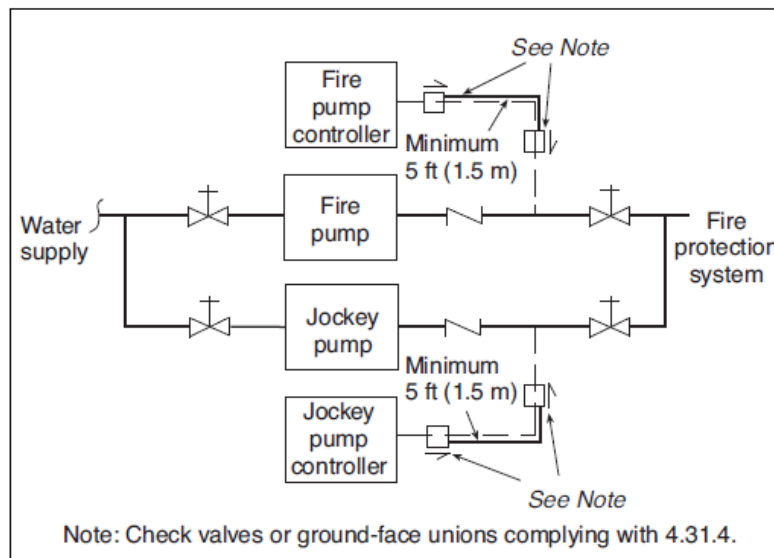
Fuente: Los autores

- Las bombas contra incendios actualmente se encuentran apagadas, lo cual indica que la tubería está seca. De acuerdo a la norma *NPFA 13* capítulo 7 esta tubería debe ser húmeda, lo anterior indica que el cuarto de bombas no es funcional y solamente mediante un accionamiento manual (que tomaría tiempo) permitiría luchar contra un incendio inesperado. Aun así, a la hora de accionar el sistema y puesto que no se encuentra supervisado pueden llegar a generarse fallos en las tuberías con el paso de agua, que sumado a las fugas de la red no garantiza que los gabinetes funcionen cuando tienen que funcionar.



- La norma *NFPA 20*, en el capítulo 4, numeral 4.31 menciona que el cuarto de bombas debe contar con una tubería de medición para el monitoreo de la presión de cada una de las bombas. **NO** se presenta en el cuarto dicha tubería. Ver figura 10.

Figura 10. Conexión tubería línea de medición.



Tomado de: Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection. *NFPA 20*

- La red del sistema contra incendios y la red hidro-sanitaria comparten el mismo tanque de almacenamiento. Esto **NO** cumple con lo establecido por la normativa.
- El cuarto de bombas **NO** está equipado con un sistema de detección.
- **NO** hay un sistema de rociadores automáticos en el cuarto, es de sumo cumplimiento con lo establecido por la norma *NFPA 20* en el numeral 4.13.1.3.
- La bomba *jockey* se apoya sobre una mesa con perfil en "L" con una altura de 20 Cm. Hecha esta salvedad, cuando se accione el sistema, las vibraciones generadas pueden producir que la bomba *jockey* se desestabilice.
- La tubería de descarga tanto de la bomba principal como la *jockey* deben estar a nivel de techo. La tubería actual está a 65 cm del techo y además no se encuentra con los soportes adecuados.

- Las válvulas que están presentes en el cuarto de bombas, no están supervisadas, incumple con lo establecido en la norma *NFPA 72*<sup>21</sup>.
- El ingreso al cuarto de bombas es el adecuado cuando se trata de un cuarto de bombas subterráneo. Sin embargo, la bomba se encuentra cerca de la escalera de acceso, lo cual puede ser riesgoso para el personal de mantenimiento.
- El sistema y los accesorios no están certificados bajo ninguna organización competente en la evaluación y certificación de equipos, materiales o servicios.
- Las bombas y las válvulas **NO** tienen placa de identificación. De acuerdo a lo establecido por la NFPA 13, capítulo 8 estas deben indicar si está permitiendo o no el paso de agua.
- El controlador de las bombas **NO** se encuentra en funcionamiento, esto debido a que las bombas permanecen apagadas.
- El cuarto de bombas **NO** tiene un control en tanto a mantenimiento se refiere. Se evidencia el mal estado de algunos de los elementos que componen el sistema.
- Al ser un cuarto de bombas subterráneo, debe haber un pozo eyector con su respectiva bomba para que drene el cuarto en caso de una posible inundación por las lluvias que se puedan presentar. **NO** se evidencia nada al respecto.
- La conexión eléctrica de la bomba principal **NO** es la indicada. Inclusive es riesgosa ya que tiene una caja con cableado eléctrico expuesta, y puede llegar a presentarse un corto circuito que desencadene en incendio.
- La información<sup>22</sup> suministrada por parte de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas deja en manifiesto (ver tabla 4):

---

<sup>21</sup> NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Nacional Fire Alarm and Signaling Code. NFPA 72. Ed. 2016. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2015. 377 p.

<sup>22</sup> UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS. Ref: SU SOLICITUD EN EL OFICIO 2017 IE7635. Bogotá: División de recursos físicos, 2017. Fol. 1, 2017IE8277

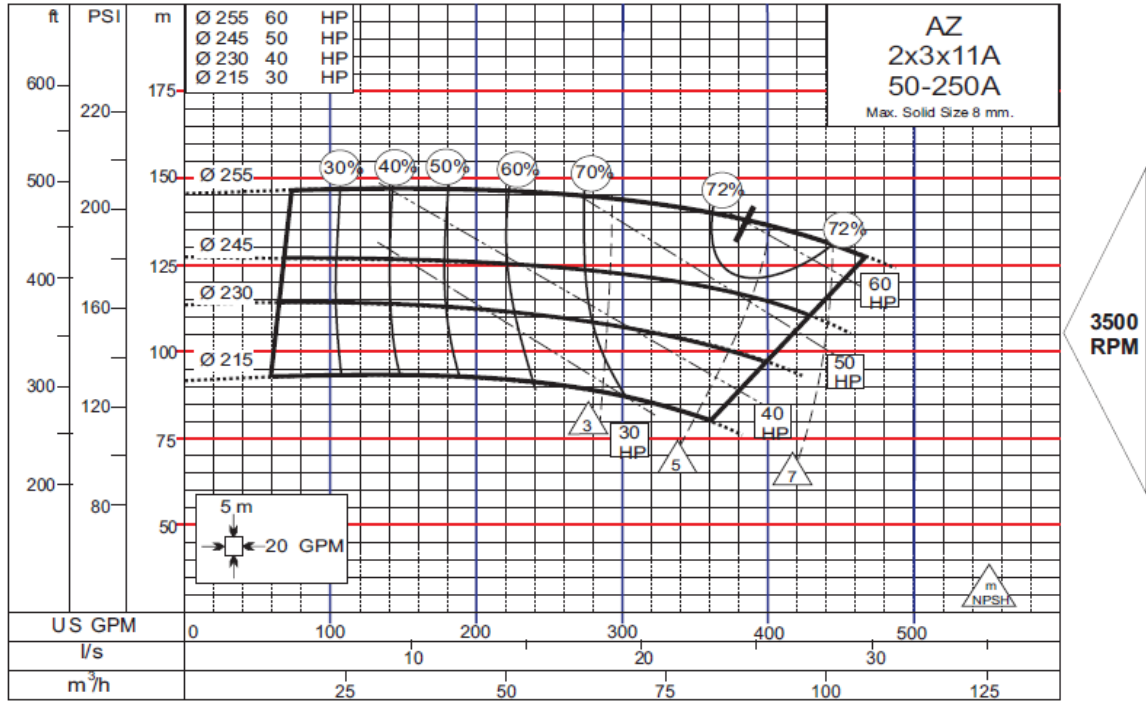
Tabla 4. Datos técnicos de las bombas de la red contra incendio

<b>BOMBA PRINCIPAL</b>	<b>BOMBA JOCKEY</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La bomba principal es de Hidromac AZ-SOPII</li> <li>• caudal: 750 GPM</li> <li>• Revoluciones por minuto: 3560 rpm</li> <li>• Descarga: 2"</li> <li>• Cabeza de la bomba: 150 m</li> <li>• Presión de arranque: 80 PSI</li> <li>• Presión de apagado: 100 PSI</li> <li>• Presión garantizada por el fabricante: 220 PSI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conjunto bomba motor de 2 Hp</li> <li>• Caudal: 10 GPM</li> <li>• Presión de arranque: 90 Psi</li> <li>• Presión de apagado: 180 Psi</li> <li>• El caudal: de 750 GPM</li> <li>• Revoluciones por minuto: 3560 rpm</li> <li>• Descarga: de 2"</li> <li>• Cabeza de la bomba: 150 m</li> <li>• Presión de arranque: 80 PSI</li> <li>• Presión de apagado: 100 PSI</li> </ul>

Tomado de: Catálogo de productos. Hidromac S.A.

La información mostrada en el documento proporcionado por la Universidad Distrital **NO** coincide totalmente con lo que se observa en el cuarto de bombas. El caudal mencionado por el documento entregado es de 750 gpm, no obstante, y de acuerdo a las especificaciones que tiene la placa de identificación de la bomba, la curva señala que el caudal máximo es de 500 gpm. Por otra parte, las revoluciones no coinciden ya que la curva muestra una velocidad angular de 3500 rpm, y del mismo modo la cabeza de la bomba según la curva es de 93 m, mientras que la del documento entregado es de 150m, lo cual indica diferencias significativas en la información. Ver figura 11.

Figura 11. Curva de la bomba 2x3x11A



Tomado de: Catálogo de productos. Hidromac S.A.

Tabla 5. Diámetros mínimos de tubería. Cuarto de bombas

Pump Rating (gpm)	Minimum Pipe Sizes (Nominal) (in.)						
	Suction <sup>a,b,c</sup>	Discharge <sup>a</sup>	Relief Valve	Relief Valve Discharge	Meter Device	Number and Size of Hose Valves	Hose Header Supply
25	1	1	¾	1	1¼	1 — 1½	1
50	1½	1¼	1¼	1½	2	1 — 1½	1½
100	2	2	1½	2	2½	1 — 2½	2½
150	2½	2½	2	2½	3	1 — 2½	2½
200	3	3	2	2½	3	1 — 2½	2½
250	3½	3	2	2½	3½	1 — 2½	3
300	4	4	2½	3½	3½	1 — 2½	3
400	4	4	3	5	4	2 — 2½	4
450	5	5	3	5	4	2 — 2½	4
500	5	5	3	5	5	2 — 2½	4
750	6	6	4	6	5	3 — 2½	6
1000	8	6	4	8	6	4 — 2½	6
1250	8	8	6	8	6	6 — 2½	8
1500	8	8	6	8	8	6 — 2½	8
2000	10	10	6	10	8	6 — 2½	8
2500	10	10	6	10	8	8 — 2½	10
3000	12	12	8	12	8	12 — 2½	10
3500	12	12	8	12	10	12 — 2½	12
4000	14	12	8	14	10	16 — 2½	12
4500	16	14	8	14	10	16 — 2½	12
5000	16	14	8	14	10	20 — 2½	12

Tomado de: Standard for the Installation of Sprinkler Systems. NFPA 13

Adicionalmente, de acuerdo a la norma *NFPA 20* en el capítulo 4, la tabla 4.27 (a) especifica que los diámetros mínimos deben ser de 6" tanto en la succión como en la descarga. **NO** cumplen con lo establecido por normativas de la NFPA. Ver Tabla 5.

Ahora bien, la bomba principal que se encuentra en la Facultad tecnológica, es de la serie AZ 340 lo cual indica que son bombas tipo *end suction* (Ver figura 12. Lado derecho) que son de uso para servicios generales, condensado, sistema de enfriamiento y presión. Por el contrario, al momento de la selección se tuvo que haber empleado una bomba específicamente diseñada para sistemas contra incendio; se pudo haber empleado la serie 400 (Ver figura 12. Lado izquierdo) del mismo fabricante. Sin embargo, hay que tener presente que la placa de la bomba indica que es de la serie 900, que de acuerdo al fabricante está diseñada para aguas negras. Dicho lo anterior, se observa que la información entregada por la Universidad **NO** coincide en lo referente al cuarto de bombas.

Figura 12. Comparativo de bombas



Fuente: Catálogo de productos. Malmédi-Hidromac S.A y autores

\* Nota: Revisar **ANEXO A. Registro Fotográfico del cuarto de bombas.**

### 7.1.3 Tanque de almacenamiento

- El tanque cuenta con un nivel con claraboya. Sin embargo, es recomendable que este sea supervisado por un módulo de monitoreo. Ver figura 13.

Figura 13. Llenado tanque de almacenamiento



Fuente: Los autores

- El tanque de almacenamiento, está compartido por la red de gabinetes y la red hidro-sanitaria de la Universidad.

#### 7.1.4 Extintores

De acuerdo a lo indicado por la norma NSR-10, a la Facultad Tecnológica le corresponde la clasificación de Categoría II según se define en el numeral J.3.3.1.2, que engloba a los centros educativos. Dicha categoría, representa construcciones con **riesgo intermedio** de pérdida de vidas o amenaza de combustión. Por otra parte, el numeral J.4.3.4.3 de la *NSR-10* es el encargado de reglamentar los requerimientos de instalación, selección y ubicación de extintores para grupos de ocupación institucionales así:

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

Como se mencionó anteriormente, la *NTC 2885*<sup>23</sup> es una norma adaptada de la *NFPA 10*<sup>24</sup> y es idéntica en contenido a su homóloga americana, por lo que a final de cuentas el diagnóstico de los extintores se resume a lo estipulado por la *NFPA 10*.

Ahora bien, para seleccionar el agente extintor más adecuado se requieren identificar las zonas y los tipos de fuego al que están sometidas. El numeral 5.2 de la *NFPA 10* edición 2013 así:

**5.2.1 Class A Fires.** *Class A fires are fires in ordinary combustible materials, such as wood, cloth, paper, rubber, and many plastics.*

**5.2.2 Class B Fires.** *Class B fires are fires in flammable liquids, combustible liquids, petroleum greases, tars, oils, oil-based paints, solvents, lacquers, alcohols, and flammable gases.*

**5.2.3 Class C Fires.** *Class C fires are fires that involve energized electrical equipment.*

**5.2.4 Class D Fires.** *Class D fires are fires in combustible metals, such as magnesium, titanium, zirconium, sodium, lithium, and potassium.*

**5.2.5 Class K Fires.** *Class K fires are fires in cooking appliances that involve combustible cooking media (vegetable or animal oils and fats).*

Una inspección visual evidenció que en la facultad se presentan los tipos de incendio A, B, C, y K.

Adicionalmente, la *NFPA 10* da requerimientos para la ubicación de los extintores y el área máxima que pueden cubrir. Para ello, designan tipos de riesgos de ocupación definidos como *leve*, *ordinario*, y *extra* que se asignan de acuerdo a la cantidad de líquidos combustibles presentes en el área a proteger y cuya definición puede consultarse en los numerales 5.4.1.1, 5.4.1.2 y 5.4.1.3 de la norma. Además, deben respetarse los requerimientos mínimos respectivos a la clasificación mínima del agente extintor según se define en el numeral 5.3.1.1. Para el caso de los tipos de incendio A y B los extintores deberían estar situados de manera tal que no excedan las distancias señaladas ni la clasificación de efectividad contra el incendio. Las tablas 6.2.1.1 y 6.3.1.1, que se muestran a continuación corroboran lo antes mencionado:

---

<sup>23</sup> INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Norma Técnica Colombiana: Extintores de fuego portátiles. NTC 2885. Bogotá D.C.: El Instituto, 2009. 132 p.

<sup>24</sup> NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Standard for Portable Fire Extinguishers. NFPA 10. Ed. 2013. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2012. 84 p.

Tabla 6. Tablas de tamaño, localización y clasificación mínima de extintores para riesgos de incendio A y B.

Table 6.2.1.1 Fire Extinguisher Size and Placement for Class A Hazards

Criteria	Light Hazard Occupancy	Ordinary Hazard Occupancy	Extra Hazard Occupancy
Minimum rated single extinguisher	2-A	2-A	4-A
Maximum floor area per unit of A	3000 ft <sup>2</sup>	1500 ft <sup>2</sup>	1000 ft <sup>2</sup>
Maximum floor area for extinguisher	11,250 ft <sup>2</sup>	11,250 ft <sup>2</sup>	11,250 ft <sup>2</sup>
Maximum travel distance to extinguisher	75 ft	75 ft	75 ft

Table 6.3.1.1 Fire Extinguisher Size and Placement for Class B Hazards

Type of Hazard	Basic Minimum Extinguisher Rating	Maximum Travel Distance to Extinguishers	
		ft	m
Light	5-B	30	9.14
	10-B	50	15.25
Ordinary	10-B	30	9.14
	20-B	50	15.25
Extra	40-B	30	9.14
	80-B	50	15.25

Tomado de *NFPA 10: Standard for Portable Fire Extinguishers*. Ed. 2013

Considerando todos estos criterios, se ha realizado un cuadro comparativo entre agentes extintores, de manera que pueda observarse el tipo de extintores actualmente instalado y los extintores que deberían ir en su lugar. El día 24 de marzo de 2017 la Facultad suministró un listado con el tipo y cantidad de extintores instalados en el plantel. Dicha información junto con los requerimientos de la *NFPA 10* se han empleado para seleccionar los tipos de incendio y establecer agentes de extinción recomendados, información que ha quedado ilustrada en la tabla 7 (de manera explicativa) y que puede encontrarse en su totalidad en el anexo 2:

Tabla 7. Comparativo: tipo de extintor instalado y recomendado para la Facultad. (Ver **ANEXO B: Comparativo de Extintores** para revisar la tabla completa)

EDIFICIO	PISO	ÁREA ACTUAL DE COBERTURA DEL EXTINTOR	CANTIDAD DE EXTINTORES	RIESGO IDENTIFICADO		AGENTE EXTINTOR ACTUAL	AGENTE EXTINTOR RECOMENDADO
				OCUPACIÓN	INCENDIO		
Coliseo	1-2	Área de eventos, gradas, baños y zona de calentamiento	2	Ligero	A	Polvo químico seco ABC (Multipropósito)	Polvo químico seco ABC / Agua a Presión

Fuente: Los autores\*



\* La tabla 7 aquí mostrada simplemente se emplea para fines explicativos respecto de la ubicación y el significado de las celdas que le componen. Para revisar el comparativo completo de extintores de la Facultad Tecnológica remitirse al ANEXO B. <sup>25</sup> Ver nota al pie

En el ANEXO B se han añadido 2 nuevos tipos de agentes de extinción como recomendados: extintor para fuegos clase K y agua niebla o rocío de agua para incendios tipo A y C. La *NFPA 10* especifica que las áreas destinadas a ser usadas como cocinas y que contengan elementos combustibles requieren de extintores específicamente diseñados para sofocar incendios clase K. Adicional a esto, en los casos donde aplica, por motivos ambientales se propone reemplazar los extintores de agente limpio HCFC 123 que actualmente apagan fuegos A y C.

Así mismo, la *NFPA 10* en su anexo A.5.4.2.2 **previene el uso de un extintor que no sea del tipo apropiado para el riesgo de incendio ya que el usuario que lo manipule puede ponerse en peligro, así como a la propiedad que pretende proteger.**

Por otra parte, una inspección visual muestra algunos puntos que se deben tener en cuenta respecto al mantenimiento y consideración de algunos extintores. En la figura 14 se deja en manifiesto lo encontrado durante dicha observación:

- Imagen superior izquierda: Algunos gabinetes como el que se evidencia en el del pasillo de entrada frente al Bloque 1 presentan daños en la estructura del gabinete.
- Imagen superior derecha: 2 gabinetes contra incendio no cuentan con extintores. Estos son, el gabinete 1 y el gabinete 5 (ver tabla 3).
- Imagen inferior derecha: Obstrucción al acceso del gabinete del extintor que en caso de una emergencia evitaría acceder fácilmente hacia este. (Ubicación: cafetería).
- Imagen inferior izquierda: Extintor con problemas de oxidación y una abolladura en la parte inferior. (Ubicación: gabinete No. 2 frente al coliseo).

---

<sup>25</sup> No se ha considerado dentro de este trabajo la localización, ubicación y el número mínimo de extintores requerido por la *NFPA 10*-Ed. 2013. El alcance de este documento se limita a sugerir los agentes extintores más adecuados para cada zona, conservando la ubicación actual.

Figura 14. Novedades de la inspección visual de los extintores



Fuente: Los autores

#### 7.1.4.1 Recomendaciones de instalación

El cuadro comparativo de la tabla 7 mostrado anteriormente enuncia únicamente información sobre el agente extintor que debe emplearse realmente en cada área. Sin embargo, la *NFPA 10* estipula requerimientos mínimos adicionales para el posicionamiento de los extintores. A continuación, se presentan puntos clave que define la norma en cuestión, y que aún no se han considerado dentro de este apartado:

- La *NFPA 10* exige que los extintores **deben** ser listados de acuerdo al capítulo 4. Eso significa que deben estar certificados por una organización

competente la cual garantice que estos extintores cumplen con la función para la que fueron diseñados.

- Los extintores deben estar debidamente rotulados en disposición al numeral 4.2 de la norma *NFPA 10*.
- Los extintores para sofocar incendios Clase A o Clase B deben tener rotulado un número de denominación que indique su efectividad relativa a la extinción de incendios.
- Se recomienda seguir los principios de selección de extintores de acuerdo a los criterios del *anexo C.1* de la norma.
- Actualmente la Facultad dispone de extintores con agente limpio HCFC 123 (Solkaflam 123). Aunque este agente extintor es eficiente a la hora de apagar incendios que involucren computadores, equipos electrónicos y eléctricos, es un hidroc fluorocarburo y actúa como un potente gas de efecto invernadero. En su lugar se recomiendan, una vez realizada una evaluación previa extintores de dióxido de carbono o *water mist*/rocío de agua.
- **NO** se recomienda el uso de agente extintor CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) para lugares encerrados de tamaño reducido ya que el CO<sub>2</sub> reduce la cantidad de oxígeno necesaria para la seguridad de la vida. De igual manera en exteriores, este agente extintor no se recomienda, puesto que, de acuerdo al *anexo C.3.4* de la *NFPA 10* la descarga de CO<sub>2</sub> tiene un alcance relativamente corto de entre 1 a 2,4 m y que puede disiparse rápidamente con las corrientes de viento e impedir la extinción del fuego.
- El acceso a los extintores debe mantenerse libre en todo momento, por ningún motivo debe obstaculizarse.
- El numeral 6.1.3.8.1 de la *NFPA 10* enuncia que los extintores con capacidad menor a 10 lb y 20 lb (como los instalados en la Universidad) deben estar a una altura tal, que la parte superior del extintor no se encuentre a más de 1.53 m del suelo. Se sugiere por tanto respetar esta indicación.
- El listado de extintores proporcionado por la Universidad Distrital no da información sobre el uso de extintores en los laboratorios de motores, robótica y CNC. Se recomienda emplear en todo caso, extintores para riesgo B en el laboratorio de motores como CO<sub>2</sub> o polvo químico seco. Para los laboratorios de CNC, y robótica se recomienda uno de tipo *water mist*/rocío de agua o dióxido de carbono.

- Todos los gabinetes contra incendio deberían portar extintores de polvo químico seco multipropósito para suplir incendios A, B y C.

## 7.2 PARÁMETROS DE LAS AREAS A PROTEGER

Dentro de este apartado, se mostrarán las áreas a proteger con una red de rociadores automáticos, red de gabinetes e hidrantes y/o supresión focalizada con agente limpio basándose en los requerimientos mínimos exigidos por la NSR-10, título J, mismo estándar que se apoya sobre las normas NTC2301<sup>26</sup> (Norma Técnica colombiana para la instalación de sistemas de rociadores) y *NFPA 13*, tal como lo estipula el numeral J.4.3.4.1 de la NSR-10:

***J.4.3.4-1 – Rociadores automáticos.** Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación I (Institucional) debe estar protegida por un sistema, aprobado y eléctricamente supervisado de rociadores automáticos de acuerdo con la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificios, NTC2301 y con la norma para Instalación de Sistemas de Rociadores, NFPA 13, así:(...)*

No obstante, la NTC2301 es una adaptación idéntica de la NFPA 13, por lo que definitivamente será esta última la norma que determinará los parámetros y requisitos mínimos a tener en cuenta para el diseño de la red contra incendios.

### 7.2.1 Delimitación del diseño de la red contra incendios

Los niveles del plantel educativo que serán protegidos han sido seleccionados en base al número de personas que se albergan en su interior, al riesgo de incendio y a su tipo de almacenamiento, tal como se presentará más adelante. Para esta protección se han escogido sistema de rociadores automáticos, y en menor medida un sistema de supresión, gabinetes e hidrantes los cuales han sido diseñados bajo la norma **NFPA 13 – Capítulo 5 al 11**.

Sin embargo, algunas áreas como las aulas de clase, sala de profesores (bloque 13), bloque 6, gimnasio (Bloque 10), taller de mecánica, taller de soldadura, taller

---

<sup>26</sup> INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Norma Técnica Colombiana: Norma para la instalación de sistemas de rociadores. NTC 2301. Bogotá D.C.: El Instituto, 2011. 721 p.

de materiales se excluyeron para hacer el diseño de la protección contra incendios con un sistema de rociadores automáticos debido a su riesgo de combustibilidad, tipo de almacenamiento, a la facilidad que ofrecen los extintores para sofocar incendios en este tipo de zonas y a las alturas mínimas requeridas para instalar este tipo de sistemas. Por el contrario, estas áreas estarán protegidas por un sistema de gabinetes y/o hidrantes de activación manual.

Para la identificación de cada área dependiendo del riesgo, en este proyecto se debe tener en cuenta:

- La descripción de las áreas se hará de manera general por cada bloque haciendo énfasis en las zonas de mayor riesgo de incendio.
- La clasificación de las ocupaciones y la asignación de los riesgos de incendio se explicará a detalle únicamente en las áreas con mayor tamaño y facilidad de hacer combustión de cada piso, así mismo se pondrá en consideración este criterio para el respectivo cálculo hidráulico. (Ver sección 7.3)
- El alcance del diseño se limita a la selección de las bombas hidráulicas y las dimensiones del tanque de agua. Por tal razón, **NO** se hará el plano del cuarto de bombas.
- El diseño se trabajará con los planos arquitectónicos suministrados por la división de Planeación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- En cada bloque se anexará una tabla con información del área total que se ha de proteger y el riesgo de incendio asignado.

### 7.2.2 Base normativa para el diseño

Los siguientes códigos se han empleado para el diseño del sistema de extinción:

- **NSR-10** Reglamento colombiano de construcción sismo resistente
- **NFPA 1** Fire Code<sup>27</sup>.
- **NFPA 13** Standard for the Installation of Sprinkler Systems.
- **NFPA 14** Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems.
- **NFPA 20** Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection.
- **NFPA 30** Flammable and Combustible Liquids Code<sup>28</sup>.
- **NFPA 75** Standard for the Fire Protection of Information Technology Equipment<sup>29</sup>.

---

<sup>27</sup> NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Fire Code. NFPA 1. Ed. 2015. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2014. 738 p.

<sup>28</sup> NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Flammable and Combustible Liquids Code. NFPA 30. Ed. 2015. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2014. 169 p.

<sup>29</sup> NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Standard for the Fire Protection of Information Technology Equipment. NFPA 75. Ed. 2017. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2016. 40 p.

- **NFPA 37** Standard for the Installation and Use of Stationary Combustion Engines and Gas Turbines<sup>30</sup> .
- **NFPA 2001** Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems<sup>31</sup>.

### 7.2.3 Áreas a proteger según riesgo

De acuerdo a la norma *NFPA 13* en el capítulo 5. “Clasificación de las ocupaciones y mercancías” los numerales 5.2, 5.3 y 5.4 respectivamente definen las ocupaciones de riesgo ligero, ordinario y extra de la siguiente manera:

**Ocupaciones de Riesgo Ligero:** *Las ocupaciones de riesgo ligero deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y/o combustibilidad de los contenidos es baja, y se esperan incendios con bajos índices de liberación de calor.*

**Riesgo Ordinario (Grupo 1).** *Las ocupaciones de riesgo ordinario (Grupo 1) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es moderada, las pilas de almacenamiento de combustibles no superan los 8 pies (2,4 m), y se esperan incendios con un Índice de liberación de calor moderado.*

**Riesgo Ordinario (Grupo 2).** *Las ocupaciones de riesgo ordinario (Grupo 2) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es de moderada a alta, donde las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor moderado no superan los 12 pies (3,66 m), y las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor elevado no superan los 8 pies (2,4 m).*

**Ocupaciones de Riesgo Extra (Grupo 1).** *Las ocupaciones de riesgo extra (Grupo 1) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos son muy altas y hay presentes polvos, pelusas u otros materiales, que introducen la probabilidad de incendios que se desarrollan rápidamente con elevados índices de liberación de calor, pero con poco o ningún líquido inflamable o combustible.*

**Ocupaciones de Riesgo Extra (Grupo 2).** *Las ocupaciones de riesgo extra (Grupo 2) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones*

---

<sup>30</sup> NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Standard for the Installation and Use of Stationary Combustion Engines and Gas Turbines. NFPA 37. Ed. 2015. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2014. 37 p.

<sup>31</sup> NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems. NFPA 2001. Ed. 2015. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2014. 132 p.

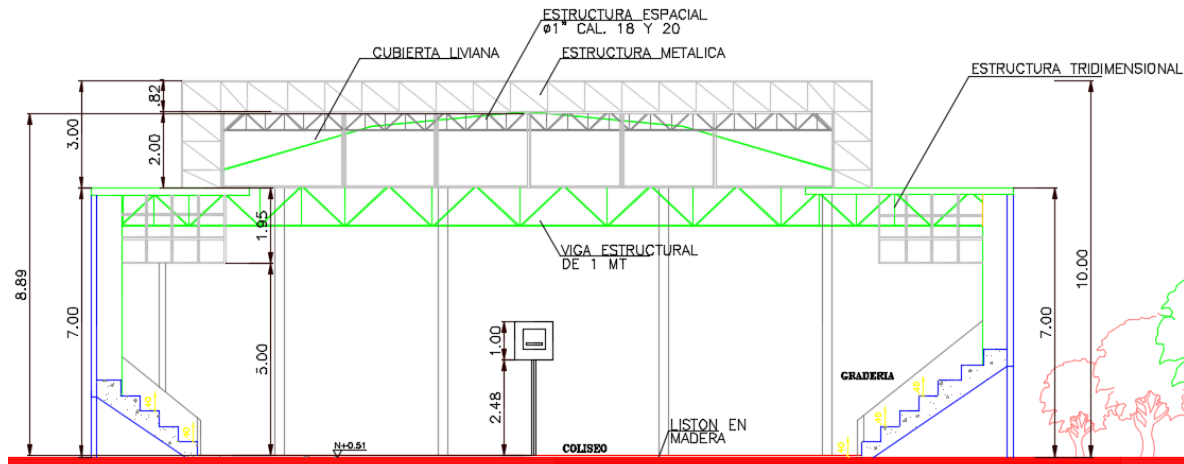
*con cantidades desde moderadas hasta considerables de líquidos inflamables o combustibles, u ocupaciones donde el escudado de los combustibles es extenso.*

Como se mencionó anteriormente, la norma *NFPA 13* clasifica los riesgos de ocupación de acuerdo a su índice de combustibilidad y será este el criterio que se empleará para clasificar las áreas a proteger. A continuación, se muestra la descripción de estos espacios.

#### 7.2.3.1 Coliseo

- El coliseo consta de un habitáculo principal destinado para llevar a cabo eventos deportivos y reuniones con una altura de hasta 9 m (ver figura 15).
- El cielo raso está compuesto por una cubierta en polímero transparente que forma un arco a dos aguas, por lo que será esta la forma que tendrá la red de rociadores, Se adoptarán boquillas de descarga en orientación montante (up-right por sus siglas en inglés)
- La cubierta del lugar es sostenida por una estructura metálica (cerchas) desde la que es posible sostener soportes tipo pera para colgar las tuberías.
- El suelo está compuesto por listones de madera que a menudo se protegen con placas de caucho.
- En la parte posterior de la construcción pueden encontrarse dos niveles: el primero en la parte inferior se encuentra destinado actualmente para la preparación y calentamiento físico de los participantes de los eventos. El segundo contiene baños, un pasillo de acceso y cuartos normalmente deshabitados. El cielo raso del segundo nivel está recubierto por drywall por lo que se plantea la instalación de rociadores colgantes (pendent por sus siglas en inglés).
- Para el riesgo de incendio ver tabla 8.

Figura 15. Corte transversal del coliseo: Medición de alturas



Tomado de: Oficina de Planeación Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Tabla 8. Riesgo de incendio bloque 1

BLOQUE	ÁREA A PROTEGER	ÁREA A PROTEGER CON ROCIADORES (FT <sup>2</sup> )	RIESGO DE INCENDIO
1	Coliseo	8084	Riesgo Ligero
	Coliseo (zona de calentamiento)	797	

Fuente: Los autores

### 7.2.3.2 Bloque 4

El primer piso del bloque 4 (ver tabla 9) consta de diferentes recintos: se encuentra un laboratorio de ensayos de materiales con riesgo de combustión moderado, un laboratorio de motores a combustible fósil y uno destinado a almacenar equipos y máquinas que funcionan a diferentes temperaturas. También se encuentran espacios que se usan para almacenar máquinas eléctricas, de robótica, prototipado y CAM (manufactura asistida por computadora). Como puntos importantes a considerar en el diseño se considera lo siguiente:

- El laboratorio de motores de combustión interna representa al menos durante la inspección visual el lugar con mayor riesgo en cuanto a combustión se refiere.



- Los laboratorios de robótica, prototipado y CAM se protegerán con sistemas de rociadores automáticos en disposición por lo señalado en los numerales 8.1.1 y 8.1.1.1 de la NFPA 75, que es el código que aplica a la protección de equipamiento electrónico de este tipo así:

*8.1.1 Information technology equipment rooms and information technology equipment areas located in a sprinklered building shall be provided with an automatic sprinkler System*

*8.1.1.1 Information technology equipment rooms and information technology equipment areas located in a nonsprinklered building shall be provided with an automatic sprinkler system, a gaseous clean agent extinguishing system, or both.*

- El cielo raso se encuentra libre de obstrucciones. Aun así, se consideran rociadores colgantes en caso de que se instale drywall en el futuro.

El segundo piso del bloque 4 consta de: un laboratorio de hidráulica, uno de neumática, una sala de software especializado y un cuarto destinado al ensayo de materiales y metalografía. Se consideran dentro de este nivel lo siguientes parámetros:

- Los numerales 8.1.1 y 8.1.1.1 de la NFPA 75 permiten la protección con agua pulverizada a través de rociadores automáticos en instalaciones como la sala de software especializado.
- El lugar que representa mayor relación de tamaño-riesgo de incendio es la sala de software especializado, seguido del laboratorio de hidráulica.

El tercer, cuarto y quinto nivel del bloque 4 contienen únicamente recintos como laboratorios de electrónica, aulas y salas de cómputo. Se consideran los siguientes aspectos:

- Las salas de cómputo se protegen considerando los mismos criterios aplicables al segundo piso.
- El cielo raso se encuentra libre de obstrucciones. Se consideran entonces rociadores colgantes que pueden emplearse donde haya drywall.

Tabla 9. Riesgo de incendio bloque 4 (Primer a quinto a piso)

<b>BLOQUE</b>	<b>ÁREA A PROTEGER</b>	<b>ÁREA A PROTEGER CON ROCIADORES (FT2)</b>	<b>RIESGO DE INCENDIO</b>
4 (Primer piso)	Laboratorio de Resistencia de Materiales	344.5	Riesgo Ordinario Grupo II
	Depósito de materiales	105	Riesgo Ordinario Grupo I
	Oficina taller	104.5	Riesgo Ligero
	Laboratorio de Motores y combustión interna	105	Riesgo Ordinario Grupo II
	Laboratorio de Ciencias Termicas	1069	Riesgo Ordinario Grupo II
	Laboratorio de CNC y Robótica	575.9	Riesgo Ordinario Grupo II
	Sala de profesores	230	Riesgo Ligero
4 (Segundo piso)	Laboratorio de Neumática	527.5	Riesgo Ordinario Grupo I
	Laboratorio de Hidráulica	527.5	Riesgo Ordinario Grupo II
	Oficina laboratorio neumática e hidráulica	141.5	Riesgo Ligero
	Oficina profesores 13	88.6	Riesgo Ligero
	Oficina profesores 14	88.6	Riesgo Ligero
	Sala de software especializado	447	Riesgo Ordinario Grupo I
	Laboratorio de metalografía	229.3	Riesgo Ligero
4 (Tercer piso)	Oficina laboratorios	108.5	Riesgo Ligero
	Grupo de investigación ARMOS	126.5	Riesgo Ordinario Grupo I
	Laboratorio de software aplicado 1	403.7	Riesgo Ordinario Grupo I
	Laboratorio de software aplicado 2	398.9	Riesgo Ordinario Grupo I
	Laboratorio aplicado de instalaciones eléctricas e iluminación	489.8	Riesgo Ordinario Grupo I
	Bodega 16	87.95	Riesgo Ordinario Grupo I

(Continúa en la siguiente página)

<b>BLOQUE</b>	<b>ÁREA A PROTEGER</b>	<b>ÁREA A PROTEGER CON ROCIADORES (FT2)</b>	<b>RIESGO DE INCENDIO</b>
4 (Tercer piso)	Sala L-1	90.53	Riesgo Ordinario Grupo I
	Sala L-2	90.53	Riesgo Ordinario Grupo I
	Sala L-3	70.94	Riesgo Ordinario Grupo I
	Sala de Juntas	256.72	Riesgo Ligero
4 (Cuarto piso)	Laboratorio prácticas libres	429.3	Riesgo Ordinario Grupo I
	Laboratorio análogo	523.9	Riesgo Ordinario Grupo I
	Laboratorio básico	462	Riesgo Ordinario Grupo I
	Laboratorio digital	508.9	Riesgo Ordinario Grupo I
	Laboratorio especializado control y comunicaciones	331.6	Riesgo Ordinario Grupo I
	Atención al público laboratorios	323.4	Riesgo Ligero
	Oficina coordinación laboratorios	232.3	Riesgo Ordinario Grupo II
4 (Quinto piso)	Oficina Coordinador aulas software	75.6	Riesgo Ligero
	Aula Software especializado Electrónica 1	508.4	Riesgo Ordinario Grupo I
	Aula Software especializado Electrónica 2	252.85	Riesgo Ordinario Grupo I

Fuente: Los autores

### 7.2.3.3 Bloque 5

El bloque 5 (ver tabla 10) contiene ocupaciones de acuerdo a lo mencionado por la *NFPA 1* de tipo educacional. Se compone en total de 3 plantas: la primera contiene en su interior laboratorios destinados para el aprendizaje en construcciones civiles, el segundo está compuesto por un laboratorio de física y química, aulas de clase y una sala de cómputo mientras que en el nivel superior (piso 3) se encuentran laboratorios de automatización y robótica además de 2 salas de cómputo. Las

siguientes son las disposiciones y parámetros a considerar dentro del diseño en el bloque 5:

- El primer piso contiene laboratorios con diferentes riesgos de combustión. El riesgo más crítico se atribuye al laboratorio de alta tensión, que sin embargo mantiene los equipos eléctricos apagados la mayor parte del tiempo.
- El mayor riesgo considerado para el primer nivel corresponde a la bodega de almacenamiento de materiales de Ingeniería Civil. Para éste ítem fue necesario apoyarse de la *NFPA 30*. Dentro del lugar se acopia aceite hidráulico, acelerante para concreto, alcohol bencílico, fenolftaleina etanólica, impermeabilizante para morteros, e hidróxido de sodio. Todos estos líquidos fueron validados con sus respectivas hojas de seguridad de modo que se comprobó que el agua pulverizada no reacciona al contacto con ellos al momento del incendio, sino que por el contrario cuenta con las propiedades suficientes para extinguir un incendio causado por cualquiera de los fluidos mencionados. Por este motivo se contempla la instalación de rociadores automáticos.

El edificio también cuenta con un mezzanine con suelo en madera y que cuenta con un único pasillo de evacuación. Se protegerá con rociadores colgantes.

Respecto al segundo piso:

- Todas las salas de cómputo se protegerán con rociadores automáticos en disposición a los numerales 8.1.1 y 8.1.1.1 de la *NFPA 75*.
- El segundo piso no tiene obstrucciones en el cielo raso.
- En el laboratorio de física se planea la instalación de rociadores automáticos. De acuerdo a la *NFPA 75* el agua pulverizada puede emplearse sobre equipamiento eléctrico.
- En el laboratorio de química se hacen ensayos y se imparten clases a los estudiantes. Los elementos químicos se almacenan en mesones de concreto ubicados cerca de las ventanas. Entre los químicos con mayor grado de inflamabilidad se incluyen el alcohol etílico, ácido fluorhídrico, y óxido de magnesio. Estos elementos se almacenan en pequeñas cantidades (no más

de 1 litro) y un incendio producido por ellos puede extinguirse con agua pulverizada.

- Todos los elementos del laboratorio de química se encuentran distribuidos de manera que los que sean reactivos entre sí se mantengan alejados. No obstante, se recomienda identificar todos los elementos de acuerdo a su inflamabilidad, reactividad e impacto en la salud en disposición a lo estipulado por la norma NFPA 704<sup>32</sup>.

El tercer piso contiene aulas de cómputo y laboratorios de robótica y automatización con cielo raso cubierto por *drywall*. Actualmente hay obstrucciones menores en el techo de estas áreas debido a la presencia cableado eléctrico.

Tabla 10. Riesgo de incendio bloque 5 (Primer a tercer piso)

<b>BLOQUE</b>	<b>ÁREA A PROTEGER</b>	<b>ÁREA A PROTEGER CON ROCIADORES (FT2)</b>	<b>RIESGO DE INCENDIO</b>
5 (Primer piso)	Laboratorio de Hidráulica 16	580	Riesgo Ordinario Grupo II
	Almacén de topografía	198	Riesgo Ordinario Grupo II
	Laboratorio de estructuras	501	Riesgo Ordinario Grupo II
	Papelería laboratorio decanatura	43,3	Riesgo Ligero
	Laboratorio especializado de alta tensión y ensayos termoelectricos	836	Riesgo Ordinario Grupo I
	Laboratorio de suelos y pavimentos	908	Riesgo Ordinario Grupo II
	Almacenamiento de materiales e Ing. Civil	249	Riesgo Ordinario Grupo II
	Cuarto de mantenimiento	257,6	Riesgo Ordinario Grupo I
	Bodega almacén topografía 5	207	Riesgo Ordinario Grupo I

(Continúa en la siguiente página)

<sup>32</sup> NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response. NFPA 704. Ed. 2017. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2016. 37 p.

<b>BLOQUE</b>	<b>ÁREA A PROTEGER</b>	<b>ÁREA A PROTEGER CON ROCIADORES (FT2)</b>	<b>RIESGO DE INCENDIO</b>
5 (Mezzanine)	Salón 105	524,5	Riesgo Ligero
	Aula de software aplicado Ing. Civil	422,4	Riesgo Ordinario Grupo I
	Sala de profesores Ing. Civil	199	Riesgo Ligero
	Bodega almacén de topografía	140	Riesgo Ordinario Grupo I
5 (Segundo piso)	Laboratorio de física, electromecánica y termodinámica	874	Riesgo Ordinario Grupo I
	Laboratorio de química básica	1010,6	Riesgo Ordinario Grupo II
	Aula de cómputo	520,5	Riesgo Ordinario Grupo I
5 (Tercer piso)	Sala de Software	520,5	Riesgo Ordinario Grupo I
	Laboratorio HAS200	1013,7	Riesgo Ordinario Grupo I
	Laboratorio FMS200	492	Riesgo Ordinario Grupo I

Fuente: Los autores

#### 7.2.3.4 Bloque 7-8

Un solo edificio compone los bloques 7 y 8 (ver tabla 11). Actualmente se emplea para uso de la biblioteca de la Facultad. Se consideran los siguientes parámetros:

- El primer piso contiene cuartos que almacenan estantes de libros y multimedia de trabajos de grado terminados. Se contempla el diseño de una red contra incendio a base de gas (agente limpio) para impedir que la extinción de una conflagración dentro del lugar dañe este material como sucedería al apagar un incendio con agua a chorro o con rociadores.
- En el primer piso también puede encontrarse computadores y oficinas sin delimitación, es decir que no se encuentran separadas por cubículos o

paredes y que representan áreas mixtas por cuanto combinan oficinas y estantes de libros en un mismo lugar.

- El primer y segundo piso contienen salas de estudio con mesas de madera con estructuras de soporte en metal. El segundo piso además incluye drywall y cuenta con salas de visualización de material audiovisual, escritorios con computadores separados entre sí por ventanillas y un cubículo.

Tabla 11. Riesgo de incendio bloque 7-8 (Primer y segundo piso)

<b>BLOQUE</b>	<b>ÁREA A PROTEGER</b>	<b>ÁREA A PROTEGER CON ROCIADORES (FT<sup>2</sup>)</b>	<b>RIESGO DE INCENDIO</b>
7-8 (Primer piso)	Sala de estudio	663,3	Riesgo Ligero
	Colección general	860	RIESGO ESPECIAL
	Depósito	156	Riesgo Ordinario Grupo I
7-8 (Segundo piso)	Sála de lectura 01	1044,1	Riesgo Ligero
	Computadores 02	449	Riesgo Ordinario Grupo I
	Sala de trabajo	207	Riesgo Ligero
	Sala de video	205	Riesgo Ligero

Fuente: Los autores

### 7.2.3.5 Bloque 10

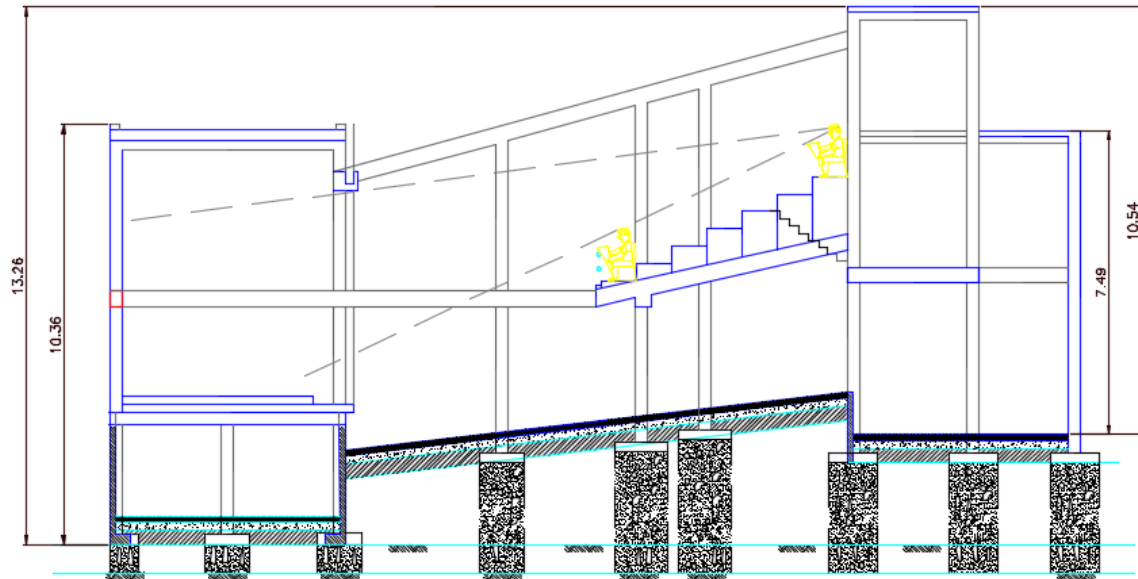
Este edificio se emplea como auditorio de la facultad (ver tabla 12). Posee un anfiteatro para la celebración de reuniones y varios materiales que son combustibles del fuego. Se consideran los siguientes parámetros para el diseño:

- El anfiteatro está compuesto por un salón principal que en la parte más baja tiene aproximadamente 7 m de alto y en la más alta 10.2 m por lo que el cielo raso forma un techo a un agua con una inclinación de 15 ° (ver figura 16). Contiene un telón en tela desplegado la mayor parte del tiempo que descansa sobre una planta baja recubierta en listones de madera y que se usa para almacenar elementos de utilería.
- El techo del primer piso que se encuentra por debajo de las gradas del segundo piso, está compuesto por casetones (vigas y viguetas cruzadas entre sí) por lo que representa una obstrucción para el paso de tuberías.

Además, el techo inclinado en el salón de eventos está sostenido por estructuras metálicas no espaciadas a más de 0.8 m entre sí. Para evitar estos obstáculos se instalarán rociadores colgantes en todo el auditorio.

- Todos los asientos, el suelo y las escaleras del segundo piso están recubiertos por un material textil.

Figura 16. Corte transversal del coliseo: Medición de alturas



Tomado de: Oficina de Planeación Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Tabla 12. Riesgo de incendio bloque 10

<b>BLOQUE</b>	<b>ÁREA A PROTEGER</b>	<b>ÁREA A PROTEGER CON ROCIADORES (FT<sup>2</sup>)</b>	<b>RIESGO DE INCENDIO</b>
10	Auditorio	2895.5	Riesgo Ligero

Fuente: Los autores



### 7.2.3.6 Bloque 11-12

Estos bloques conforman un mismo edificio de 2 niveles (ver tabla 13). Contiene salas de cómputo, aulas de clase, la oficina local del Instituto de Lenguas de la Universidad Distrital (ILUD) y diversos laboratorios. Se protegerá parcialmente con rociadores basándose en los siguientes criterios:

- El taller de máquinas-herramientas al igual que el laboratorio de tratamientos térmicos no superan los 2.5 metros de altura. Adicionalmente el cielo raso que les compone está compuesto de casetones con vigas y viguetas de hasta 0.3 m de alto. Por las obstrucciones del cielo raso y la altura limitada no se considera en este trabajo su protección con rociadores automáticos. En su lugar se dispondrá de gabinetes cercanos.
- El taller de soldadura tiene múltiples obstrucciones a nivel de techo a causa de tolvas de extracción de gases y vapores. No es viable la instalación de rociadores automáticos. Se protegerá el lugar con gabinetes de activación manual.
- Todas las salas de cómputo se protegerán con rociadores automáticos en disposición a los numerales 8.1.1 y 8.1.1.1 de la *NFPA 75*. El laboratorio de bombas hidráulicas se protegerá también con este sistema.

Tabla 13. Riesgo de incendio bloque 11-12 (Primero y segundo piso)

<b>BLOQUE</b>	<b>ÁREA A PROTEGER</b>	<b>ÁREA A PROTEGER CON ROCIADORES (FT<sup>2</sup>)</b>	<b>RIESGO DE INCENDIO</b>
11-12 (Primer piso)	G.I de control electrónico	497,5	Riesgo Ordinario Grupo I
	Laboratorio de bombas y admon. Lab y taller	738	Riesgo Ordinario Grupo I
	Roma Robotica	87,2	Riesgo Ordinario Grupo I
11-12 (Segundo piso)	Laboratorio aplicado de máquinas eléctricas 22	843	Riesgo Ordinario Grupo I
	Aula de Informática 1	495,5	Riesgo Ordinario Grupo I
	Aula de Informática 2	578,5	Riesgo Ordinario Grupo I
	Laboratorio de Bombas	449,5	Riesgo Ordinario Grupo I

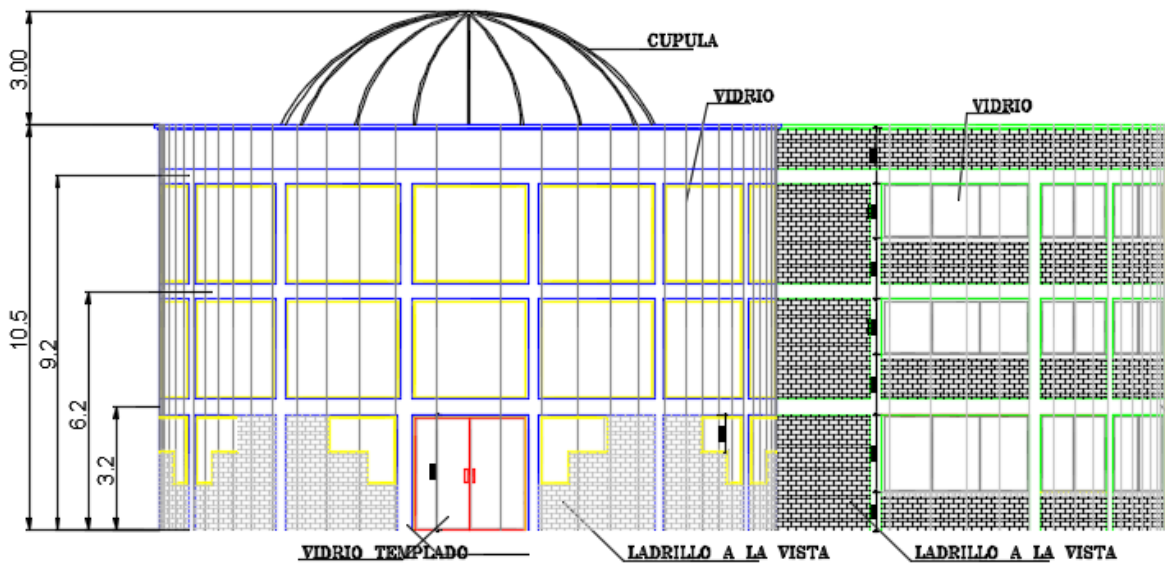
Fuente: Los autores

### 7.2.3.7 Bloque 13

Está compuesto por un edificio que se emplea para múltiples ocupaciones (ver tabla 14). El primer piso tiene un cambio de nivel en el área de la cafetería debido a la presencia de un domo en el tercer piso. En el segundo piso hay un comedor y salas de software. En el tercer piso se encuentran cubículos y una la sala de reunión de la planta de profesores. Se consideran dentro del diseño los siguientes factores:

- La cafetería es frecuentada por un número considerable de personas mayormente entre las horas del mediodía (11:30 am a 3:00 pm) y en horas de la noche (5:30 pm a 7:00 pm)
- La cafetería contiene mesas y sillas de madera. También incluye dos puestos de venta de alimentos y una cocina adyacente que trabaja a su máxima capacidad en horas del mediodía. El cielo raso está compuesto parcialmente por concreto fundido a una altura de 3.2 m del suelo. El cielo raso restante que cubre la cafetería está conformado por un domo circular que se encuentra ubicado (desde la punta del domo) a 13.5 m del suelo y está sostenido por estructura metálica (ver figura 17). Esta última no representa una base sólida para sostener un sistema de tuberías y rociadores por lo que se considera en el diseño emplear rociadores de pared en vez de rociadores colgantes en techo.
- El primer piso comprende también una unidad de extensión con oficinas y cubículos, además de cuartos destinados a brindar primeros auxilios y servicios de salud en general. Por su baja combustibilidad y por la continua supervisión del lugar por parte del sistema de vigilancia no se protegerá con rociadores automáticos.
- El segundo piso en su totalidad tiene 3.2 m de alto. Comprende un comedor y cubículos. Por su bajo grado de inflamabilidad estas zonas no se protegerán con sistemas de rociadores.
- El segundo piso también comprende un sector con aulas de informática. El cielo raso está totalmente cubierto por drywall. Se protegerán con agua pulverizada de acuerdo a lo estipulados por los numerales 8.1.1 y 8.1.1.1 de la *NFPA 75*.
- El tercer piso no se protegerá con sistemas de protección contra incendio debido a que la estructura que soporta el cielo raso del lugar no garantiza que pueda sujetarse la tubería y sus accesorios.

Figura 17. Alturas de los pisos en el edificio del bloque 13



Tomado de: Oficina de Planeación Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Tabla 14. Riesgo de incendio bloque 13 (Primero y segundo piso)

<b>BLOQUE</b>	<b>ÁREA A PROTEGER</b>	<b>ÁREA A PROTEGER CON ROCIADORES (FT2)</b>	<b>RIESGO DE INCENDIO</b>
13 (Primer piso)	Cafetería	3704.1	Riesgo Ligero
	Cocina 28	235	Riesgo Extra Hazard Grupo I
13 (Segundo piso)	Coordinación aulas informáticas	3704.1	Riesgo Ligero
	Sala de informatica 4	235	Riesgo Ordinario Grupo I
	Sala de informatica 5	236	Riesgo Ordinario Grupo I
	Sala de informatica 6	237	Riesgo Ordinario Grupo I
	Sala de informatica 7	238	Riesgo Ordinario Grupo I
	Almacén de soporte 5	239	Riesgo Ordinario Grupo I

Fuente: Los autores

### 7.2.3.8 Estaciones eléctricas

En total corresponden a 2 edificaciones destinadas a almacenar en su interior plantas auxiliares de generación de energía que funcionan con motores diesel (ver tabla 15). En la estación eléctrica No. 55 se almacenan varios elementos como sillas y mesas.

Tabla 15. Riesgo de incendio sub-estaciones

<b>ÁREA A PROTEGER</b>	<b>ÁREA A PROTEGER CON ROCIADORES (FT<sup>2</sup>)</b>	<b>RIESGO DE INCENDIO</b>
Sub-estación eléctrica 36	378,2	Riesgo Extra Hazard Grupo I
Sub-estación eléctrica 55	401	Riesgo Extra Hazard Grupo I

Fuente: Los autores

### 7.2.3.9 Exterior

Se hace un análisis del exterior de los edificios que conforman el plantel educativo, ya que será en este lugar donde se pretende que la tubería principal de alimentación cruce.

- Se plantea que el cuarto de bombas se ubique al menos a unos 15 m de la portería del parqueadero, ya que este punto es el más cercano a la acometida hidráulica.
- La red perimetral puede cruzar cerca de las bardas que delimitan la Universidad dirigiéndose hacia el suroriente y al oriente a nivel del suelo.
- Se propone que el espacio de entrada al parqueadero emplee un cárcamo para el paso de tubería.
- Se requeriría enviar tubería a nivel de pared en el bloque 11-12 para abastecer los bloques 10, 13 y la estación auxiliar de energía 36.

- Se dispondrá de hidrantes privados para suplir la zona del parqueadero y la plazoleta ubicada detrás del edificio de los bloques 1-4.
- Los gabinetes contra incendio estarán ubicados como están actualmente, sin embargo, en el diseño se emplearán gabinetes tipo III de acuerdo a la *NFPA 14* para permitir la adaptación de mangueras del cuerpo de bomberos.

\* Nota: Remitirse al **ANEXO C. PLANOS DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN** para visualizar el conjunto completo de los planos del sistema.

### 7.3 CÁLCULO HIDRÁULICO Y DE BATERÍAS

#### 7.3.1 Generalidades

Para simplificar los cálculos hidráulicos en este trabajo se mostrará únicamente el detalle de cálculo en las áreas que cumplan con los siguientes requisitos:

- Área de mayor reserva de agua: corresponde al área que mayor cantidad de agua requiere para la extinción de incendios (criterio que se usará más adelante para el dimensionamiento del tanque de agua). El cálculo hidráulico llevado a cabo en todas las áreas de la Facultad revela que esta área es la estación generadora de energía No. 36 (ubicada frente al Bloque 13).
- Área de mayor demanda hidráulica: se selecciona el cálculo de la red de gabinetes ya que es el que mayor relación de caudal-presión exige al sistema.
- Área de menor demanda hidráulica: En total hay 21 áreas que por cálculo tienen la menor demanda de volumen de agua. Para la explicación en detalle únicamente se selecciona la oficina de coordinación de las aulas de Informática (ubicada en el segundo piso del bloque 13) por ser la zona más remota con menor demanda de caudal y presión.

Para el cálculo hidráulico deben primeramente observarse los requerimientos y exigencias mínimas de la norma *NFPA* ya que serán estos los parámetros de entrada para el diseño de la red. Dentro de la tabla 17 se presentará el detalle de cálculo de las tres zonas anteriormente mencionadas.

Adicionalmente, se requieren tener en cuenta los siguientes parámetros en el desarrollo del cálculo hidráulico:

- La *NFPA 1 (Fire Code)* es el código encargado de clasificar las zonas de protección en cuanto a ocupación se refiere y de asignar las normas que corresponden a los riesgos de incendio específicos de cada lugar. Por ello se aplicará en las áreas de estudio.
- Las unidades relacionadas con áreas, presiones y caudales se encuentran en el Sistema Inglés de medición. Este último, es el sistema de unidades sobre el que se basa la *NFPA* y se adoptará por tanto en esta sección del trabajo.
- El área de protección calculada para los gabinetes en realidad no representa un área completa de protección como en los sistemas de rociadores, sino que es el área de cobertura máxima de los gabinetes. Se obtuvo hallando el área del círculo formado por la cobertura de la manguera contra incendio de cada uno (cada una tiene una longitud de 30 m) y sumando las áreas combinadas de tres gabinetes en total.
- La red de gabinetes está diseñada de manera que pueda cubrir las áreas que no se encuentran protegidas por sistemas de rociadores automáticos.
- Para encontrar el caudal total que exige el sistema se requieren dos parámetros de cálculo exclusivos de la *NFPA*: la densidad de riego, que es un valor que asocia intrínsecamente la densidad con la presión de descarga en los rociadores. El otro parámetro es el área de operación o diseño que es el área mínima en la que debe haber rociadores abiertos en el sistema.
- La asignación de chorro de mangueras es un término que aplica únicamente en el cálculo de sistemas de rociadores; La *NFPA 13* capítulo 11.1.4.2 exige que debe agregarse un flujo para gabinetes adicional a la demanda propia de los rociadores.
- La *NFPA 14* no designa que para el cálculo de gabinetes deba encontrarse un volumen total de agua requerido cuando este sistema se encuentra compartido por sistemas de rociadores. Este cálculo, se emplea únicamente para encontrar la presión y caudal necesarios que deben proveer las bombas hidráulicas.

- Los rociadores son seleccionados de acuerdo a su *factor K* que se puede representar en las unidades del sistema inglés como  $\frac{gpm}{\sqrt{psi}}$ . Este factor se emplea para relacionar la tasa de descarga y presión en la que trabaja un rociador. Entre mayor sea su valor, mayor será el diámetro del orificio del rociador por donde se descargará del agua.
- Para el cálculo hidráulico se emplearán las ecuaciones mostradas en la tabla 16.

Tabla 16. Ecuaciones empleadas en el cálculo hidráulico

<b>LISTA DE ECUACIONES DE CÁLCULO HIDRÁULICO</b>			
No.	NOMBRE DE LA ECUACIÓN	FÓRMULA	EXPLICACIÓN
1	Caudal teórico	$Q = (\rho_{De\ riego} * A_{Diseño}) + F_{Mangueras}$	<p><math>\rho_{De\ riego}</math>: Densidad de riego en GPM/ft<sup>2</sup></p> <p><math>A_{Diseño}</math>: Área de diseño en ft<sup>2</sup></p> <p><math>F_{Mangueras}</math>: Asignación del chorro de mangueras en GPM</p>
2	Mínimo volumen requerido de agua	$V_{Requerido} = Q * t_{Descarga}$	<p><math>Q</math>: Caudal teórico calculado en GPM</p> <p><math>t_{Descarga}</math>: Tiempo de descarga o aplicación de agua en minutos</p>
3	Presión de salida del rociador	$p = \left(\frac{Q_{boquilla}}{K}\right)^2$	<p><math>Q_{boquilla}</math>: Caudal de salida en la boquilla del rociador en GPM</p> <p><math>K</math>: Factor K del rociador en <math>\frac{gpm}{\sqrt{psi}}</math></p>
4	Presión de salida de la boca de manguera	$p = \left(\frac{Q_{manguera}}{29,84cd^2}\right)^2$	<p><math>Q_{manguera}</math>: Caudal de salida en la boquilla de la manguera contra incendio en GPM</p> <p><math>c</math>: Constante de Hazen-Williams (Adimensional)</p> <p><math>d</math>: Diámetro de la boquilla en pulgadas</p>

Fuente: MEPCAD AutoSprink V12.

Tabla 17. Detalle de cálculo en las áreas de explicación

	<b>ESTACIÓN ELÉCTRICA No. 36</b>	<b>COORDINACIÓN AULAS DE INFORMÁTICA</b>	<b>GABINETES</b>
<b>Ubicación</b>	Adyacente a la cafetería (Bloque 13)	Bloque 13	Exteriores
<b>Área total a proteger (ft<sup>2</sup>)</b>	401	75,6	91302
<b>NFPA Aplicada al diseño</b>	NFPA 1/NFPA 13/NFPA 850	NFPA 1/NFPA 13/NFPA 75	NFPA 1/ NFPA 14
<b>Riesgo de incendio</b>	<b>Extra Hazard: Grupo I</b> La NFPA 13 en su anexo A.5.4.1 indica que los lugares que usan combustible hidráulico se clasifican en este riesgo: <i>"A.5.4.1 Extra hazard (Group 1) occupancies include occupancies having uses and conditions similar to the following: (1) Aircraft hangars (except as govered by NFPA 409) (2) Combustible hydraulic fluid use areas..."</i>	<b>Ligero</b> La NFPA 13 en su anexo A.5.2 clasifica los lugares como oficinas en este riesgo: <i>"A.5.2 Light hazard occupancies include occupancies having uses and conditions similar to the following: (1) Animal shelters (2) Churches (...) (12) Offices, including data processing..."</i>	<b>No aplica para sistemas de gabinetes</b>
<b>Clasificación de ocupación según NFPA 1</b>	La norma define que las plantas generadoras con motores de combustión se protegen con las siguientes normas: <i>"11.7.1 Stationary Combustion Engines and Gas Turbines Installation. Stationary generator sets shall be installes in accordance with NFPA 37, Standard for the Installation and Use of Stationary Combustion Engines and Gas Turbines, and NFPA 70".<sup>33</sup></i>	Se clasifica como ocupación educacional. El cálculo hidráulico se llevará a cabo considerando la NFPA 75 y la NFPA 13	Para el caso de los gabinetes aplica el numeral 21.2.9.2 de la NFPA 1: <i>"21.2.9.2 Class III standpipe systems shall be provided in non- sprinklered buildings. Paragraphs 5.3.3.1 and 5.3.3.2 of NFPA 14, Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems, for Class III Systems shall be applicable to this requirement."</i>
<b>Tipo de sistema</b>	Sistema de rociadores automáticos CMDA <sup>34</sup>	Sistema de rociadores automáticos CMDA <sup>34</sup>	Sistema de gabinetes contra incendio tipo III

(Continúa en la siguiente página)

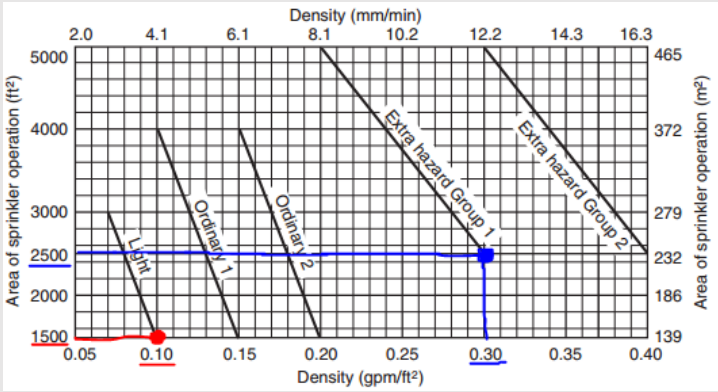
<sup>33</sup> La NFPA 70 no USA dentro del diseño ya que esta norma no trata de la protección activa contra incendio sino de la disposición de los componentes eléctricos del sistema (protección pasiva)

<sup>34</sup> Hay varios tipos de rociadores en el mercado. La NFPA 13 permite diseñar con uno u otro tipo de rociador siempre y cuando se conserven los requerimientos mínimos de la norma. Dentro de este proyecto se han seleccionado rociadores Modo Control Densidad de Área (CMDA) por su bajo consumo de agua y precio económico.



	<b>ESTACIÓN ELÉCTRICA No. 36</b>		<b>COORDINACIÓN AULAS DE INFORMÁTICA</b>		<b>GABINETES</b>	
<b>Limitaciones del área de protección</b>	<b>Pueden protegerse hasta 40000 ft<sup>2</sup> de acuerdo los requerimientos del numeral 8.2.1 de la NFPA 13</b>		<b>Pueden protegerse hasta 52000 ft<sup>2</sup> de acuerdo a los requerimientos del numeral 8.2.1 de la NFPA 13</b>		<b>Cada gabinete puede cubrir hasta 2827,5 ft<sup>2</sup> a la redonda. Se debe a la longitud de las mangueras</b>	
<b>Restricciones de la norma</b>	<b>Distancia máxima entre rociadores:</b>	De acuerdo a la tabla 8.6.2.2.1 de la NFPA 13 es de <b>3,7 m</b>	<b>Distancia máxima entre rociadores:</b>	De acuerdo a la tabla 8.6.2.2.1 de la NFPA 13 es de <b>4,6 m</b>	<b>Mínima presión por gabinete</b>	Según numeral 7.8.1 de la NFPA 14: Cada gabinete tipo III debe proveer 100 psi
	<b>Mínima distancia permitida de los rociadores a las paredes:</b>	Que según el numeral 8.6.3.3 de la NFPA 13 es de <b>4" (0,102 m)</b>	<b>Mínima distancia permitida a las paredes:</b>	Que según el numeral 8.6.3.3 de la NFPA 13 es de <b>4" (0,102 m)</b>	<b>Mínimo caudal por gabinete</b>	Según numeral 7.10.1.2.2 de la NFPA 14 es de 250 gpm
<b>Restricciones de la norma</b>	<b>Máxima distancia permitida de los rociadores a las paredes (m):</b>	Según el numeral 8,6,3,2,1 de la NFPA 13 es la mitad del espaciamiento máximo: <b>1,85 m</b>	<b>Máxima distancia permitida a las paredes (m):</b>	Según el numeral 8,6,3,2,1 de la NFPA 13 es la mitad del espaciamiento máximo: <b>2,3 m</b>	<b>Composición del gabinete :</b>	Según numeral 5.3.3 de la NFPA 14: Los gabinetes tipo III deben contar al menos con una estación de manguera de 1 1/2" y una válvula de conexión de bomberos de 2 1/2
	<b>Distanciamiento del techo al rociador:</b>	De acuerdo al numeral 8,6,4,1,1,1 debe ser mínimo de <b>25 mm</b> y máximo de <b>300 mm</b>	<b>Distanciamiento del techo al rociador:</b>	De acuerdo al numeral 8,6,4,1,1,1 debe ser mínimo de <b>25 mm</b> y máximo de <b>300 mm</b>		
	<b>Área de cobertura máxima permitida:</b>	<b>9 m<sup>2</sup></b> según el numeral 11.4.5.1.1 de la NFPA 75	<b>Área de cobertura máxima permitida:</b>	Según la tabla 8.6.2.2.1 de la NFPA 13 es de <b>20,9 m</b>		

(Continúa en la siguiente página)

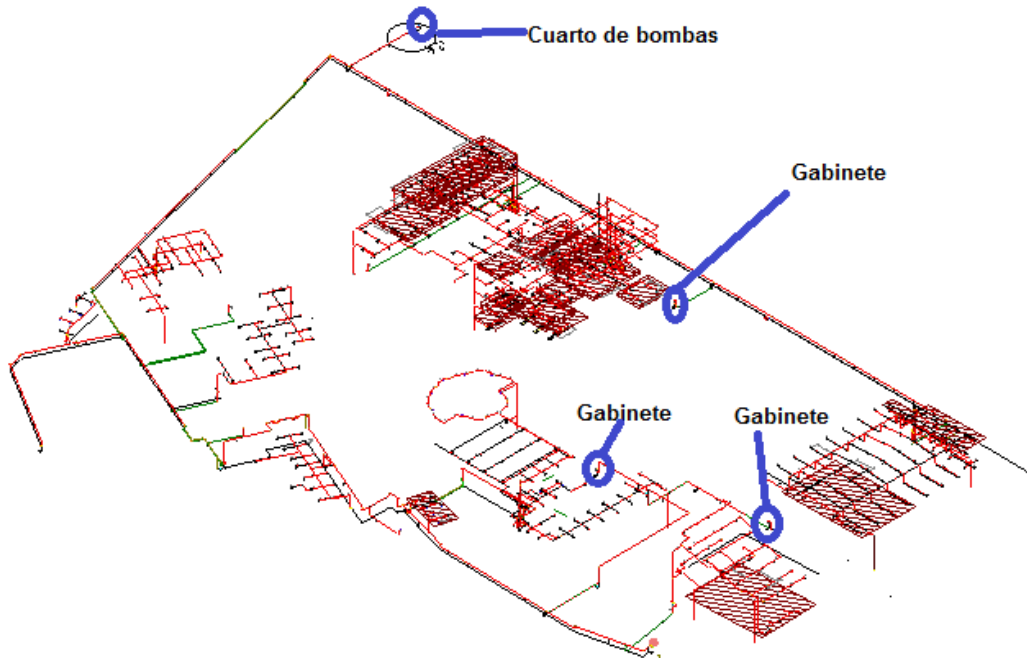
	<b>ESTACIÓN ELÉCTRICA No. 36</b>	<b>COORDINACIÓN AULAS DE INFORMÁTICA</b>	<b>GABINETES</b>		
<b>Criterios mínimos de riego y/o caudal</b>	<p>La siguiente gráfica corresponde a la figura 11.2.3.1.1 de la NFPA 13-Ed. 2016. A partir de la misma se extraerá la información de densidad de riego y área de operación de la estación eléctrica No. 55 (punto azul) y la oficina de coordinación (punto rojo)</p> 			<p>La NFPA 14 define que el caudal mínimo debe ser de 750 GPM y debe provenir de los 3 gabinetes más remotos con respecto al abastecimiento de acuerdo al numeral 7.10.1.2.2 de la norma en cuestión.</p>	
<b>Criterios mínimos de riego y/o caudal</b>	<p><b>Densidad de riego mínima (GPM/ft²):</b></p>	<p><b>0,3 GPM/ft2</b> La densidad de riego se puede extraer del numeral 11.4.5.1 de la NFPA 75 y de la figura 11.2.3.1.1 de la NFPA 13</p>	<p><b>Densidad de riego mínima (GPM/ft²):</b></p>	<p><b>0,1 GPM/ft2</b> que se extrae directamente de la tabla 11.2.3.1.1 de la NFPA 13</p>	<p>La ubicación de los gabinetes seleccionados para el cálculo hidráulico puede verse en la figura 18</p>
<b>Criterios mínimos de riego y/o caudal</b>	<p><b>Área de operación (ft²):</b></p>	<p>El área de menor tamaño que muestra la tabla 11.2.3.1.1 es de 2500 ft². Sin embargo, se utilizará el área real del lugar. El área exclusiva del cuarto de la planta generadora es de <b>377 ft²</b></p>	<p><b>Área de operación (ft²):</b></p>	<p>Se emplea <b>1500 ft²</b>, con el objeto de aumentar la demanda hidráulica, ya que el edificio sobre el que se localiza la oficina de coordinación es compartido con otras áreas (Bloque 13)</p>	

(Continúa en la siguiente página)

	<b>ESTACIÓN ELÉCTRICA No. 36</b>		<b>COORDINACIÓN AULAS DE INFORMÁTICA</b>		<b>GABINETES</b>	
<b>Asignación de chorros de mangueras</b>	500 GPM de acuerdo a la tabla 11.2.3.1.2 de la NFPA 13		100 GPM de acuerdo a la tabla 11.2.3.1.2 de la NFPA 13		No aplica para el cálculo de sistemas de gabinetes	
<b>Tiempo mínimo de descarga de agua</b>	90 minutos de acuerdo a la tabla 11.2.3.1.2 de la NFPA 13		30 minutos de acuerdo a la tabla 11.2.3.1.2 de la NFPA 13		No aplica para el cálculo de sistemas de gabinetes	
<b>Caudal teórico</b>	Empleando la ecuación No.1 de la tabla 16 se calculan: <b>613 gpm</b>		Empleando la ecuación No.1 de la tabla 16 se calculan: <b>250 gpm</b>		<b>750 gpm</b>	
<b>Volumen mínimo de agua requerido</b>	Empleando la ecuación No.2 de la tabla 16 se calculan: <b>55170 galones o 209 m3</b>		Empleando la ecuación No.2 de la tabla 16 se calculan: <b>7500 galones o 28 m3</b>		No aplica para el cálculo de sistemas de gabinetes	
<b>Selección de boquilla (Rociador)</b>	Dado que no hay ninguna restricción y considerando el riesgo extra asignado, se emparará un <b>rociador con orientación colgante de factor K: 11.2 gpm/psi<sup>0.5</sup>, diámetro 3/4" de respuesta y cobertura estándar</b>		Dado que no hay ninguna restricción de la boquilla de descarga, se emparará un <b>rociador con orientación colgante de factor K: 5.6 gpm/psi<sup>0.5</sup>, diámetro 1/2" de respuesta y cobertura estándar</b>		No aplica para el cálculo de sistemas de gabinetes	
<b>Demanda hidráulica (Cálculo en el software AutoSPRINK)</b>	<b>Caudal total (gpm)</b>	229,08	<b>Caudal total (gpm)</b>	59,29	<b>Caudal total (gpm)</b>	750
	<b>Presión total (psi)</b>	27,519	<b>Presión total (psi)</b>	17,27	<b>Presión total (psi)</b>	131.077

Fuente: Los autores

Figura 18. Ubicación de gabinetes más remotos para cálculo hidráulico en el Software AutoSPRINK



Fuente: Los autores

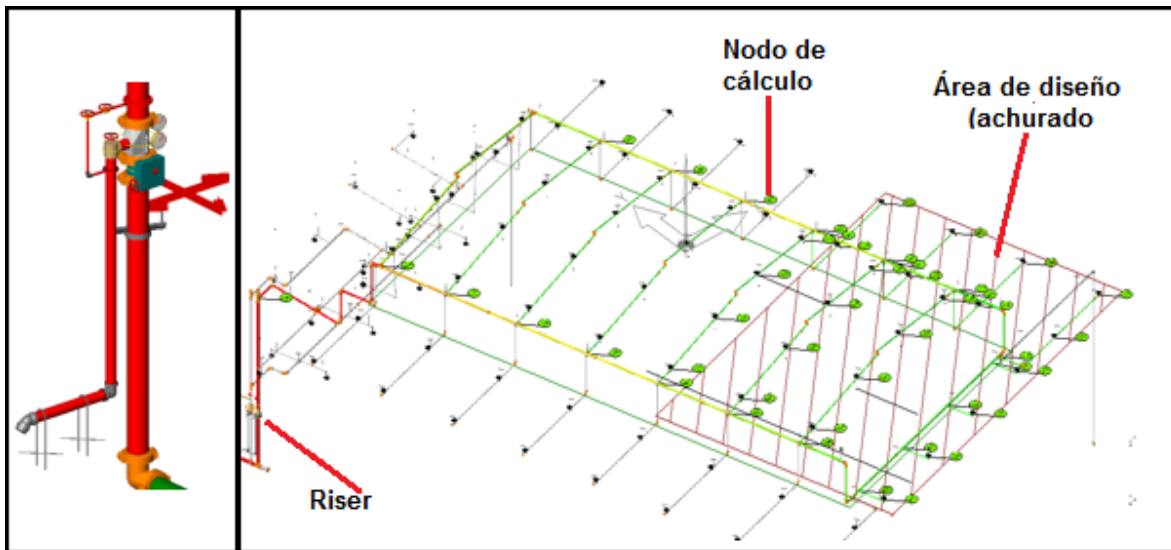
### 7.3.2 Bases del cálculo computacional

El software empleado para realizar los cálculos de la demanda hidráulica del sistema de rociadores y gabinetes es el *AutoSPRINK V12*. Algunos de los criterios que emplea el programa para el cálculo tienen que ver con lo siguiente:

- El software usa el método de cálculo de *Hazen-Williams* determinando con una base de datos interna la longitud equivalente de los accesorios que componen el sistema.
- El programa emplea las ecuaciones 3 y 4 de la tabla 16 para el desarrollo del cálculo hidráulico (encontrar las presiones de descarga del sistema en rociadores y bocas de conexión de bomberos).
- Es un programa diseñado específicamente para el cálculo y trazado de redes contra incendio. Por ello también considera requerimientos básicos de la *NFPA* a la hora de llevar a cabo los cálculos.

- El cálculo hidráulico está basado en satisfacer la mínima demanda extraída de la *NFPA* de presión y caudal del rociador más remoto del área de diseño. Esto se detalla en la figura 19.
- Para el cálculo el programa emplea un método de asignación de nodos (ver figura 19), de manera que se establece la demanda hidráulica de cada uno de los accesorios que participan en la descarga de agua (ya sea a través de rociadores, hidrantes o gabinetes).
- En el caso del caudal y presión en sistemas de rociadores el cálculo se basa en el área de diseño más remota por cada estación de control (riser) como puede verse en la figura 19 (a la izquierda). Estas estaciones sirven como punto de mantenimiento y control de flujo de agua para los edificios de la Universidad.

Figura 19. Izquierda: Riser o estación de control de flujo. Derecha: Parámetros del cálculo para el coliseo de la Facultad Tecnológica en el Software AutoSPRINK



Fuente: Los autores

### 7.3.3 Selección de las bombas hidráulicas

Para el funcionamiento del sistema contra incendio se requieren en total 2 tipos de bombas hidráulicas en disposición a lo establecido por la *NFPA 20*; se debe escoger

una bomba principal centrífuga que entregue el caudal y presión demandada por el sistema en el momento mismo del incendio y una bomba para mantener la presión que debe funcionar las 24 horas del día y se denomina como bomba *jockey*.

La bomba principal se escoge teniendo en cuenta el cálculo con mayor demanda hidráulica que en el caso de este proyecto corresponde a la red de gabinetes (Ver tabla 17). Como primera medida se extrae la curva de demanda hidráulica del sistema que emite el software *AutoSPRINK V12* (Ver figura 20) y se compara con la que puede entregar una bomba real. Para la selección de la bomba, se buscaron modelos normalizados las cuales se acercan a los datos de la condición más crítica del cálculo hidráulica. Ahora bien, entre todas las variedades de bombas disponibles en el mercado, se han seleccionado tres modelos de diferentes fabricantes en donde se comparan las especificaciones técnicas de cada una de ellas (Ver tabla 18).

Tabla 18. Modelos de bombas hidráulicas que cumplen con los requerimientos del sistema

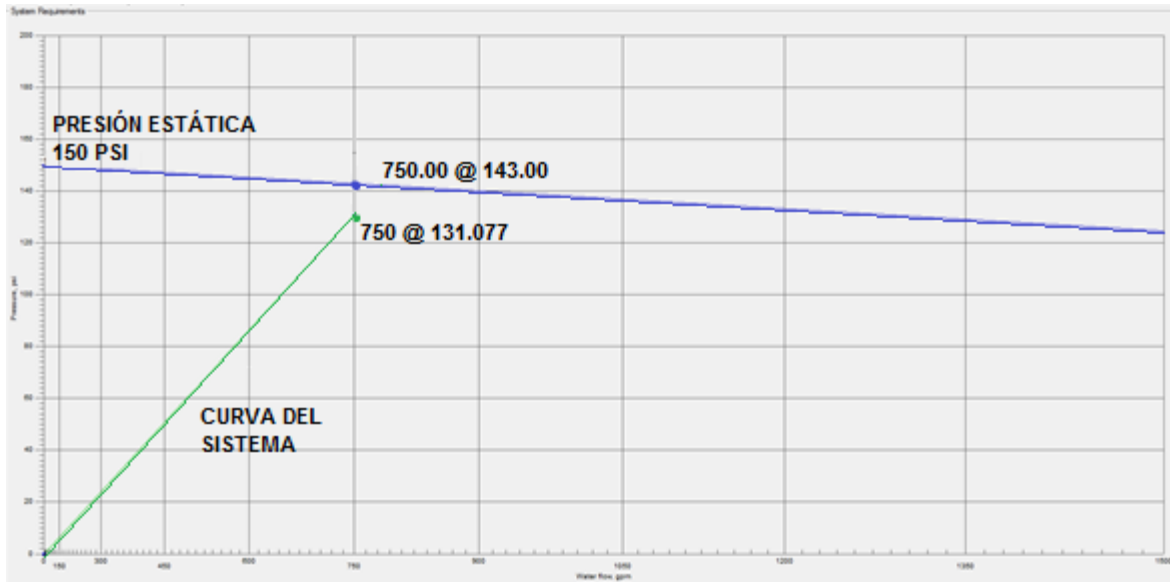
<b>FABRICANTE</b>	<b>ARMSTRONG</b>	<b>AMERICAN MARSH PUMPS</b>	<b>AURORA PUMP PENTAIR</b>
REFERENCIA	6x5x12MF	4x5x18 FP-HD	8x6x17A
RPM	2600	1750	1760
FRECUENCIA (Hz)	60	60	60
CAUDAL (GPM)	750	750	750
PRESIÓN (PSI)	143	235	154
POTENCIA (HP)	93	70	125
NPSHr (m)	3.82	2.44	NO SE ESPECIFICA

Fuente: los autores

Una vez establecidas los posibles modelos a emplear, en el programa, se ingresan los datos de caudal, presión estática y residual proporcionados por los fabricantes de estas bombas y posteriormente se comparan con la curva real del sistema (Para la selección final, se da prioridad a la bomba que optimice el sistema). De acuerdo

a la tabla 18 y en base la curva suministrada por el software (Ver figura 20) la bomba que cumple con los requerimientos mínimos corresponde al fabricado por *Armstrong*. Lo anterior se afirma, teniendo en cuenta que la presión requerida por el sistema es de 131 PSI y la bomba que más se acerca a dicha presión es la de *Armstrong* con una presión de 143 PSI.

Figura 20. Curvas del sistema (en verde) y de la bomba (en azul) en el Software *AutoSPRINK V12*

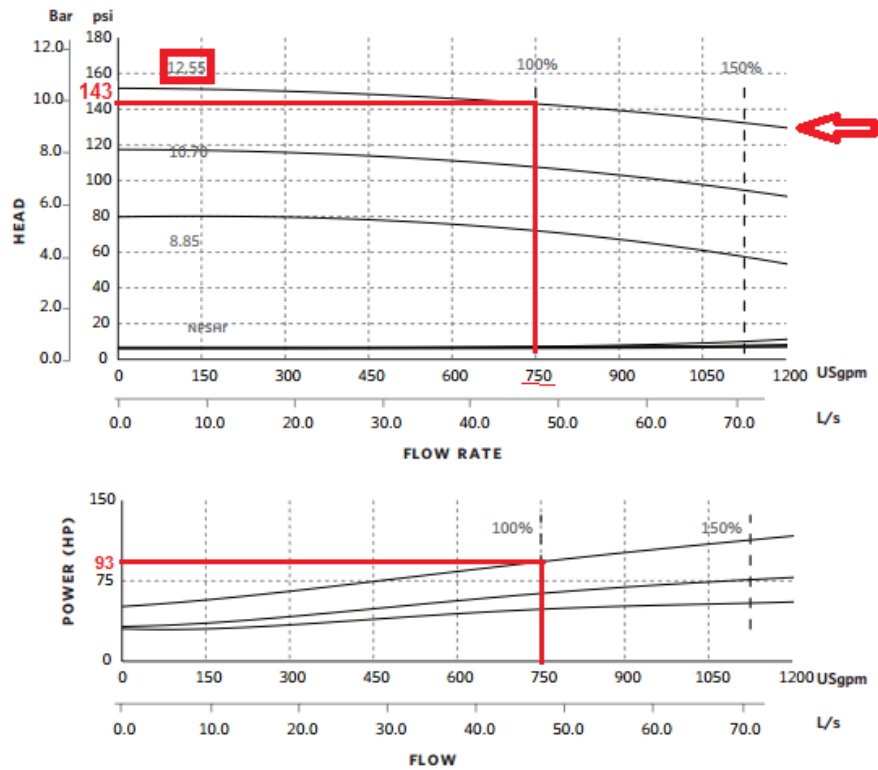


Fuente: Los autores

Observando la anterior imagen puede apreciarse que la bomba hidráulica seleccionada proporcionará una presión de entrada de 150 psi y una vez empiece a demandar 750 gpm proveerá una presión de 143 PSI lo que es suficiente para cumplir con la demanda hidráulica del sistema si se tiene en cuenta que este último requiere una caudal de 750 galones por minuto, pero a una presión menor que la que entrega la bomba de 131.077 psi.

En la figura 21, se muestra la curva hidráulica proporcionada por el fabricante de la bomba seleccionada. Cabe resaltar que se han considerado marcas y modelos alternativos a la bomba escogida, pero fue esta última la que menor tamaño y costo tuvo, preservando claro está los requerimientos de caudal y presión del sistema.

Figura 21. Bomba centrífuga carcasa partida *Armstrong 6x5x12MF*



Fuente: *Armstrong Fluid Technology: Fire Pumps*

En la figura 21 puede observarse la curva del modelo seleccionado (denotado con la marcación en rojo). Esta bomba corresponde a un modelo que es accionado por un motor diésel por lo que se asegura la operatividad del sistema en caso de que haya cortes del suministro eléctrico.

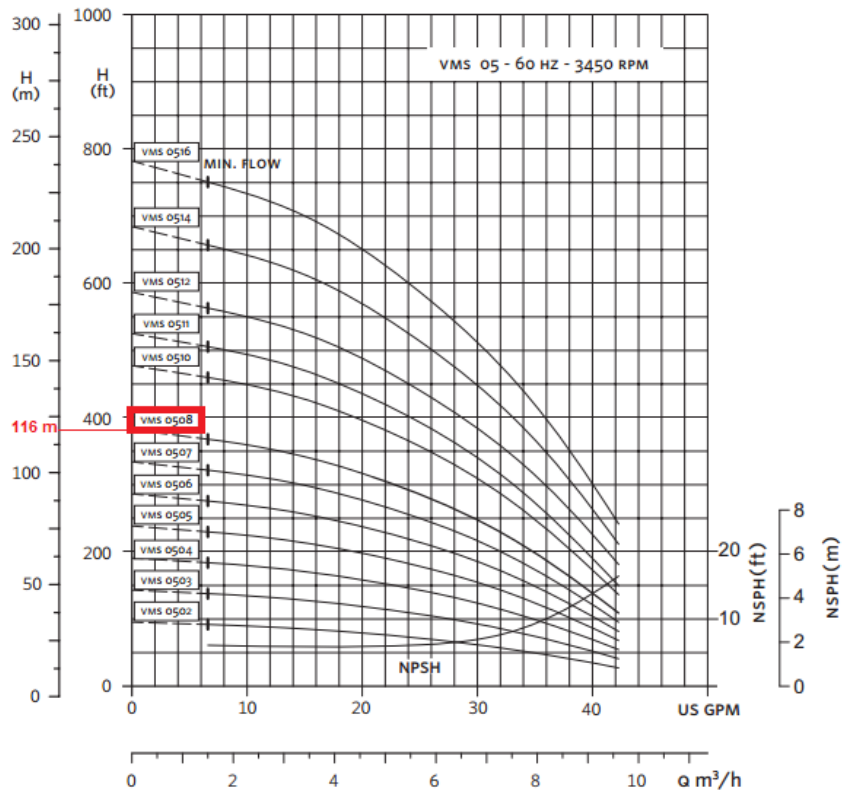
La bomba *jockey* se selecciona simplemente considerando que se debe mantener la presión del sistema. Tal como se observa en la figura 21 la presión de la bomba principal es de 143 PSI una vez entrega 750 gpm. El numeral A.14.2.6 de la *NFPA 20* establece que la presión de inicio de la bomba *jockey* debe ser al menos 10 psi mayor que la presión nominal de parada de la bomba principal así:

**“A.14.2.6** *The fire pump operation is as follows: (...) (4) Fire Pump Settings. The fire pump system, when started by pressure drop, should be arranged as follows: (...) (b) The jockey pump start point should be at least 10 psi (0.68 bar) less than the jockey pump stop point.”*



Será este último parámetro el que será decisivo para la selección de la bomba *jockey*. Entonces, considerando este requerimiento se ha seleccionado una bomba con presión máxima de 165 psi y caudal mínimo de 6,7 gpm operativa a 60 Hz. El modelo escogido corresponde a la serie *4700 vertical multistage pump VMS 0508* cuyo fabricante es *ARMSTRONG*. En la figura 22 puede verse la curva del modelo seleccionado.

Figura 22. Bomba centrífuga carcasa partida Armstrong 6x5x12MF



Fuente: *Armstrong Fluid Technology: Fire Pumps*

### 7.3.4 Dimensionamiento del tanque

Al revisar de nuevo la tabla 17 puede observarse que la mayor demanda de volumen de agua es requerida por la estación eléctrica No. 36, demandando 209 m³ como mínimo, por lo que este será un factor importante a la hora de dimensionar el tanque de agua. También se empleará el NPSH (altura neta positiva en la aspiración) requerido por la bomba hidráulica seleccionada.

La fórmula para calcular el NPSH disponible del sistema se extrae del catálogo: modelo de bomba hidráulica 495 de *Aurora Pumps*:

$$\text{NPSHA} = \text{barometric pressure (feet)} + \text{static suction head (feet)} - \text{friction losses in suction piping (feet)} - \text{vapor pressure of liquid (feet)}$$

En la figura 22 se puede observar la curva de la bomba hidráulica con el NPSH requerido (NPSHr) que para el modelo elegido corresponde a 12.55 pies. Ahora, en la tabla 19 se muestra el cálculo del NPSH disponible que debe proveer el tanque de agua, factor clave que se considerará para el dimensionamiento del mismo. Para el cálculo se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La presión atmosférica de Bogotá se ha tomado como una constante a una altura de 2640 m sobre el nivel del mar.
- Se emplea un factor de seguridad (F.S) del 20%. Valor recomendado por el fabricante de la bomba seleccionada. Para el cálculo se igualan el NPSH requerido con el NPSH disponible y al valor obtenido se le suma el F.S.
- Las pérdidas en las tuberías y accesorios de la succión de la bomba fueron calculadas en base al método de longitud equivalente de acuerdo a lo enunciado por el capítulo 23.4.3.1.3 de la *NFPA 13*. Se consideran para el cálculo en total 2 m de tubería de Ø8", 1 codo de acero galvanizado de 8", una válvula de compuerta de 8" y una reducción ranurada excéntrica de 8"X6".
- La presión de vapor de agua fue calculada para la temperatura de ebullición del agua en la ciudad de Bogotá.

Tabla 19. Cálculo del NPSH disponible del sistema

<b>NPSH<sub>d</sub></b>	<b>Presión atmosférica de Bogotá</b>	<b>H estática</b>	<b>H pérdidas en tubería de succión</b>	<b>P vapor del agua en Bogotá</b>	<b>TOTAL (NPSH<sub>d</sub>)</b>	
<b>Cantidad</b>	24,98	44,3	46,6	8,9	<b>13,8</b>	<b>4,2</b>
<b>Unidad</b>	ft H2O	ft H2O	ft H2O	ft H2O	ft H2O	m H2O

Fuente: Los autores

Para cumplir con el NPSH disponible se requiere un tanque de al menos 44,3 ft o 13,5 m de altura. Considerando esto, finalmente se puede especificar el tanque de abastecimiento de la red de extinción: se usará un tanque construido a base de láminas de acero, pernado con forma de cilindro de dimensiones  $\varnothing 5$  m y 14 m de alto para resguardar en total un volumen de agua de 275 m<sup>3</sup>.

#### 7.3.5 Cálculo de baterías

Para el cálculo de baterías se empleó un documento en Excel que brinda la compañía de HOCHIKI America Corporation, en donde se registran todos los elementos del sistema de detección de acuerdo al listado de cantidades del numeral 7.5.1 para conocer las especificaciones técnicas de las baterías. Este cálculo, se hace con el fin de mantener el sistema en funcionamiento sin importar si hay cortes inesperados en el sistema eléctrico. En el **ANEXO D. CÁLCULO DE BATERÍAS** se aprecia lo antes mencionado.

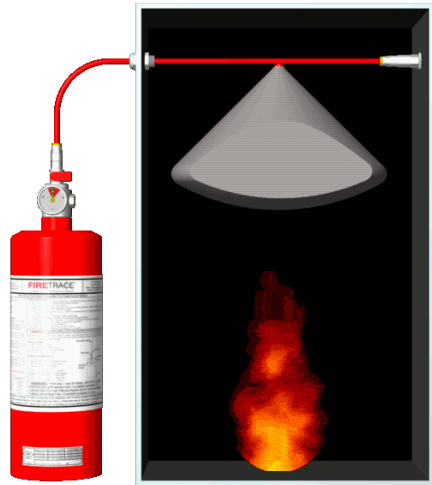
#### 7.4 DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE AGENTE LIMPIO

El sistema de extinción por agente limpio es un diseño exclusivo para las estanterías de libros del bloque 7-8 “Biblioteca”. Cabe aclarar que el detalle de cálculo de este sistema no hace parte de los objetivos de este proyecto. Sin embargo, a continuación, se mostrarán las generalidades de diseño:

- El agente de extinción seleccionado corresponde a un heptafluorpropano conocido como *FM 200* que es muy efectivo para la extinción de incendios clase A, B y C. Se ha seleccionado sobre otros agentes considerando que es seguro para las personas, que no afecta la capa de ozono y que tiene la capacidad de extinguir incendios en menos de 10 segundos por lo que permite salvaguardar la información almacenada en la biblioteca.
- Se han considerado los criterios de la NFPA 2001 para el diseño del sistema.
- Todo el sistema de extinción se ha diseñado en base a los productos de la empresa *FIRETRACE: AUTOMATIC Fire Suppression Systems*.
- El tipo de sistema diseñado es uno conocido como de descarga directa a baja presión (DLP por sus siglas en inglés) que empleando una manguera denominada *tubing* permite el escape de gas de agente limpio presurizado

para la rápida extinción del incendio (Ver figura 23). Esta manguera actúa de igual forma como detector, ya que al aumentar la temperatura se rompe para dejar escapar el agente extintor.

Figura 23. Sistema de supresión de agente limpio por descarga directa



Fuente: *FIRETRACE: Fire suppression systems. Direct Release Systems*

- La extinción del incendio sucede de manera focalizada, es decir, que se activa únicamente el sistema que se encuentre instalado en el estante mismo donde ocurre el incendio. Como se han diseñado sistemas independientes en cada grupo de estanterías (compuesto cada uno por 10 estantes) se verá involucrado únicamente el sistema de extinción en el rack en que suceda el incendio.
- En el **ANEXO C. PLANOS DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN** se puede encontrar el plano del sistema contra incendio por agente limpio de la biblioteca.

## 7.5 DISEÑO DE DETECCIÓN

En toda edificación donde se albergan una gran cantidad de individuos, es importante que se disponga de un sistema de detección ya que este da aviso en caso de un evento desafortunado de incendio. Ahora bien, como lo establece la norma NSR-10 capítulo J.4 en el numeral J.4.2.2 se deben instalar equipos de

detección y alarma contra incendios dependiendo del grupo en el que se encuentre el edificio. Ahora bien, en base a la tabla 1, la Facultad Tecnológica se cataloga como grupo I, sub grupo I-3. Es decir, que toda aquella construcción con estas características debe ser protegida con detectores de humo y/o térmicos cuando tiene más de tres pisos o cuando el área a proteger no tiene un sistema de rociadores automáticos, así como lo indica la tabla 20.

Tabla 20. Tabla J.4.2.1 de la NSR-10: Instalación de detectores de acuerdo a la ocupación

Grupo	Subgrupo	Condición	Tipo de detector	Ubicación
R	R-2	Para edificios de mas de 7 pisos	Automáticos de humo y alarma sonora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasillos, escaleras y espacios comunes de circulación.</li> <li>• Espacios residenciales para la cocina.</li> <li>• Zonas de almacenamiento cuya superficie total sea mayor de 50 m<sup>2</sup></li> <li>• Zonas comunes tales como salas de reunión, de juegos, de deportes etc.</li> </ul>
	R-3	Para edificios de mas de 5 pisos		
I	I-2	En cualquier caso	Automáticos de humo y alarma sonora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ubicará pulsadores manuales de alarma de incendio en los pasillos, zonas de circulación y en las diferentes dependencias del hospital.</li> <li>• En las zonas de hospitalización</li> </ul>
C, I, A	C-1	Zonas de alto riesgo	Térmicos y/o de humo y alarma sonora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ubicarán pulsadores manuales de alarma de incendios y repartidos adecuadamente.</li> </ul>
	C-2			
	I-4			
	I-5			
	A-1			
A-2				
I, L	I-3	Si la superficie total construida es mayor de 5.000 m <sup>2</sup> ó más de tres (3) pisos	Térmicos y/o de humo y alarma sonora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se dispondrán pulsadores manuales en el interior de los locales de edificaciones clasificadas en las categorías de riesgo I y II.</li> <li>• No será necesario la utilización de detectores térmicos o de humo cuando exista una instalación de rociadores automáticos de agua.</li> </ul>
	L-1			
	L-2			
	L-3			
	L-4			
	L-5			

Tomado de NSR-10: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente. (Del decreto 926 del 19 de marzo de 2010)

Dicho lo anterior, a pesar de que la NSR-10 es quien estipula la instalación de detectores, es la NTC 2050<sup>35</sup> en realidad quien trata las instalaciones de sistemas de detección. En la sección 760, dicha norma aclara que se debe remitir a la norma *NFPA 72* (Nacional Fire Alarm Code) para el diseño del sistema, por tal aplicarán los requerimientos de la *NFPA 72*.

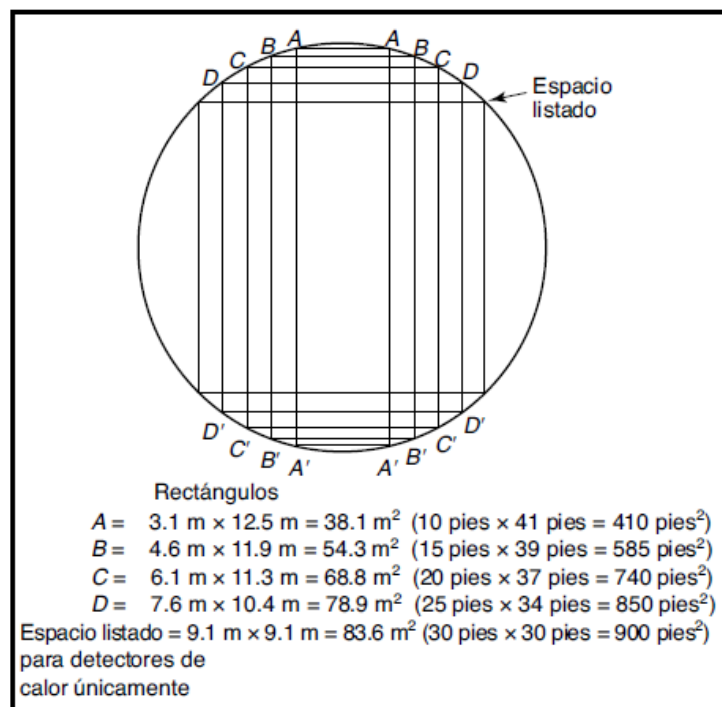
A continuación, se considerarán dentro del diseño los siguientes factores:

- Los dispositivos se harán con la marca *HOCHIKI America Corporation*.

<sup>35</sup> INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Norma técnica Colombiana: Código eléctrico colombiano. NTC 2050. Bogotá D.C.: El Instituto, 1998. 1020 p

- La tubería CONDUIT (Galvanizada) va por fuera de las edificaciones de la Universidad, mientras que la tubería EMT va por dentro de estas. Para facilidad de instalación la tubería será de  $\text{Ø}3/4''$ .
- Los soportes deben ir espaciados máximos cada 1.5m de acuerdo a la NTC 2050 serie 345.
- Se ubicarán detectores de humo direccionables en cada una de las áreas de la facultad, exceptuando los salones de clase. El espaciamiento listado de cada detector no deberá exceder los 9.1 m, así como lo exige el numeral 5.6.5 de la NFPA 72. Ver figura 24



Figura 24. Espaciamiento de los detectores



Tomado de NFPA 72: National Fire Alarm Code. 2016

- Las estaciones manuales se dispondrán en lugares visibles y de fácil acceso. Al igual que las cornetas luz estroboscópicas. En la figura 25 se presentan las distancias mínimas en la que se puede instalar el dispositivo.

Figura 25. Espaciamientos de los dispositivos de alarma

<p>CORNETA LUZ ESTROBOSCOPICA</p> 	<p>NFPA 72 NUMERAL 18.5.5.1</p>	<p>LOS DISPOSITIVOS DE PARED NO DEBEN ESTAR A MENOS DE 2.03 METROS NI A MÁS DE 2.44 METROS SOBRE EL NIVEL DE PISO ACABADO</p>
 <p>ESTACIÓN MANUAL DE ALARMA</p>	<p>NFPA 72 NUMERAL 17.14.5</p>	<p>LAS ESTACIONES MANUALES DE DESCARGA Y ABORTO NO DEBE SER INFERIOR A 1.07 METROS, NI A MÁS DE 1.22 METROS SOBRE EL NIVEL DE PISO.</p>

Tomado de NFPA 72: Nacional Fire Alarm Code. 2016 y autores

- En lugares como el auditorio y el coliseo no se emplearán detectores de humo direccionables, en su lugar se utilizarán de tipo ha proyectado como lo establece el numeral 5.7.3.4 de la *NFPA 72*. A si mismo reducirá los costos en instalación ya que se minimiza la cantidad de dispositivos.
- Todos los dispositivos del sistema se comunicarán con el panel de control.

Remitirse a los planos que se adjuntan en el **ANEXO E. PLANOS DEL SISTEMA DE DETECCIÓN.**

## 8. LISTADO DE MATERIAL

### 8.1.1 Listado sistema de detección

LISTA DE MATERIALES			
ITEM	NOMBRE DEL MATERIAL	UNIDAD	TOTAL
<b>TUBERÍA</b>			
1	TUBERIA EMT Ø 3/4" X 3 MTS	UND	384
3	TUBERIA CONDUIT GL TP Ø 3/4" X 3 MTS	UND	204
4	TUBERIA COPEX FLEXIBLE Ø 3/4"	MTS	102
<b>CABLE</b>			
5	CABLE CONTROL FPLR SOLIDO 300 VDC AWG 2 X 16	MTS	1816
6	CABLE CONTROL APANT FPLR SOLIDO 300 VDC AWG 2 X 16	MTS	1303
<b>MODULOS</b>			
7	MODULO CONTROL SUPERVIZADO SOM	UND	21
8	MODULO MONITOREO DOBLE ENTRADA DIMM	UND	5
9	MODULO MONITOREO FRCME-M HOCHIKI	UND	4
<b>DETECTORES</b>			
10	DETECTOR HUMO FOTH HOCHIKI ALN-V	UND	152
11	BASE P/DETECTOR Ø 6" HSB-NSA-6 HOCHIKI	UND	156
12	DETECTOR CALOR DIRECCIONABLE HOCHIKI ATJ-EA 135-150F	UND	4
13	BARRERA DE DETECCION DE HUMO SPB-24 Y REFLECTIVA SRA-24	UND	5
15	TAMPER SWITCH SERIE OSYSU-2 CRH PARA OS&Y DE 8"	UND	4
<b>ESTACIONES MANUALES</b>			
16	ESTACION MANUAL DIRECCIONABLE DCP-AMS-KL-LP HOCHIKI	UND	21
17	STOPPER DE ESTACIÓN MANUAL STI-1130	UND	6
<b>DISPOSITIVOS AUDIBLES Y VISIBLES</b>			
18	CORNETA LUZ STROBOSCOPICA HEC3-24WR 15/110 CD ROJA HOCHIKI	UND	24
19	CUBIERTA PARA EXTERIORES HGOE-R HOCHIKI	UND	5
20	CAMPANA CONTRA INCENDIOS HOCHIKI B6-24 / B10-24 / BB-WP	UND	2

(Continúa en la siguiente página)



ITEM	NOMBRE DEL MATERIAL	UNIDAD	TOTAL
<b>CAJAS RAWELT</b>			
21	CAJA RAWELT 2 X 4 FN 4 DE Ø 3/4"	UND	21
22	CAJA RAWELT 4 X 4 FN 4 DE Ø 3/4"	UND	408
22	TAPA LISA RAWELT 4 X 4 CON EMPAQUE	UND	148
<b>ACCESORIOS</b>			
<b>CURVAS Y UNIONES</b>			
23	UNION CONDUIT GALVANIZADA DE Ø 3/4"	UND	205
24	UNION EMT DE Ø 3/4"	UND	385
25	CURVA GALVANIZADA DE Ø 3/4"	UND	26
26	CURVA EMT DE Ø 3/4"	UND	42
<b>CONDULETAS</b>			
27	CONDULETA ELE DERECHA DE Ø 3/4"	UND	49
28	CONDULETA ELE IZQUIERDA DE Ø 3/4"	UND	49
29	CONDULETA ELE FRONTAL FN Ø 3/4"	UND	88
30	CONDULETA TEE FN Ø 3/4"	UND	28
31	ENTRADA A CAJA EMT Ø 3/4"	UND	1266
32	CONECTOR CURVO COPEX DE Ø 3/4"	UND	32
33	CONECTOR RECTO COPEX DE Ø 3/4"	UND	32
<b>SOPORTES</b>			
34	ABRAZADERA APRETATUBO DE Ø 3/4"	UND	1179
35	<b>CADA UNA CONTIENE</b>		
	PERFIL PERFORADO GL 41 X 22 MM.	CMS	0.15
	PERNO EXPANSIVO GL Ø 3/8" X 2"	UND	1
	ABRAZADERA PERPENDICULAR AL PERFIL GL Ø 1/2"	UND	1
<b>PANEL DE CONTROL Y FUENTES DE PODER</b>			
36	TABLERO CONTROL DIRECCIONABLE FN-2127N 2 LOOP HOCHIKI COLOR ROJO	UND	1
37	BATERIA 12 V 12AH	UND	2
38	HOCHIKI FUENTE DE PODER PE-10SN DE 10 AMP 24VDC	UND	1
39	PARTE ELECTRICA CUARTO DE BOMBAS	UND	1

### 8.1.2 Listado de extinción

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TOTAL
<b>TUBERIA</b>			
1	TUBERIA ACERO AL CARBONO SCH 40 Ø 8"	MTS	228
2	TUBERIA ACERO AL CARBONO SCH 40 Ø 6"	MTS	93
3	TUBERIA ACERO AL CARBONO SCH 40 Ø 4"	MTS	296
4	TUBERIA ACERO AL CARBONO SCH 40 Ø 3"	MTS	160
5	TUBERIA ACERO AL CARBONO SCH 40 Ø 2 1/2"	MTS	806
6	TUBERIA ACERO AL CARBONO SCH 40 Ø 2"	MTS	328
7	TUBERIA ACERO AL CARBONO SCH 40 Ø 1 1/2"	MTS	373
8	TUBERIA ACERO AL CARBONO SCH 40 Ø 1 1/4"	MTS	612
9	TUBERIA ACERO AL CARBONO SCH 40 Ø 1"	MTS	343
10	TUBERIA ACERO AL CARBONO SCH 40 Ø 1/2"	MTS	24
<b>CODOS</b>			
11	CODO 90 RANURADO 150 PSI Ø 8" LISTADO	UND	18
12	CODO 90 RANURADO 150 PSI Ø 6" LISTADO	UND	47
13	CODO 90 RANURADO 150 PSI Ø 4" LISTADO	UND	24
14	CODO 90 RANURADO 150 PSI Ø 3" LISTADO	UND	24
15	CODO 90 RANURADO 150 PSI Ø 2 1/2" LISTADO	UND	125
16	CODO 90 RANURADO 150 PSI Ø 2" LISTADO	UND	36
17	CODO 90 RANURADO 150 PSI Ø 1 1/2" LISTADO	UND	66
18	CODO 90 RANURADO 150 PSI Ø 1 1/4" LISTADO	UND	94
19	CODO 90 ROSCADO 150 PSI Ø 2" LISTADO	UND	11
20	CODO 90 ROSCADO 150 PSI Ø 1 1/4" LISTADO	UND	51
21	CODO 90 ROSCADO 150 PSI Ø 1" LISTADO	UND	176
22	CODO 90 ROSCADO 150 PSI Ø 3/4" LISTADO	UND	9
23	CODO 90 ROSCADO 150 PSI Ø 1/2" LISTADO	UND	26
24	SEMICODO 45 ROSCADO 150 PSI Ø 2" LISTADO	UND	4
25	SEMICODO 45 ROSCADO 150 PSI Ø 1/2" LISTADO	UND	4
<b>MECHANICAL TEE</b>			
26	MECHANICAL TEE RANURADA Ø 8" X 3"	UND	2
27	MECHANICAL TEE RANURADA Ø 8" X 2 1/2"	UND	4
28	MECHANICAL TEE RANURADA Ø 6" X 3"	UND	5
29	MECHANICAL TEE RANURADA Ø 6" X 2 1/2"	UND	2
30	MECHANICAL TEE RANURADA Ø 6" X 2"	UND	2
31	MECHANICAL TEE RANURADA Ø 4" X 2 1/2"	UND	6

(Continúa en la siguiente página)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TOTAL
32	MECHANICAL TEE ROSCADA Ø 4" X 1 1/2"	UND	9
33	MECHANICAL TEE ROSCADA Ø 3" X 2"	UND	2
34	MECHANICAL TEE ROSCADA Ø 3" X 1 1/2"	UND	5
35	MECHANICAL TEE RANURADA Ø 3" X 1 1/4"	UND	2
36	MECHANICAL TEE ROSCADA Ø 3" X 1 1/4"	UND	9
37	MECHANICAL TEE ROSCADA Ø 3" X 1"	UND	41
38	MECHANICAL TEE RANURADA Ø 2 1/2" X 1 1/2"	UND	33
39	MECHANICAL TEE RANURADA Ø 2 1/2" X 1 1/4"	UND	105
40	MECHANICAL TEE ROSCADA Ø 2 1/2" X 1 1/4"	UND	19
41	MECHANICAL TEE ROSCADA Ø 2 1/2" X 1"	UND	80
42	MECHANICAL TEE ROSCADA Ø 2 1/2" X 1/2"	UND	23
43	MECHANICAL TEE RANURADA Ø 2" X 1 1/2"	UND	8
44	MECHANICAL TEE RANURADA Ø 2" X 1 1/4"	UND	33
45	MECHANICAL TEE ROSCADA Ø 2" X 1 1/4"	UND	5
46	MECHANICAL TEE ROSCADA Ø 2" X 1"	UND	45
47	MECHANICAL TEE ROS PERNO Ø 2" X 1/2"	UND	9
48	MECHANICAL TEE ROS PERNO U Ø 2 1/2" X 1 1/2"	UND	6
49	MECHANICAL TEE ROS PERNO U Ø 2 1/2" X 1"	UND	5
50	MECHANICAL TEE ROS PERNO U Ø 1 1/2" X 1"	UND	156
51	MECHANICAL TEE ROS PERNO U Ø 1 1/2" X 1/2"	UND	4
52	MECHANICAL TEE ROS PERNO U Ø 1 1/4" X 1"	UND	112
53	TEE REDUCIDA RANURADA 150 PSI Ø 4"X 4" X 2 1/2"	UND	5
54	TEE REDUCIDA RANURADA 150 PSI Ø 2 1/2" X 2 1/2" X 2"	UND	11
55	TEE RANURADA 150 PSI Ø 8"	UND	7
56	TEE RANURADA 150 PSI Ø 6"	UND	12
57	TEE RANURADA 150 PSI Ø 4"	UND	12
58	TEE RANURADA 150 PSI Ø 2 1/2"	UND	27
59	TEE RANURADA 150 PSI Ø 3"	UND	10
60	TEE RANURADA 150 PSI Ø 2"	UND	5
61	TEE RANURADA 150 PSI Ø 1 1/2"	UND	5
62	CROSS TEE RANURADA 150 PSI Ø 1 1/2"	UND	2
63	TEE ROSCADA HD 150 PSI Ø 2 1/2"	UND	4
64	TEE ROSCADA HD 150 PSI Ø 2"	UND	12
65	TEE ROSCADA HD 150 PSI Ø 1 1/4"	UND	18
<b>REDUCCIONES</b>			
66	REDUCCION COPA RAN 150 PSI Ø 8"X 6" LISTADO	UND	6
67	REDUCCION COPA RAN 150 PSI Ø 8"X 4" LISTADO	UND	3
68	REDUCCION COPA RAN 150 PSI Ø 6"X 4" LISTADO	UND	21

(Continúa en la siguiente página)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TOTAL
69	REDUCCION COPA RAN 150 PSI Ø 4"X 3" LISTADO	UND	8
70	REDUCCION COPA RAN 150 PSI Ø 4"X 2 1/2" LISTADO	UND	7
71	REDUCCION COPA RAN 150 PSI Ø 4"X 2" LISTADO	UND	3
72	REDUCCION COPA RAN 150 PSI Ø 3"X 2 1/2" LISTADO	UND	8
73	REDUCCION COPA RAN 150 PSI Ø 3"X 2" LISTADO	UND	4
74	REDUCCION COPA RAN 150 PSI Ø 2 1/2" X 2" LISTADO	UND	6
75	REDUCCION COPA RAN 150 PSI Ø 2 1/2" X 1 1/2" LISTADO	UND	4
76	REDUCCION COPA RAN 150 PSI Ø 2" X 1 1/2" LISTADO	UND	6
77	REDUCCION TUERCA 150 PSI Ø 2" X 1 1/4" LISTADO	UND	3
78	REDUCCION RANURADA 150 PSI Ø 1 1/2" X 1 1/4" LISTADO	UND	3
79	REDUCCION TUERCA 150 PSI Ø 1 1/4" X 3/4" LISTADO	UND	2
80	REDUCCION TUERCA 150 PSI Ø 1 1/4" X 1/2" LISTADO	UND	107
81	REDUCCION COPA RAN 150 PSI Ø 2" X 1 1/2" LISTADO	UND	2
82	REDUCCION COPA ROSCADA 150 PSI Ø 1 1/2" X 1" LISTADO	UND	3
83	REDUCCION TUERCA 150 PSI Ø 1 1/2" X 1/2" LISTADO	UND	8
84	REDUCCION COPA ROSCADA 150 PSI Ø 1" X 3/4" LISTADO	UND	32
85	REDUCCION COPA ROSCADA 150 PSI Ø 1" X 1/2"	UND	314
<b>UNIONES</b>			
86	COUPLING 150 PSI Ø 8" LISTADO	UND	110
87	COUPLING 150 PSI Ø 6" LISTADO	UND	176
88	COUPLING 150 PSI Ø 4" LISTADO	UND	309
89	COUPLING 150 PSI Ø 3" LISTADO	UND	118
90	COUPLING 150 PSI Ø 2 1/2" LISTADO	UND	580
91	COUPLING 150 PSI Ø 2" LISTADO	UND	182
92	COUPLING 150 PSI Ø 1 1/2" LISTADO	UND	326
93	COUPLING 150 PSI Ø 1 1/4" LISTADO	UND	486
<b>SPRINKLER</b>			
94	ROCIADOR SR PENDENT EN BRONCE K 11.2 Ø 3/4" 286 F.	UND	24
95	ROCIADOR SR SIDEWALL DE CO. EXTENDIDA EN BRONCE K 8.0 Ø 3/4" 165 F.	UND	9
96	ROCIADOR SR UP-RIGHT EN BRONCE K 5.6 Ø 1/2" 155 F.	UND	68
97	ROCIADOR SR PENDENT EN BRONCE K 5.6 Ø 1/2" 155 F.	UND	458
<b>VÁLVULAS</b>			
98	VALVULA COMPUERTA OS&Y VA HD Ø 8" LISTADO	UND	2
99	VALVULA CHEQUE RANURADA HD 150 PSI Ø 4" LISTADO	UND	2
100	VALVULA CHEQUE RANURADA Ø 4" DRENAJE CV-1FR CON MANÓMETROS INCLUIDOS	UND	1

(Continúa en la siguiente página)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TOTAL
101	VALVULA MARIPOSA HD RANURADA SUPERVIZADA Ø 4" LISTADO	UND	1
102	VALVULA CHEQUE RANURADA Ø 2 1/2" DRENAJE CV-1FR CON MANÓMETROS INCLUIDOS	UND	1
103	VALVULA MARIPOSA HD RANURADA SUPERVIZADA Ø 2 1/2" LISTADO	UND	1
104	VALVULA BOLA BR 150 PSI Ø 2" LISTADO	UND	3
105	VALVULA BOLA BR 150 PSI Ø 1 1/4" LISTADO	UND	10
106	VALVULA BOLA BR 150 PSI Ø 1/2" LISTADO	UND	18
107	VALVULA DESAIREADORA ROSCADA HD 150 PSI Ø 1/2" LISTADO	UND	18
108	VALVULA ALIVIO BR Ø 1/2" LISTADO	UND	2
109	VALVULA COMPUERTA BR Ø 1/2" LISTADO	UND	2
110	VALVULA PRUEBA/DRENAJE BR Ø 2" X 3/4" 3PTOS-2VIS 300 PS LISTADO	UND	1
111	VALVULA PRUEBA/DRENAJE BR Ø 1 1/4" X 1/2" 3PTOS-2VIS 30 LISTADO	UND	1
<b>ESTACIONES DE CONTROL</b>			
112	RISER COMPLETAMENTE DOTADO 150 PSI Ø 4"	UND	12
113	RISER COMPLETAMENTE DOTADO 150 PSI Ø 3"	UND	4
114	RISER COMPLETAMENTE DOTADO 150 PSI Ø 2 1/2"	UND	4
<b>SOPORTERIA</b>			
115	SOPORTE CANAL EN C DE Ø 8"	UND	55
116	SOPORTE CANAL EN C DE Ø 6"	UND	12
117	SOPORTE CANAL EN C DE Ø 4"	UND	47
118	SOPORTE CANAL EN C DE Ø 3"	UND	4
119	SOPORTE CANAL EN C DE Ø 2 1/2"	UND	27
120	SOPORTE "PIE DE AMIGO" DE Ø 6"	UND	17
121	SOPORTE "PIE DE AMIGO" DE Ø 4"	UND	45
122	SOPORTE "PIE DE AMIGO" DE Ø 3"	UND	13
123	SOPORTE "PIE DE AMIGO" DE Ø 2 1/2"	UND	16
124	SOPORTE SISMICO 4 VIAS Ø4" TIPO TOLCO	UND	20
125	SOPORTE SISMICO 4 VIAS Ø3" TIPO TOLCO	UND	5
126	SOPORTE SISMICO 4 VIAS Ø2 1/2" TIPO TOLCO	UND	5
127	SOPORTE SISMO RESISTENTE LONGITUDINAL Ø 3" TIPO TOLCO	UND	26
128	SOPORTE SISMO RESISTENTE TRANSVERSAL Ø 3" TIPO TOLCO	UND	42
129	SOPORTE SISMO RESISTENTE LONGITUDINAL Ø 2 1/2" TIPO TOLCO	UND	83
130	SOPORTE SISMO RESISTENTE TRANSVERSAL Ø 2 1/2" TIPO TOLCO	UND	152
131	SOPORTE T PERA Ø 6" B-CLAMP	UND	9
132	SOPORTE T PERA Ø 4" B-CLAMP	UND	25
133	SOPORTE T PERA Ø 3" B-CLAMP	UND	72
134	SOPORTE T PERA Ø 2 1/2" B-CLAMP	UND	197

(Continúa en la siguiente página)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TOTAL
135	SOPORTE T PERA Ø 2" B-CLAMP	UND	113
136	SOPORTE T PERA Ø 1 1/2" B-CLAMP	UND	138
137	SOPORTE T PERA Ø 1 ¼ " B-CLAMP	UND	168
138	SOPORTE T PERA Ø 1" B-CLAMP	UND	201
139	SOPORTE T PERA Ø ½ " B-CLAMP	UND	18
<b>TAPON</b>			
140	TAPON RANURADO HD 150 PSI Ø 6" LISTADO	UND	5
141	TAPON RANURADO HD 150 PSI Ø 4" LISTADO	UND	8
142	TAPON RANURADO HD 150 PSI Ø 3" LISTADO	UND	9
143	TAPON RANURADO HD 150 PSI Ø 2 1/2" LISTADO	UND	39
144	TAPON RANURADO HD 150 PSI Ø 2" LISTADO	UND	18
145	TAPON RANURADO HD 150 PSI Ø 1 1/2" LISTADO	UND	47
146	TAPON RANURADO HD 150 PSI Ø 1 1/4" LISTADO	UND	39
147	FLANCHE RANURADO HD 150 PSI Ø 8" LISTADO	UND	5
<b>GABINETES</b>			
148	GABINETE CLASE 2 HI 77 X 77 X 22 CMS NFPA 14-ED 2010 COMPLETAMENTE DOTADO	UND	2
149	GABINETE CLASE 3 HI 77 X 77 X 22 CMS NFPA 14-ED 2010 COMPLETAMENTE DOTADO	UND	5
<b>SIAMESA</b>			
150	SIAMESA DOBLE LLAVE BR Ø 4" X 2 1/2" X 2 1/2" - CON TAPA Y CADENA	UND	2
<b>HIDRANTE</b>			
151	HIDRANTE TIPO PETROLERO Ø 4"	UND	2
<b>BOMBAS</b>			
152	BOMBA CENTRIFUGA.SERIE 4600 F REF. 6 x 5 x 12 MF. 750 GMP @ 143 PSI. MARCA ARMSTRONG	UND	1
153	MOTOR DIESEL. MARCA CLARKE. SERIE.JU4H. REF. UF04	UND	1
154	BOMBA JOCKEY. MARCA ARMSTRONG. SERIE 4700 VMP. REF. VMS 0508. 6.7GPM @ 165 PSI	UND	1
<b>TANQUE DE AGUA</b>			
155	TANQUE PERNADO MODULAR EN ACERO CON FORMA DE CILINDRO DE DIMENSIONES Ø5m Y 14m DE ALTURA	UND	1
<b>SISTEMA DE EXTINCIÓN POR AGENTE LIMPIO</b>			
PART. NUMBER	ELEMENTO	UNIDAD	TOTAL
921201	AGENTE FM 200/HFC-227ea PRESENTACIÓN LARGE CILINDRO POR 12 Lb	UND	5
204328	DETECTION TUBING 4/6 CARRETE X 328 pies	UND	6
204050	DETECTION TUBING 4/6 CARRETE X 50 pies	UND	1

(Continúa en la siguiente página)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TOTAL
200203	SLIP-ON PLUG (TAPÓN) PARA TUBING DE 4/6 (6 mm)	UND	83
400011	FM-200 PRESSURE GAUGE (MANÓMETRO PARA FM-200)	UND	5
201132	TAMPER-PROOF VALVE LOCKING DEVICE	UND	5
200168	ADAPTADOR DE FIN DE LÍNEA	UND	10
200151	GRAPAS PLÁSTICAS PARA TUBING DE 4/6 X 2 UND	PAQUETE	45
200150	GRAPAS ENCAUCHETADAS PARA TUBING DE 4/6 X 2 UND	PAQUETE	610
201008	MOUNTING TABS PARA TUBING DE 4/6 X 12 UND	PAQUETE	135
200177	SLIP ON "T"	UND	5
200157	T-CONECTOR PARA TUBING DE 4/6	UND	95
600090	ALARMA AUDIBLE (OPERADA CON BATERIAS PROPIAS)	UND	5
400441	PRESSURE SWITCH ASSEMBLY PARA TUBING DE 4/6	UND	5
120305	UNIVERSAL MOUNTING BRACKET	UND	5

## 9. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

El presupuesto generado en el presente proyecto se realizó con el apoyo de la empresa *SISCO S.A.S Sistemas Integrados de Seguridad y Control S.A.S* especializada en la instalación de sistemas de detección y extinción de incendios. Esta compañía amablemente proporcionó una cotización formal que contempla el precio unitario de cada uno de los materiales y mano de obra. En el **ANEXO F. PRESUPUESTO DE LA RED CONTRA INCENDIO** se presentará el precio global del sistema de detección, extinción, cuarto de bombas y agente limpio (El tanque de almacenamiento **NO** hará parte de la cotización en el presente proyecto). En la tabla 21, se evidencia el precio de cada sistema de acuerdo al diseño antes propuesto.

Tabla 21. Presupuesto para la instalación de cada sistema

<b>TIPO DE SISTEMA</b>	<b>PRECIO TOTAL (\$)</b>
Sistema de extinción	\$941.710.827
Sistema de detección	\$541.641.728
Cuarto de bombas	\$389.831.280
Sistema con agente limpio	\$657.364.179
<b>TOTAL</b>	<b>\$2530.548.014</b>

Fuente: Los autores

Es importante aclarar, que el presupuesto de la tabla 21 tiene una vigencia de 30 días de acuerdo a las políticas establecidas por la empresa *SISCO S.A.S*. De igual manera, se debe considerar que la implementación de cada uno de los sistemas propuestos por los autores se puede trabajar por áreas determinadas y por ende la cotización se vería afectada. Por tal razón se pone en consideración de la Universidad Distrital las áreas a las cuales se les deben dar prioridad al momento de una posible instalación.



## 10. CONCLUSIONES

- La Universidad Distrital Facultad Tecnológica no cuenta con una adecuada red contra incendio ya que la red de gabinetes instalada actualmente no es operativa las 24 horas del día, además de que en las tuberías no fluye agua.
- Los sistemas contra incendio instalados deben cumplir con la normatividad que por ley aplica en Colombia. El plantel Institucional no obedece la norma vigente lo que puede dar a lugar a sanciones u otros procedimientos legales de la autoridad competente.
- Las bombas hidráulicas presentes en el cuarto de máquinas no son las recomendadas para abastecer el sistema contra incendio.
- La elección de los extintores más adecuados debe realizarse con la norma vigente en el país. El empleo de un agente extintor que no sea el adecuado para proteger un lugar en específico puede colocar en peligro la seguridad de las personas que intenten sofocar el incendio.
- La identificación de las áreas permitió conocer los diferentes riesgos de combustión a los que estaba sometido el plantel. Fue una tarea minuciosa que dio paso a la construcción del diseño y de los planos del sistema, de manera que estos últimos fueran lo más fieles posible a la arquitectura de la Universidad.
- Las técnicas de cálculo por software computarizado permitieron agilizar el proceso de diseño y optimizar los tamaños de la red contra incendio, de manera que esto permitió mediante iteración la minimización de los diámetros de las tuberías y accesorios del sistema.
- Se logró contribuir aún más a la protección de la facultad, no limitándose únicamente al diseño de la red de extinción, sino realizando también un sistema de detección de incendio, simplificando de esta manera las tareas de aviso oportuno y evacuación del personal involucrado en un incendio.
- La cotización de los sistemas contra incendio se realizó con una empresa legalmente constituida y avalada en la instalación de los mismos. Ello permitió que el presupuesto publicado en la cotización sea lo más cercano posible a lo que costaría la instalación del proyecto real. La optimización del sistema, por supuesto se vio reflejado en el listado de material, lo que contribuye a reducir los costos considerablemente.

- Se evidenció a lo largo de este proyecto que el sistema contra incendio es una necesidad de la Facultad Tecnológica. El trabajo llevado a cabo busca contribuir al cambio de esa condición, pretendiendo así que sea instalada una red que sea efectiva y funcional a la hora de apagar incendios, que salvaguarde la vida de los habitantes del plantel y la integridad de las cosas.

## BIBLIOGRAFÍA

BARRIOS, María I. La importancia de la educación en protección contra incendios en América Latina. En: Perspectiva Regional NFPA Journal Latinoamericano, 2010, Perú

COLOMBIA. ALCALDIA DE BOGOTÁ. Proyecto de acuerdo (2010). "Por el cual se adoptan las normas NFPA 1 "Código Uniforme de Incendios y la NFPA 101 "Código de Seguridad Humana" de la National Fire Protection Association y se dictan otras disposiciones". Bogotá D.C, 2010. No.141.

COLOMBIA. CONGRESO DE COLOMBIA. LEY 1575 (2012). "Por medio del cual se establece la ley general de bomberos de Colombia". Bogotá D.C, 2012. 19 p.

CONFERENCIA DE CLAUSURA PROMOCIÓN DEL MEDSEM. (3: 14, Diciembre, 2006: Madrid, España). Historia y situación actual de los servicios de bomberos (I). Madrid: Universidad Europea de Madrid, 2006.

GUTIERREZ, Alexis Abad y LUNA, Marta Alexandra. Diseño básico del Sistema contra incendios para la Biblioteca Central de la Universidad Industrial de Santander. Trabajo de grado Ingeniero Mecánico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. 2004, 322 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Norma Técnica Colombiana: Extintores de fuego portátiles. NTC 2885. Bogotá D.C.: El Instituto, 2009. 132 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Norma Técnica Colombiana: Norma para la instalación de conexiones de mangueras contra incendio. NTC 1669. Bogotá D.C.: El Instituto, 2009. 85 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Norma Técnica Colombiana: Norma para la instalación de sistemas de rociadores. NTC 2301. Bogotá D.C.: El Instituto, 2011. 721 p.

MANRIQUE QUINTANA, Daniel Ivan. Adecuación del Sistema de alarma contra incendios y diagnóstico de la instalación eléctrica del hotel Dann AV-19. Trabajo de grado Tecnólogo en Electricidad. Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad Tecnológica. Coordinación de Tecnología en Electricidad. 2010.

MARTÍNEZ, R. Diseño de sistema contra incendio en plantas industriales según normas internacionales y locales. Trabajo de grado Ingeniero Mecánico. Sertenejas.: Universidad Simón Bolívar. Decanato de estudios profesionales. Coordinación de Ingeniería Mecánica. 2012.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente. NSR-10. Bogotá D.C.: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010, 406 p.

MONCADA, Jaime A. La historia de la NFPA 1. En: Punto de Vista NFPA Journal Latinoamericano, historia

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Fire Code. NFPA 1. Ed. 2015. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2014. 738 p.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Flammable and Combustible Liquids Code. NFPA 30. Ed. 2015. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2014. 169 p.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Nacional Fire Alarm and Signaling Code. NFPA 72. Ed. 2016. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2015. 377 p.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Standard for the Fire Protection of Information Technology Equipment. NFPA 75. Ed. 2017. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2016. 40 p.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Standard for the Installation and Use of Stationary Combustion Engines and Gas Turbines. NFPA 37. Ed. 2015. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2014. 37 p.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Standard for the Installation of Sprinkler. NFPA 13. Ed. 2016. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2015. 496 p.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems. NFPA 14. Ed. 2016. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2015. 60 p.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems. NFPA 2001. Ed. 2015. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2014. 132 p.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection. NFPA 20. Ed. 2016. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2015. 176 p.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Standard for Portable Fire Extinguishers. NFPA 10. Ed. 2013. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2012. 84 p.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response. NFPA 704. Ed. 2017. Quincy, Massachusetts: NFPA. 2016. 37 p.

NIÑO VELANDIA, Camilo Andrés. Diagnóstico de los sistemas de protección contra incendios en edificaciones. Trabajo de grado Ingeniero Civil. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. 2011, 46 p.

SOTELO CALDERÓN, Miguel Ángel. Diseño conceptual del sistema hidráulico de protección contra incendios para la Universidad Católica de Colombia Sede el Claustro en la ciudad de Bogotá D.C. Trabajo de grado Ingeniero Civil. Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. 2014, 38 p.

RODRIGUEZ, D. Diseño de un sistema de protección contra incendio para las instalaciones de la compañía Colvatel S.A. ESP. Trabajo de grado Ingeniero Mecánico. Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad Tecnológica. Coordinación de Tecnología e Ingeniería Mecánica. 2011.

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS. Informe de avance sobre el plan indicativo de gestión. Bogotá D.C: Oficina Asesora de Planeación y Control; 2013. Plan de desarrollo 2008-2016. (CBN 2013).

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS. Ref: SU SOLICITUD EN EL OFICIO 2017 IE7635. Bogotá: División de recursos físicos, 2017. Fol. 1, 2017IE8277

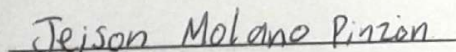
Bogotá D.C, Junio 14 de 2017

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

A quien interese

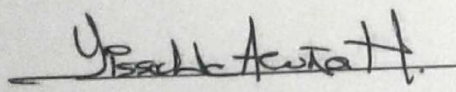
A través de la presente expresamos nuestra intención de que se respete y se mantenga protegida la propiedad intelectual inherente al proyecto de grado titulado "DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DE EXTINCIÓN Y DETECCIÓN PARA LA FACULTAD TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, CONFORME A LA NORMA NFPA Y LA NSR-10", de manera que se prohíba su utilización con fines lucrativos sin previo consentimiento de los autores.

Cordialmente, los autores:

  
Jeison Alejandro Molano Pinzón  
Código 20152375002

  
Luis Felipe Rodríguez Leguizamón  
Código 20152375010

Con aprobación de:

  
Vo.Bo. Director  
Yisselle Acuña Hereira