



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**REDISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DEL BLOQUE A DE LA UPS
CAMPUS MARÍA AUXILIADORA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniería Civil

AUTORES: KEVIN BRYAN ROBLES LEMACHE,
ROBERTO CARLOS FERNÁNDEZ DELGADO

TUTOR: ING. LUIS EDUARDO MOYA CHAVEZ, MSc.

GUAYAQUIL-ECUADOR
2025-2026

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotros, Kevin Bryan Robles Lemache con documento de identificación N°0922614003 y Roberto Carlos Fernández Delgado con documento de identificación N°1310218795; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 24 de enero del año 2026

Atentamente,



Kevin Bryan Robles Lemache

0922614003



Roberto Carlos Fernández Delgado

1310218795


**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Kevin Bryan Robles Lemache con documento de identificación N°0922614003 y Roberto Carlos Fernández Delgado con documento de identificación N°1310218795, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Trabajo de titulación: REDISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DEL BLOQUE A DE LA UPS CAMPUS MARÍA AUXILIADORA, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniería Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 24 de enero del año 2026

Atentamente,



Kevin Bryan Robles Lemache
0922614003



Roberto Carlos Fernández Delgado
1310218795

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Luis Eduardo Moya Chávez con documento de identificación N°1310835457, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: REDISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DEL BLOQUE A DE LA UPS CAMPUS MARÍA AUXILIADORA, realizado por Kevin Bryan Robles Lemache con documento de identificación N°0922614003 y por Roberto Carlos Fernández Delgado con documento de identificación N°1310218795, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 29 de enero del año 2026

Atentamente,



Ing. Luis Eduardo Moya Chávez, MSc.

1310835457

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi vida académica.

De manera muy especial, expreso mi profundo agradecimiento a mi esposa Dora, por su apoyo incondicional, comprensión y motivación constante. Sin su compañía, paciencia y aliento, este logro no habría sido posible.

A mi madre, le agradezco profundamente por inculcarme desde niño a nunca desmayar ante ninguna situación, enseñándome con su ejemplo el valor del esfuerzo, la constancia y la perseverancia.

Asimismo, agradezco a toda mi familia y a la familia de mi esposa, por su respaldo, confianza y acompañamiento permanente a lo largo de este camino.

Finalmente, expreso mi agradecimiento a mis maestros, por todos los conocimientos impartidos, su orientación y dedicación, los cuales fueron fundamentales para mi formación profesional y para el desarrollo de la presente tesis.

A todos ustedes, muchas gracias.

.Robert

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por guiar mi camino y permitirme culminar con éxito esta etapa de formación académica y profesional.

Expreso mi sincero agradecimiento a mi padre, por su ejemplo de esfuerzo, responsabilidad y constancia, y por el apoyo incondicional brindado a lo largo de mi vida, el cual ha sido fundamental para mi crecimiento personal y profesional.

A mi madre, por su amor, dedicación y acompañamiento permanente, así como por sus consejos oportunos, que han sido un pilar esencial durante todo mi proceso formativo.

A mi tía, por su respaldo, comprensión y palabras de aliento, que contribuyeron de manera significativa a la culminación de este logro académico.

A mi pareja, por su paciencia, comprensión y apoyo constante, demostrados a lo largo de este proceso, siendo un soporte fundamental en los momentos de mayor exigencia académica.

Finalmente, expreso mi agradecimiento a todas las personas que, directa o indirectamente, aportaron con su apoyo, motivación y confianza para la culminación de esta etapa universitaria.

Este logro es el resultado del esfuerzo conjunto y del acompañamiento de quienes creyeron en mí y me impulsaron a no rendirme.

Kevin

ÍNDICE

CAPÍTULO I	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	4
1.3. Contexto general.....	6
1.4. Descripción del problema	6
1.5. Delimitaciones.....	7
1.6. Formulación del problema	8
1.7. Justificación	8
1.8. Marco Hipotético	9
1.9. Objetivos 10	
1.9.1. <i>Objetivo general</i>	10
1.9.2. <i>Objetivos específicos</i>	10
CAPITULO II	11
2. MARCO TEORICO	11
2.1. <i>Evolución histórica de los sistemas contra incendios</i>	11
2.1.1. <i>Evolución normativa: desarrollo de las normas NFPA en el tiempo</i>	12
2.1.2. <i>Incendios emblemáticos que cambiaron la normativa contra incendios</i> ...	13
2.2. <i>Principios hidráulicos aplicados a SCI</i>	13
2.2.1. <i>Aplicación de la Ley de Bernoulli en sistemas contra incendios</i>	13
2.2.2. <i>Pérdidas mayores y menores en redes contra incendios</i>	14
2.3. <i>Comparación entre sistemas</i>	14
2.3.1. <i>Red húmeda versus red seca</i>	14
2.4. <i>Gestión del riesgo y seguridad contra incendios en edificaciones educativas</i>	15

2.5.	<i>Importancia de los sistemas hidráulicos contra incendios en edificaciones</i>	15
2.6.	<i>Conceptualización y clasificación del fuego</i>	16
2.7.	<i>Tipos de extintores en el ecuador</i>	29
2.8.	<i>Marco Normativo</i>	32
2.8.1.	<i>Normativa internacional aplicable</i>	32
2.8.2.	<i>Normativa ecuatoriana aplicable</i>	34
2.8.3.	<i>Integración normativa en el proyecto</i>	35
CAPITULO III		37
3.	METODOLOGÍA	37
3.1.	<i>Enfoque de la investigación</i>	37
3.2.	Modalidad de investigación	38
3.3.	Tipo de Investigación	39
3.4.	Técnicas e Instrumentos	40
3.4.1.	<i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	40
3.5.	<i>Procedimiento metodológico</i>	41
3.6.	Método de análisis de datos	42
3.7.	Consideraciones éticas	42
3.8.	Alcance	42
3.9.	Limitaciones del estudio	43
CAPITULO IV		45
4.	DESARROLLO	45
4.1.	Descripción de la red hidráulica	45
4.2.	Criterios de diseño hidráulico	45
4.3.	Criterios de seguridad humana (Life Safety)	46
4.3.1.	Relación entre sistemas contra incendios y seguridad humana	47

4.3.2.	Tiempo de evacuación y control del incendio	47
4.3.3.	Importancia del enfoque Life Safety en el diseño del sistema	48
4.4.	Justificación de la selección de criterios de diseño	48
4.4.1.	Clasificación del riesgo de incendio	49
4.4.2.	Selección de la densidad de descarga y área de diseño	49
4.4.3.	Selección de la densidad de descarga y área de diseño	50
4.4.4.	Selección de la densidad de descarga y área de diseño	50
4.5.	Diámetros adoptados de la red	50
4.6.	Tipo de Red: Húmeda	56
4.7.	Cálculo de tuberías de acero	57
	Elaborado por autores de tesis	58
4.8.	Gabinetes.	58
4.9.	Siamesa	60
4.10.	Rociadores.	61
4.11.	Banco De Válvulas.	62
4.11.1.	Válvula Mariposa	62
4.11.2.	Válvula De Retención Vic-Check	62
4.11.3.	Detector De Flujo	63
4.11.4.	Indicador De Presión (Manómetro)	64
4.12.	Descripción general de la cisterna	64
4.12.1.	Normativa aplicable al diseño de la cisterna	65
4.12.2.	Caudal de diseño para la cisterna	65
4.12.3.	Tiempo mínimo de autonomía	65
4.12.4.	Cálculo del volumen útil de la cisterna	65
4.12.5.	Volumen adicional de seguridad	66
4.12.6.	Volumen total de la cisterna	66
4.12.7.	Dimensiones geométricas de la cisterna	66

4.12.8.	Componentes principales de la cisterna	67
4.12.9.	Ubicación y criterios constructivos	67
4.12.10.	Verificación normativa	67
4.13.	Propuesta de rediseño del sistema contra incendios	67
CAPITULO IV		73
5.	CONCLUSIONES	73
5.1.	Resultados	73
5.1.1.	Resultados en relación con el objetivo general	73
5.1.2.	Resultados del diagnóstico del sistema existente	73
5.1.3.	Resultados del análisis normativo y de cumplimiento	74
5.1.4.	Resultados de la justificación de los criterios de diseño	74
5.1.5.	Resultados de la aplicación de criterios de seguridad humana (Life Safety)	75
5.1.6.	Resultados del rediseño del sistema hidráulico contra incendios	75
5.1.7.	Resultados globales del estudio.....	75
5.2.	Conclusiones	76
5.3.	Recomendaciones	77
6.	Bibliografía	79
	Anexo 1	83
	Anexo 2	84

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Figura 1. Tendencias registrados en estructuras desde 1980 hasta los 2023 resultados realizados mediante una encuesta de diseño</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2. Incendios estructurales reportados... ..</i>	<i>2</i>
<i>Figura 3. Ubicación geográfica de la universidad Vía la costa</i>	<i>6</i>
<i>Figura 4. Fuego tipo A</i>	<i>17</i>

<i>Figura 5. Materiales solidos como madera</i>	18
<i>Figura 6. Madera en conducción térmica</i>	19
<i>Figura 7. Incendio en una zona industrial</i>	20
<i>Figura 8. Medidor eléctrico incendiándose</i>	22
<i>Figura 9. Metales sometidos a altas temperaturas.</i>	24
<i>Figura 10. Llamarada de fuego</i>	25
<i>Figura 11. Metales altamente toxicas.</i>	26
<i>Figura 12. Fábrica de pintura incendiada</i>	26
<i>Figura 13. Fuego tipo k</i>	27
<i>Figura 14. Tipos de rociadores.</i>	31
<i>Figura 15. Tuberías.</i>	56
<i>Figura 16. Forma de medir la distancia entre una válvula de 2 172 y el piso</i>	59
<i>Figura 17. Siamesas.</i>	61
<i>Figura 18. Válvula Mariposa Supervisada</i>	62
<i>Figura 19. Válvula de Retención</i>	63
<i>Figura 20. Detector de Flujo</i>	63
<i>Figura 21. Manómetro</i>	64
<i>Figura 22. Diseño de Planta Baja</i>	68
<i>Figura 23. Diseño de Primer Piso Alto</i>	69
<i>Figura 24. Diseño de Segundo Piso Alto</i>	70
<i>Figura 25. Diseño de Tercer Piso Alto</i>	71

<i>Figura 26. Diseño de Cuarto Piso Alto</i>	71
<i>Figura 27. Diseño de Quinto Piso Alto</i>	72
<i>Figura 28. Diseño de Sexto Piso Alto</i>	72

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Parámetros hidráulicos adoptados para el cálculo</i>	27
<i>Tabla 2 Resumen de pérdidas por fricción del sistema</i>	29
<i>Tabla 3 Características hidráulicas de la bomba contra incendio</i>	30
<i>Tabla 4 Cálculo de tuberías</i>	31
<i>Tabla 5 Resumen del cálculo del volumen de la cisterna contra incendios</i>	38



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Introducción

La seguridad contra incendios constituye uno de los pilares fundamentales en el diseño, operación y mantenimiento de edificaciones destinadas a actividades educativas, debido a la alta concentración de personas, la diversidad de usos de los espacios y la necesidad de garantizar condiciones adecuadas de evacuación y respuesta ante emergencias. En este contexto, los sistemas hidráulicos contra incendios se convierten en un componente crítico de la infraestructura, ya que permiten controlar, confinar y mitigar los efectos de un incendio en sus etapas iniciales, reduciendo significativamente el riesgo para la vida humana y los daños materiales (NFPA, 2019).

Las instituciones de educación superior, como la Universidad Politécnica Salesiana, tienen la responsabilidad de asegurar que sus instalaciones cumplan con estándares técnicos actualizados y normativas vigentes en materia de protección contra incendios. Sin embargo, muchos edificios existentes fueron diseñados bajo criterios normativos anteriores o sin considerar el crecimiento de la demanda funcional, lo que genera deficiencias en los sistemas de protección activa, especialmente en redes hidráulicas que no garantizan caudales, presiones o configuraciones adecuadas para escenarios reales de incendio.

El Bloque A del Campus María Auxiliadora presenta la necesidad de una evaluación técnica integral de su sistema hidráulico contra incendios, debido a cambios en el uso de los espacios, ampliaciones funcionales y la actualización de los criterios normativos internacionales. En este sentido, el rediseño del sistema no solo responde a una exigencia normativa, sino también a un compromiso institucional con la seguridad, la prevención de riesgos y la sostenibilidad de la infraestructura universitaria (Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, 2023).

El presente trabajo se enfoca en el rediseño del sistema hidráulico contra incendios del Bloque A, considerando los lineamientos establecidos por la National Fire Protection Association, particularmente las normas NFPA 13, NFPA 14, NFPA 20



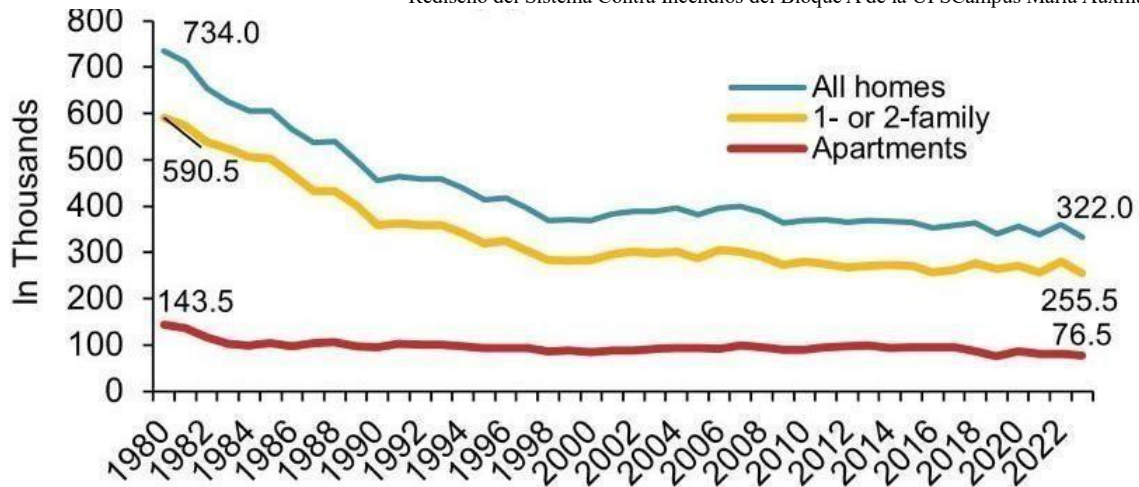
Rediseño del Sistema Contra Incendios del Bloque A de la UPSCampus María Auxiliadora y NFPA 22, las cuales regulan el diseño, instalación y operación de sistemas de rociadores, gabinetes, bombas y almacenamiento de agua para protección contra incendios. Estas normas constituyen una referencia técnica internacional ampliamente adoptada, que permite asegurar niveles adecuados de desempeño hidráulico y confiabilidad operativa (NFPA, 2019).

Asimismo, el proyecto incorpora criterios de sostenibilidad, eficiencia hidráulica y viabilidad constructiva, reconociendo que un sistema contra incendios eficiente no solo debe cumplir con parámetros de seguridad, sino también optimizar el uso de recursos, facilitar su mantenimiento y garantizar su integración con la infraestructura existente. El enfoque adoptado combina análisis hidráulico cuantitativo, revisión documental normativa y juicio técnico profesional, permitiendo desarrollar una propuesta de rediseño técnicamente sustentada y contextualizada a la realidad del campus universitario.

En este marco, la investigación aporta una solución técnica aplicable a un problema real, fortaleciendo la gestión del riesgo en edificaciones educativas y contribuyendo a la mejora continua de las condiciones de seguridad institucional. Los resultados obtenidos buscan servir como base para futuras intervenciones, procesos de mantenimiento y toma de decisiones relacionadas con la protección contra incendios en edificaciones de uso similar.

La Figura 1 evidencia que la estimación de 332 000 incendios en propiedades en 2023 representa una reducción del 55 % respecto a los 734 000 eventos registrados en 1980, así como una disminución del 8 % en comparación con 2022. Estos datos provienen de la Encuesta Nacional de Incendios de la NFPA y se publican anualmente en el informe Fire Loss in the United States (NFPA, Nfpa.org, 2025).

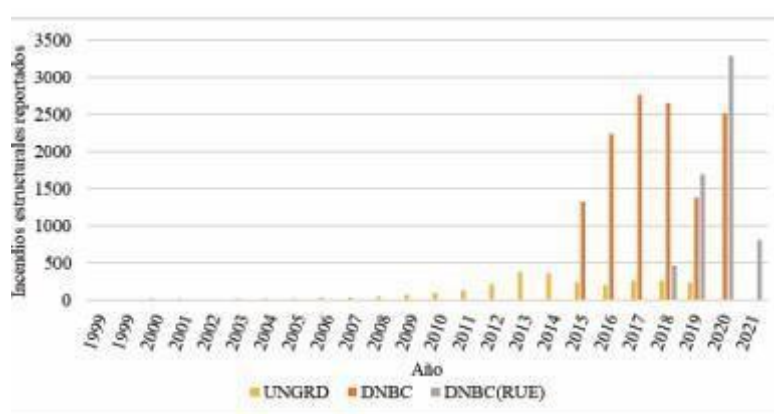
Figura 1 Tendencias registrados en estructuras desde de 1980 hasta los 2023 resultados realizados mediante una encuesta sobre incendios.



Fuente: (NFPA, Nfpa.org, 2025).

La creciente densidad de ocupación, el uso intensivo de equipos eléctricos, la presencia de materiales combustibles y el diseño inadecuado de rutas de evacuación incrementan el riesgo en centros educativos, hospitales, viviendas, industrias y edificios administrativos

Figura 2. Incendios estructurales reportados por diferentes fuentes de información.



Fuente: (Carrillo, 2022)

Por esta razón, las normas de la National Fire Protection Association (NFPA) (2019) obligan a garantizar sistemas confiables, capaces de detectar, controlar y suprimir incendios desde sus primeras etapas, reduciendo significativamente el tiempo de respuesta ante una emergencia.

Las instituciones educativas, por su naturaleza y número de ocupantes, requieren estrictos niveles de protección. El campus María Auxiliadora ubicado en el km 19 de la Vía a la Costa, de la Universidad Politécnica Salesiana (UPS) en



Guayaquil, alberga diariamente a cientos de estudiantes, docentes y personal administrativo. Para esto el Bloque A, siendo una de las infraestructuras principales del campus, demanda un sistema contra incendios plenamente funcional, moderno y capaz de operar bajo los estándares de seguridad establecidos. Sin embargo, el sistema actual evidencia limitaciones técnicas que comprometen la protección del edificio y la seguridad de sus ocupantes

Estas deficiencias reflejan la necesidad urgente de un rediseño integral del sistema contra incendios del Bloque A, orientado a cumplir las normas NFPA 13, 14, 20, 22 y 25, así como los lineamientos del Cuerpo de Bomberos de Guayaquil. Este proyecto no solo pretende corregir falencias, sino también garantizar la resiliencia del campus, salvaguardar vidas y preservar la infraestructura universitaria frente a cualquier evento de incendio.

1.2. Antecedentes

La protección contra incendios en edificaciones de uso público ha sido objeto de atención creciente a nivel internacional, debido al impacto que los incendios generan sobre la seguridad de las personas, la integridad estructural de los edificios y la continuidad de las actividades institucionales. Diversos estudios técnicos y reportes de organismos especializados evidencian que una parte significativa de los siniestros con consecuencias graves se relaciona con sistemas de protección activa deficientes, mal diseñados o que no cumplen con los estándares normativos vigentes (NFPA, 2019a).

En el ámbito internacional, la National Fire Protection Association ha desarrollado normas técnicas ampliamente adoptadas para el diseño, instalación y mantenimiento de sistemas hidráulicos contra incendios, entre ellas la NFPA 13 para sistemas de rociadores, la NFPA 14 para sistemas de gabinetes y columnas montantes, la NFPA 20 para bombas contra incendio, la NFPA 22 para tanques de almacenamiento y la NFPA 25 para inspección y mantenimiento. Estas normas establecen criterios mínimos de caudal, presión, cobertura, autonomía y confiabilidad operativa, orientados a garantizar un desempeño adecuado del sistema durante una emergencia real (NFPA, 2019a).



En el contexto latinoamericano y nacional, múltiples edificaciones educativas presentan sistemas contra incendios diseñados bajo normativas anteriores o con configuraciones que no han sido actualizadas conforme al crecimiento de la infraestructura y a los cambios en el uso de los espacios. Esta situación ha motivado procesos de evaluación y rediseño de sistemas hidráulicos, especialmente en universidades y centros educativos con alta densidad de ocupación, donde el riesgo asociado a un incendio es considerablemente mayor (Carrillo, 2022).

En Ecuador, el marco normativo establece la obligatoriedad de implementar sistemas de protección contra incendios en edificaciones de uso público, bajo la supervisión de los cuerpos de bomberos cantonales. En la ciudad de Guayaquil, el Cuerpo de Bomberos de Guayaquil exige el cumplimiento de las normas NFPA como referencia técnica para la aprobación de diseños, inspecciones y permisos de funcionamiento, lo que refuerza la necesidad de que los sistemas hidráulicos sean confiables, suficientes y mantenidos adecuadamente (Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, 2023).

En el ámbito institucional, la Universidad Politécnica Salesiana ha desarrollado procesos progresivos de mejora en materia de seguridad y prevención de riesgos; no obstante, el crecimiento de la población estudiantil, la incorporación de nuevos laboratorios, oficinas administrativas y equipos eléctricos ha incrementado la carga de fuego en determinadas edificaciones del campus María Auxiliadora. En particular, el Bloque A presenta un sistema hidráulico contra incendios que requiere ser evaluado y actualizado para responder adecuadamente a las condiciones actuales de uso y ocupación del edificio.

Los antecedentes técnicos y normativos revisados evidencian que la ausencia de un rediseño oportuno puede derivar en sistemas con presiones insuficientes, coberturas incompletas y autonomía limitada, lo cual compromete seriamente la capacidad de respuesta ante un incendio. En este sentido, el presente proyecto se fundamenta en experiencias previas, estándares internacionales y requerimientos locales, con el propósito de desarrollar una propuesta de rediseño que garantice la seguridad de los ocupantes, la protección de la infraestructura y la continuidad de las actividades académicas.



1.3. Contexto general

La infraestructura universitaria requiere sistemas de protección contra incendios que funcionen de manera eficiente y autónoma. En el caso del Bloque A de la UPS, el crecimiento de la población estudiantil, la instalación de nuevos laboratorios y oficinas, y la mayor demanda eléctrica han aumentado la carga de fuego del edificio. Esto exige un análisis profesional del estado actual del sistema hidráulico contra incendios.

En Ecuador, la normativa vigente y las disposiciones del Cuerpo de Bomberos de Guayaquil requieren que todas las edificaciones de uso público cuenten con rociadores automáticos, gabinetes contra incendios, hidrantes interiores, una estación de bombeo conforme a NFPA 20 y una cisterna con volumen adecuado según NFPA 22. La revisión preliminar del Bloque A evidencia que el sistema no cumple completamente estos requisitos, pues presenta presiones insuficientes, cobertura incompleta en zonas críticas, obsolescencia en los equipos de bombeo y falta de mantenimientos normativos.

Este escenario convierte en una prioridad la evaluación y modernización del sistema hidráulico contra incendios, con el fin de proteger la vida, la infraestructura y garantizar la continuidad de las actividades académicas.

1.4. Descripción del problema

El sistema contra incendios del Bloque A presenta múltiples deficiencias técnicas y operativas que afectan su capacidad de respuesta ante un evento real. Entre las principales problemáticas identificadas se encuentran:

- Cobertura insuficiente de rociadores automáticos, dejando áreas vulnerables ante la propagación del fuego.
- Baja presión y deficiencias en la red interna, que impiden cumplir los parámetros mínimos de caudal y presión establecidos por NFPA 13 y NFPA 14.
- Estación de bombeo obsoleta, con equipos que ya no garantizan parámetros operativos confiables.



- Cisterna con volumen insuficiente, lo cual compromete la autonomía del sistema durante una emergencia prolongada.
- Ausencia de mantenimiento preventivo adecuado, contrario a lo establecido por NFPA 25.
- Limitaciones de accesibilidad y señalización, que dificultan la operación del sistema en un evento crítico.

Estas falencias convierten al Bloque A en un espacio vulnerable, en el cual un incendio podría desencadenar pérdidas humanas, daños estructurales severos, afectación del patrimonio institucional y la interrupción de actividades académicas y administrativas.

1.5. Delimitaciones

- **Ámbito geográfico:** Bloque A del campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil.
- **Enfoque técnico:** red contra incendios, rociadores, hidrantes, tuberías, cálculos hidráulicos, estación de bombeo y cisterna.
- **Alcance temporal:** diseño y análisis del sistema actual, sin incluir obras exteriores o red de hidrantes externos del campus.
- **No incluye:** rediseño arquitectónico, detección electrónica, alarmas ni sistemas de supresión especiales.

Figura 3 Ubicación geográfica de la universidad Vía la costa



Fuente: elaboración propia

1.6. Formulación del problema



¿Cómo rediseñar el sistema contra incendios del Bloque A del Campus María Auxiliadora de la UPS para garantizar presiones, caudales, coberturas y autonomía adecuadas, conforme a las normas NFPA y a la normativa ecuatoriana vigente, asegurando la protección de los ocupantes y la continuidad operativa de la institución?

1.7. Justificación

La presente investigación se justifica desde una perspectiva técnica, normativa y académica, debido a la relevancia que tiene el correcto diseño de los sistemas contra incendios en edificaciones de múltiples plantas, donde la seguridad de los ocupantes depende en gran medida de una planificación adecuada y del cumplimiento de normativas especializadas. De acuerdo con la National Fire Protection Association (NFPA), un diseño deficiente o incompleto de estos sistemas incrementa significativamente el riesgo de pérdidas humanas y materiales en caso de incendio (National Fire Protection Association, 2019).

Desde el punto de vista técnico, el estudio resulta pertinente porque permite analizar y desarrollar un sistema contra incendios diseñado de manera general para cada una de las seis plantas del edificio, garantizando la cobertura continua y funcional del sistema en toda la edificación. La representación del sistema mediante planos generales por nivel facilita la comprensión de la distribución de los componentes, su correcta ubicación y su accesibilidad, aspectos considerados fundamentales para la eficacia del sistema durante una emergencia (NFPA, 2018). Este enfoque se vincula directamente con el objetivo general del estudio, orientado a proponer un diseño técnicamente adecuado que mejore las condiciones de seguridad del edificio.

En el ámbito normativo, la investigación se justifica por la necesidad de verificar que el diseño del sistema contra incendios cumpla con los criterios establecidos en las normas vigentes, especialmente aquellas relacionadas con la protección activa y pasiva contra incendios. El análisis documental realizado permite contrastar el diseño propuesto con estándares reconocidos, asegurando que la solución planteada responda a parámetros técnicos aceptados a nivel internacional y nacional (National Fire Protection Association, 2019) (MIDUVI, 2021). De esta manera, el estudio aporta al cumplimiento del objetivo específico relacionado con la identificación de brechas normativas y la adecuación del diseño a los requerimientos técnicos establecidos.



Desde una perspectiva académica y proyectual, esta investigación se justifica porque integra el análisis teórico con el desarrollo gráfico del sistema contra incendios, utilizando los planos como principal evidencia de los resultados alcanzados. Esta articulación entre teoría y práctica fortalece la formación técnica en el ámbito del diseño arquitectónico y demuestra la importancia de incorporar los sistemas de seguridad desde las etapas iniciales del proyecto, evitando soluciones improvisadas o correctivas en fases posteriores (González & Pérez, 2020).

Finalmente, el estudio se justifica por su aporte a la prevención de riesgos y a la protección de la vida humana, ya que un sistema contra incendios correctamente diseñado reduce la vulnerabilidad de la edificación frente a eventos adversos. El desarrollo integral del sistema en cada planta responde al objetivo de garantizar condiciones mínimas de seguridad, evacuación y control del fuego, promoviendo una cultura de prevención y responsabilidad técnica en el diseño arquitectónico (NFPA, Nfpa.org, 2025).

1.8. Marco Hipotético

El proyecto se sustenta en la hipótesis de que un sistema contra incendios rediseñado conforme a las normas NFPA incrementará significativamente la eficiencia hidráulica, la cobertura de protección y la capacidad de respuesta ante emergencias en el Bloque A. Esto permitirá:

- Alcanzar presiones y caudales adecuados en rociadores e hidrantes.
- Garantizar autonomía hídrica suficiente mediante una cisterna correctamente dimensionada.
- Mejorar la confiabilidad operativa mediante una estación de bombeo moderna.
- Reducir la vulnerabilidad del edificio y salvaguardar la vida de sus ocupantes.

Bajo esta hipótesis, se plantea un rediseño integral que permita que el Bloque A cumpla con estándares internacionales de seguridad contra incendios.

1.9. Objetivos



1.9.1. Objetivo general

Rediseñar el sistema hidráulico contra incendios del Bloque A de la Universidad Politécnica Salesiana, Campus María Auxiliadora, conforme a las normas NFPA y criterios de sostenibilidad, garantizando la seguridad de los ocupantes y la protección de la infraestructura.

1.9.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar técnicamente el sistema contra incendios del Bloque A, mediante la evaluación de presiones, caudales, tuberías, rociadores, hidrantes y estación de bombeo.
- Diseñar una red contra incendios integral que cumpla con los requisitos establecidos por la National Fire Protection Association NFPA 13 (rociadores), NFPA 14 (hidrantes internos), NFPA 20 (bombeo) y NFPA 22 (abastecimiento).
- Determinar el dimensionamiento adecuado de la cisterna y la bomba, mediante la memoria de cálculo hidráulico y análisis de pérdidas de carga.
- Definir lineamientos de operación, inspección y mantenimiento conforme a NFPA 25 garantizando la sostenibilidad y funcionamiento eficiente del sistema en el tiempo.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

En toda edificación resulta fundamental el diseño e instalación de un sistema de extinción contra incendios mediante tubería vertical o red de hidrantes, dado que este permite el transporte eficiente de un agente extintor hacia los puntos de riesgo, facilitando el control y la supresión del fuego en sus primeras etapas. Estos sistemas, ya sea que se activen de forma automática o manual, permiten reducir de manera considerable el tiempo de respuesta ante una emergencia, protegiendo la integridad física de los ocupantes y disminuyendo el riesgo de pérdidas humanas. Si bien la principal desventaja de estos sistemas radica en el costo inicial de inversión e instalación, su implementación debe considerarse una inversión estratégica en seguridad y resiliencia, más que un gasto adicional (Ucatolica, 2025). El Bloque A, al ser una de las principales estructuras del campus, requiere un sistema hidráulico



Rediseño del Sistema Contra Incendios del Bloque A de la UPSCampus María Auxiliadora contra incendios que garantice cobertura total, presión adecuada, autonomía operativa y sostenibilidad. El presente proyecto busca evaluar y rediseñar dicho sistema conforme a las normativas NFPA y a los criterios de eficiencia energética y uso responsable del agua, integrando la seguridad técnica con la sostenibilidad ambiental.

2.1. Evolución histórica de los sistemas contra incendios

Desde los inicios de la civilización, el fuego ha representado tanto una herramienta fundamental para el desarrollo humano como una amenaza constante para la vida y las edificaciones. Las primeras formas de control de incendios se basaban en métodos rudimentarios, como el uso manual de agua, arena o mantas, sin un enfoque sistemático ni técnico. En ciudades antiguas como Roma, ya existían brigadas organizadas de respuesta ante incendios, aunque carecían de infraestructura hidráulica especializada.

Durante la Edad Media y el inicio de la Revolución Industrial, el crecimiento urbano acelerado, el uso intensivo de materiales combustibles y la ausencia de regulaciones técnicas provocaron incendios de gran magnitud, con pérdidas humanas y económicas considerables. Estos eventos evidenciaron la necesidad de pasar de una respuesta reactiva a una estrategia preventiva, sentando las bases para el desarrollo de sistemas contra incendios más estructurados (Hall, 2013).

A finales del siglo XIX y principios del siglo XX, con la incorporación de redes de agua presurizada en las ciudades y el avance de la ingeniería hidráulica, comenzaron a desarrollarse los primeros sistemas automáticos de extinción, destacándose los sistemas de rociadores automáticos. Estos sistemas marcaron un cambio trascendental al permitir la supresión del fuego en su fase inicial, incluso antes de la llegada de los cuerpos de bomberos (Buchanan & Abu, 2017).

El avance tecnológico posterior permitió la integración de bombas contra incendios, válvulas especializadas, tuberías normalizadas y sistemas de almacenamiento de agua dedicados exclusivamente a la protección contra incendios. De esta manera, los sistemas dejaron de ser elementos aislados para convertirse en



Rediseño del Sistema Contra Incendios del Bloque A de la UPSCampus María Auxiliadora
redes hidráulicas complejas, diseñadas bajo criterios técnicos, normativos y de confiabilidad operativa (NFPA, 2019).

2.1.1. Evolución normativa: desarrollo de las normas NFPA en el tiempo

La creación de la National Fire Protection Association (NFPA) en 1896 marcó un hito fundamental en la estandarización de los sistemas de protección contra incendios. Inicialmente, la NFPA surgió como una asociación destinada a unificar criterios técnicos relacionados con los sistemas de rociadores automáticos, debido a la gran variabilidad de diseños y a la falta de parámetros confiables.

Con el paso del tiempo, la NFPA amplió su campo de acción, desarrollando normas específicas para cada componente del sistema contra incendios. Entre las más relevantes se encuentran la NFPA 13 para sistemas de rociadores, la NFPA 14 para sistemas de tuberías verticales y gabinetes, la NFPA 20 para bombas contra incendios, la NFPA 22 para tanques y cisternas, y la NFPA 25 para inspección y mantenimiento (NFPA, 2019).

La evolución normativa ha estado estrechamente ligada a la investigación técnica, al análisis de incendios reales y a la incorporación de nuevas tecnologías. Cada actualización normativa responde a lecciones aprendidas de siniestros anteriores, incorporando mejoras en criterios de diseño, requisitos de caudal y presión, métodos de cálculo hidráulico y protocolos de mantenimiento (Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, 2023).

En el contexto actual, las normas NFPA son consideradas referentes internacionales, adoptadas total o parcialmente por numerosos países, incluido Ecuador, donde sirven como base técnica para la aprobación de sistemas contra incendios en edificaciones de uso público, educativo e industrial.

2.1.2. Incendios emblemáticos que cambiaron la normativa contra incendios

La evolución de la normativa contra incendios ha estado profundamente influenciada por incendios de gran impacto social. Uno de los más relevantes fue el incendio de la fábrica Triangle Shirtwaist en Nueva York en 1911, donde fallecieron



146 trabajadores debido a la ausencia de rociadores automáticos y a deficiencias en las rutas de evacuación. Este evento impulsó reformas en la legislación laboral y la obligatoriedad de sistemas automáticos de extinción en edificaciones industriales (Von Drehle, 2003).

Otro caso significativo fue el incendio del MGM Grand Hotel en Las Vegas en 1980, que evidenció fallas en sistemas de detección y control de humo en edificaciones de gran altura. Como consecuencia, se reforzaron los requisitos normativos relacionados con rociadores, compartimentación y control de humo en edificios de uso público (Hall, 2013).

Estos eventos demostraron que la ausencia o deficiencia de sistemas hidráulicos contra incendios puede tener consecuencias catastróficas, consolidando el enfoque preventivo que hoy caracteriza a las normas NFPA.

2.2. Principios hidráulicos aplicados a SCI

2.2.1. Aplicación de la Ley de Bernoulli en sistemas contra incendios

La Ley de Bernoulli constituye uno de los fundamentos teóricos más importantes en el diseño de sistemas hidráulicos contra incendios. Esta ley establece que la energía total de un fluido en movimiento se conserva, considerando la suma de la energía de presión, la energía cinética y la energía potencial. En el contexto de los SCI, este principio permite analizar la distribución de presiones a lo largo de la red y verificar si los puntos más desfavorables cumplen con los valores mínimos exigidos por la normativa (Fox, McDonald, & Pritchard, 2015).

En edificaciones de varios niveles, la aplicación de la ecuación de Bernoulli resulta esencial para compensar las pérdidas de energía asociadas a la altura, la fricción y los accesorios, garantizando que los rociadores e hidrantes funcionen adecuadamente durante un incendio real.



2.2.2. Pérdidas mayores y menores en redes contra incendios

Las pérdidas de carga representan uno de los factores más influyentes en el diseño hidráulico de los sistemas contra incendios. Estas pérdidas se clasifican en pérdidas mayores, asociadas a la fricción del agua con las paredes de las tuberías, y pérdidas menores, originadas por accesorios como codos, válvulas, tees, reducciones y dispositivos de control (NFPA, 2019).

En sistemas contra incendios, las pérdidas mayores se calculan generalmente mediante fórmulas empíricas como Hazen-Williams, ampliamente aceptada por la NFPA debido a su simplicidad y confiabilidad para flujos de agua en tuberías presurizadas. La correcta estimación de estas pérdidas es fundamental para seleccionar diámetros adecuados y evitar caídas excesivas de presión (NFPA, 2019).

Las pérdidas menores, aunque individuales pueden parecer insignificantes, adquieren gran relevancia cuando se acumulan múltiples accesorios en la red. Un diseño inadecuado que no considere estas pérdidas puede provocar fallos en el suministro de agua durante un incendio, comprometiendo la operatividad del sistema.

2.3. Comparación entre sistemas

2.3.1. Red húmeda versus red seca

Las redes húmedas se caracterizan por mantenerse permanentemente llenas de agua presurizada, permitiendo una respuesta inmediata ante un incendio. Son las más utilizadas en edificaciones educativas debido a su rapidez de activación y confiabilidad.

Por otro lado, las redes secas permanecen sin agua y se presurizan únicamente cuando ocurre un incendio o cuando son activadas manualmente. Aunque son útiles en climas fríos o edificaciones especiales, presentan mayores tiempos de respuesta y requieren sistemas de control más complejos (Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, 2023).

2.4. Gestión del riesgo y seguridad contra incendios en edificaciones educativas

Las edificaciones educativas presentan un alto nivel de riesgo ocupacional debido a la concentración de personas y a la diversidad de actividades que se desarrollan en su interior. Un sistema contra incendios correctamente diseñado reduce



Rediseño del Sistema Contra Incendios del Bloque A de la UPSCampus María Auxiliadora
la vulnerabilidad de los ocupantes, facilita la evacuación y minimiza los daños estructurales, permitiendo una recuperación más rápida de las actividades académicas (Gómez & Álvarez, 2020, págs. 45-60).

2.5. Importancia de los sistemas hidráulicos contra incendios en edificaciones

En toda edificación de uso público resulta fundamental el diseño e instalación de sistemas de protección activa contra incendios, particularmente aquellos basados en redes hidráulicas, como las tuberías verticales, redes de hidrantes y sistemas de rociadores automáticos. Estos sistemas permiten el transporte eficiente del agente extintor, principalmente agua, hacia las zonas de mayor riesgo, facilitando el control y la supresión del fuego en sus primeras etapas de desarrollo.

La eficacia de un sistema hidráulico contra incendios radica en su capacidad para responder de manera inmediata, ya sea mediante activación automática o manual, reduciendo significativamente el tiempo de respuesta ante una emergencia. Esto se traduce directamente en una mayor probabilidad de salvaguardar la vida de los ocupantes y minimizar los daños materiales y estructurales en la edificación (Universidad Católica de Colombia, 2025).

Si bien una de las principales limitaciones asociadas a estos sistemas corresponde a su costo inicial de diseño, instalación y puesta en marcha, diversos autores coinciden en que dicha inversión debe entenderse como una estrategia de gestión del riesgo y no como un gasto adicional. La ausencia o deficiencia de estos sistemas suele generar consecuencias económicas y humanas considerablemente mayores frente a un evento real de incendio (Carrillo, 2022).

En este contexto, el Bloque A, al constituir una de las principales infraestructuras del campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana, requiere un sistema hidráulico contra incendios que garantice cobertura total, presiones adecuadas, autonomía operativa y criterios de sostenibilidad. El presente proyecto se orienta a evaluar y rediseñar dicho sistema conforme a las normas de la National Fire Protection Association (NFPA), integrando criterios de eficiencia



Rediseño del Sistema Contra Incendios del Bloque A de la UPSCampus María Auxiliadora energética y uso responsable del recurso hídrico, con el objetivo de fortalecer la seguridad técnica y ambiental del edificio.

2.6. Conceptualización y clasificación del fuego

El fuego es una reacción de oxidación rápida entre un combustible y el oxígeno, generando luz, calor y gases (Nadin, 2024). Este proceso se explica mediante el tetraedro del fuego, compuesto por cuatro elementos indispensables: calor, combustible, oxígeno y reacción en cadena. La eliminación o interrupción de cualquiera de estos factores conduce a la extinción del fuego.

La clasificación de incendios, según la NFPA 10, permite determinar el tipo de agente o sistema de supresión más adecuado (Cesarr, 2021):

Clase A: Materiales sólidos combustibles (madera, tela, papel).

Clase B: Líquidos inflamables (gasolina, aceites, solventes).

Clase C: Equipos eléctricos energizados.

Clase D: Metales combustibles (magnesio, sodio).

Clase K: Grasas y aceites vegetales (usualmente en cocinas).

Figura 4 Fuego tipo A





Fuente: Google Imágenes

Con base en esta clasificación, el diseño del sistema debe garantizar una cobertura efectiva en todas las zonas del Bloque A, considerando los riesgos eléctricos, combustibles sólidos y líquidos propios de su uso académico y administrativo.

2.2.1 Incendios clase a: materiales sólidos combustibles.

La Clase A comprende los incendios en materiales sólidos, generalmente de origen orgánico, cuya combustión se desarrolla con formación de brasas. Entre los ejemplos más representativos se incluyen la madera, el carbón, el papel, la tela, el caucho, los plásticos y el cartón (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2018).

Figura 5 Materiales solidos como madera.



Fuente: Google Imágenes

Factores que influyen en los fuegos de Clase A.

Para que un sólido entre en combustión es indispensable que ocurra su pirolisis, es decir, la descomposición térmica del material con liberación de gases



Rediseño del Sistema Contra Incendios del Bloque A de la UPSCampus María Auxiliadora inflamables (Navarro, 2023). Además, existen una serie de propiedades físicas y térmicas que condicionan el comportamiento de los sólidos frente al calor:

- **Calor específico y densidad**

El calor específico es la cantidad de energía necesaria para elevar en un grado centígrado la temperatura de una unidad de masa de material (Cardenas, 2020). La densidad, por su parte, corresponde a la cantidad de masa contenida en un volumen determinado. Ambas propiedades influyen directamente en la velocidad de calentamiento y propagación del fuego.

- **Forma y tamaño del material**

El factor de forma es la relación entre la superficie expuesta del material y su volumen total. Este parámetro determina en gran medida la facilidad de ignición: por ejemplo, las virutas de madera se encienden con mayor rapidez que una tabla maciza, debido a su mayor superficie de contacto con el oxígeno (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2018).

- **Temperatura de pirolisis y de autoignición**

La temperatura de pirolisis es aquella a partir de la cual el sólido comienza a descomponerse y liberar gases combustibles (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2018).

La temperatura de autoignición corresponde al punto en que el material se inflama sin necesidad de una fuente externa de ignición (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2018).

- **Conductividad térmica**

La conducción del calor en los materiales depende de varios factores, como su composición, forma y tamaño. Los materiales con alta conductividad térmica permiten que el calor se transfiera con mayor rapidez a través de su masa, lo que favorece la propagación del fuego y amplía la superficie afectada por el incendio (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2018).

Figura 6 Madera en conducción térmica.



Fuente: Google Imágenes

2.2.2 Incendios clase b: líquidos inflamables.

Los incendios de Clase B se originan en líquidos inflamables o combustibles, como gasolina, aceites, disolventes, alcoholes y pinturas. Este tipo de fuego se caracteriza por la rápida propagación de las llamas debido a la presencia de vapores inflamables, que reaccionan fácilmente con el oxígeno (Christian, 2025). Para comprender su comportamiento y aplicar un método de extinción adecuado, es necesario tener en cuenta las siguientes variables:

Figura 7 Incendio en una zona industrial



Fuente: Tomado de (Empresa Extintores, 2025)



- **Volatilidad del combustible**

La volatilidad determina la facilidad con que un líquido se transforma en vapor. Los combustibles con alto grado de volatilidad pueden liberar vapores inflamables incluso a temperatura ambiente, lo que incrementa notablemente el riesgo de ignición (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2018).

- **Densidad y solubilidad en agua**

Estas propiedades influyen directamente en la elección del agente extintor. Los líquidos insolubles en agua, como los hidrocarburos (gasolina o diésel), forman una capa flotante sobre el agua, lo que puede dispersar el fuego si se usa agua como método de extinción. En cambio, los líquidos solubles, como los alcoholes o las cetonas, se mezclan fácilmente con el agua, permitiendo el uso de espumas especiales o agentes acuosos diseñados para este tipo de combustibles (Universidad Politécnica de Madrid, 2016).

- **Presión de vapor**

La presión de vapor manifiesta la cantidad de vapor que puede liberar un líquido a una temperatura determinada. Los líquidos con alta presión de vapor generan grandes volúmenes de gas inflamable en poco tiempo, lo que facilita la formación de atmósferas explosivas, especialmente en espacios cerrados o con poca ventilación (Universidad Politécnica de Valencia, 2016).

- **Influencia del viento y la ventilación**

El movimiento del aire desempeña un papel clave en la propagación de este tipo de incendios.

- En espacios abiertos, el viento puede dispersar los vapores inflamables y extender las llamas rápidamente.
- En recintos cerrados, una ventilación deficiente puede provocar acumulación de gases combustibles.

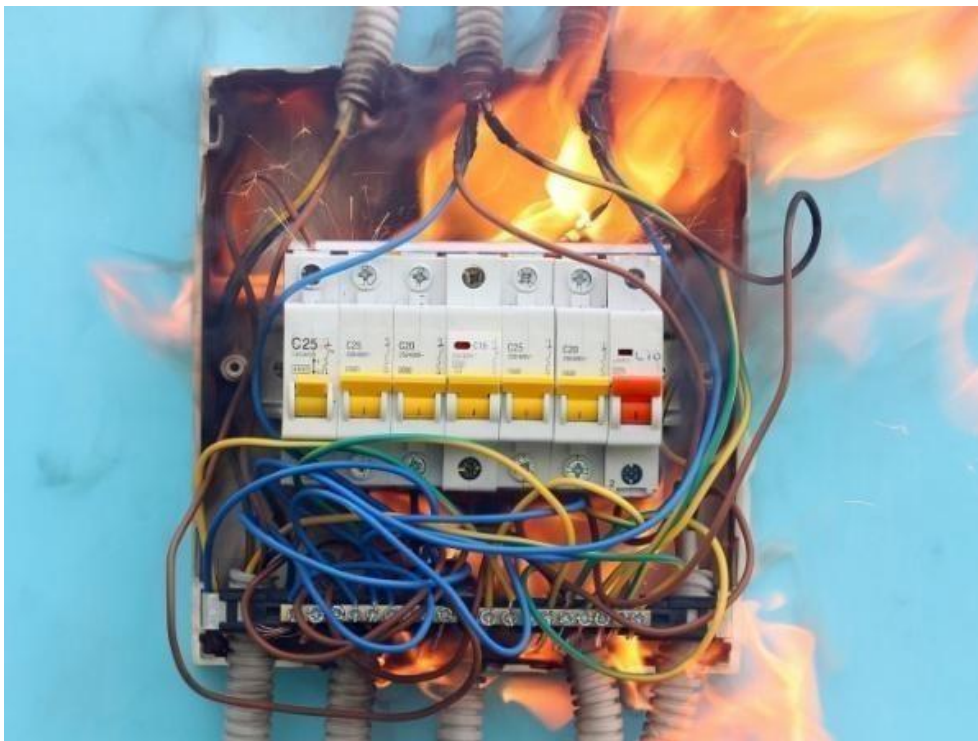
2.2.3 Incendios clase c: equipos eléctricos energizados.



Los incendios de Clase C representan uno de los tipos de fuego más peligrosos en entornos domésticos, industriales y de oficina, debido a su relación directa con equipos eléctricos energizados. Estos incidentes requieren acciones inmediatas y específicas, ya que una intervención incorrecta puede poner en riesgo tanto la vida humana como la integridad de los sistemas eléctricos.

A diferencia de los incendios tipo A, que implican materiales combustibles comunes como madera o papel, los incendios clase C son peligrosos debido al riesgo de electrocución si se utilizan métodos inadecuados para extinguirlos (Martinez, 2025).

Figura 8 Medidor eléctrico incendiándose



Fuente: Tomado de (DDI Group, 2025)

Causas más frecuentes de los incendios Clase C

Los incendios eléctricos suelen ser consecuencia de fallas en el sistema o uso inadecuado de los equipos. Entre las causas más comunes destacan:



- **Sobrecarga eléctrica.** Cuando los circuitos o tomacorrientes reciben más corriente de la que pueden soportar, los cables se recalientan y el aislamiento puede fundirse, generando chispas o llamas.
- **Cables dañados o mal aislados.** Los cables con el revestimiento deteriorado o las conexiones flojas pueden provocar cortocircuitos, capaces de iniciar un incendio incluso sin una sobrecarga aparente.
- **Malas prácticas de instalación eléctrica.** Empalmes improvisados, extensiones conectadas en cadena o el uso de materiales de baja calidad incrementan el riesgo de fugas eléctricas y arcos eléctricos (Instituto Nacional de Normalización, 2016).

Cómo reconocer un incendio de Clase C

Detectar un incendio eléctrico en su fase inicial puede marcar la diferencia entre un incidente menor y una emergencia grave. Algunos signos de alerta son:

- Chispas, destellos o llamas que provienen de enchufes, tableros o equipos.
- Humo denso, blanco o negro, saliendo de componentes eléctricos o electrónicos.
- Olor fuerte a plástico o cable quemado, incluso sin presencia visible de fuego.
- Fallas repentinas de energía acompañadas de ruidos o crujidos eléctricos.

Nunca intentes apagar un incendio Clase C con agua ni con agentes que conduzcan electricidad. El contacto entre el agua y los equipos energizados puede provocar descargas eléctricas graves o incluso fatales (Instituto Nacional de Normalización, 2016).

Medidas preventivas para evitar incendios eléctricos

Prevenir los incendios Clase C es más económico y seguro que enfrentarlos. Las siguientes acciones ayudan a reducir significativamente el riesgo:

- Evitar sobrecargar los circuitos.
- No conectes varios equipos de alta potencia a un mismo tomacorriente o extensión.



- Uso de protectores de sobretensión y fusibles adecuados. Estos dispositivos interrumpen el paso de corriente ante picos de voltaje o cortocircuitos.
- Mantenimiento preventivo de los equipos eléctricos. Limpia periódicamente los aparatos y asegúrate de que los motores y transformadores estén bien ventilados.
- Los incendios de Clase C exigen conocimiento, precaución y rapidez. Comprender su naturaleza y contar con los medios adecuados de extinción puede evitar pérdidas humanas, daños materiales y fallas eléctricas de gran magnitud (Instituto Nacional de Normalización, 2016).

2.2.4 Incendios clase d: metales combustibles.

Los fuegos Clase D se caracterizan por la combustión de metales como el magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio. Estos materiales, al arder, alcanzan temperaturas extremadamente altas, que pueden superar los 2000 °C. A diferencia de otros incendios más visibles y caóticos, los fuegos de metales son silenciosos y engañosos, pero igualmente peligrosos, ya que pueden propagarse con gran rapidez y son difíciles de controlar con métodos convencionales (Felipe, 2025).

Figura 9 Metales sometidos a altas temperaturas.



Fuente: Tomado de (Peralta, 2025)

¿Por qué no debes usar agua?



Ante cualquier incendio, la reacción instintiva suele ser intentar apagarlo con agua. Sin embargo, en el caso de un fuego provocado por metales combustibles, hacerlo puede resultar extremadamente peligroso. El contacto del agua con estos materiales genera reacciones violentas que pueden liberar hidrógeno y provocar explosiones o salpicaduras incandescentes (Felipe, 2025). En lugar de apagarlo, el agua puede dispersar el metal en combustión y ampliar la zona afectada, agravando la emergencia.

Riesgos asociados a los fuegos de metales.

Los incendios clase D son especialmente peligrosos por cuatro motivos principales:

- Temperaturas extremas: pueden superar los 2.000 °C, suficientes para fundir estructuras metálicas o deformar equipos cercanos.
- Explosiones de vapor: al reaccionar con líquidos, generan ondas expansivas y proyecciones incandescentes.
- Emisión de gases tóxicos: algunos metales liberan vapores dañinos que, al ser inhalados, provocan irritaciones o intoxicaciones graves.

Por ello, es fundamental mantener distancia y utilizar equipos de protección adecuados durante cualquier intento de control o enfriamiento.

Figura 10 Llamarada de fuego.



Fuente: Tomado de (ICAUTO Baïke, 2021)



Ejemplos de metales peligrosos:

- Sodio y potasio: reaccionan violentamente con el agua, generando calor y gases inflamables.
- Magnesio y titanio: usados en la industria aeronáutica y automotriz, arden con gran intensidad.
- Litio: presente en baterías; al incendiarse, su fuego es difícil de extinguir.
- Circonio: utilizado en componentes industriales de alta precisión, puede encenderse por fricción o chispa (Felipe, 2025).

Cada uno de ellos requiere un tratamiento específico, pero todos comparten la misma necesidad: control especializado

Figura 11 Metales altamente tóxicos.



Fuente: Tomado de (Laboratuvar, s.f.)

Cada uno de ellos requiere un tratamiento específico, pero todos comparten la misma necesidad: control especializado.

¿Dónde suelen ocurrir estos incendios?



Figura 12 Fábrica de

pintura incendiada.

Fuente: Tomado de (La Verdad, 2024)

Los fuegos de clase D se presentan principalmente en:

- Fábricas de pinturas y productos químicos, donde se usan compuestos metálicos.
- Talleres de soldadura y mecanizado, por el calor y las chispas.
- Plantas automotrices y metalúrgicas, donde el contacto con virutas, polvos o piezas calientes puede iniciar la combustión.

En todos estos entornos, contar con extintores apropiados y señalización clara no es un lujo, es una obligación. Los fuegos de clase D son un tipo de incendio poco común, pero extremadamente peligroso. Su control exige conocimiento, equipos adecuados y una respuesta rápida. Ignorarlos o subestimarlos puede tener consecuencias devastadoras, especialmente en entornos industriales donde los metales forman parte del trabajo diario (Universidad Central del Ecuador, 2018).

2.2.5 Incendios Clase K: Grasas y aceites vegetales.

Los fuegos de clase K constituyen una categoría específica dentro de los incendios de origen orgánico, asociados a la combustión de aceites y grasas animales o vegetales empleados en procesos de cocción a alta temperatura. El término “K” proviene de la palabra inglesa kitchen (cocina), ya que este tipo de incendio se origina



Rediseño del Sistema Contra Incendios del Bloque A de la UPSCampus María Auxiliadora principalmente en entornos gastronómicos e industriales donde se manipulan sustancias oleosas en condiciones térmicas extremas (Godoy, 2025). La característica distintiva de este tipo de fuego radica en la temperatura de autoignición de los aceites, la cual puede superar los 350 °C, provocando que se inflamen solos, sin la intervención de una fuente de ignición externa.

Figura 13 Fuego tipo k.



Fuente: Tomado de (Firefco, 2026)

Mecanismo de propagación

El calor radiado y convectivo provoca que las superficies adyacentes también alcancen su temperatura de ignición, generando un efecto de propagación instantánea. El intento de extinguir este tipo de fuego con agua resulta altamente peligroso y contraproducente. Cuando el agua entra en contacto con el aceite en combustión, se vaporiza de forma súbita, lo que produce una proyección violenta de partículas incandescentes y una “bola de fuego” capaz de extender las llamas a todo el entorno de la cocina (Firefco, 2026).

Riesgos asociados y consecuencias

Los incendios de clase K representan uno de los escenarios más críticos en la protección contra incendios en instalaciones alimentarias. Entre los principales riesgos se destacan:

- Propagación acelerada: la alta temperatura del aceite mantiene la reacción de combustión activa, favoreciendo la expansión del fuego a estructuras metálicas, plásticas o recubrimientos inflamables.



- Daños estructurales: las temperaturas alcanzadas pueden comprometer elementos constructivos del recinto, deteriorando campanas extractoras, conductos, cielos rasos o incluso estructuras portantes.
- Emisión de humos tóxicos: la descomposición térmica de grasas genera humos densos, cargados de compuestos irritantes y asfixiantes, que reducen la visibilidad y aumentan el riesgo de intoxicación.
- Alto riesgo para el personal: la rápida evolución del fuego, junto con la posibilidad de explosión por proyección de aceite, convierte estos siniestros en un riesgo grave para la vida humana y dificulta la intervención manual (Godoy, 2025).

Importancia de la prevención y mantenimiento

El control de incendios clase K no se limita a la extinción, sino que requiere estrategias de prevención integral, tales como:

- Limpieza periódica de filtros, ductos y campanas extractoras.
- Inspección y mantenimiento de equipos térmicos.
- Instalación de detectores de temperatura y sistemas automáticos de corte de gas o electricidad.
- Capacitación del personal en protocolos de respuesta inmediata y uso correcto del extintor.

Estas medidas no solo reducen la probabilidad de ocurrencia, sino que garantizan la continuidad operativa y la seguridad ocupacional, alineándose con los estándares de seguridad industrial (NFPA 96 y NFPA 10) (Godoy, 2025).

2.7. Tipos de extintores en el Ecuador

Los extintores portátiles son uno de los elementos más importantes dentro de cualquier sistema de protección contra incendios, ya que permiten actuar de manera inmediata mientras llega ayuda especializada. La normativa ecuatoriana, alineada con la NFPA 10 e integrada al Reglamento Ecuatoriano de Seguridad Contra Incendios define los criterios para su selección, rotulación, instalación y mantenimiento.



Conocer los tipos de extintores, sus capacidades, limitaciones y la clase de fuego para la cual son aptos es fundamental para garantizar una intervención segura y efectiva (Ing Juan Garcia, 2023).

2.3.2 Clasificación de los extintores según su agente extintor.

En el Ecuador, los extintores se clasifican principalmente por el tipo de agente con el cual apaguen el fuego. Cada agente actúa de forma diferente sobre el triángulo del fuego (calor, combustible, oxígeno). ((INEN), 2013).

2.7.1.1. Extintores de espuma (AFFF) Son eficaces para combatir incendios de:

- **Clase A** (materiales sólidos combustibles) •
- Clase B** (líquidos inflamables).

Su acción consiste en formar una capa que enfría y aísla el combustible del oxígeno. No deben utilizarse cerca de fuentes eléctricas sin desenergizar ((INEN), 2013).

Extintores de polvo químico seco (PQS – ABC)

Son los más empleados en el país debido a su versatilidad. Están diseñados para extinguir fuegos de Clase A, B y C, actuando mediante sofocación e inhibición química.

La normativa recomienda su uso en edificaciones residenciales, comerciales, educativas, industriales y de oficinas.

Extintores de dióxido de carbono (CO₂)

Su principal característica es que no conducen electricidad, lo que los convierte en la opción ideal para fuegos que involucren equipos energizados (Clase C). También pueden emplearse en incendios de líquidos inflamables (Clase B). No dejan residuos, lo cual los hace convenientes para laboratorios, salas de cómputo, centros de control, instalaciones electrónicas, entre otros ((INEN), 2013).

Extintores de agua a presión (AP o AW)



Se utilizan principalmente para fuegos de Clase A. En Ecuador se emplean versiones con aditivos que permiten combatir también fuegos de Clase F, relacionados con aceites o grasas de cocina.

Equipos extintores en aerosol

Son dispositivos ligeros y compactos, usados como apoyo en automóviles, viviendas y oficinas pequeñas. Aunque no reemplazan un extintor tradicional, pueden actuar sobre fuegos A, B y C, dependiendo del agente incorporado. En Ecuador, su uso debe complementarse con un extintor certificado según las normas INEN.

Clasificación de rociadores contra incendios

Los rociadores contra incendios son dispositivos automáticos que descargan agua al detectar un aumento de temperatura, controlando o suprimiendo el fuego en su fase inicial. Forman parte del sistema de protección activa más confiable del mundo, regulado principalmente por la **NFPA 13**.

Su activación es individual, es decir, solo funciona el rociador sometido al calor.

Se utilizan en viviendas, comercios, industrias, bodegas y áreas especiales, dependiendo del tipo de riesgo y la carga de fuego.

Figura 14 Tipos de rociadores.



Fuente: Tomado de (Instalaciones de climatización., s.f.)

Clasificación principal de los rociadores.

Según su forma de descarga:



- **Rociador estándar (Standard Spray)**

El más común. Proporciona un patrón de descarga uniforme.

Aplicación: oficinas, comercios, viviendas, industrias básicas.

- **Rociadores de cobertura extendida (EC)**

Cubre áreas mayores que los estándares.

Aplicación: auditorios, tiendas, oficinas amplias.

- **Rociadores de respuesta rápida (QR)**

Elementos térmicos con activación más veloz.

Aplicación: hospitales, escuelas, hoteles, oficinas.

- **Rociadores residenciales**

Diseñados para proteger vidas, optimizando el tiempo de escape.

Aplicación: viviendas, edificios residenciales.

Según su desempeño en incendios de almacenamiento

- **CMDA (Control Mode Density/Area)**

Controlan el fuego aplicando una densidad elevada.

Uso: almacenes convencionales.

- **CMSA (Control Mode Specific Application)**

Especializados para riesgos de almacenamiento particulares.

Uso: bodegas con estanterías irregulares o cargas de riesgo elevado.

- **ESFR (Early Suppression Fast Response)**

Suprimen el incendio rápidamente sin necesidad de rociadores entre racks.

Uso: centros logísticos de alto riesgo.



2.8. Marco Normativo

Las normas y documentos que se indican a continuación forman parte integral de las especificaciones del presente proyecto y deberán cumplirse íntegramente durante las etapas de suministro, montaje, pruebas y puesta en servicio.

2.8.1. Normativa internacional aplicable

Factory Mutual Engineering and Research (FM)

Las guías técnicas desarrolladas por Factory Mutual Engineering and Research (FM) son ampliamente reconocidas a nivel internacional por su enfoque preventivo basado en el análisis de riesgos industriales y de edificaciones complejas. En este proyecto se considera como referencia el documento FM P7825a Approval Guide Fire Protection, el cual establece criterios técnicos para la selección y aprobación de equipos, materiales y sistemas destinados a la protección contra incendios.

Estas directrices complementan las normas NFPA, aportando criterios de desempeño, confiabilidad y resistencia de los componentes hidráulicos frente a escenarios reales de incendio, lo que contribuye a elevar el nivel de seguridad del sistema diseñado (FM Global, 2024).

National Fire Protection Association (NFPA)

La National Fire Protection Association constituye el principal organismo internacional encargado del desarrollo de normas técnicas para la prevención, detección y control de incendios. Sus estándares son adoptados como referencia obligatoria en numerosos países, incluido Ecuador, especialmente en edificaciones de uso público y educativo.

Para el presente proyecto se aplican las siguientes normas NFPA:

- **NFPA 13 – Standard for the Installation of Sprinkler Systems**

Esta norma establece los criterios técnicos para el diseño, instalación y cálculo hidráulico de sistemas de rociadores automáticos, considerando la clasificación



Rediseño del Sistema Contra Incendios del Bloque A de la UPSCampus María Auxiliadora del riesgo, densidad de descarga, área de diseño y separación entre dispositivos. Su aplicación garantiza que el sistema pueda controlar o suprimir el fuego en sus etapas iniciales, reduciendo significativamente los daños estructurales y el riesgo para los ocupantes (NFPA, 2019a).

- **NFPA 14 – Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems**

Regula el diseño de sistemas de tubería vertical y gabinetes contra incendios, definiendo presiones mínimas, caudales requeridos y configuración de la red interna. Esta norma es fundamental en edificaciones de varios niveles, como el Bloque A, donde el acceso rápido al agua resulta determinante para la respuesta inicial ante un incendio (NFPA, 2019b).

- **NFPA 20 – Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection**

Establece los requisitos para la selección, instalación y desempeño de bombas contra incendios, asegurando que el sistema mantenga las condiciones hidráulicas necesarias incluso ante la falla del suministro principal. Su correcta aplicación garantiza la confiabilidad operativa del sistema en situaciones de emergencia (NFPA, 2019c).

- **NFPA 22 – Standard for Water Tanks for Private Fire Protection**

Define los criterios para el diseño y dimensionamiento de tanques y cisternas destinadas exclusivamente a la protección contra incendios. Esta norma permite garantizar la autonomía hídrica mínima del sistema, aspecto crítico para edificaciones educativas con alta ocupación (NFPA, 2019d).

- **NFPA 25 – Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems**

Establece los procedimientos de inspección, prueba y mantenimiento periódico de los sistemas hidráulicos contra incendios. Su inclusión en el proyecto asegura la sostenibilidad operativa del sistema a lo largo del tiempo y reduce la probabilidad de fallas durante un evento real (NFPA, 2019e).



- **NFPA 70 – National Electric Code (NEC)**

Esta norma regula las instalaciones eléctricas asociadas a equipos críticos, como bombas contra incendios, tableros eléctricos y sistemas auxiliares. Su aplicación garantiza condiciones seguras de alimentación eléctrica y reduce el riesgo de incendios de origen eléctrico (NFPA, 2025).

2.8.2. Normativa ecuatoriana aplicable

Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador establece en su artículo 389 que el Estado debe proteger a las personas, colectividades y bienes frente a los efectos de desastres naturales o antrópicos, incluyendo incendios. Este mandato constitucional fundamenta la obligatoriedad de implementar sistemas de prevención y mitigación de riesgos en edificaciones públicas, como las instituciones educativas.

Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios

Emitido por el Cuerpo de Bomberos del Ecuador, este reglamento establece los requisitos mínimos de seguridad contra incendios que deben cumplir las edificaciones, incluyendo la instalación de sistemas de rociadores, gabinetes contra incendios, abastecimiento de agua y estaciones de bombeo. Su cumplimiento es obligatorio para la obtención de permisos y certificados de funcionamiento (Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, 2023).

Normas Técnicas Ecuatorianas (INEN)

El Instituto Ecuatoriano de Normalización emite normas técnicas relacionadas con equipos de protección contra incendios, tales como extintores portátiles, señalización y mantenimiento. Entre las más relevantes para este proyecto se consideran:

- NTE INEN 439: Extintores portátiles – requisitos y clasificación.
- NTE INEN 2266: Señales de seguridad – colores y símbolos.



Estas normas complementan las disposiciones NFPA y garantizan la estandarización de los equipos utilizados dentro del territorio ecuatoriano ((INEN), 2013)

Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)

El COOTAD asigna competencias a los Gobiernos Autónomos Descentralizados y a los cuerpos de bomberos para el control y fiscalización de las condiciones de seguridad en edificaciones. Esto refuerza la obligatoriedad del cumplimiento normativo en proyectos de rediseño de sistemas contra incendios en instalaciones educativas (Asamblea Nacional, 2010).

2.8.3. Integración normativa en el proyecto

La integración de normas internacionales NFPA, guías FM y normativa ecuatoriana permite desarrollar un rediseño del sistema hidráulico contra incendios técnicamente robusto, legalmente viable y alineado con estándares internacionales de seguridad. Este enfoque integral garantiza que el sistema propuesto no solo cumpla con los requisitos mínimos exigidos por la legislación nacional, sino que también alcance niveles superiores de confiabilidad, eficiencia y sostenibilidad, fortaleciendo la protección de la vida humana y la infraestructura universitaria.

Factory Mutual Engineering and Research (FM)

- FM P7825a Approval Guide Fire Protection.

National Fire Protection Association (NFPA)

- NFPA 13 - Standard for the Installation of Sprinkler Systems
- NFPA 14 - Standard for Standpipe and Hose Systems
- NFPA 20 - Standard for the Installation of Centrifugal Fire Pumps
- NFPA 22 - Standard for Water Tanks for Private Fire Protection
- NFPA 25 - Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems
- NFPA 70 - National Electrical Code



CAPITULO III

METODOLOGÍA

4.1. *Enfoque de la investigación*

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque aplicado, debido a que está orientada a la resolución de un problema técnico real identificado en el sistema hidráulico contra incendios (SCI) del Bloque A del campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana. Este tipo de enfoque se caracteriza por la utilización de conocimientos científicos, técnicos y normativos con el propósito de generar una solución práctica, viable y directamente implementable, más que a la producción de teoría abstracta (Hernández Sampieri, 2014).

En este sentido, el estudio busca intervenir sobre una infraestructura existente que presenta deficiencias operativas y normativas, mediante el análisis del estado actual del sistema y el posterior rediseño conforme a estándares internacionales de protección contra incendios, particularmente los establecidos por la National Fire Protection Association. El enfoque aplicado permite que los resultados obtenidos tengan un impacto directo en la mejora de la seguridad de los ocupantes, la protección de la infraestructura y la continuidad operativa de la institución educativa.

Desde el punto de vista metodológico, predomina un enfoque cuantitativo, ya que el desarrollo del proyecto requiere la aplicación de cálculos hidráulicos precisos y verificables. Estos incluyen la determinación de caudales de diseño, presiones mínimas y residuales, pérdidas de carga en tuberías, clasificación del riesgo de incendio, áreas de diseño, selección y dimensionamiento de bombas contra incendios, así como el cálculo del volumen necesario de la cisterna para garantizar la autonomía del sistema. Dichos parámetros se obtienen a partir de modelos hidráulicos, análisis matemáticos y criterios técnicos establecidos en las normas NFPA, lo cual permite evaluar objetivamente el desempeño del sistema existente y sustentar técnicamente el rediseño propuesto (NFPA, 2019a).

No obstante, la investigación incorpora también un componente cualitativo, necesario para interpretar el estado general del sistema, analizar el grado de



cumplimiento normativo y contextualizar las condiciones reales de operación del edificio. Este componente se apoya en la revisión documental de planos, memorias técnicas y normativa vigente, así como en la observación directa de los elementos del sistema contra incendios. Asimismo, se emplea el juicio profesional para identificar brechas normativas, evaluar criterios de sostenibilidad y establecer lineamientos de operación, inspección y mantenimiento acordes con la normativa técnica aplicable (NFPA, 2019b).

La integración de ambos enfoques da lugar a un enfoque mixto, que permite abordar el problema desde una perspectiva integral. Mientras el enfoque cuantitativo garantiza la precisión técnica y la validez de los cálculos hidráulicos, el enfoque cualitativo aporta una comprensión contextual del funcionamiento del sistema, de sus limitaciones actuales y de las necesidades específicas del entorno universitario. Esta combinación metodológica fortalece la toma de decisiones durante el proceso de rediseño y asegura que la propuesta final no solo cumpla con los requisitos normativos, sino que también sea funcional, sostenible y adecuada a las condiciones reales del Bloque A.

En consecuencia, el enfoque adoptado permite desarrollar una propuesta de rediseño del sistema hidráulico contra incendios técnicamente sólida, normativamente conforme y orientada a la protección de la vida humana, la infraestructura institucional y la continuidad de las actividades académicas, alineándose plenamente con los objetivos planteados al inicio de la investigación.

4.2. Modalidad de investigación

La investigación se clasifica como aplicada, dado que busca resolver una necesidad existente mediante fundamentos científicos y técnicos. El diseño metodológico se caracteriza por ser:

- No experimental: el fenómeno se estudia sin manipular directamente las variables del sistema.
- Transversal: los datos se recogen en un periodo determinado, sin evaluar cambios temporales.



- Descriptivo: caracteriza el estado actual del SCI frente a los estándares NFPA.
- Propositivo: desarrolla un rediseño completo para mejorar la seguridad y eficiencia del sistema.

Este diseño permite obtener un diagnóstico preciso del sistema, identificar brechas normativas y formular un rediseño integral.

4.3. Tipo de Investigación

La investigación desarrollada para el presente trabajo es de carácter científico-técnico, ya que el análisis se fundamenta en variables físicas e hidráulicas propias del funcionamiento de un sistema contra incendios, tales como caudal, presión, pérdidas de carga, diámetro de tuberías, capacidad de almacenamiento y potencia de bombeo.

El proceso metodológico se basa en la aplicación de modelos de cálculo hidráulico y criterios normativos establecidos por la National Fire Protection Association, los cuales permiten evaluar el desempeño del sistema existente y proponer un rediseño técnicamente sustentado.

En cuanto al tipo de investigación, esta se clasifica como descriptiva-correlacional. Es descriptiva, porque caracteriza el estado actual del sistema hidráulico contra incendios del Bloque A, detallando sus componentes, condiciones operativas y nivel de cumplimiento normativo. Es correlacional, debido a que analiza la relación existente entre las variables hidráulicas del sistema, tales como presión, caudal, longitud de tuberías, pérdidas de carga y demanda simultánea, para determinar su influencia en la eficiencia y confiabilidad del sistema durante un evento de incendio.

Este enfoque permite comprender el comportamiento hidráulico del sistema, identificar las causas técnicas de sus deficiencias y sustentar el diseño de una propuesta integral que garantice condiciones adecuadas de seguridad contra incendios.

4.4. Técnicas e Instrumentos



Para el desarrollo del presente proyecto se plantea el uso de técnicas de análisis técnico y herramientas informáticas que permitan evaluar el comportamiento hidráulico del sistema contra incendios del Bloque A, así como establecer las condiciones reales de operación a las que se encuentra sometida la red. Mediante la revisión documental, la observación técnica directa y la aplicación de modelos de cálculo hidráulico, se analizan variables como caudal, presión, pérdidas de carga y demanda simultánea, con el fin de seleccionar la alternativa de rediseño más eficiente y segura, conforme a los criterios normativos establecidos por la National Fire Protection Association.

Para obtener información completa del SCI se emplearon las siguientes técnicas:

1. Solicitud y análisis de planos: revisión de planos “as-built” y documentación técnica del bloque A para identificar inconsistencias y áreas que requieren verificación.
2. Inspección del área: recorrido físico para verificar tuberías, hidrantes, rociadores, gabinetes y estación de bombeo; registro fotográfico y georreferenciado del estado de los componentes.
3. Levantamiento de inventario: registro de dimensiones, marcas, modelos, fechas de instalación y estado de conservación, consolidado en una base de datos para el rediseño.
4. Rediseño del SCI: elaboración de la nueva red, dimensionamiento de tuberías, bombas y cisterna, optimización de recorridos y criterios de sostenibilidad, cumpliendo normativa NFPA.
5. Verificación normativa: comparación del rediseño con NFPA 13, 14, 20, 22 y 25, así como normativa local, revisando presiones, caudales, coberturas y documentación técnica de fabricantes.

4.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos para el presente estudio se realizó mediante técnicas de carácter técnico–documental, orientadas a obtener información confiable sobre el estado actual del sistema hidráulico contra incendios del Bloque A del Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana.



La revisión documental se empleó para recopilar información resultante de planos arquitectónicos e hidráulicos, memorias técnicas, informes previos y normativa vigente, permitiendo identificar el nivel de cumplimiento normativo frente a los lineamientos establecidos por la National Fire Protection Association.

Como instrumentos de apoyo se utilizaron listas de verificación normativas, elaboradas con base en las normas NFPA aplicables, fichas de registro técnico para el levantamiento de información, y registro visual como ayuda para ver el estado actual del sistema. Asimismo, se emplearon herramientas informáticas y hojas de cálculo para el procesamiento y organización de los datos recopilados, los cuales sirvieron como insumo para el análisis hidráulico y el rediseño propuesto.

4.5. Procedimiento metodológico

El procedimiento se desarrolló en tres fases principales:

Fase 1: Diagnóstico técnico

- Revisión preliminar de planos e inconsistencias documentales.
- Levantamiento físico y registro fotográfico de todos los componentes.
- Análisis estructural y funcional identificando puntos críticos.
- Evaluación normativa según NFPA.
- Informe diagnóstico de deficiencias, brechas y riesgos.

Fase 2: Diseño y memoria de cálculo

- Clasificación del riesgo según NFPA 13.
- Determinación de áreas de diseño críticas.
- Cálculos hidráulicos: pérdidas de carga, caudales, presiones residuales y equilibrio de redes.
- Dimensionamiento de estación de bombeo según NFPA 20 y volumen de cisterna según NFPA 22.
- Elaboración de planos técnicos y memoria de cálculo detallada.

Fase 3: Análisis final y conclusiones



- Análisis integral de los resultados obtenidos en el diagnóstico y el diseño hidráulico propuesto.
- Verificación del cumplimiento normativo del sistema rediseñado conforme a NFPA 13, NFPA 14, NFPA 20, NFPA 22 y NFPA 25.
- Identificación de las mejoras técnicas alcanzadas respecto al sistema existente.
- Formulación de conclusiones técnicas y recomendaciones para la implementación futura, operación y mantenimiento del sistema contra incendios.

4.6. Método de análisis de datos

Se aplicaron análisis normativo, hidráulico, comparativo, técnico-económico y de sostenibilidad, evaluando el desempeño del sistema actual frente al rediseño propuesto y su eficiencia, costo y cumplimiento de normativa.

4.7. Consideraciones éticas

Todas las inspecciones se realizaron respetando la seguridad del campus, sin interrumpir actividades académicas ni poner en riesgo al personal. La información recopilada se utilizó exclusivamente para fines académicos y de mejora de la infraestructura.

4.8. Alcance

El presente trabajo de titulación se centra en el rediseño del sistema hidráulico de defensa contra incendios del Bloque A del Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana, considerando exclusivamente los componentes correspondientes a la protección activa de tipo hidráulico, conforme a las disposiciones técnicas del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil y a las normas NFPA aplicables.

El alcance del estudio comprende el análisis, evaluación y propuesta de rediseño de los siguientes elementos del sistema contra incendios:

- Red de tuberías contra incendios.



- Sistema de rociadores automáticos.
- Bancos de válvulas y accesorios hidráulicos.
- Estación de bombeo contra incendios.
- Sistema de almacenamiento de agua (cisterna).
- Elementos de conexión externa para intervención del Cuerpo de Bomberos (siamesas).

Asimismo, el estudio incluye la revisión de observaciones técnicas emitidas por el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, las cuales fueron utilizadas como insumo para el diagnóstico del estado actual del sistema y para la formulación de las propuestas de corrección y mejora, garantizando la coherencia normativa y técnica del rediseño planteado.

El análisis se desarrolla a nivel de ingeniería conceptual y de diseño, apoyado en criterios hidráulicos, normativos y técnicos, con el objetivo de establecer una base sólida que permita la correcta implementación y futura aprobación del sistema contra incendios.

4.9. Limitaciones del estudio

A pesar del rigor técnico aplicado en el desarrollo del presente trabajo, es importante reconocer una serie de limitaciones que delimitan su alcance y que deben ser consideradas al momento de interpretar los resultados obtenidos.

En primer lugar, el estudio no incluye la ejecución física de las obras ni la verificación mediante pruebas hidráulicas en campo, tales como pruebas de caudal, presión o funcionamiento simultáneo de rociadores e hidrantes. En consecuencia, los resultados se fundamentan en cálculos teóricos, revisión documental y criterios técnicos establecidos en la normativa vigente.

Otra limitación del estudio radica en que no se abordan sistemas complementarios de protección contra incendios, tales como sistemas de detección y alarma, control de humo, presurización de escaleras, sistemas de supresión especiales o red de hidrantes externos del campus, los cuales requieren análisis específicos y normativas adicionales que exceden los objetivos planteados en este trabajo.



Asimismo, el análisis económico realizado, en caso de considerarse, se limita a una estimación referencial de costos, sin incluir presupuestos detallados, cronogramas de obra ni estudios financieros exhaustivos, dado que estos aspectos corresponden a etapas posteriores de ejecución del proyecto.

Finalmente, el estudio se circunscribe exclusivamente al Bloque A del Campus María Auxiliadora, por lo que los resultados y conclusiones no deben extrapolarse de manera directa a otras edificaciones del campus sin un análisis técnico previo.

El trabajo proporciona una base técnica y normativa sólida, suficiente para sustentar la necesidad de intervención, orientar la toma de decisiones y servir como referencia para futuros estudios, ejecuciones o procesos de aprobación institucional.



CAPITULO IV

DESARROLLO

4.1. Descripción de la red hidráulica

El sistema hidráulico contra incendios está conformado por una red principal vertical (columna montante) de 4 pulgadas, redes horizontales por nivel de 3 pulgadas, ramales a gabinetes contra incendio y ramales de alimentación de rociadores automáticos. El cuarto de bombas se localiza en la planta baja del edificio.

Para el cálculo hidráulico se considera el escenario más desfavorable, correspondiente al funcionamiento simultáneo del sistema de rociadores automáticos y dos gabinetes contra incendio ubicados en el sexto piso alto.

4.2. Criterios de diseño hidráulico

El diseño hidráulico del sistema contra incendios constituye un componente fundamental para garantizar el funcionamiento eficiente, seguro y confiable de la red de protección del Bloque A del Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana. Un adecuado planteamiento hidráulico permite asegurar que el agente extintor llegue en cantidad y presión suficientes a todos los puntos de riesgo, incluso en los escenarios más desfavorables de operación.

En este proyecto, los criterios de diseño hidráulico se establecen a partir del análisis de las condiciones reales de la edificación, considerando su configuración arquitectónica, número de niveles, distribución de áreas, uso de los espacios y niveles de riesgo asociados. Estos criterios orientan la selección de diámetros de tuberías, disposición de la red, ubicación de los puntos de descarga, capacidad de bombeo y volumen de almacenamiento, con el objetivo de garantizar cobertura total y continuidad operativa del sistema.

Asimismo, el diseño hidráulico busca optimizar el desempeño del sistema contra incendios, reduciendo pérdidas de carga innecesarias y asegurando un funcionamiento equilibrado entre eficiencia técnica y sostenibilidad. Para ello, se consideran aspectos como la racionalización del consumo de agua, la compatibilidad con la infraestructura existente y la facilidad de operación y mantenimiento, de modo



que el sistema propuesto responda de forma efectiva a las necesidades de seguridad del campus.

Los criterios definidos en este apartado sirven como base técnica para el desarrollo del análisis hidráulico y el rediseño del sistema contra incendios, permitiendo una solución integral que garantice la protección de la vida humana, la infraestructura y la continuidad de las actividades académicas.

Tipo de tubería: Acero al carbono

Método de cálculo: Hazen–

Williams Coeficiente de rugosidad:

$C = 120$

Fluido: Agua

Tabla 1 Parámetros hidráulicos adoptados para el cálculo

	<i>Parámetro Valor</i>
<i>Caudal total de diseño</i>	34,7 L/s
<i>Altura estática</i>	28,0 m
<i>Presión residual mínima</i>	45,0 m
<i>Coefficiente Hazen–Williams</i>	120

Elaborada por autores de tesis

4.3. Criterios de seguridad humana (Life Safety)

La seguridad humana (Life Safety) constituye uno de los pilares fundamentales en el diseño de sistemas de protección contra incendios, especialmente en edificaciones de uso educativo, donde se concentra un elevado número de personas con distintos niveles de familiaridad con los protocolos de emergencia. Este enfoque prioriza la protección de la vida humana por encima de la protección de la infraestructura, integrando criterios de prevención, control del incendio, evacuación segura y reducción de la exposición al riesgo.



En el contexto de la ingeniería civil, la seguridad humana se entiende como la capacidad de una edificación para permitir que sus ocupantes detecten oportunamente una emergencia, reaccionen de manera adecuada y evacúen de forma segura, sin que el desarrollo del incendio comprometa su integridad física. Los sistemas hidráulicos contra incendios juegan un papel determinante en este proceso, ya que su función principal es controlar o suprimir el fuego en sus etapas iniciales, reduciendo la velocidad de propagación, la generación de humo y la elevación de temperaturas críticas (Hall, 2013).

4.3.1. Relación entre sistemas contra incendios y seguridad humana

Un sistema contra incendios correctamente diseñado no tiene como objetivo exclusivo extinguir el fuego, sino ganar tiempo para la evacuación segura de los ocupantes. La activación temprana de rociadores automáticos permite limitar el crecimiento del incendio, mantener las temperaturas por debajo de niveles críticos y conservar condiciones mínimas de visibilidad en las rutas de evacuación.

En edificaciones educativas, donde coexisten aulas, laboratorios, oficinas administrativas y áreas de circulación, la rapidez con la que el sistema hidráulico entra en operación resulta crucial. La reducción del calor radiado y del volumen de humo facilita la orientación de las personas, disminuye el pánico colectivo y reduce la probabilidad de lesiones por inhalación de gases tóxicos o quemaduras.

Desde el punto de vista de la seguridad humana, el sistema de rociadores automáticos actúa como una barrera activa de protección, que complementa las medidas pasivas del edificio y contribuye a que el tiempo disponible para evacuar sea mayor que el tiempo requerido por los ocupantes para abandonar la edificación.

4.3.2. Tiempo de evacuación y control del incendio

Uno de los conceptos clave en el análisis de seguridad humana es la relación entre el tiempo disponible para evacuar y el tiempo requerido para la evacuación. Para que una evacuación sea considerada segura, el tiempo disponible, determinado por el crecimiento del incendio y las condiciones ambientales, debe ser mayor que el tiempo requerido por los ocupantes para alcanzar una zona segura.



En este sentido, los sistemas hidráulicos contra incendios influyen directamente en el tiempo disponible, ya que al controlar el incendio en su fase inicial retrasan la degradación de las condiciones internas del edificio. La disminución de la temperatura, la limitación de la propagación del fuego y la reducción de la producción de humo permiten que las rutas de evacuación se mantengan transitables por un mayor periodo de tiempo.

La ausencia o deficiencia de un sistema contra incendios incrementa significativamente el riesgo para la vida humana, ya que el incendio puede evolucionar rápidamente hasta alcanzar condiciones incompatibles con la evacuación segura, especialmente en edificaciones de varios niveles como el Bloque A del Campus María Auxiliadora.

4.3.3. Importancia del enfoque Life Safety en el diseño del sistema

La incorporación de criterios de seguridad humana en el diseño del sistema contra incendios permite trascender una visión puramente normativa y adoptar un enfoque integral centrado en las personas. Este enfoque reconoce que, en una edificación educativa, la protección de la vida humana constituye el objetivo prioritario del sistema contra incendios, y que todos los componentes hidráulicos deben diseñarse, instalarse y mantenerse con ese fin.

En consecuencia, el sistema propuesto no solo busca cumplir con los parámetros técnicos exigidos por las normas NFPA y las disposiciones del Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, sino también garantizar condiciones reales de evacuación segura, reforzando la protección de los ocupantes y alineándose con los principios fundamentales de la seguridad humana.

4.4. Justificación de la selección de criterios de diseño

La selección de los criterios de diseño del sistema hidráulico contra incendios constituye una etapa fundamental dentro del proceso de rediseño, ya que de ella depende la eficacia, confiabilidad y cumplimiento normativo del sistema propuesto. En edificaciones educativas, esta selección debe responder no solo a parámetros normativos, sino también a las características propias de la ocupación, el nivel de riesgo, la carga de fuego y la protección de la vida humana como objetivo prioritario.



Los criterios adoptados en el presente estudio se fundamentan en las disposiciones establecidas por el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil y en las normas NFPA aplicables, las cuales definen los requisitos mínimos de diseño para garantizar un desempeño adecuado del sistema durante un evento de incendio (NFPA, 2019).

4.4.1. Clasificación del riesgo de incendio

Uno de los primeros criterios considerados para el diseño del sistema contra incendios fue la clasificación del riesgo de incendio de la edificación. De acuerdo con la norma NFPA 13, las edificaciones educativas se clasifican generalmente dentro de la categoría de riesgo ordinario, debido a la presencia de mobiliario combustible, materiales didácticos, equipos eléctricos y una carga de fuego moderada.

Esta clasificación determina parámetros esenciales como la densidad de descarga de los rociadores, el área de diseño y el caudal requerido para el sistema. Una clasificación incorrecta del riesgo podría derivar en un sobredimensionamiento del sistema, comprometiendo su capacidad de control del incendio y la seguridad de los ocupantes (Hall, 2013).

4.4.2. Selección de la densidad de descarga y área de diseño

La densidad de descarga adoptada para el diseño del sistema de rociadores automáticos se seleccionó en función de la clasificación de riesgo y del tipo de ocupación. La NFPA 13 establece valores mínimos de densidad que deben garantizar el control del incendio en su etapa inicial, evitando su propagación hacia otras áreas de la edificación.

Asimismo, el área de diseño considerada corresponde al escenario más desfavorable dentro de la edificación, asegurando que el sistema sea capaz de responder adecuadamente bajo condiciones críticas. Este enfoque conservador es ampliamente aceptado en la ingeniería contra incendios, ya que prioriza la confiabilidad del sistema frente a variaciones operativas o constructivas (Buchanan & Abu, 2017).



4.4.3. Selección de la densidad de descarga y área de diseño

El caudal y la presión del sistema fueron definidos considerando el funcionamiento simultáneo de los rociadores ubicados en el área de diseño, así como las pérdidas de carga asociadas a la red hidráulica, la altura de la edificación y los accesorios del sistema. Estos parámetros se verificaron a través de cálculos hidráulicos realizados, que garantizan el cumplimiento de las presiones mínimas exigidas en los puntos más desfavorables.

La selección adecuada de estos criterios permite asegurar que el sistema mantenga un desempeño efectivo durante todo el tiempo de operación requerido, incluso en escenarios de máxima demanda, reduciendo el riesgo de fallas durante un evento real de incendio (Fox, McDonald, & Pritchard, 2015).

4.4.4. Selección de la densidad de descarga y área de diseño

Otro criterio fundamental considerado fue la autonomía del sistema contra incendios, la cual depende directamente de la capacidad de almacenamiento de agua destinada exclusivamente a la protección contra incendios. La norma NFPA 22 establece los requerimientos mínimos para garantizar que el sistema pueda operar durante el tiempo necesario sin depender del suministro externo.

La selección de una reserva de agua con capacidad superior al mínimo recomendado responde a un enfoque de seguridad y resiliencia, especialmente relevante en edificaciones educativas, donde la continuidad operativa y la protección de los ocupantes son aspectos prioritarios (NFPA, 2019).

4.5. Diámetros adoptados de la red

La determinación de los diámetros de la red hidráulica contra incendios constituye un aspecto clave dentro del diseño del sistema, ya que de ello depende directamente la capacidad de transporte del caudal requerido, el mantenimiento de presiones adecuadas y la correcta operación de los dispositivos de descarga en todos los niveles del Bloque A.

Para el presente proyecto, la selección de los diámetros se realizó a partir del análisis hidráulico de la red, considerando los caudales de diseño, las pérdidas de



carga por fricción y accesorios, la altura del edificio y las condiciones más desfavorables de operación. Este criterio permite asegurar que el sistema funcione correctamente incluso en el punto hidráulicamente más crítico, garantizando un suministro continuo y confiable de agua durante un evento de incendio.

La red principal fue dimensionada con diámetros mayores, con el fin de minimizar las pérdidas de carga y facilitar la distribución uniforme del caudal hacia las columnas verticales y ramales secundarios. A su vez, los montantes verticales fueron diseñadas para soportar simultáneamente la demanda de los diferentes niveles, considerando que el edificio cuenta con seis plantas y que el sistema debe responder de manera eficiente en cualquiera de ellas.

Los ramales secundarios y las derivaciones hacia los dispositivos de protección fueron dimensionados de forma progresiva, reduciendo el diámetro conforme disminuye el caudal requerido, sin comprometer la presión mínima necesaria para una operación efectiva. Este criterio permite optimizar el uso de material, mejorar el equilibrio hidráulico del sistema y facilitar futuras labores de mantenimiento o ampliación.

Adicionalmente, la selección de los diámetros adoptados considera la compatibilidad con la infraestructura existente, la disponibilidad comercial de tuberías y accesorios, y la necesidad de garantizar una operación segura y sostenible del sistema. De esta manera, el diseño propuesto logra un balance entre eficiencia hidráulica, viabilidad constructiva y cumplimiento de los objetivos de seguridad planteados para el proyecto.

Columna montante principal: Ø 100 mm (4")

Red horizontal por piso: Ø 80 mm (3")

Ramales a gabinetes: Ø 65 mm (2½")

Ramales a rociadores: Ø 40 mm (1½")

Cálculo de pérdidas por fricción (Hazen–Williams)

El cálculo de las pérdidas de carga por fricción es un componente fundamental en el diseño y rediseño de sistemas hidráulicos contra incendios, ya que permite determinar la disminución de presión que experimenta el agua al circular a través de



tuberías y accesorios. Estas pérdidas influyen directamente en la capacidad del sistema para entregar los caudales y presiones mínimas requeridas en los puntos de descarga más desfavorables.

Para el presente proyecto se empleó la fórmula empírica de Hazen–Williams, ampliamente utilizada en sistemas de protección contra incendios por su simplicidad, confiabilidad y adecuación al flujo de agua en régimen permanente. Este método resulta especialmente apropiado para tuberías de acero y otros materiales comúnmente empleados en redes contra incendios.

Ecuación utilizada:

$$h_f = 10,67 * \left(\frac{L * Q^{1,852}}{C^{1,852} * D^{4,87}} \right)$$

Donde:

h_f : Pérdida de carga por fricción en tramo de tubería. Representa la altura de columna de agua que se pierde por rozamiento interno.

Q : Caudal volumétrico que circula por la tubería.

C : Coeficiente de rugosidad Hazen-Williams.

D : Diámetro interno de la tubería.

L : Longitud del tramo de tubería considerado.

Pérdida por fricción en la columna montante (4")

La columna montante constituye uno de los elementos más críticos del sistema hidráulico contra incendios, debido a que transporta el caudal principal desde la sala de bombas hacia los diferentes niveles del edificio. En el caso del Bloque A, la columna montante de 4 pulgadas de diámetro nominal fue diseñada para abastecer simultáneamente los sistemas de rociadores automáticos y la red de gabinetes contra incendios, por lo que su correcto dimensionamiento y verificación hidráulica resulta fundamental para garantizar el desempeño del sistema.



Datos:

Longitud:

$L = 28 \text{ m}$ Caudal:

$Q = 0,0347 \text{ m}^3/\text{s}$

Diámetro interno:

$D = 0,10 \text{ m}$

Resultado: h_f montante $\approx 16,8 \text{ m}$

Pérdida por fricción en la red horizontal (3")

La red horizontal del sistema hidráulico contra incendios cumple la función de distribuir el caudal de agua desde la columna montante hacia los distintos ramales que alimentan rociadores automáticos y gabinetes contra incendios en cada nivel del edificio. En el rediseño del sistema del Bloque A, se adoptó un diámetro nominal de 3 pulgadas para la red horizontal principal, considerando criterios de caudal, velocidad de flujo, pérdidas de carga admisibles y cumplimiento normativo.

La pérdida por fricción en la red horizontal se determinó mediante la ecuación de Hazen–Williams, la cual permite estimar la disminución de presión ocasionada por el rozamiento del flujo de agua con las paredes internas de la tubería. Este cálculo resulta esencial para verificar que la presión residual disponible en los puntos más alejados del sistema sea suficiente para garantizar la operación eficiente de los dispositivos de protección contra incendios.

Datos:

Longitud promedio:

$L = 40 \text{ m}$

Diámetro interno:

$D = 0,08 \text{ m}$

Resultado: h_f horizontal $\approx 14.2 \text{ m}$

Pérdida por fricción en ramales

Los ramales del sistema hidráulico contra incendios constituyen los tramos finales de distribución del agua, encargados de abastecer directamente a los rociadores automáticos y gabinetes contra incendios ubicados en cada área del



Rediseño del Sistema Contra Incendios del Bloque A de la UPSCampus María Auxiliadora edificio. Debido a su proximidad a los puntos de descarga, el análisis de la pérdida por fricción en los ramales resulta determinante para garantizar que los dispositivos de extinción operen con el caudal y la presión residual exigidos por la normativa vigente.

En el rediseño del sistema del Bloque A, los ramales fueron dimensionados considerando el riesgo de incendio del edificio, la densidad de descarga requerida y la disposición arquitectónica de cada nivel. La pérdida por fricción en estos tramos se calculó empleando la ecuación de Hazen–Williams, tomando en cuenta el caudal parcial correspondiente a cada ramal, la longitud efectiva de la tubería y el coeficiente de rugosidad del material utilizado.

Ramales a gabinetes (2½"): Resultado:

h_f gabinetes \approx 3.00m

Ramales a rociadores (1½"): Resultado:

Resultado: h_f rociadores \approx 2.5m

Tabla 2 Resumen de pérdidas por fricción del sistema

	Tramo Pérdida (m)
Columna montante (4")	16,8
Red horizontal (3")	14,2
Ramales	5,5
Total, fricción	36,5

Elaborada por autores de tesis

Pérdidas por accesorios

Las pérdidas por accesorios se estiman como un 15 % de las pérdidas por fricción, de acuerdo con criterios de diseño hidráulico.

$$h_{\text{accesorios}} = 0,15 * 36,5 = 5,5 \text{ m}$$

Altura manométrica total (HMT)

Además de las pérdidas por fricción generadas a lo largo de las tuberías rectas, en un sistema hidráulico contra incendios se producen pérdidas de carga adicionales



asociadas a la presencia de accesorios y dispositivos de control. Estas pérdidas, conocidas como pérdidas localizadas, se originan por los cambios de dirección, sección y régimen de flujo del agua, y deben ser consideradas obligatoriamente en el análisis hidráulico para garantizar resultados precisos y confiables. $HMT = h_{estática} + h_f + h_{accesorios} + P_{residual}$

Sustituyendo:

$$HMT = 28,0 + 36,5 + 5,5 + 45,0$$
$$= 115,0m$$

Conversión de HMT a presión

$$P = HMT / 0,703$$

$$P \approx 164 \text{ psi}$$

Selección definitiva de la bomba contra incendio

Tabla 3 Características hidráulicas de la bomba contra incendio

<i>Parámetro</i>	<i>Valor</i>
<i>Caudal nominal</i>	550 gpm
<i>Presión requerida</i>	165 psi
<i>Altura manométrica</i>	115 m
<i>Tipo de bomba</i>	Centrífuga horizontal
<i>Accionamiento</i>	Motor eléctrico
<i>Bomba jockey</i>	Sí

Elaborada por autores de tesis

Análisis técnico del diseño

El uso de una columna montante de 4 pulgadas y una red horizontal de 3 pulgadas genera un incremento en las pérdidas por fricción del sistema hidráulico contra incendios, efecto que se traduce directamente en una mayor altura manométrica total requerida. Como consecuencia, el sistema demanda una bomba contra incendios con mayor presión de operación, capaz de compensar dichas



pérdidas y garantizar el suministro adecuado en los puntos más desfavorables de la red.

El análisis hidráulico realizado demuestra que, aun considerando estas pérdidas adicionales, el sistema diseñado cumple con los requerimientos mínimos de caudal y presión residual exigidos por las normas técnicas aplicables para sistemas de rociadores automáticos y redes de hidrantes interiores. De este modo, el diseño adoptado asegura un desempeño hidráulico confiable, permitiendo el correcto funcionamiento del sistema durante un evento de incendio y garantizando la protección efectiva de los ocupantes y de la infraestructura del Bloque A.

Especificaciones de los materiales a emplear en Red De Distribución

4.6. Tipo de Red: Húmeda. –

La red de distribución está comprendida por tuberías de 6", 4", 3", 2-1/2", 2", 1-1/2" y 1". Para la red de distribución del sistema se emplearán tuberías y accesorios de acero negro con o sin costura norma ASTM A-53. Para tuberías hasta diámetros de 1" serán roscadas SCH 40, las tuberías de 1-1/4" y superiores serán de unión mecánica tipo ranurada SCH 40.

Figura 15 Tuberías



Fuente: Google Imágenes

Todas las tuberías interiores o exteriores expuestas al aire libre o entre tumbado, incluyendo las tuberías empotradas en pared dentro de las edificaciones, deberán cumplir la siguiente especificación:

Para tubos de diámetro nominal de 1" a 2":

Material: Hierro negro



Tipo: TE o T&C
Especificaciones: ASTM A135, o ASTM A 53, Cédula 40
Fabricación: Sin costura **Presión de trabajo:** 250 psi para agua
Unión: Roscada

Para tubos de diámetro mayor a 2”:

Material: Hierro Negro
Tipo: Peso standard
Especificaciones: ASTM A53, Cédula 40 o ASTM a 135
Fabricación: Sin costura o Con Costura con soldadura
Presión de trabajo: 250 psi para agua
Unión: mecánica ranurada.

4.7. Cálculo de tuberías de acero. –

El cálculo y selección de las tuberías de acero para el sistema hidráulico contra incendios del Bloque A se realizó considerando criterios de resistencia mecánica, durabilidad, comportamiento hidráulico y compatibilidad con las exigencias normativas aplicables. El acero es uno de los materiales más utilizados en sistemas contra incendios debido a su elevada resistencia a la presión, su estabilidad frente a altas temperaturas y su confiabilidad estructural durante situaciones de emergencia.

Para el dimensionamiento de las tuberías se partió del caudal de diseño obtenido en las áreas críticas del sistema, así como de las presiones mínimas requeridas en los puntos más desfavorables de la red. Con base en estos parámetros, se seleccionaron diámetros nominales que permiten mantener velocidades de flujo adecuadas, evitando tanto pérdidas excesivas por fricción como fenómenos de erosión interna o golpes de ariete.

El cálculo hidráulico se efectuó mediante la ecuación de Hazen–Williams, adoptando un coeficiente de rugosidad característico para tuberías de acero nuevas, lo que permitió estimar de manera conservadora las pérdidas de carga por fricción en cada tramo del sistema. Estas pérdidas fueron integradas al cálculo de la altura manométrica total, asegurando que la estación de bombeo pueda compensarlas de forma eficiente.



Asimismo, se verificó que las tuberías seleccionadas soporten las presiones máximas de operación del sistema, considerando factores de seguridad acordes con la normativa técnica. Se contemplaron además las condiciones de instalación, tales como tramos verticales, horizontales y ramales, así como la influencia de accesorios, válvulas y conexiones, los cuales fueron incorporados al análisis hidráulico global.

En términos de sostenibilidad y mantenimiento, el uso de tuberías de acero facilita la inspección, reparación y reemplazo de tramos específicos, contribuyendo a la vida útil del sistema y a su operatividad a largo plazo. En conjunto, el cálculo y selección de las tuberías de acero garantizan un sistema contra incendios confiable, eficiente y alineado con los objetivos de seguridad y protección establecidos para el Bloque A del campus María Auxiliadora.

Tabla 4 Cálculo de tuberías

	ø4	ø3	ø2	ø2 1/2	ø1	ø1 1/2
PLANTA BAJA	236,31	57,6	26,93	154,81	507,01	109,78
P1	0	110	12	133,85	603,15	15,65
P2	0	110	12	133,85	603,15	15,65
P3	0	110	12	133,85	603,15	15,65
P4	0	110	12	133,85	603,15	15,65
P5	0	110	12	133,85	603,15	15,65
TERRAZA	103,14	106,07	20,92	21	172,45	41
TOTAL, ML	299,45	713,67	107,85	806,06	3695,21	229,03

Elaborado por autores de tesis

4.8. Gabinetes. –

El sistema hidráulico contra incendios diseñado para el Bloque A contempla la instalación de 20 hidrantes interiores Clase III, de tipo combinado, distribuidos estratégicamente en todas las áreas del proyecto. Cada hidrante está provisto de salidas de 2½ pulgadas y 1½ pulgadas, lo que permite su utilización tanto por personal entrenado como por los equipos del Cuerpo de Bomberos en caso de una emergencia.

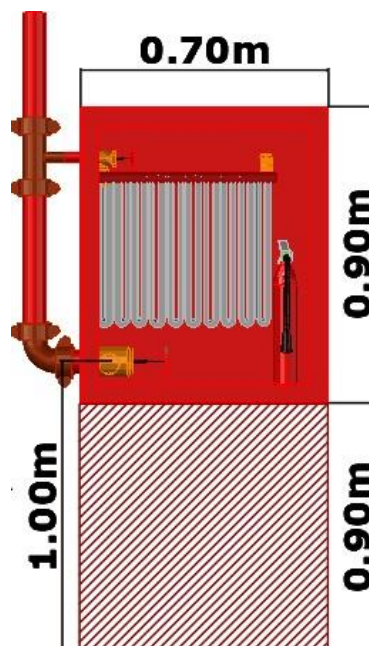
La selección de hidrantes Clase III responde a la necesidad de garantizar un sistema versátil y funcional, capaz de adaptarse a distintos escenarios de incendio. Las salidas de 1½ pulgadas facilitan una respuesta inicial por parte del personal interno, mientras que las salidas de 2½ pulgadas permiten la conexión directa de mangueras de mayor caudal para la intervención de brigadas especializadas.



La cantidad y distribución de los hidrantes se definieron en función de la geometría del edificio, la carga de fuego y las distancias máximas de cobertura establecidas por la normativa técnica aplicable, asegurando que todas las áreas del Bloque A cuenten con acceso inmediato a un punto de suministro de agua para la extinción de incendios. De este modo, el sistema propuesto contribuye de manera significativa a mejorar las condiciones de seguridad, reduciendo los tiempos de respuesta y fortaleciendo la protección de los ocupantes y de la infraestructura universitaria.

Los gabinetes estarán compuestos de una caja que en su interior tendrá llave de hidrante, manguera semirrígida, llave de sujeción, pitón y extintor de propósito múltiple. Cada gabinete tendrá una salida de 1-1/2" y 2-1/2".

Figura 16 Forma de medir la distancia entre una válvula de 2 1/2" y el piso



Fuente: Google Imágenes

Salida de $\text{Ø}=1\text{-}1/2\text{"}$ – caudal 50 Gpm. a 65 psi: Para uso manual de emergencia. – caudal por tallo. 100 Gpm. a 65 psi: Para uso manual de emergencia.

Salida de $\text{Ø}=2\text{-}1/2\text{"}$: Para uso manual exclusivo del cuerpo de bomberos.

Manguera de 15 mts + 15 mts adicionales para ser añadidos en caso de requerirse.

Tipo de montaje: Empotrado en pared (semirecessed)



Soporte de manguera:	Metálica
Manguera:	De lino de 1-1/2" y 50 pies (15mts) de longitud + manguera adicional de 15mts.
Llave angular:	2-1/2"
Llave angular:	1-1/2"
Boquilla:	de \varnothing 1½ para chorro y niebla.
Extintor:	10 libras de polvo químico seco.
Dimensiones min.:	0.90x0.70x0.22 mts.

4.9. Siamesa. –

Este sistema de defensa contra incendio también podrá ser abasteciendo directamente con el agua de los carros cisternas del Benemérito Cuerpo Bomberos por la conexión siamesa, desde las que se abastecerá directamente a los gabinetes.

Los hilos de las roscas de estos hidrantes exteriores serán NPT y deberán estar de acuerdo con las normas vigentes del Benemérito Cuerpo de Bomberos.

Los montantes, gabinetes y mangueras son comunes para ambos subsistemas. Se ha ubicado de tal modo que cubran áreas acordes con las presiones de diseño desde sitios de fácil acceso.

Diámetro:	2 ½ x 2 ½ x 4".
Material:	Bronce.
Adicionales:	Cuerpo recto, con tapas, tapones y cadenas.

Figura 17 Siamesa



Fuente: Google Imágenes



4.10. Rociadores. –

Rociador #1: Rociador tipo colgante (pendent) modelo viking vk101 o modelo similar en marca Tyco o reliable, cobertura estándar y respuesta estándar, instalados a nivel de cielo raso, para áreas de oficina y locales comerciales (Viking Group, Inc., 2019), con las siguientes características:

Presión mínima de funcionamiento: 7 psi (0.5 bar)

Presión máxima de trabajo: 175 Psi (12 bar)

Tamaño de rosca: ½” Npt Factor

K nominal: 5.6 U.S.

Temperatura de activación: 68 grados

Rociador #2: Rociador tipo montante (UPRIGHT) modelo viking vk100 o modelo similar en marca Tyco o reliable, con cobertura estándar y respuesta estándar, instalados a nivel de cielo raso, para áreas de parqueo en sótanos y cuartos de bombas (Viking Group, Inc., 2019), con las siguientes características:

Presión mínima de funcionamiento: 7 psi (0.5 bar)

Presión máxima de trabajo: 175 Psi (12 bar)

Tamaño de rosca: 1/2” Npt Factor

K nominal: 5,6 U.S.

Temperatura de activación: 68,00 grados

4.11. Banco De Válvulas. –

Se ha colocado un banco de válvulas para cada piso, el mismo que permite control de flujo del sistema de rociadores. Están ubicados en planta baja, de acuerdo al plano de diseño.

4.11.1. Válvula Mariposa. –

Cuando sean vistas en áreas que no accede el público como entresijos técnicos, ductos, depósitos, tumbados, etc., serán:

Válvulas tipo Mariposa con mango de palanca manual serie Vic-300 o similar.

Extremos ranurados con unión tipo victaulic.



Rediseño del Sistema Contra Incendios del Bloque A de la UPSCampus María Auxiliadora

Fabricación bajo Norma AWWA (American Water Works Association)

Disco Dúctil de doble sello, revestido con caucho para obtener un cierre de burbuja hermético en ambas direcciones a 300 psi.

Cuerpo de hierro dúctil o hierro fundido.

Presión de trabajo: 300 psi para agua

Figura 18 Válvula Mariposa Supervisada



Fuente: Google Imágenes

4.11.2. Válvula De Retención Vic-Check

Cuando sean vistas en áreas que no accede el público como entrepisos técnicos, ductos, depósitos, tumbados, etc., serán:

Diseño de disco simple accionado por resorte

Instalación vertical u horizontal.

Extremos ranurados con unión tipo victaulic.

Fabricación bajo Norma AWWA (American Water Works Association) Cuerpo de hierro dúctil o hierro fundido.

Presión de trabajo: 300 psi para agua

Figura 19 Válvula de retención



Fuente: Google Imágenes

4.11.3. Detector De Flujo

Deberán ubicarse en los bancos de válvulas que se indiquen en los planos, además se deberán conectar al sistema de detección para dar alarma de incendio.

Este detector de flujo tendrá las siguientes características:

Listado: UL o FM

Diámetro: De acuerdo con lo indicado en planos

Figura 20 Detector de flujo



Fuente: Google Imágenes

4.11.4. Indicador De Presión (Manómetro)

En todos los puntos que se indiquen en los planos o en las presentes especificaciones, se deberá considerar la instalación de manómetros. El rango de presión máxima no deberá ser menor que el doble del valor de presión de trabajo en



Rediseño del Sistema Contra Incendios del Bloque A de la UPSCampus María Auxiliadora el punto de instalación. Su montaje deberá permitir un fácil acceso para retirar o instalar. Deberán cumplir las siguientes características:

Listado: UL o FM

Presión trabajo: 0 – 300 PSI

Tipo de conexión: 1/4" (ø6.4mm)

Accesorios: Válvula de bola

Figura 21 Manómetro



Fuente: Google Imágenes

4.12. Descripción general de la cisterna

La cisterna contra incendios constituye la fuente principal de abastecimiento de agua del sistema de extinción del edificio académico del Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil. Su función es garantizar el suministro continuo de agua al sistema de rociadores automáticos y al sistema de gabinetes contra incendio durante el tiempo mínimo de operación exigido por la normativa vigente.

La cisterna se diseña como un depósito exclusivo para protección contra incendios, independiente del sistema de agua potable, conforme a lo establecido en la norma NFPA 22.

4.12.1. Normativa aplicable al diseño de la cisterna

El diseño y dimensionamiento de la cisterna contra incendios se realiza conforme a las siguientes disposiciones normativas:

NFPA 22: Standard for Water Tanks for Private Fire Protection



NFPA 13: Sistemas de rociadores automáticos

NFPA 14: Sistemas de gabinetes contra incendio

4.12.2. Caudal de diseño para la cisterna

El caudal de diseño de la cisterna corresponde al escenario hidráulico más desfavorable, determinado previamente como la operación simultánea de: Sistema de rociadores automáticos Dos gabinetes contra incendio El caudal total requerido es:

$$Q_{\text{total}}=550 \text{ gpm}$$

Conversión a unidades del Sistema Internacional:

$$Q_{\text{total}}=34,7 \text{ L/s}$$

4.12.3. Tiempo mínimo de autonomía

De acuerdo con la norma NFPA 22, el tiempo mínimo de suministro continuo de agua para edificaciones de uso institucional protegidas con rociadores automáticos y gabinetes contra incendio debe ser como mínimo de 60 minutos. $t=60 \text{ min}=3600 \text{ s}$

4.12.4. Cálculo del volumen útil de la cisterna

El volumen útil requerido de la cisterna se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V_u=Q_{\text{total}}.t$$

Sustituyendo valores:

$$V_u=34,7 \times 3600$$

$$V_u=124920 \text{ L}$$

$$V_u \approx 125 \text{ m}^3$$

4.12.5. Volumen adicional de seguridad

Con el objetivo de considerar:

pérdidas operativas, volumen no utilizable, mantenimiento del sistema, se adopta un volumen adicional de seguridad del 10 %, conforme a buenas prácticas de ingeniería. $V_s=0,10 \times 125=12,5 \text{ m}^3$

4.12.6. Volumen total de la cisterna

El volumen total de diseño de la cisterna se determina como:



$$V_{\text{total}}=V_u+V_s$$

$$V_{\text{total}}=125+12,5=137,5 \text{ m}^3$$

Volumen adaptado de diseño:

$$V_{\text{cisterna}}=140 \text{ m}^3$$

Tabla 5 Resumen del cálculo del volumen de la cisterna contra incendios

<i>Concepto Valor</i>	
<i>Caudal total de diseño</i>	34,7 L/s
<i>Tiempo de autonomía</i>	60 min
<i>Volumen útil</i>	125 m ³
<i>Volumen de seguridad (10 %)</i>	12,5 m ³
<i>Volumen total adoptado</i>	140 m ³

Elaborada por autores de tesis

4.12.7. Dimensiones geométricas de la cisterna

Se propone una cisterna de forma rectangular, construida en hormigón armado, con las siguientes dimensiones internas:

Largo (L): 7,0 m

Ancho (A): 5,0 m

Altura útil de agua (H): 4,0 m

$$V=L.A.H$$

$$V=7,0 \times 5,0 \times 4,0=140 \text{ m}^3$$

4.12.8. Componentes principales de la cisterna

La cisterna contra incendios contará con los siguientes elementos:

Tubería de succión para bomba principal contra incendio

Tubería de succión para bomba jockey

Válvula de pie con colador

Tubería de llenado

Tubería de rebose

Tubería de drenaje



Escalera interior metálica

Tapa de inspección

Señalización de “Uso exclusivo contra incendios”

4.12.9. Ubicación y criterios constructivos

La cisterna se ubicará en la planta baja del edificio, próxima al cuarto de bombas contra incendio, a fin de minimizar pérdidas de carga en la línea de succión.

De acuerdo con NFPA 22, se garantiza que:

La cisterna es de uso exclusivo para incendios.

El volumen de agua no puede ser reducido por consumo doméstico. El nivel mínimo de agua permite la operación continua de las bombas.

4.12.10. Verificación normativa

El diseño de la cisterna contra incendios cumple con los siguientes requisitos:

Capacidad suficiente para alimentar simultáneamente rociadores y gabinetes.

Autonomía mínima de 60 minutos.

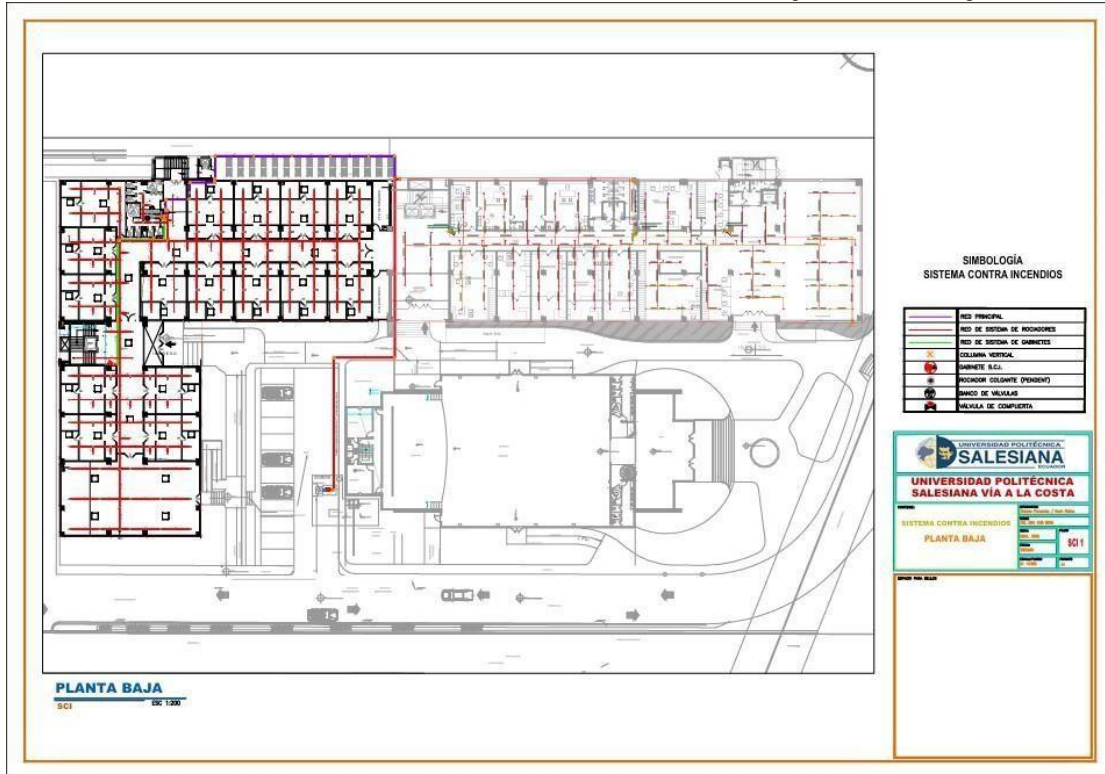
Separación del sistema de agua potable.

Cumplimiento de NFPA 22, NFPA 13 y NFPA 14.

4.13. Propuesta de rediseño del sistema contra incendios

En concordancia con el objetivo general de rediseñar el sistema hidráulico contra incendios del Bloque A del Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana conforme a las normas NFPA, se elaboraron planos generales del sistema contra incendios para cada una de las seis plantas del edificio, los cuales constituyen uno de los principales resultados de la presente investigación.

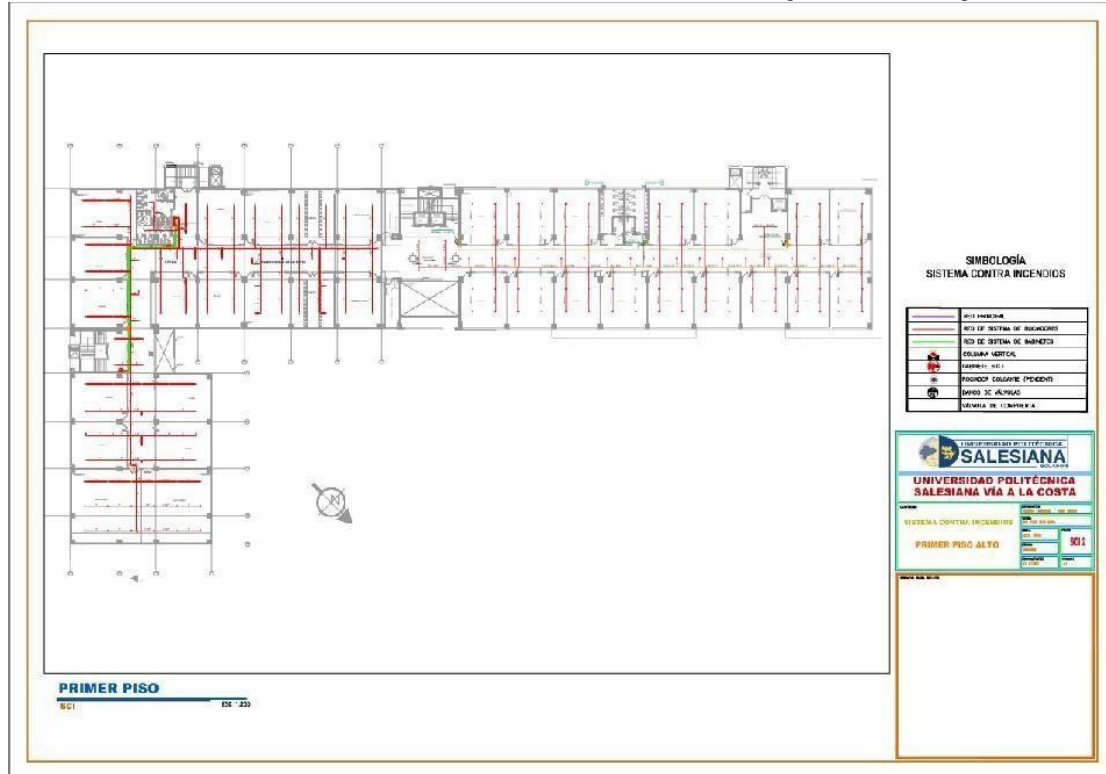
Figura 22 Diseño Planta Baja



Elaborado por autores de tesis

Estos planos dan cumplimiento a los objetivos específicos relacionados con el diseño de una red contra incendios integral y el correcto dimensionamiento del sistema, al representar gráficamente la distribución de tuberías, rociadores automáticos, gabinetes contra incendios, válvulas de control y elementos complementarios, garantizando cobertura total, continuidad del sistema y coherencia con los criterios hidráulicos definidos en la memoria de cálculo.

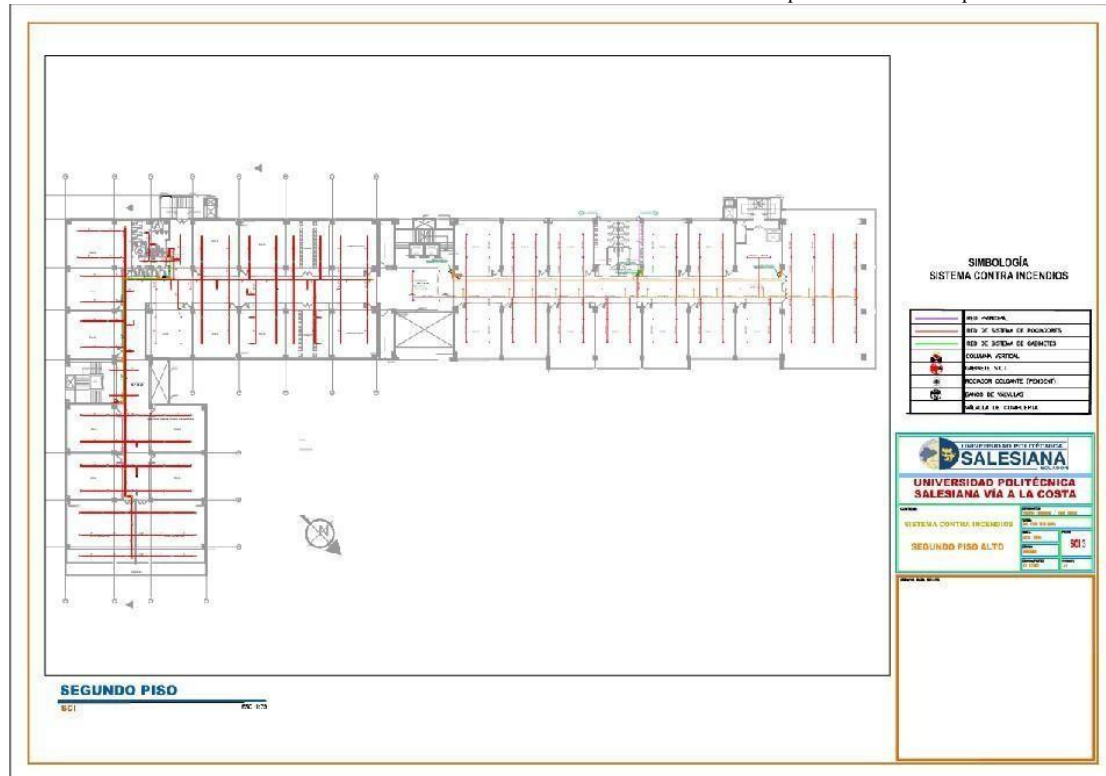
Figura 23 Diseño Primer Piso Alto



Elaborado por autores de tesis

La configuración del sistema en cada planta evidencia el cumplimiento de los parámetros de presión, caudal y cobertura, definidos durante la fase de diseño hidráulico, así como la correcta interconexión vertical y horizontal de la red mediante montantes principales, asegurando la operación eficiente del sistema en todos los niveles del edificio. Este resultado responde directamente al objetivo de determinar el dimensionamiento adecuado de la red, la cisterna y la estación de bombeo, al materializar en planos los criterios técnicos establecidos.

Figura 24 Diseño Segundo Piso Alto



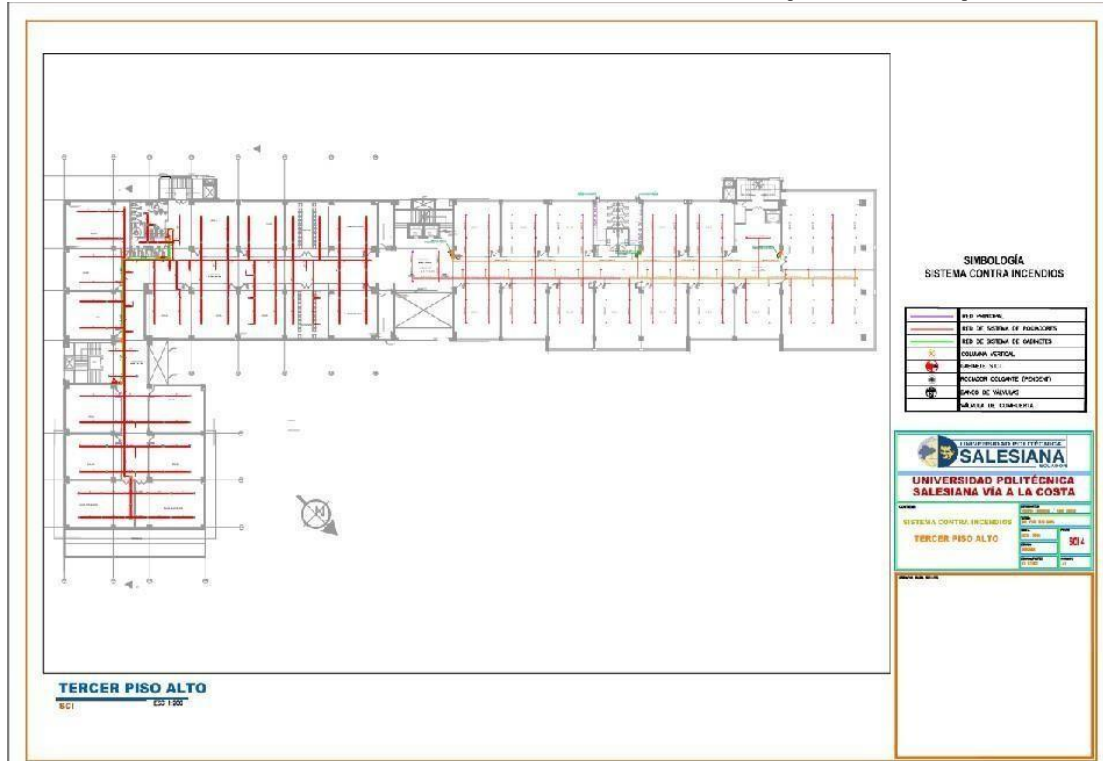
Elaborado por autores de tesis

Asimismo, la disposición de los componentes del sistema en los planos considera la clasificación de riesgo del edificio y los lineamientos normativos establecidos por la National Fire Protection Association, lo que contribuye al cumplimiento del objetivo específico orientado a garantizar un sistema conforme a la normativa vigente y técnicamente viable.

Figura 25 Tercer Piso Alto

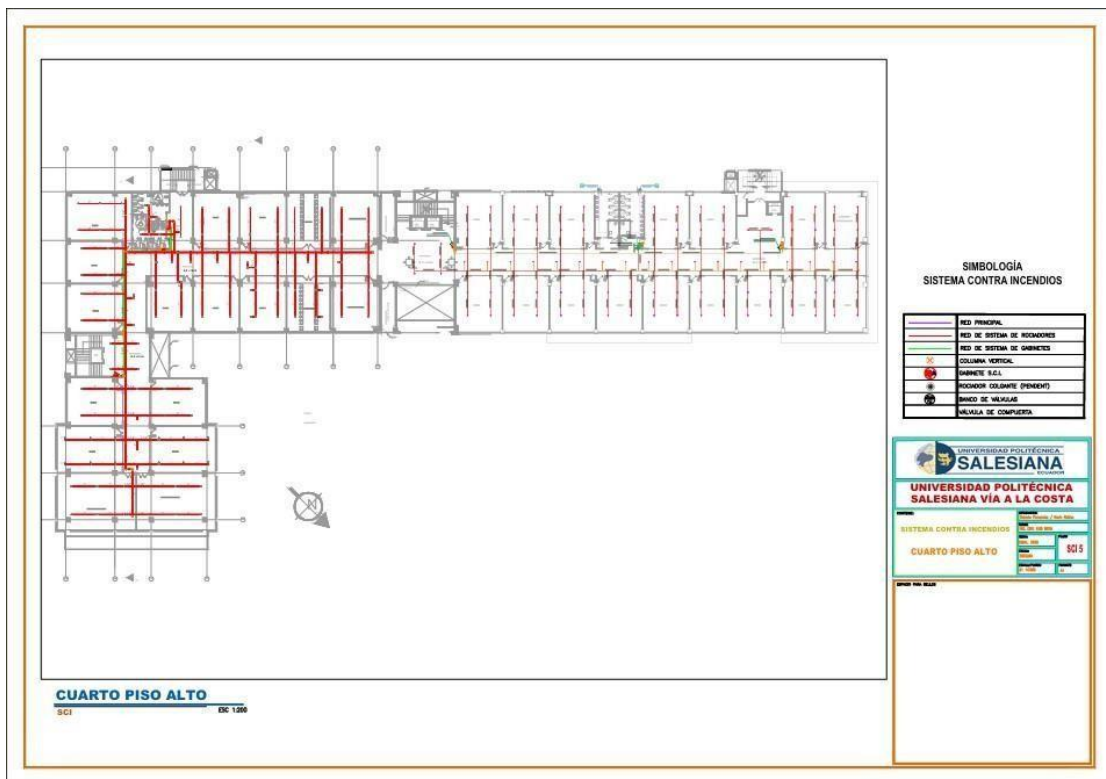


Rediseño del Sistema Contra Incendios del Bloque A de la UPSCampus María Auxiliadora



Elaborado por autores de tesis

Figura 26 Cuarto Piso Alto



Elaborado por autores de tesis



CAPITULO IV

CONCLUSIONES

5.1. Resultados

El presente capítulo expone los resultados obtenidos a partir del desarrollo del diagnóstico, el análisis normativo y la propuesta de rediseño del sistema hidráulico de defensa contra incendios del Bloque A del Campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana. Los resultados se presentan en concordancia con el objetivo general y los objetivos específicos planteados en el estudio, evidenciando el cumplimiento de los mismos.

5.1.1. Resultados en relación con el objetivo general

El objetivo general del trabajo fue rediseñar el sistema hidráulico contra incendios del Bloque A, garantizando el cumplimiento de la normativa vigente y fortaleciendo la seguridad humana de los ocupantes de la edificación.

Como resultado del estudio, se obtuvo una propuesta de rediseño técnicamente viable, alineada con las disposiciones del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil y las normas NFPA aplicables. El rediseño permite corregir las no conformidades identificadas en el sistema existente, mejorar la cobertura del sistema de rociadores automáticos, asegurar el suministro adecuado de caudal y presión, y fortalecer la confiabilidad operativa del sistema durante un evento de incendio.

Asimismo, el sistema propuesto prioriza la protección de la vida humana, asegurando condiciones más seguras para la evacuación de los ocupantes y reduciendo el riesgo de daños severos a la infraestructura y a las actividades académicas.

5.1.2. Resultados del diagnóstico del sistema existente

Del diagnóstico técnico del sistema hidráulico contra incendios existente se identificaron deficiencias relevantes relacionadas con la ejecución del diseño



aprobado, la instrumentación del sistema y la documentación técnica disponible. Entre los principales resultados se evidenció una discrepancia entre el diseño hidráulico aprobado y la instalación real de los rociadores automáticos, así como la ausencia de elementos fundamentales de control y señalización.

El análisis de las observaciones emitidas por el Cuerpo de Bomberos permitió confirmar que el sistema, en su estado actual, no garantiza una cobertura hidráulica adecuada ni un control eficiente del incendio, lo cual compromete tanto el cumplimiento normativo como la seguridad de los ocupantes. Estos resultados justificaron la necesidad de un rediseño integral del sistema contra incendios.

5.1.3. Resultados del análisis normativo y de cumplimiento

Como resultado del análisis normativo, se determinó que el sistema existente presenta incumplimientos parciales respecto a los requerimientos establecidos en las normas NFPA y en las disposiciones técnicas del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil. Dichos incumplimientos se relacionan principalmente con la cantidad y disposición de rociadores, la instrumentación de los bancos de válvulas, la señalización de la siamesa y la verificación de la reserva de agua contra incendios.

La elaboración de la matriz de cumplimiento normativo permitió identificar de manera sistemática las brechas existentes entre la condición actual del sistema y los requisitos técnicos exigidos, constituyéndose en una herramienta clave para orientar el rediseño propuesto.

5.1.4. Resultados de la justificación de los criterios de diseño

A partir del análisis de la ocupación, la carga de fuego y las características propias de la edificación educativa, se establecieron criterios de diseño coherentes con la clasificación de riesgo correspondiente. Estos criterios permitieron definir parámetros adecuados de densidad de descarga, área de diseño, caudal y presión del sistema.

El resultado de esta etapa fue la adopción de criterios de diseño conservadores, orientados a garantizar el desempeño del sistema bajo escenarios desfavorables, priorizando la confiabilidad hidráulica y la protección de la vida humana. La



justificación técnica de estos criterios respalda la validez del rediseño y su alineación con las mejores prácticas de ingeniería contra incendios.

5.1.5. Resultados de la aplicación de criterios de seguridad humana (Life Safety)

La incorporación de los criterios de seguridad humana permitió evaluar el desempeño del sistema no solo desde una perspectiva hidráulica, sino también en relación con la evacuación segura de los ocupantes. Como resultado, se evidenció que el sistema rediseñado contribuye a prolongar el tiempo disponible para la evacuación, al controlar el incendio en su fase inicial y reducir la propagación de calor y humo.

Este enfoque integral fortalece la resiliencia de la edificación frente a eventos de incendio y mejora las condiciones de seguridad para estudiantes, docentes y personal administrativo, alineando el diseño del sistema con el objetivo prioritario de protección de la vida humana.

5.1.6. Resultados del rediseño del sistema hidráulico contra incendios

El principal resultado técnico del estudio es la propuesta de rediseño del sistema hidráulico contra incendios, la cual contempla la corrección de las deficiencias identificadas y la adecuación del sistema a los requerimientos normativos vigentes. El sistema propuesto garantiza el suministro adecuado de agua, caudal y presión en los puntos más desfavorables de la red, asegurando la operatividad del sistema durante un evento real de incendio.

Adicionalmente, el rediseño incorpora criterios de mantenimiento, control y señalización que facilitan la inspección, operación y aprobación final del sistema por parte de la autoridad competente.

5.1.7. Resultados globales del estudio

De manera global, los resultados obtenidos demuestran que el rediseño propuesto es técnicamente factible, normativamente viable y orientado a la protección de la vida humana. El estudio proporciona una base sólida para la implementación del



Rediseño del Sistema Contra Incendios del Bloque A de la UPSCampus María Auxiliadora sistema contra incendios y para la posterior solicitud de inspección final ante el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil.

Los resultados alcanzados cumplen con los objetivos planteados y evidencian la pertinencia del estudio como un aporte técnico para mejorar la seguridad contra incendios en edificaciones educativas.

5.2. Conclusiones

- El análisis normativo realizado permitió constatar que el sistema hidráulico contra incendios existente en el Bloque A no cumple de manera integral con los requerimientos técnicos establecidos por la National Fire Protection Association, particularmente en lo referente a los sistemas de rociadores automáticos conforme a NFPA 13, los sistemas de hidrantes internos y columnas montantes regulados por NFPA 14, la estación de bombeo definida en NFPA 20, el almacenamiento de agua establecido en NFPA 22 y los criterios de inspección, prueba y mantenimiento contemplados en NFPA 25. Asimismo, se evidenció el incumplimiento de disposiciones técnicas exigidas por el Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, lo cual representa una limitación significativa para la aprobación y operación segura del sistema.
- El rediseño hidráulico propuesto, desarrollado a partir de memorias de cálculo detalladas y criterios técnicos normativos, permite garantizar que las presiones, caudales y coberturas requeridas se mantengan dentro de los parámetros mínimos exigidos por la normativa vigente en todos los puntos críticos del Bloque A. Esto asegura que el sistema pueda responder de manera eficaz durante las primeras etapas de un incendio, etapa considerada determinante para el control del fuego, la protección de las rutas de evacuación y la reducción de riesgos para los ocupantes.
- El adecuado dimensionamiento de la cisterna y de la estación de bombeo representa uno de los aportes más relevantes del diseño propuesto, ya que incrementa significativamente la autonomía del sistema contra incendios. Esta mejora permite garantizar un suministro continuo de agua durante el tiempo mínimo exigido por la normativa, incluso en escenarios de emergencia



Rediseño del Sistema Contra Incendios del Bloque A de la UPSCampus María Auxiliadora prolongados, lo cual resulta fundamental para salvaguardar tanto la vida humana como la infraestructura universitaria y los bienes institucionales.

- De manera complementaria, la incorporación de criterios de sostenibilidad en el diseño hidráulico contribuye a una gestión más eficiente del recurso hídrico y energético. La selección adecuada de diámetros, equipos de bombeo eficientes y configuraciones hidráulicas optimizadas permite reducir pérdidas innecesarias, mejorar el desempeño del sistema y alinearlos con las políticas institucionales de responsabilidad ambiental y uso racional de los recursos.
- Asimismo, el desarrollo de lineamientos claros de operación, inspección y mantenimiento constituye un componente clave del proyecto, ya que proporciona una base técnica y documental que facilitará la correcta gestión del sistema contra incendios a lo largo de su vida útil. Estos lineamientos permiten disminuir la probabilidad de fallas operativas, asegurar el cumplimiento continuo de la normativa y prolongar el funcionamiento eficiente de los equipos, en concordancia con los criterios establecidos en la NFPA 25.
- En conjunto, el diseño hidráulico propuesto se consolida como una solución técnica viable, normativamente conforme y adaptada a las condiciones reales del Bloque A. Este rediseño fortalece de manera significativa la seguridad contra incendios de la edificación, aporta un respaldo técnico y documental sólido para su futura implementación y constituye una herramienta fundamental para los procesos de aprobación institucional, control y fiscalización por parte de las autoridades competentes.

5.3. Recomendaciones

- Implementar el diseño hidráulico contra incendios propuesto de manera integral, respetando estrictamente las especificaciones técnicas, memorias de cálculo y planos desarrollados en la presente investigación.
- Realizar pruebas hidráulicas de aceptación y puesta en servicio del sistema, incluyendo pruebas de caudal, presión y funcionamiento de la estación de bombeo, antes de la entrada en operación del sistema rediseñado.



- Establecer un programa permanente de inspección, prueba y mantenimiento conforme a NFPA 25, asignando responsables técnicos y un cronograma anual que garantice la operatividad continua del sistema.
- Capacitar periódicamente al personal de mantenimiento y a los brigadistas internos de la universidad en el uso, operación básica y respuesta ante emergencias relacionadas con el sistema contra incendios.
- Actualizar y mantener accesible la documentación técnica del sistema (planos “as built”, manuales, memorias de cálculo y registros de mantenimiento), facilitando futuras inspecciones y auditorías por parte del Cuerpo de Bomberos.
- Considerar la ampliación del estudio en investigaciones futuras, incorporando sistemas de detección y alarma, análisis de evacuación, señalización de emergencia y evaluación del riesgo integral del campus.
- Replicar la metodología de diagnóstico y rediseño aplicada en el Bloque A en otros bloques del Campus María Auxiliadora, con el fin de fortalecer de manera progresiva la seguridad contra incendios en toda la infraestructura universitaria.



BIBLIOGRAFÍA

- (INEN), I. E. (2013). Quito: INEN. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec>
- Asamblea Nacional. (2010). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito. Obtenido de <https://www.asambleanacional.gob.ec>
- Buchanan, A., & Abu, A. (2017). *Structural Design for Fire Safety*. Wiley.
- Cardenas, J. (2020). *Calor específico: definición, fórmula y ejercicios resueltos*. Obtenido de Ciencias naturales básicas: <https://leerciencia.net/calor-especifico/>
- Carrillo, J. C.-O.-D. (2022). *Evaluación de las estadísticas de incendios estructurales en Colombia*. Obtenido de Revista EIA, 19(38): [Phttps://doi.org/10.24050/reia.v19i38.1575](https://doi.org/10.24050/reia.v19i38.1575)
- Cesarr. (Agust de January de 2021). *Tipos O Clases de Fuego Según La Norma NFPA 10*. Obtenido de La Bodega Del Instalador: <https://www.labodegadelinstalador.net/norma-nfpa-10-clasificacion-del-fuego/>.
- Chen, J. (25 de 09 de 2025). *JACKWIN*. Obtenido de JACKWIN: <https://jackwinsafety.com/es/significado-de-estacionamiento/>
- Christian. (2025). *Extinción de fuego clase B - Rimegra Extinción S.L.* Obtenido de Rimegra Extinción S.L.: <https://empresaextintores.com/extincion-de-fuego-clase-b/>
- Cuerpo de Bomberos de Guayaquil. (2023). *Ordenanza y lineamientos técnicos para sistemas contra incendios en edificaciones*. Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <https://www.bomberosguayaquil.gob.ec>
- Felipe, G. (2025). *Fuegos Clase D: Tipos Y Cómo Apagarlos En 2025*. Obtenido de Firefco, <https://firefco.com/fuego-clase-d/>.
- Firefco. (2026). Obtenido de Firefco: <https://firefco.com/fuego-tipo-k/>
- FM Global. (2024). *FM Approval Guide: Fire Protection*. FM Global. Obtenido de <https://www.fmglobal.com/research-and-resources/fm-approvals>
- Fox, R. W., McDonald, A. T., & Pritchard, P. J. (2015). *Introduction to Fluid Mechanics*. Wiley.
- García, J. (2025). *GEO-TOP*. Obtenido de GEO-TOP: <https://estaciontotal.info/ques-poligonal-en-topografía/>



- Godoy, F. (29 de September de 2025). *Fuegos Clase K: Tipos Y Cómo Apagarlos En 2025*. Obtenido de Firefco: <https://firefco.com/fuego-tipo-k/>.
- Gómez, J., & Álvarez, M. (2020). Gestión del riesgo de incendios en edificaciones educativas. *Revista de Ingeniería y Seguridad*, 12(2), 45-60.
- González, C., Rincón, M., & Wilson, V. (2017). *TOPOGRAFIA CONCEPTOS Y APLICACIONES*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- González, M., & Pérez, J. (2020). Clasificación y funcionamiento de extintores portátiles y sistemas de rociadores. *Revista de Seguridad y Protección Contra Incendios*, 12(3). doi: <https://doi.org/10.1234/rspci.v12i3.5678>
- Hall, J. (2013). *Introduction to Fire Risk Assessment*. Quincy, MA: National Fire Protection Association.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Obtenido de https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- Ing. Juan García, a. L. (2023). *Tipologías de Extintores-Tecnologías de Extinción Y Su Aplicación*. Obtenido de anraci.org: <https://anraci.org/wp-content/uploads/2023/06/1.-Tipologias-de-Extintores-Tecnologias-de-extincion-y-su-aplicacion-ANRACI.pdf>.
- Instituto Nacional de Normalización. (2016). Quito: INEN. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_439.pdf
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2018). *Manual de prevención y protección contra incendios*. Madrid: INSST. Obtenido de <https://www.firewooddeals.co.uk/>
- LATAM, U. (28 de 08 de 2022). *UAV LATAM*. Obtenido de UAV LATAM: <https://uavlatam.com/pix4d-que-es-para-que-sirve-ejemplos/>
- Luis, I. T. (10 de 04 de 2025). *GEO-TOP*. Obtenido de GEO-TOP: <https://peritotopografo.com/que-es-un-levantamiento-topografico-2/>
- Martínez, B. (2025). *“Fuego Clase C: Qué Es, Cómo Prevenirlo Y Extintores Adecuados*. Obtenido de extintorfire: <https://extintorfire.com/blog/fuego-clase-c-como-prevenirlo-y-extintores-adecuados>.
- MIDUVI. (2021). *Plan Nacional de Desarrollo Urbano Territorial 2021*. Obtenido de Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI):



<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/plan-nacional-de-desarrollo-urbano-territorial-2021/>

- MIDUVI. (s.f). *Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda*. Obtenido de <https://www.vivienda.gob.ec/plan-nacional-de-desarrollo-urbano-y-vivienda/>
- Nadin. (2024). *Nadinsa Protección contra incendios Madrid*. Obtenido de <https://nadinsa.com/clases-de-fuego/>
- National Fire Protection Association. (2019). *NFPA 101: Life Safety Code*. Quincy: National Fire Protection Association. Obtenido de <https://www.nfpa.org>
- Navarro, F. (2023). *Clases de Fuego. Características de los fuegos clases A*. Obtenido de Canal Gestión Integrada: <https://www.inesem.es/revistadigital/gestion-integrada/clases-de-fuego-clase-a>
- NFPA. (2019). *NFPA 13: Standard for the Installation of Sprinkler Systems*. Estados Unidos, National Fire Protection Association, Quincy, MA. Obtenido de <https://www.nfpa.org>
- NFPA. (2025). *Nfpa.org*. Obtenido de Incendios estructurales en viviendas: <https://www.nfpa.org/es/Education-and-Research/Research/NFPA-Research/Fire-Statistical-reports/Home-Structure-Fires>
- Secretaría del Agua. (09 de 2016). *inmobiliariadja. WordPress*. Obtenido de inmobiliariadja. WordPress: <https://inmobiliariadja.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/norma-co-10-7-602-poblacion-mayor-a-1000-habitantes.pdf>
- TEAM, E. (4 de 07 de 2025). *BibLus*. Obtenido de BibLus : <https://biblus.accasoftware.com/es/como-disenar-una-rampa-de-garaje-la-guia-tecnica/>
- Ucatolica. (2025). *Bot Detection*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/f0e4dd79-7ef5-457d-a7d1-1d3dd72d5677/content>
- Universidad Católica de Colombia. (2025). *Universidad Católica de Colombia*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/>
- Universidad Central del Ecuador. (2018). *Clase D: fuego en metales combustibles*. Quito. Obtenido de <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/afb9c3e8-d2a6-4304-b0df-c948ef340402/content>



Universidad Politécnica de Madrid. (2016). Obtenido de https://oa.upm.es/46402/1/Seguridad_contra_incendios_industriales.pdf

Universidad Politécnica de Valencia. (2016). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. Obtenido de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/67963/Seguridad_incendios.pdf

Viking Group, Inc. (2019). *Standard spray pendent sprinkler VK101*. Hastings, MI: Viking Group, Inc. Obtenido de <https://www.vikinggroupinc.com>

Von Drehle, D. (2003). *Triangle: The Fire That Changed America*. Atlantic Monthly Press.

WINTGRA. (10 de 11 de 2025). WINTGRA . Obtenido de WINTGRA : <https://wingtra.com/es/topografia-sig/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20se%20entiende%20por%20topograf%C3%ADa,como%20la%20cobertura%20de%20nubes>.



Rediseño del Sistema Contra Incendios del Bloque A de la UPSCampus María Auxiliadora



Rediseño del Sistema Contra Incendios del Bloque A de la UPSCampus María Auxiliadora

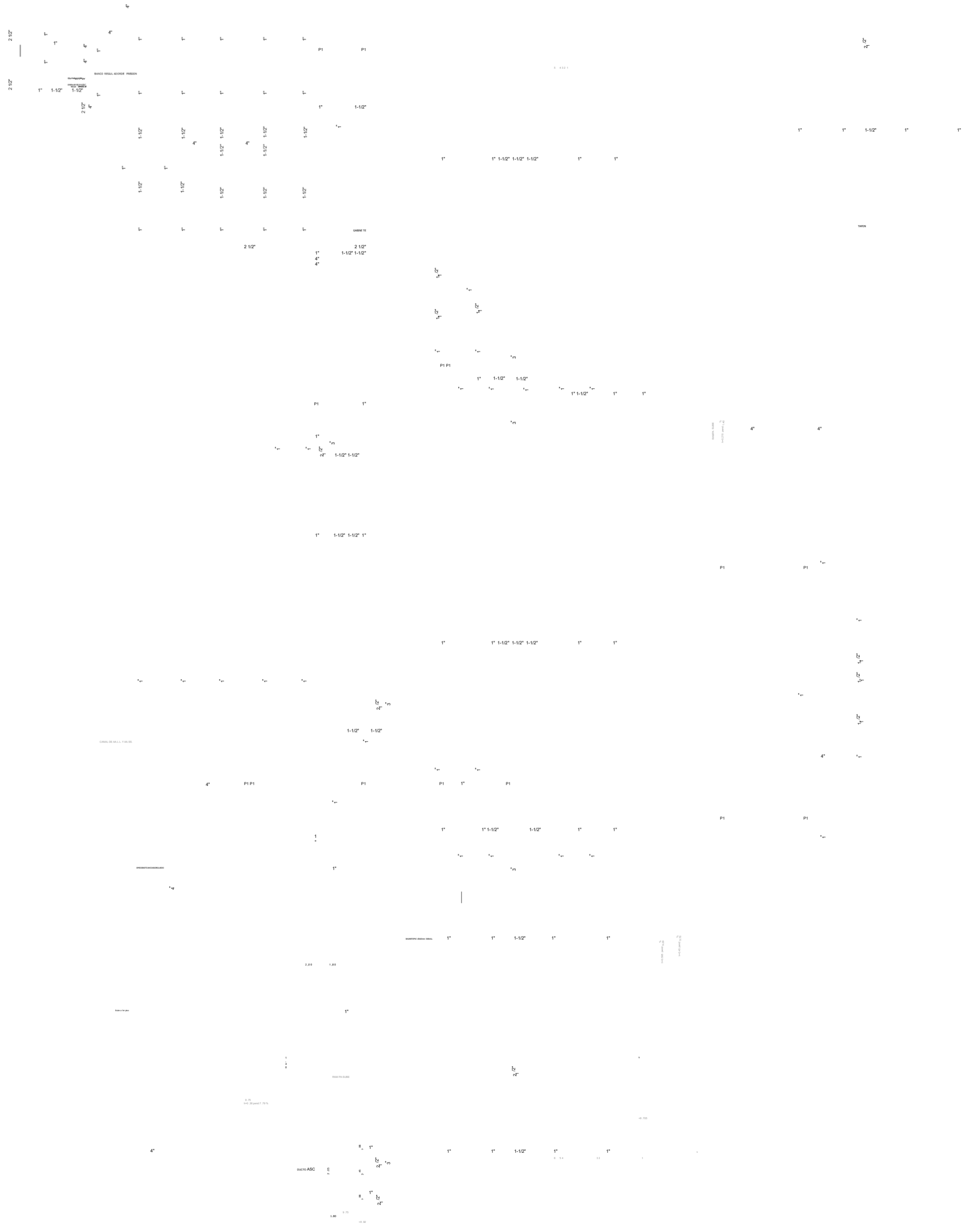
Anexo 1

(Planos)



Rediseño del Sistema Contra Incendios del Bloque A de la UPSCampus María Auxiliadora

INGRESO

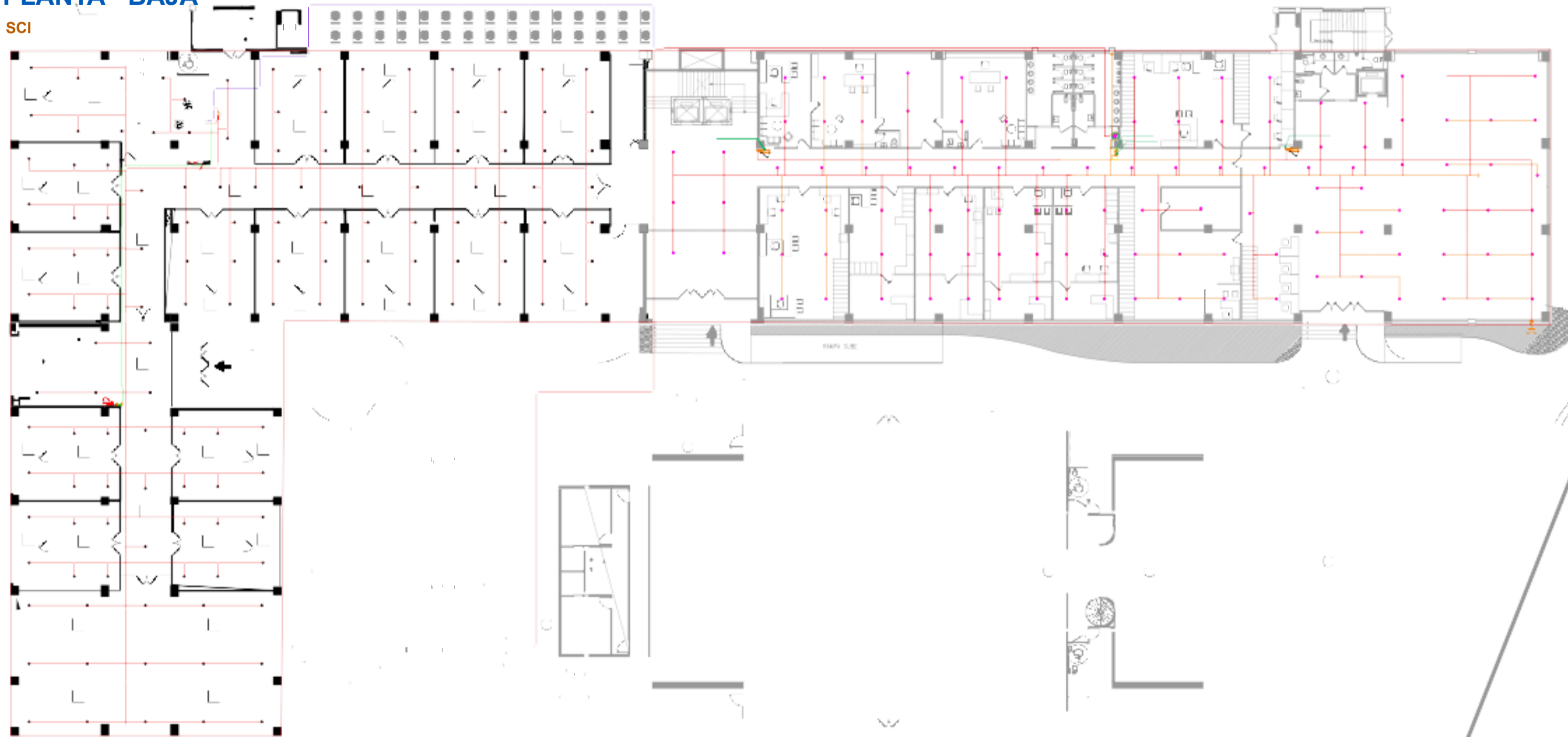


210'

140'

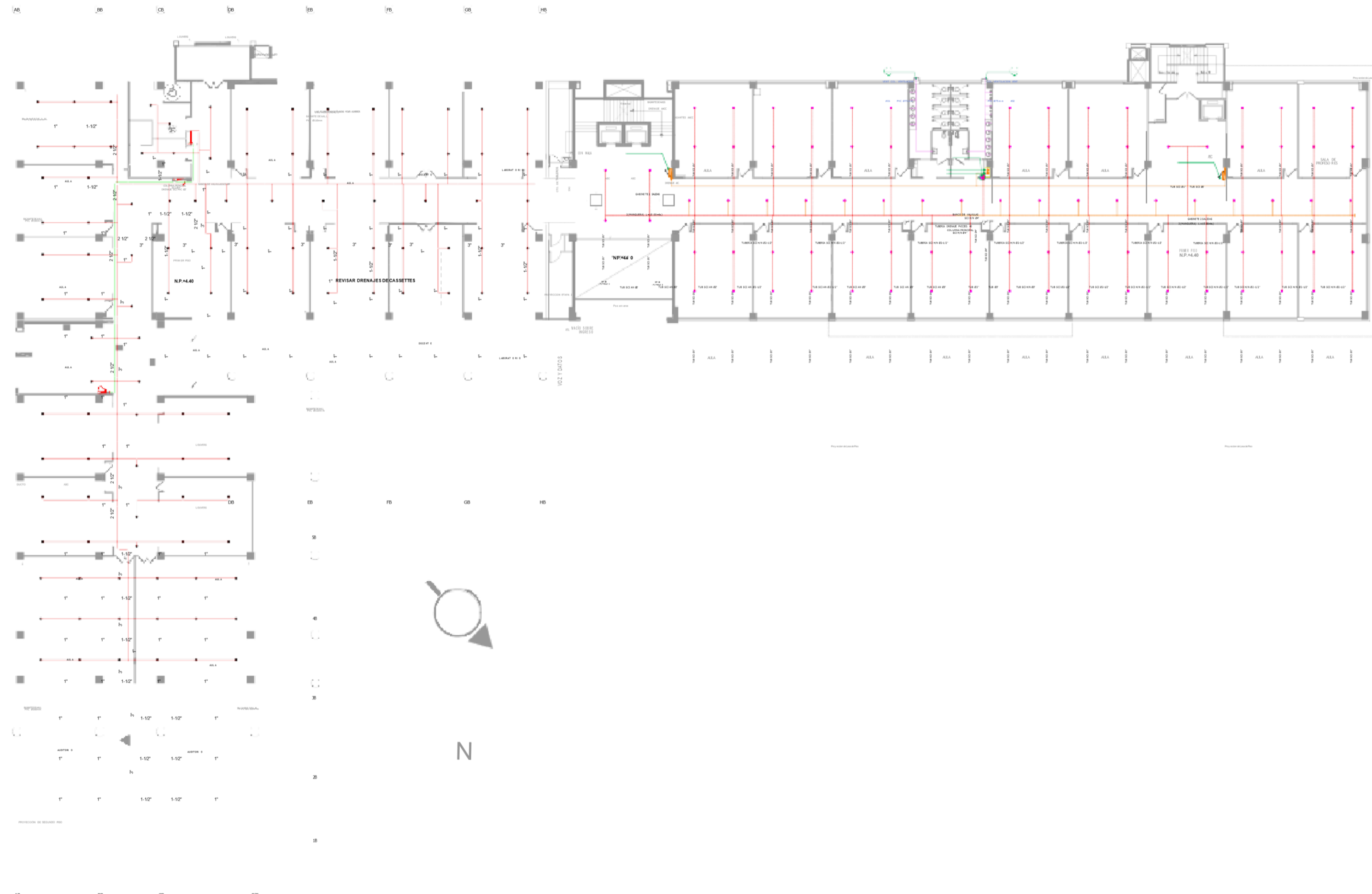
PLANTA BAJA

SCI



	CL	VAL
	CL	SIEMPRE CONDENSADO
	CL	SIEMPRE GASEADO
	CL	NO VERIFICAR
	CL	NO
	CL	CONDENSADO EN ENT.
	CL	VALV. AP.
	CL	N.P.





SIMBOLOGÍA

SISTEMA CONTRA INCENDIOS		
FI	SIEMPRE	REVISAR EN PL
EL	SIEMPRE	QUE EN LOS
LI	NO VENTILAR	
LAPE		
FLUJ. ALC.	QUELLENTE	EN ENT.
MANO	VALV. LAPE	
VALV.		RIA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA VÍA A LA COSTA

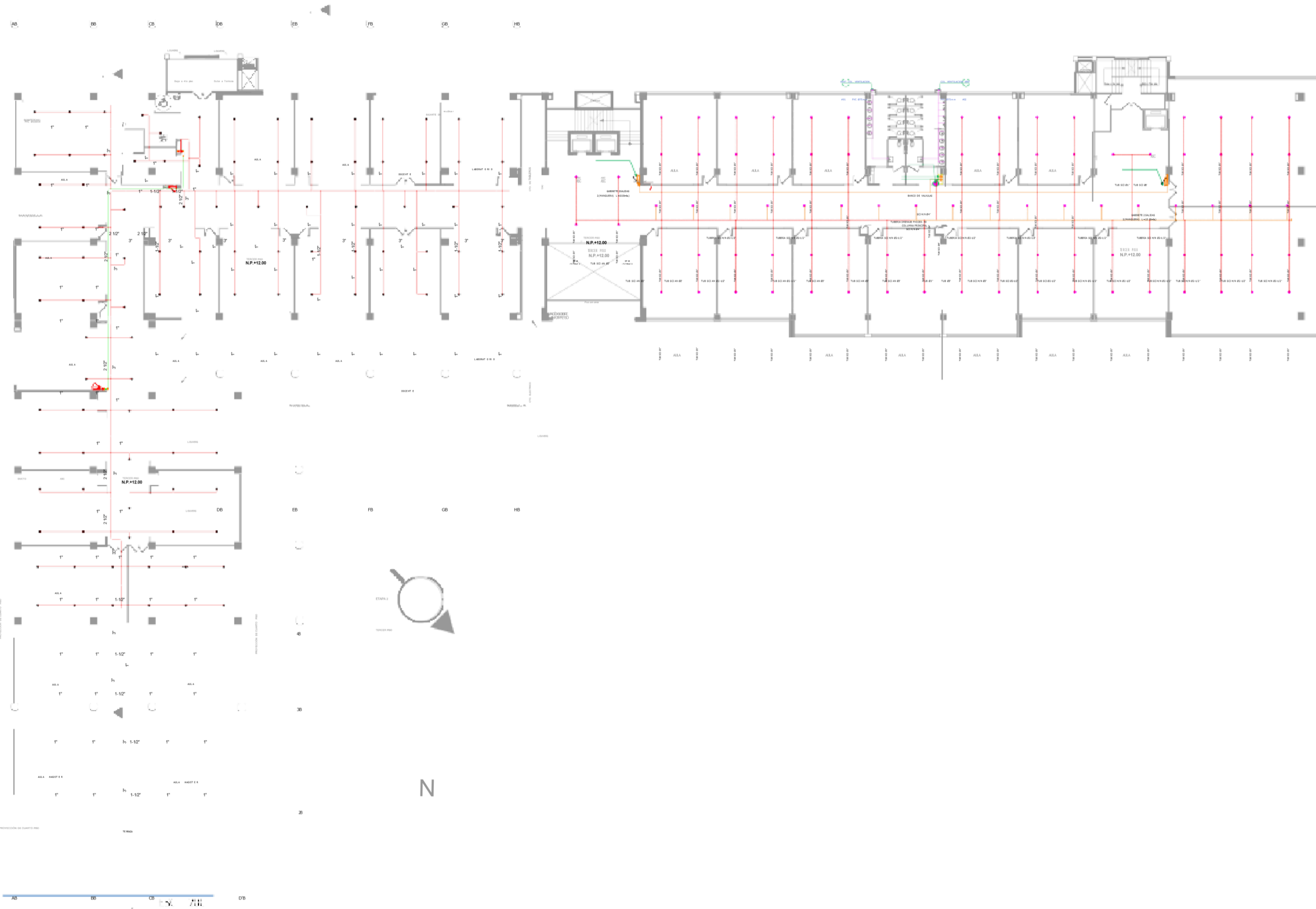
SISTEMA CONTRA INCENDIOS

PRIMER PISO ALTO **SCI 2**

PRIMER PISO

SCI

SEGUNDO PISO
SCI



SIMBOLOGÍA SISTEMA CONTRA INCENDIOS

	EL. TANK
	EL. SIEMPRE ROTACION
	EL. SIEMPRE GASE BIELO
	EL. VALV. VERTICAL
	LAV
	EQUIPO CALORIFIC. (P. ENT.)
	HAYO VALV. AP.
	VALV. H. P.



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA VÍA A LA COSTA**

SISTEMA CONTRA INCENDIOS

TERCER PISO ALTO

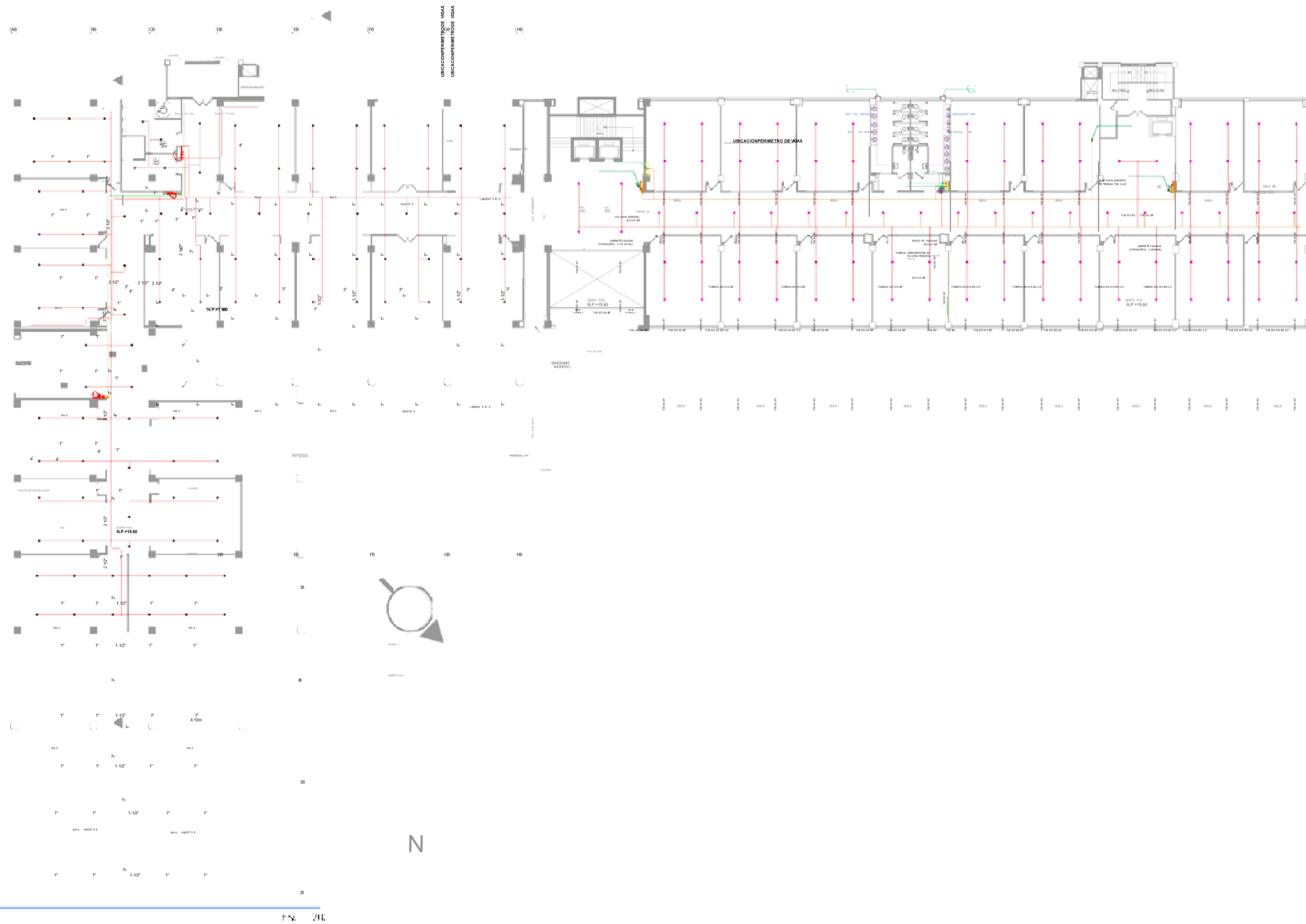
SCI 4

TERCER PISO ALTO

SCI

CUARTO PISO ALTO

SCI



SIMBOLOGÍA SISTEMA CONTRA INCENDIOS	
	EL. SIEMPRE LAMP. SILEC.
	COL. NA. VENT. (NA)
	LAMP.
	RECORRIDO. CULMINANTE. EF. ENT.
	HAB. II. VALV. (LA)
	VALV. ROTA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA VÍA A LA COSTA

SISTEMA CONTRA INCENDIOS

QUINTO PISO ALTO

SCI 6

QUINTO PISO ALTO
SCI

SEXTO PISO ALTO

SCI



Anexo 2
(Fichas Técnicas)



Contactos
en el mundo

www.tyco-fire.com

Rociadores montantes, colgantes y colgantes embutidos con factor K 5,6 Serie TY-B de respuesta estándar y cobertura estándar

IMPORTANTE

Consulte siempre la Hoja Técnica TFP700 para ver el "AVISO PARA EL INSTALADOR" que indica las precauciones que deben tomarse con respecto a la manipulación y el montaje de los sistemas de rociadores y sus componentes. La manipulación y el montaje inadecuados pueden provocar daños permanentes en el sistema de rociadores o en sus componentes y hacer que el rociador no funcione en caso de incendio o se active prematuramente.

TY315 Montante 5,6K, 1/2" NPT
TY325 Colgante 5,6K, 1/2" NPT

Descripción general

Los rociadores montantes (TY315) y colgantes (TY325) TYCO con factor K 5,6 Serie TY-B descritos en esta hoja de datos son rociadores pulverizadores con respuesta estándar y cobertura estándar decorativos que cuentan con una ampolla de vidrio de 5mm y se encuentran diseñados para instalaciones comerciales de riesgo ligero, ordinario o extraordinario, por ejemplo, bancos, hoteles, centros comerciales, fábricas, refinerías y plantas químicas.

La versión embutida del rociador colgante Serie TY-B se encuentra diseñada para su uso en áreas con un cielo raso acabado. Este rociador colgante embutido usa uno de los siguientes:

- Placa embellecedora embutida de dos piezas Estilo 15 con ajuste de hasta 5/8 pulgadas (15,9 mm) de embutido con respecto al nivel del techo.
- Placa embellecedora embutida de dos piezas Estilo 20 con ajuste de hasta 1/2 pulgada (12,7 mm) de embutido con respecto al nivel del techo.

El ajuste provisto por la placa embellecedora embutida reduce la exactitud con la cual deben cortarse las gotas de la tubería fija a los rociadores.

Se describen versiones de nivel intermedio de los rociadores Serie TY-B en la Hoja Técnica TFP352. Los dispositivos de protección y blindaje del rociador se describen en la Hoja Técnica TFP780.

Página 1 de 4

AVISO

Los rociadores Tyco Serie TY-B aquí descritos deben instalarse y mantenerse como se indica en este documento de conformidad con las normas vigentes de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios y las normas de cualquier otra autoridad competente. El incumplimiento de este requisito puede afectar el funcionamiento de estos dispositivos.

El propietario es responsable de mantener su sistema de protección contra incendios y sus dispositivos en buen estado de funcionamiento. En caso de duda, póngase en contacto con el instalador o fabricante del rociador.

Número de identificación del rociador (SIN)

Datos Técnicos

Homologaciones

Listados por UL y C-UL
Homologados por FM y VdS Certificados por CE

Presión máxima de trabajo

175 psi (12,1 bar)
250 psi (17,2 bar) *

* La presión máxima de trabajo de 250 psi (17,2 bar) se aplica solamente al listado confeccionado por Underwriters Laboratories, Inc. (UL).

Coefficiente de descarga

$K = 5,6 \text{ GPM/psi}^{1/2} (80,6 \text{ LPM/bar}^{1/2})$

Temperaturas nominales

135 °F (57 °C)
155 °F (68 °C)
175 °F (79 °C)
200 °F (93 °C)
286 °F (141 °C)
360 °F (182 °C) †

† Homologaciones UL, C-UL y VdS solamente

ENERO 2013

Acabados

Rociador: bronce natural, cromado, blanco puro (RAL 9010) y blanco señales (RAL 9003). Placa embellecedora embutida: revers-timienta blanco, cromado o enchapado en bronce

Características físicas

Cuerpo Bronce
 Botón Bronce/Cobre
 Conjunto de sello Acero inoxidable con TEFLÓN
 Ampolla Vidrio
 Tornillo de compresión Bronce
 Deflector Bronce

Componentes:	7/16"
1 - Frame	(
- Button	1
3 Conjunto - Sealing Ass embly	1
6*	m
	m
)
	N
	O
	M
	I
	N
	A
	L
	MAKE-IN
	(50,8 mm)

(50,8 mm)

ANILLOWRENCH CON

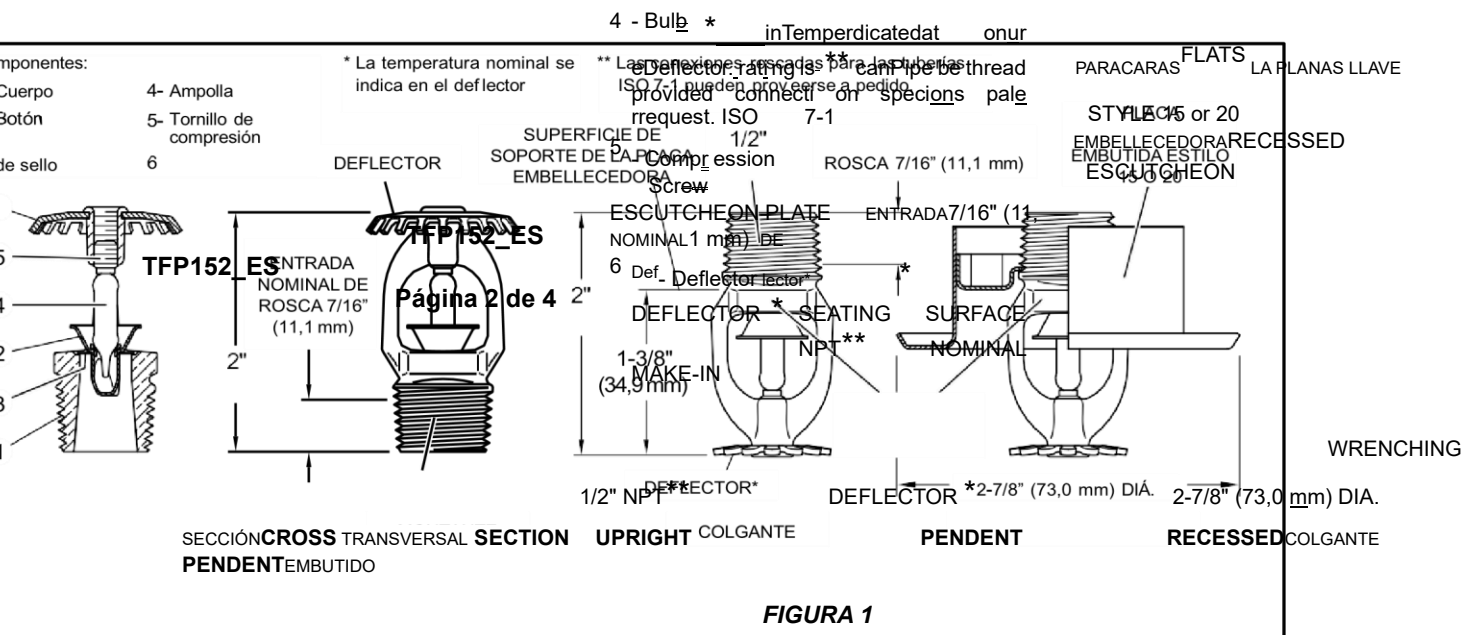


FIGURA 1

ROCIADORES MONTANTES (TY315) Y COLGANTES (TY325) DE LA SERIE TY-B FACTOR K 5,6, 1/2 PULGADA NPT, RESPUESTA ESTÁNDAR



FIGURA 2 LLAVE DE ROCIADOR TIPO W 6

WRENCH RECESS (USE ONLY END "A")

PUSH WRENCH IN TO ENSURE ENGAGEMENT WITH SPRINKLER

AREA

FIGURA 3 LLAVE DE ROCIADOR EMBUTIDO TIPO W 7

Funcionamiento

La ampolla de vidrio contiene un líquido que se expande cuando se expone al calor. Una vez alcanzada la temperatura nominal, el líquido se expande de manera tal que la ampolla estalla y, así, se activa el rociador y se libera el agua.

Criterios de diseño

Los rociadores montantes (TY315) y colgantes (TY325) TYCO con factor K 5,6 Serie TY-B deben utilizarse en sistemas de protección contra incendios diseñados de conformidad con las reglas de instalación estándar reconocidas por el organismo que lista u homologa los rociadores (por ej. el listado UL se basa en los requisitos de NFPA 13 y la homologación FM en los requisitos de las Hojas Técnicas de Prevención contra Pérdidas Materiales de FM). Para rociadores colgantes embutidos, solo debe usarse la placa embellecedora embutida Estilo 15 o 20, según corresponda.

Instalación

Los rociadores montantes (TY315) y colgantes (TY325) TYCO con factor K 5,6 Serie TY-B deben instalarse como se indica en esta sección.

Instrucciones generales No instale ningún rociador con ampolla si la ampolla se encuentra rajada o pierde líquido. Al sostener el rociador de manera horizontal, se debe observar una pequeña burbuja de aire. El diámetro de la burbuja de aire es de aproximadamente 1/16 pulgadas (1,6 mm) para la temperatura nominal de 135 °F (57 °C) a 3/32 pulgadas (2,4 mm) para la de 360 °F (182 °C).

Se aplicará un par de 7 a 14 ft-lb (de 9,5 a 19 Nm) para obtener la estanqueidad necesaria en la rosca de 1/2 pulgada NPT del rociador. Cualquier valor de par superior puede distorsionar la entrada del rociador y provocar una fuga o perjudicar el funcionamiento del rociador.

No intente compensar el ajuste incorrecto de una placa embellecedora aumentando o reduciendo el par del rociador. Vuelva a ajustar la posición del accesorio del rociador hasta que quede bien.

Rociadores montantes y colgantes

Los rociadores montantes y colgantes de la Serie TY-B deben instalarse según las siguientes instrucciones:

Paso 1. Instale los rociadores colgantes en posición colgante y los rociadores montantes en posición montante.

Paso 2. Aplique el sellador correspondiente a las roscas de la tubería y ajuste el rociador manualmente en el accesorio del rociador.

Paso 3. Ajuste el rociador en el accesorio del rociador usando solo la llave del rociador tipo W 6 (Figura 2). Observando la Figura 1, aplique la llave del rociador tipo W 6 al anillo de caras planas para la llave. Aplique un par de 7 a 14 ft-lb (de 9,5 a 19,0 Nm) al rociador.

Rociadores colgantes embutidos Los rociadores colgantes embutidos de la Serie TY-B deben instalarse según las siguientes instrucciones:

Paso A. Después de instalar la placa de montaje Estilo 15 o Estilo 20, según corresponda, sobre las roscas del rociador y habiendo colocado el sellador correspondiente a las roscas de la tubería, ajuste el rociador manualmente en el accesorio del rociador.

Paso B. Ajuste el rociador en el accesorio del rociador usando solo la llave del rociador embutido tipo W 7 (Figura 3). Observando la Figura 1, aplique la llave del rociador embutido tipo W 7 al anillo con caras planas para la llave del rociador. Aplique un par de 7 a 14 ft-lb (de 9,5 a 19,0 Nm) al rociador.

Paso C. Después de haber colocado el cielo raso o haber dado la última mano, deslice el cierre Estilo 15 o Estilo 20 sobre el rociador Serie TY-B y presione el cierre sobre la placa de montaje hasta que la brida toque el cielo raso.

Cuidado y mantenimiento

ntes (TY325) TYCO con factor K 5,6 Serie TY-B deben mantenerse como se indica en esta sección.

Antes de cerrar la válvula de control principal del sistema de protección contra incendios para realizar trabajos de mantenimiento en el sistema de protección contra incendios que controla, debe obtenerse la autorización de las autoridades correspondientes para dejar fuera de servicio los sistemas afectados y notificar a todo el personal que pueda verse afectado.

La ausencia de la pieza externa de la placa embellecedora, que se usa para tapar el agujero de paso del rociador, puede retardar la activación del rociador en caso de incendio.

El propietario debe asegurarse de que los rociadores no se utilicen para colgar ningún objeto y se limpien solamente con un plumero; en caso contrario, el dispositivo podría no activarse en caso de incendio o activarse de manera imprevista.

Cualquier rociador que presente fugas o signos visibles de corrosión debe ser sustituido.

Jamás se debe pintar o galvanizar un rociador automático, ni aplicarle un recubrimiento o alterar de modo alguno las condiciones en que haya salido de

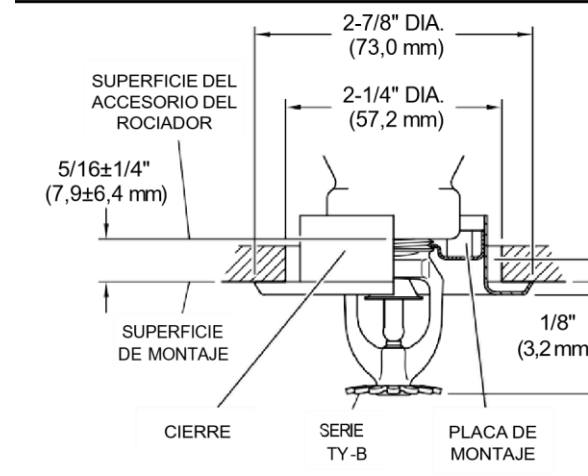
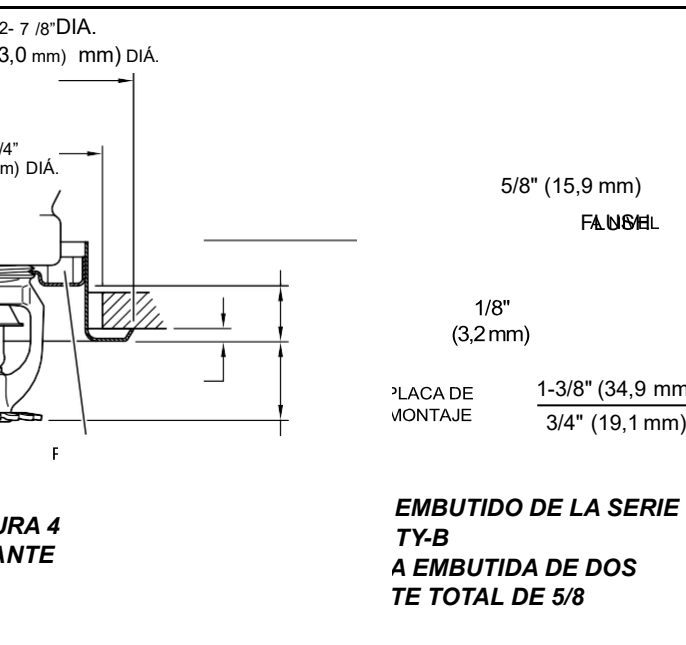


FIGURA 5
CONJUNTO DE ROCIADOR COLGANTE EMBUTIDO (TY325) CON PLACA EMBELLECEDORA EMBUTIDA ESTILO 20 CON AJUSTE TOTAL DE 1/2 PULGADA

fábrica. Los rociadores que hayan sido modificados deben ser reemplazados. Los rociadores que hayan sido expuestos a productos corrosivos de combustión, pero que no hayan sido activados, deben ser sustituidos a no ser que se puedan limpiar completamente con un paño o un cepillo de cerdas suaves.

Se debe cuidar de evitar cualquier daño a los rociadores antes, durante y después de la instalación. Se sustituirá todo rociador dañado por caída, golpes, mal uso de la llave u otra circunstancia similar. Además, sustituya todo rociador que haya perdido líquido o cuya ampolla esté rajada. (Consulte la sección Instalación)

A partir de entonces, serán suficientes las inspecciones anuales conforme a NFPA 25. Sin embargo, en vez de realizar las inspecciones desde el nivel del suelo, debería llevarse a cabo un muestreo

de inspección detallada. El propietario es responsable de la inspección, comprobación y mantenimiento de su sistema y contra incendios. Consulte el documento, y con la Asociación Nacional de Incendios (por ejemplo, NFPA 25) cualquier otra información. Se recomienda que los rociadores automáticos sean probados y mantenidos por un profesional calificado de inspección de acuerdo con los reglamentos locales.

P/N* 77 – XXX – X – XXX

		SIN				
570	5,6K MONTANTE (1/2" NPT)	TY315	1	BRONCE NATURAL	135	135 °F (57 °C)
571	5,6K COLGANTE (1/2" NPT)	TY325	4	BLANCO SEÑALES (RAL 9003)	155	155 °F (68 °C)
			3	BLANCO PURO (RAL 9010)**	175	175 °F (79 °C)
			9	CROMADO	200	200 °F (93 °C)
					286	286 °F (141 °C)
					360	360 °F (182 °C)

* Use el sufijo "I" para la conexión ISO
7-1; por ejemplo, 77-570-4-175-I

** Para ventas en el hemisferio oriental solamente

TABLA A
ROCIADORES MONTANTES Y COLGANTES DE LA SERIE TY-B
— SELECCIÓN DE NÚMERO DE PIEZA —

Procedimiento para pedidos

Comuníquese con su distribuidor local para determinar la disponibilidad. Al hacer un pedido, indique el nombre completo del producto y el número de pieza (P/N).

Conjuntos de rociador con conexiones roscadas NPT

Especificar: Serie TY-B (SIN), K=5,6, rociador (montante o colgante) de respuesta estándar, (especificar) temperatura nominal, (especificar) acabado, P/N (Tabla A)

Placa embellecedora embutida

Especificar: Placa embellecedora embutida Estilo 15 (especificar*) acabado, (especificar*) P/N

Especificar: Placa embellecedora embutida Estilo 20 (especificar*) acabado, (especificar*) P/N

* Consulte la Hoja Técnica TFP700.

Llave de rociador

Especificar: Llave de rociador tipo W 6, P/N 56-000-6-387

Especificar: Llave de rociador tipo W 7, P/N 56-850-4-001

BOMBAS MULTIETAPAS VERTICALES EN ACERO INOXIDABLE

VSE 2 11 -30 / VSE 2 18 -55

WDM[®]
PUMPS



Fabricado por:
Barnes de Colombia S.A
Bogotá - Colombia

Nota: este documento es una traducción. Las traducciones de cualquier información escrita a idiomas diferentes del inglés se han hecho únicamente como cortesía al público no angloparlante. No queda garantizada, ni debe suponerse, la exactitud de la traducción. En caso de duda sobre la precisión del texto traducido, consulte, por favor, la versión inglesa del documento, que es la oficial. Cualquier discrepancia o diferencia surgida de la traducción no será vinculante ni tendrá repercusión legal a efectos de cumplimiento, obligación ni cualquier otro propósito.

OFICINAS CENTRALES | 1400 Pennbrook Parkway, Lansdale, PA 19446 | Teléfono +1-215-362-0700

Copyright © 2013 Tyco Fire Products, LP. Todos los derechos reservados.

TEFLON es una marca comercial de The DuPont Corporation.

tyco

Modelo	Ref.	Potencia (HP)	Fases	Voltaje (v)	H max. (mca) *	Q max. (GPM) **	Etapas	Succión	Descarga	Peso (kg)
VSE 2 11-30-1	1G0166	3.0	1	220	142	20	11	1-1/4"	1"	39
VSE 2 11-30	1G0167	3.0	3	220/440	142	20	11	1-1/4"	1"	39
VSE 2 18-50	1G0168	5.0	3	220/440	233	20	18	1-1/4"	1"	50

* La altura

(H) máxima se logra con la válvula totalmente cerrada. (mca= metros columna de agua).

** El caudal (Q) máximo se logra con la válvula totalmente abierta. (gpm= galones por minuto).

Materiales	
Cuerpo	Hierro fundido ASTM A-48
Impulsor	Acero Inoxidable 304
Sello mecánico	Carbon/Cerámica/Buna-N
Acople intermedio	Hierro fundido ASTM A-48
Empaques	EPDM
Volutas	acero Inoxidable 304



Síguenos

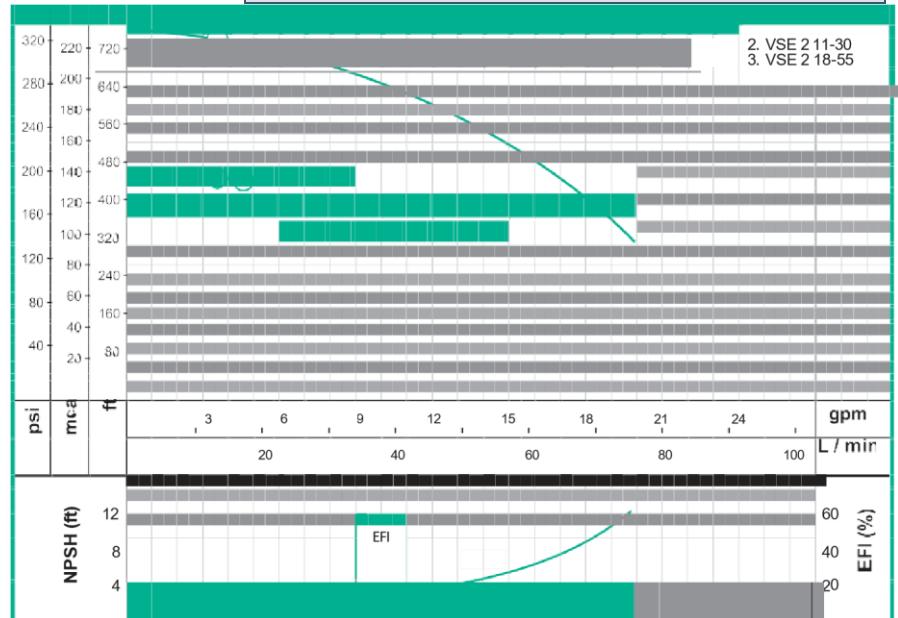


www.wdmpumps.com

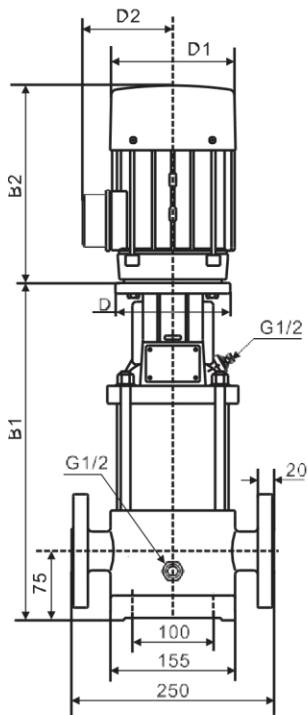
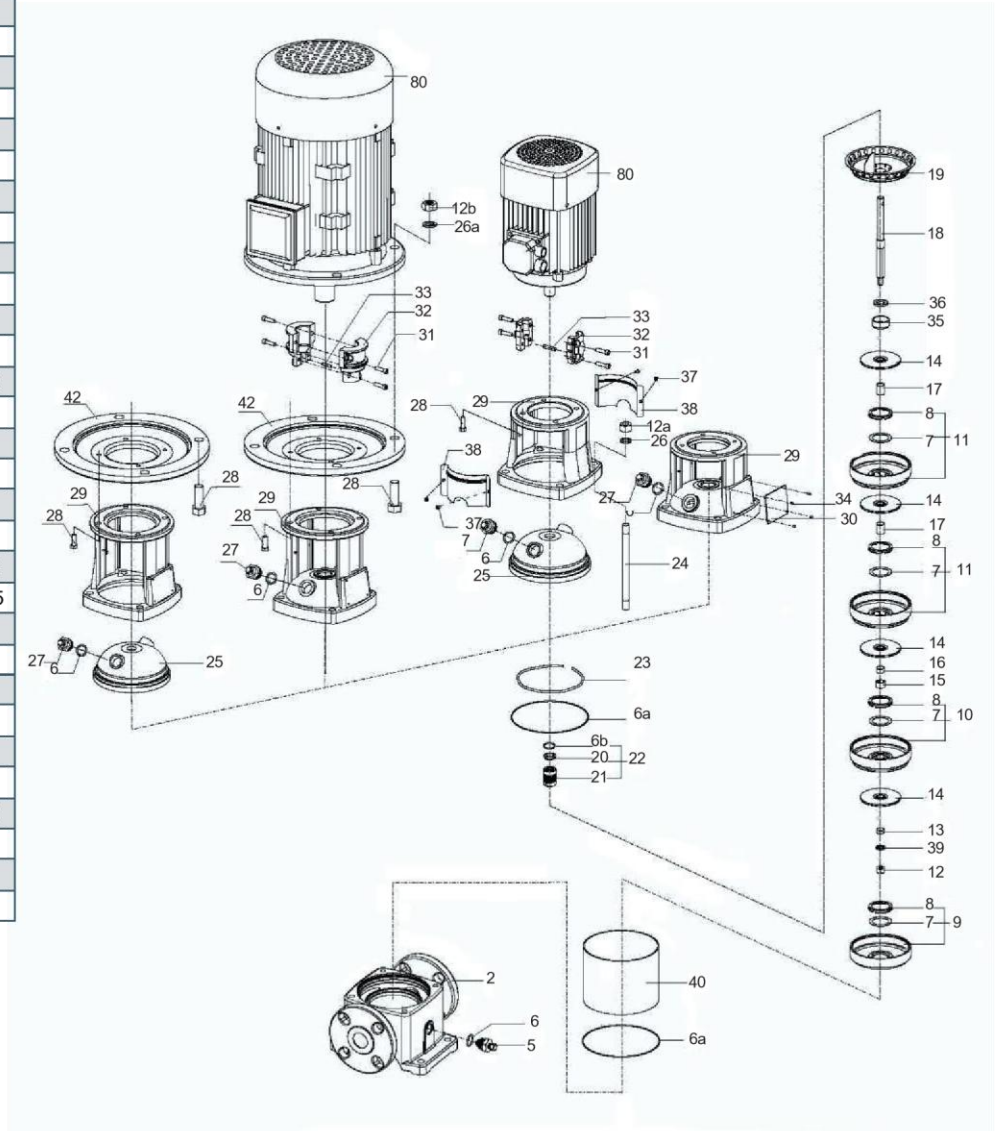
Características de la bomba	
Tipo de bomba	Centrífuga
Tipo de acoplamiento	Monobloque
Succión	1-1/4" NPT
Descarga	1" NPT
Tipo de impulsor	Cerrado
Cantidad de impulsores	11 ó 18 (Según modelo)
Tipo de sello	Sello Mecánico tipo cartucho
Temperatura Max. Líquido	70° C Continua

Características del Motor	
Tipo	Eléctrico
Potencia	3.0 a 5.0Hp(según modelo)
Diseño	Brida C DIN
Velocidad	3.450 RPM (nominal)
Aislamiento	Clase F
Voltaje	220 o 220/440(Según modelo)
Factor de servicio	1,0
Frecuencia	60Hz
Fases	1, o 3 (Según modelo)

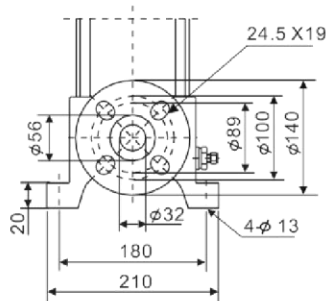
Aplicaciones
• Aprovisionamiento de aguas limpias
• Bombeo exclusivo de agua limpia sin abrasivos
• Sistemas de Presión
• Transferencias de líquidos a tanques
• Aumento de Presión
• Bomba Jockey en equipos contra incendio



Parte No	Descripcion	CV2
2	Cuerpo Bomba	CV1/5-2
5	Valvula drenaje	CV1/5-5
6	O-ring	CV1/5-6
6a	O-ring	CV1/5-6a
9	Seccion de entrada	CV1/4-9
10	Difusor con cojinete	CV1/4-10
11	Difusor	CV1/4-11
12	Tuerca cerrada	CV1/5-12
13	Anillo fijacion impulsor	CV1/5-13
14	Impulsor	CV2-14
15	Casquete	CV1/5-15
16	Camisa corta	CV1/4-16
17	Camisa Larga	CV1/4-17
18	Eje bomba CV2-11	CV2-11-18
18	Eje bomba CV2-18	CV2-18-18
19	Seccion de salida	CV1/4-19
22	Sello mecanico	25008
23	Anillo elastico	CV1/5-23
24	Esparrago doble rosca CV2-11	CV2-11-24
24	Esparrago doble rosca CV2-18	CV2-18-24
25	Cubierta dela bomba	CV10/20-25
27	Valvula desaireacion	CV1/5-27
29	Base motor	CV1/5-29
30	Placa de identificacion	CV1/5-30
32	Acoplamiento	CV1/5-32
35	Asiento del anillo	CV1/5-35
40	Funda tubular CV2-11	CV2-11-40
40	Funda tubular CV2-18	CV2-18-40
80	Motor 3,0hp 2p 1F	19388
80	Motor 3,0hp 2p 3F	19389
80	Motor 5,0hp 2p 3F	19390



FGJ(DIN-ANSI-JIS)
PN25(DN32/DN25)



Dimensiones

Modelo	Dimensione (mm)				
	B1	B2	B1+B2	D1	D2
VSE 2 11-30-1	438	275	713	177	116
VSE 2 11-30	438	275	713	177	116
VSE 2 18-50	588	305	893	197	148

PROFIRE&WATER

SISTEMAS CONTRA INCENDIOS Y AGUA POTABLE

CERTIFICADO DE EQUIPO CONTRA INCENDIOS

Por medio de la presente se especifican los detalles y características del **EQUIPO CONTRA INCENDIO COMPLETO**.

BOMBA PRINCIPAL

MARCA: HYDROTEK

MODELO: 80-26

CAUDAL: 500 GPM

PRESIÓN: 120 PSI

VELOCIDAD: 2900 RPM

HYDROTEK®



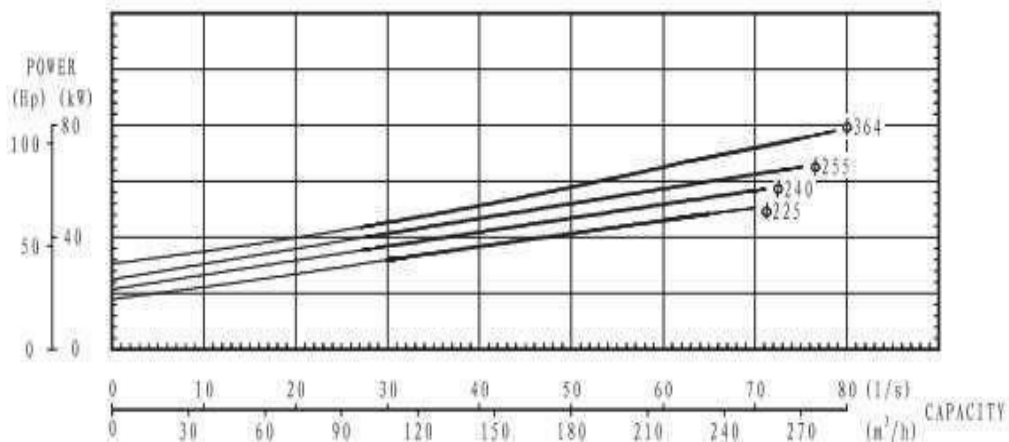
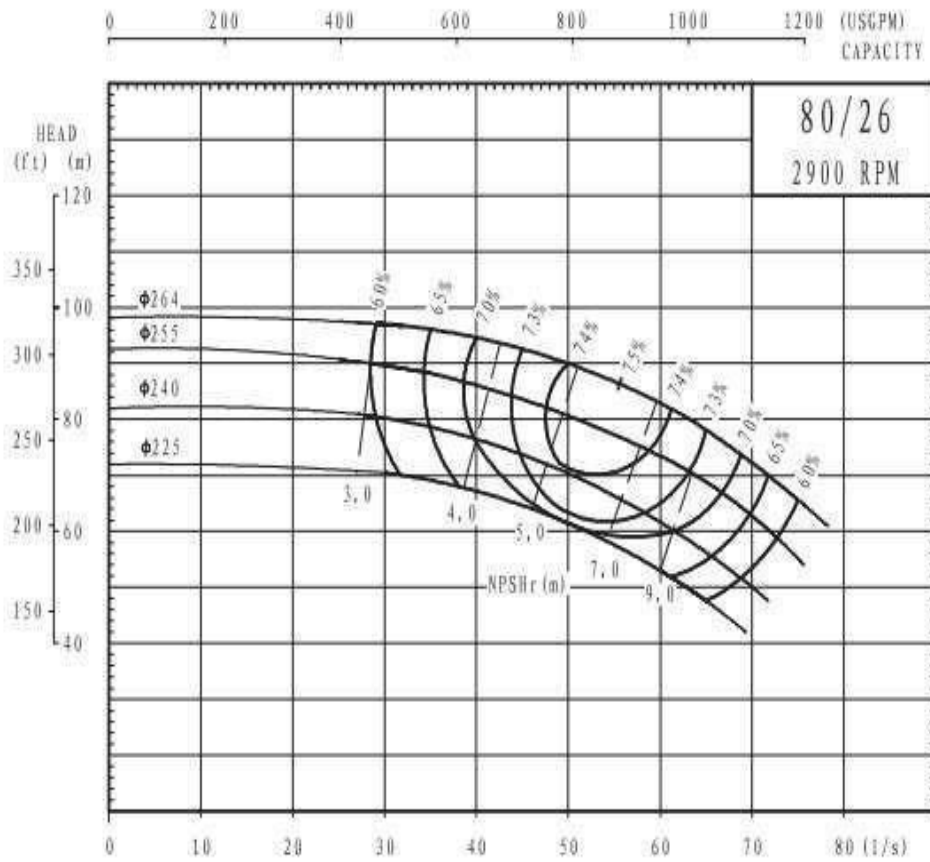
- Garantía de 1 año contra defectos de fábrica
- Impulsor cerrado con diseño Alemán en base a norma DIN

- Sistema de prensa estopa con mergollar
- Auto-enfriado por agua
- Rulmanes lubricados por aceite de transmisión

- Pernos con cobertura anti-óxido
- Impulsor y eje mecanizados y balanceados por computadora para lograr alta eficiencia
- Con sello de supervisión TÜV

Nota: Este certificado es emitido por PROFIRE&WATER en caso de que se solicite alguna modificación debe realizarse bajo el mismo número de certificado como constancia

del cambio.



Nota: Este certificado es emitido por PROFIRE&WATER en caso de que se solicite alguna modificación deberá realizarse bajo el mismo número de certificado como constancia

del cambio.

**DETALLES DEL MOTOR MEDIO DE
 FUNCIONAMIENTO: DIESEL MARCA: FAW
 POTENCIA: 60 HP
 VELOCIDAD: 3000 RPM**



MODELO	4JB1T-P3
TIPO DE MOTOR	Cuatro cilindros enfriadores por agua
SISTEMA DE CONBUSTION	Inyección directa
VELOCIDAD (RPM)	3000/3600
POTENCIA KW (HP)	45 (60)
CAPACIDAD DE ACEITE LUBRICANTE	5,6 (L)
DIMENSIONES (LARGOXANCHOXALTO)(MM)	657X463X587
TIPO DE ACEITE	CD/ grado SAE 10W-30 15 W - 40
PESO NETO	95
SENTIDO DE ROTACION	En contra de las agujas del reloj

BOMBAJOCKEY

Bomba recuperadora de presión

**MARCA: PEDROLLO
 MODELO:MKM5/7
 CAUDAL NOMINAL: 10 GPM PRESIÓN NOMINAL: 140
 PSI
 VELOCIDAD NOMINAL: 3500 RPM
 MOTOR: 2 HP – 220 V – MONOFÁSICO
 TIPO: VERTICAL MULTITAPAS**

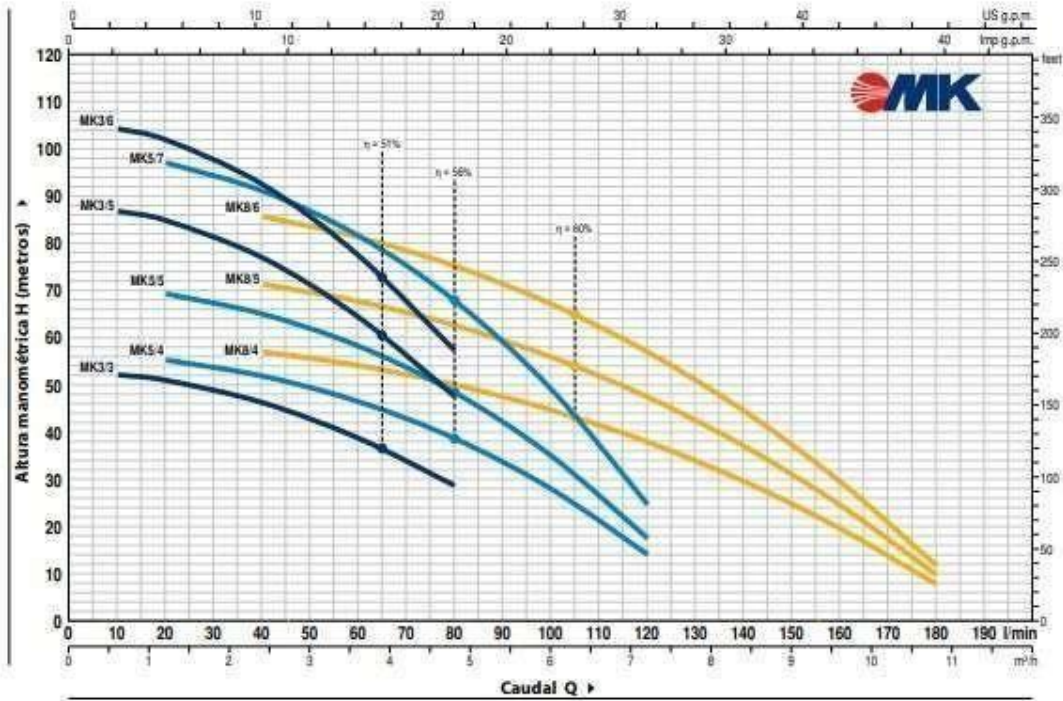


Nota: Este certificado es emitido por PROFIRE&WATER en caso de que se solicite alguna modificación deberá realizarse bajo el mismo número de certificado como constancia

del cambio.

CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

60 Hz n= 3450 min⁻¹ HS= 0 m



MODELO		POTENCIA (P ₂)		▲	Q	m ³ /h											
Monofásica	Trifásica	kW	HP			0	0.6	1.2	2.4	3.6	4.8	6	7.2	8.4	9.6	10.8	
					l/min	0	10	20	40	60	80	100	120	140	160	180	
MKm 3/3	MK 3/3	0.75	1	IE3	H metros	52.5	52	51	46.5	38.5	28.5						
MKm 3/5	MK 3/5	1.1	1.5			88	87	85	77	64.5	47.5						
MKm 3/6	MK 3/6	1.5	2			105	104	102	93	77	57.5						
MKm 5/4	MK 5/4	0.75	1	IE3	H metros	57.5	-	55.5	52	46.5	38.5	28	14				
MKm 5/5	MK 5/5	1.1	1.5			72	-	69.5	65	58	48.5	35	17.5				
MKm 5/7	MK 5/7	1.5	2			100	-	97	91	81	67.5	49	24.5				
MKm 8/4	MK 8/4	1.1	1.5	IE3	H metros	60	-	-	57	54	50	44.5	38	29.5	19.6	8	
MKm 8/5	MK 8/5	1.5	2			75	-	-	71	67.5	62.5	56	47.5	37	24.5	10	
MKm 8/6	MK 8/6	2.2	3			90	-	-	86	81	75	67	57	44.5	29.5	11.5	

Q = Caudal H = Altura manométrica total HS = Altura de aspiración

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO 9906 Grado 3B

▲ Clase de rendimiento del motor trifásico (IEC 60034-30-1)

TABLERO DE CONTROL

Tablero Eléctrico exclusivo para la bomba contra incendios, metálico de 1/16" de espesor, resistente a la descarga de agua de los rociadores para protección del cuarto de la bomba con motor diésel , sistema de arranque y control para motor diésel , Batería de 12V y mantenedor automático para la batería del motor a eléctrico , selector para funcionamiento en automático y manual de la bomba, luces tipo piloto para indicar el estado operativo de la bomba, fusibles de protección para el sistema de control, cableado de los circuitos de fuerza y control.

Nota: Este certificado es emitido por PROFIRE&WATER en caso de que se solicite alguna modificación deberá realizarse bajo el mismo número de certificado como constancia

Luz de señalización (POWER): Indica con luz verde que el equipo esta energizado.

Luz de señalización (FALLA): Indica con luz roja que se ha detectado una falla en el sistema.

Luz de señalización (Equipo Encendido): Se enciende para indicar que el equipo está en funcionamiento.

Selector giratorio (AUTO-OFF-MAN): Permite la selección del modo de operación del equipo; Automático, Manual o Apagado.

Selector para accionamiento manual (MARCHA/ PARO): Con el selector en posición manual "MAN", permite el arranque y el paro del motor al pulsar los botones



ENSAMBLAJE

Ensamblaje arranque y pruebas de operación en el sitio, acometida eléctrica entre tablero y motor, base metálica para bomba principal con su respectiva alineación, los materiales incluidos en el ensamblaje son las válvulas check, válvulas mariposa, manifold de succión 4" y descarga de 4", incluidos manómetros y presostatos válvulas para descarga de bomba jockey de 1" y succión de 1 1/4. Se debe recalcar que todos estos materiales antes dichos son normados bajo NFPA.

Nota: Este certificado es emitido por PROFIRE&WATER en caso de que se solicite alguna modificación debe realizarse bajo el mismo número de certificado como constancia

del cambio.



Respecto a las especificaciones anteriormente dichas,

PROFIRE&WATER SISTEMAS CONTRA INCENDIO GARANTIZA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA **BOMBA PRINCIPAL Y MOTOR** EN CASO DE PRESENTARSE UN CONATO DE INCENDIO.

Atentamente,

Ing. Johanna Marriott Cabrera
GERENTE COMERCIAL
PROFIRE&WATER

Nota: Este certificado es emitido por PROFIRE&WATER en caso de que se solicite alguna modificación debe realizarse bajo el mismo número de certificado como constancia

del cambio.