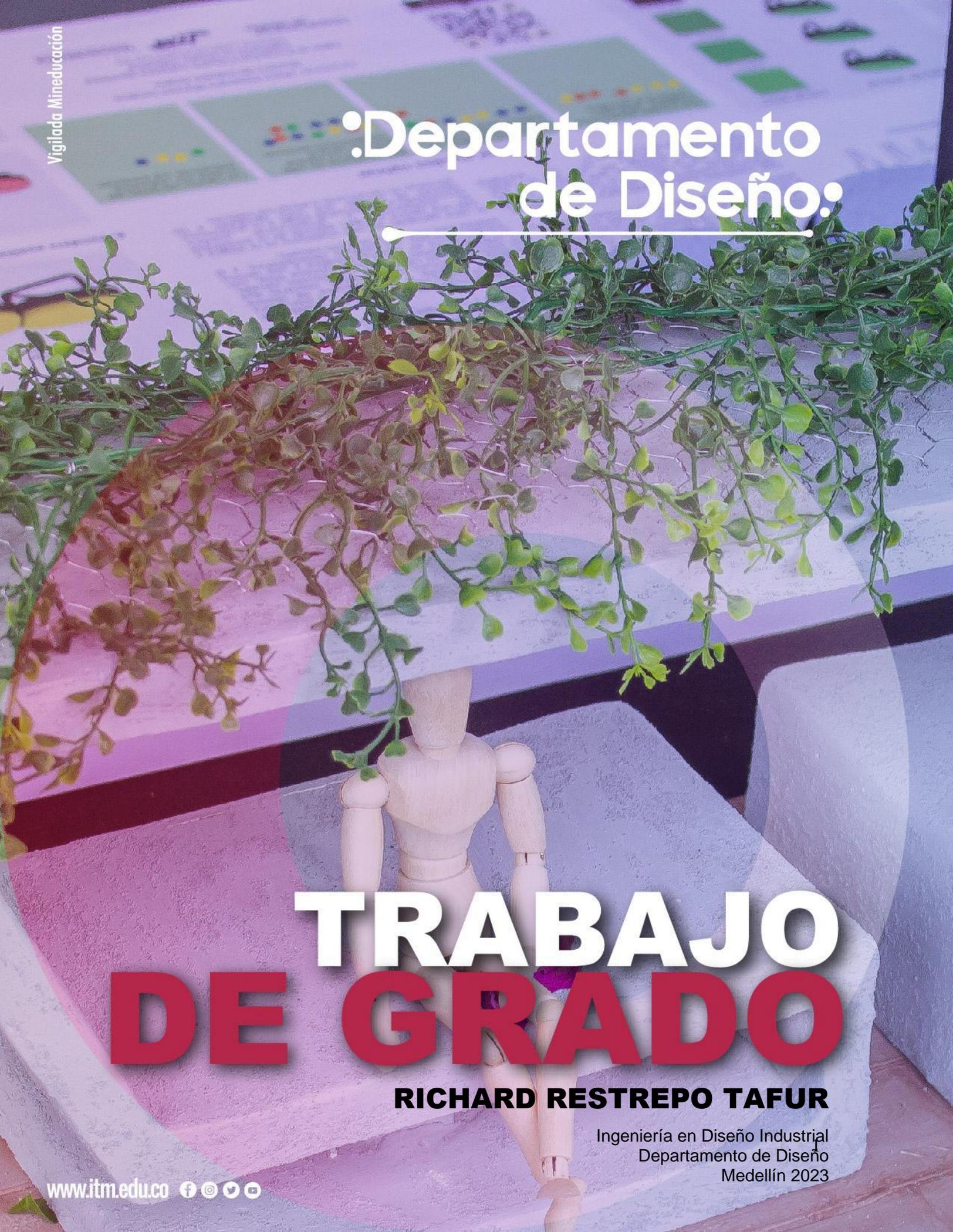


Departamento
de Diseño:



TRABAJO DE GRADO

RICHARD RESTREPO TAFUR

Ingeniería en Diseño Industrial
Departamento de Diseño
Medellín 2023



Diseño de sistema contra incendios para los bloques G y H de la sede Robledo del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM)

Richard Restrepo Tafur

Asesor (es):
Juliana Cuervo Calle - Trabajo de Grado I
Camilo Rivera Vásquez - Trabajo de Grado II
Alexander Carvajal Murcia – Asesor Temático

Instituto Tecnológico Metropolitano
Facultad de Artes y humanidades
Departamento de Diseño
Medellín 2023

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincera gratitud a todos los que han contribuido a la realización de este proyecto. Un especial agradecimiento al Instituto Tecnológico Metropolitano por su invaluable apoyo y formación.

Mi profundo reconocimiento a Juliana Cuervo Calle y Camilo Rivera Vazques, mis asesores de Trabajo de Grado, cuya orientación y sabiduría han sido fundamentales en cada etapa de este proceso.

Agradezco enormemente a Alexander Carvajal Murcia, asesor temático, por su experta guía y valiosos consejos que han enriquecido este trabajo.

A mi familia, gracias por su amor incondicional y apoyo constante, que han sido mi mayor fortaleza.

Y finalmente, gracias a Dios por la sabiduría y la fortaleza otorgadas para completar este proyecto.



ESTUDIANTE

Cédula 1.036.658.881

Correo Richardrestrepo220650@correo.itm.edu.co

Richard Restrepo Tafur

RESUMEN

Este proyecto se enfoca en el diseño de un sistema contra incendios para los bloques G y H de la sede Robledo del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), subrayando su papel crucial en la seguridad de las instalaciones educativas. Una de las innovaciones más significativas de este proyecto es la combinación de sistemas de tipo árbol y malla, una estrategia que no solo cumple con las normativas de seguridad contra incendios, sino que también establece un nuevo estándar en la protección de instituciones educativas.

Esta integración innovadora de sistemas de tipo árbol y malla representa un avance significativo en la seguridad contra incendios. Al combinar las fortalezas de ambos sistemas, se logra una cobertura más amplia y una respuesta más eficiente en caso de emergencia. Además, el diseño del sistema está pensado para complementarse y mejorar los sistemas de detección y alarma actuales, así como los sistemas de gabinetes existentes en los bloques G y H. Esta sinergia entre los componentes nuevos y los ya existentes asegura una protección integral y una mayor eficacia en la prevención y respuesta ante incendios.

El proyecto, por lo tanto, no solo propone una solución avanzada y personalizada para la seguridad contra incendios en el ITM, sino que también se perfila como un modelo innovador y replicable para otras instituciones educativas. Se espera que su implementación no solo reduzca significativamente los riesgos de incendio, sino que también refuerce la seguridad y protección en el sector educativo, marcando un hito en la gestión de la seguridad contra incendios.

Palabras Claves: Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), Sistema contra incendio, Sistema combinado, Innovación en protección, Protección integral.

ABSTRACT

This project focuses on the design of a fire protection system for blocks G and H of the Robledo headquarters of the Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), highlighting its crucial role in the safety of educational facilities. One of the most significant innovations of this project is the combination of tree and mesh systems, a strategy that not only complies with fire safety regulations, but also sets a new standard in the protection of educational institutions.

This innovative integration of tree and mesh systems represents a significant advance in fire safety. By combining the strengths of both systems, broader coverage and more efficient emergency response is achieved. In addition, the system design is intended to complement and enhance the existing detection and alarm systems, as well as the existing cabinet systems in Blocks G and H. This synergy between the new and existing components ensures comprehensive protection and greater efficiency in fire prevention and response.

The project, therefore, not only proposes an advanced and customized solution for fire safety at the ITM, but also emerges as an innovative and replicable model for other educational institutions. Its implementation is expected not only to significantly reduce fire risks, but also to enhance safety and security.

Keywords: Metropolitan Technological Institute (ITM), Fire system, Combined System, Protection Innovation, Comprehensive Protection.

CONTENIDO

Contenido

Fundamentación.....	10
Descripción de la situación problemática.....	10
Objetivos Específicos	12
Justificación	13
Conceptos clave.....	14
Antecedentes.....	16
Requerimientos para la propuesta de diseño.....	33
CAPÍTULO 2. EJECUCIÓN	47
Ideación.....	47
Especificaciones y requerimientos de diseño.....	47
CAPÍTULO 3. DIVULGACIÓN	98
Referencias	100
ANEXOS	103

Lista de Ilustraciones, tablas y gráficos

Ilustraciones

Ilustración 1. Gabinete contra incendio clase III.....	11
Ilustración 2. Taller máquinas-herramientas bloque G-101	12
Ilustración 3. Taller diseño industrial bloque H-104.....	12
Ilustración 4. Sistema de rociadores en malla NFPA. (2019). Sistema de rociadores en malla.	48
Ilustración 5. Sistema de rociadores en árbol NFPA. (2019). Sistema de rociadores en árbol.	49
Ilustración 6. Sistema de rociadores en bucle NFPA. (2019). Sistema de rociadores en bucle.	50
Ilustración 7. Código de colores para tuberías Klein Tools (2023). Código de colores para tuberías.	51
Ilustración 8. Plano árbol piso 1 Elaboración propia.....	53
Ilustración 9. Plano árbol piso 2. Elaboración propia.....	53
Ilustración 10. Plano árbol piso 3. Elaboración propia.....	54
Ilustración 11. Plano árbol piso 4. Elaboración propia.....	54
Ilustración 12. Plano en bucle piso 1. Elaboración propia	57
Ilustración 13. Plano en bucle piso 2. Elaboración propia.....	57
Ilustración 14. Plano en bucle piso 3. Elaboración propia.	58
Ilustración 15. Plano en bucle piso 4. Elaboración propia.	58
Ilustración 16. Plano en malla piso 1. Elaboración propia.....	61
Ilustración 17. Plano en malla piso 2. Elaboración propia	61
Ilustración 18. Plano en malla piso 3. Elaboración propia.	62
Ilustración 19. Plano en malla piso 4. Elaboración propia.	62
Ilustración 20. Schedule 40" (SCH40) Victaulic. (2023). Schedule 40" (SCH40)	63
Ilustración 21. Riser controlador. Victaulic. (2023). Riser controlador.	64
Ilustración 22. Riser controlador del sistema de preacción. Victaulic. (2023). Riser controlador del sistema de preacción.....	65
Ilustración 23. Unión ranurada rígida. Victaulic. (2023). Unión ranurada rígida.....	66
Ilustración 24. Accesorios ranurados. Victaulic. (2023). Accesorios ranurados.	67
Ilustración 25. Tees mecánicas ranuradas. Victaulic. (2023). Tees mecánicas ranuradas..	67
Ilustración 26. Rociadores K:56 Y K:8.0. Victaulic. (2023). Rociadores K:56 Y K:8.0. ..	68
Ilustración 27. representación de instalación de rociadores pendent. Elaboración propia. 69	
Ilustración 28. representación de rociadores pendent. Elaboración propia.....	69
Ilustración 29. representación de diseño e instalación de soportes <i>sismorresistentes</i> . Elaboración propia.....	70
Ilustración 30. Convenciones de Sistema de rociadores. NFPA. (2019). Sistema de rociadores.....	75
Ilustración 31. Ubicación del ITM. Google Maps. (2023). ITM. Institución Universitaria Tecnológico Metropolitano.	78
Ilustración 32. Factor G de 0.9. Elaboración propia.....	80

Ilustración 33. Listado de cantidades y precios sistema contra incendio. Elaboración propia.	81
Ilustración 34. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-Detalles 01	85
Ilustración 35. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-Detalles 02. Elaboración propia.	85
Ilustración 36. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-Detalles 03. Elaboración propia.	86
Ilustración 37. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-General Isometrico .Elaboración propia.	86
Ilustración 38. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-Piso 1 Isometrico. Elaboración propia.	87
Ilustración 39. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-Piso 1 Planta. Elaboración propia.	87
Ilustración 40. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-Piso 2 Isometrico. Elaboración propia.	88
Ilustración 41. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-Piso 2 Planta. Elaboración propia.	88
Ilustración 42. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-Piso 3 Isometrico. Elaboración propia.	89
Ilustración 43. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-Piso 3 Planta. Elaboración propia.	89
Ilustración 44. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-Piso 4 Isometrico. Elaboración propia.	90
Ilustración 45. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-Piso 4 Planta. Elaboración propia.	91
Ilustración 46. Renderizado sistema contra incendio en taller metal mecanico - itm Robledo. Elaboración propia.	91
Ilustración 47. Renderizado Rociador pendent. Elaboración propia.	92
Ilustración 48. Renderizado Acoples ranurados. Elaboración propia.	92
Ilustración 49. Modelado del taller metal mecanico bloque G-itm Robledo. Elaboracion propia.	93
Ilustración 50. Renderizado válvula mariposa para riser. Elaboracion propia.	94

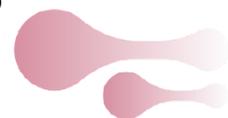
Tablas

Tabla 1. Documentos normativos	20
Tabla 2. Softwares de diseño	21
Tabla 3. Tipos de sistemas contra incendio	31
Tabla 4. Cantidades y precios aproximados diseño en árbol.	52
Tabla 5. Cantidades y precios diseño en bucle	56
Tabla 6. Cantidades y precios estimados del diseño en malla	60
Tabla 7. Glosario de términos.	77
Tabla 8. Peso de la tubería de acero llena de agua	80

Gráficos



Gráfico 1. Cálculo hidráulico piso 1	82
Gráfico 2. Cálculo hidráulico piso 2	82
Gráfico 3. Cálculo hidráulico piso 3	83
Gráfico 4. Cálculo hidráulico piso 4	83



Fundamentación

Descripción de la situación problemática

En los últimos años, los establecimientos, las empresas públicas y privadas y en general, los edificios que concentran un número importante de personas necesitan adoptar medidas para garantizar la seguridad tanto de la vida humana como de los bienes y equipos pertenecientes al edificio en cuestión. Según DNBC (Carrillo et al, 2022) a finales del 2019 menciona que en el país se presentaron 1375 incendios estructurales entre el 1 de enero y el 25 de diciembre del 2019, los cuales fueron atendidos por el cuerpo de bomberos voluntarios, oficiales y aeronáuticos de Colombia (p. 2).

Según los reportes y estadísticas brindados por Fasecolda (Carrillo et al, 2022) en 2021 se identificaron millonarios pagos de las aseguradoras, esto resulta crítico ya que son pérdidas económicas que pudieron ser evitadas con la implementación de sistemas contra incendios (p. 2).

Por otro lado, varias universidades de Colombia presentaron diversos accidentes relacionados con incendios como el ocurrido en julio de 2017. Según una noticia publicada en El Tiempo, en julio de 2017 se produjo un incendio en la Facultad de Comunicaciones de la Universidad de Antioquia, el cual fue controlado por los bomberos. El siniestro afectó principalmente la sala de cine y la bodega de escenografía, dejando como resultado daños materiales y afectando a varias actividades programadas por la facultad (El Tiempo, 2017).

En el año 2012, se produjo un incendio en la Universidad Nacional sede Medellín que destruyó gran parte de la biblioteca y varios laboratorios. El fuego se propagó rápidamente debido a la gran cantidad de materiales inflamables, y a pesar de la intervención de los bomberos, el edificio sufrió graves daños (El Colombiano, 2012).

En marzo de 2021, un incendio afectó el campus principal de la Universidad de Nariño en la ciudad de Pasto. Según las autoridades, el fuego fue causado por una falla eléctrica en uno de los edificios de la institución, y causó daños en varios laboratorios y áreas administrativas (El Tiempo, 2021).

En la sede del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) Robledo, ubicado en Medellín, Antioquia, cuenta con una protección de red de gabinetes clase III contra incendio (como se puede observar en la figura 1) que si bien puede ayudar a mitigar una emergencia, no bastaría para proteger todos los bienes y las personas que ahí se encuentran, puesto que estos equipos solo pueden ser utilizados por personal entrenado o el cuerpo de bomberos como se indica en la norma NFPA 14 numeral 5.3.3, y en caso de una emergencia provocada por un incendio en

especial en los bloques G y H donde se encuentran múltiples factores que podrían provocar un conato, generando millones de pesos en pérdidas de equipos, afectando la estructura del edificio y en consecuencia, generando un derrumbe de este, causando potencialmente la muerte de cientos de estudiantes, maestros y personal de la institución.



Ilustración 1. Gabinete contra incendio clase III

Entidades institucionales como el ITM hoy en día deben contar con un sistema de protección contra incendios, ya que se evidencia que es bastante concurrida durante las jornadas académicas. Los bloques G y H en particular por sus laboratorios y talleres no cumplen con los estándares de las normas (NSR-10 y NFPA-13) donde es un requisito para la implementación de la red contra incendios que la totalidad de edificios con más de cuatro pisos o 12 m de altura, y sus diferentes clasificaciones de riesgos de incendio en las aulas, exige que estos espacios deben contar con el correcto funcionamiento del sistema contra incendio

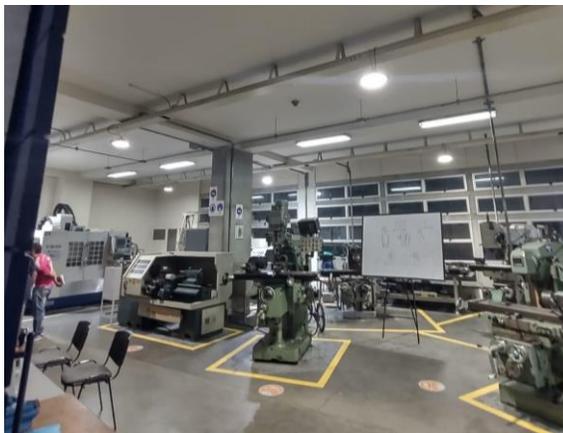


Ilustración 2. Taller máquinas-herramientas bloque G-101



Ilustración 3. Taller diseño industrial bloque H-104

Se debe desarrollar un correcto plan de contingencia para mitigar cualquier incidente relacionado con el riesgo tan elevado que se encuentra en los talleres y laboratorios considerando todas las variables posibles, por lo que este proyecto pretende enfocarse en crear un sistema óptimo contra incendios basado en toda la normativa nacional e internacional para evitar o mitigar cualquier tipo de incidente.

Objetivo General

Diseñar un sistema de protección contra incendios en los laboratorios y talleres de los bloques G Y H del Instituto Tecnológico Metropolitano Sede Robledo, que integre la red de gabinetes clase III y el sistema de detección y alarma existentes con otros elementos de un sistema de protección contra incendios.

Objetivos Específicos

- Realizar un análisis de riesgos de los laboratorios y talleres de los bloques G y H del ITM en la sede Robledo, para determinar los riesgos específicos de incendio y los requisitos para la protección contra incendios necesarios.
- Analizar los sistemas existentes en el mercado Colombiano de protección contra incendios para esta tipología de infraestructura.
- Desarrollar un plan detallado que identifique las áreas de mejora e integración de los sistemas existentes. Esto implica la selección y especificación de nuevos elementos, si

es necesario, como sistemas de supresión, dispositivos adicionales de detección, y protocolos de respuesta, garantizando la compatibilidad y efectividad del sistema global.

- Evaluar la efectividad del sistema de protección contra incendios integrado, mediante pruebas y simulaciones, para determinar si cumple con los requisitos mínimos establecidos por las normas.

Justificación

En Colombia existen precedentes de incendios en instituciones universitarias que han puesto en peligro a las personas que allí se encontraban.

Actualmente, el instituto tecnológico metropolitano cuenta con un sistema de extinción de incendios y un sistema de detección y alarma. Sin embargo, se requiere un diseño de un Sistema de Protección contra Incendios específico para los talleres y laboratorios del ITM, que se adapte a los sistemas existentes y mejore su capacidad para mitigar cualquier accidente provocado por incendio.

La implementación de un Sistema de Protección contra Incendios mejorado en los talleres y laboratorios del ITM que proporcione una respuesta rápida y efectiva en caso de un incendio, minimizando el riesgo de lesiones a las personas y daños a las instalaciones y equipos. Además, un sistema de protección contra incendios adecuado debe cumplir con las regulaciones y normas de seguridad contra incendios establecidas por las autoridades competentes y contribuirá a la salvaguarda del patrimonio de la universidad.

El desarrollo de este proyecto de investigación podrá ser considerado como elemento complementario a los sistemas de protección contra incendios existentes con los que actualmente cuenta la universidad.

La importancia de la propuesta radica en su objetivo principal de reducir el tiempo de respuesta ante incendios, reducir los daños a la infraestructura y lo que es más importante, proteger el bienestar físico del personal académico y estudiantes que acuden a la institución, sin mencionar el ahorro de recursos al personal técnico de la universidad y Cuerpo de Bomberos de Medellín.

El principal beneficiario será el ITM, el personal académico de la institución y principalmente estudiantes y usuarios que diariamente acuden a la universidad, brindándoles garantías y seguridad. De igual manera, el Cuerpo de Bomberos de Medellín se verá favorecido pues el sistema propuesto permitirá que desempeñen su labor profesional de manera eficiente y confiable.

Teniendo en cuenta que la tecnología a emplearse en el diseño e implementación del proyecto se encuentra disponible a nivel nacional y que además como estudiante de la carrera de Ingeniería en Diseño industrial del Instituto Tecnológico Metropolitano se cuenta con experiencia laboral de 5 años en esta área de la ingeniería, además se cuentan con las competencias formativas y las herramientas necesarias por lo que es factible la realización del presente trabajo de investigación tanto técnica como económicamente.

Conceptos clave

Los sistemas de detección, la seguridad humana, los riesgos de incendio y el tetraedro de fuego son conceptos clave en la prevención y mitigación de incendios. El tetraedro de fuego representa los cuatro elementos necesarios para que se produzca un incendio: combustible, oxígeno, calor y reacción en cadena. Por otro lado, la seguridad humana se refiere a la protección de las personas y sus bienes ante los posibles riesgos de incendio, lo que implica la necesidad de contar con medidas de prevención y respuesta adecuadas. Asimismo, los riesgos de incendio están relacionados con la presencia de sustancias inflamables o combustibles, lo que hace necesario contar con medidas de seguridad y prevención para evitar accidentes o incendios. Los sistemas de detección, por su parte, son herramientas esenciales para la detección temprana de incendios y la activación de sistemas de respuesta adecuados. En resumen, estos conceptos son fundamentales para garantizar la seguridad y protección de las personas y los bienes ante los riesgos de incendio.

Sistemas de detección

Se trata de una forma de estimar los sistemas de detección de incendios para aislar las diferentes fallas presentes en los sistemas (Peña et al, 2018), sirviendo a su vez para identificar posibles escenarios donde pueda generarse un incendio. Ahora bien, un sistema de detección de fallas, también se entiende desde las perspectivas aplicadas que permiten su funcionamiento y aplicación (Sánchez y Rojas, 2005).

Hernández (2016), se orienta a la definición y evaluación de los sensores y sistemas de detección en forma preventiva, y posteriormente, el mismo autor (Hernández, 2017) expone que se trata de una forma de comprensión de los sistemas de detección, pero desde la perspectiva de detección temprana y respuesta temprana a las situaciones.

Por último, Mejía et al (2017), indica que dichos sistemas se vinculan a la detección y los sistemas de detección como medidas de prevención y mitigación de los riesgos de incendio.

Seguridad humana

Roses (2012) presenta la seguridad humana como uno de los determinantes sociales y objetivos del milenio de la humanidad, mientras que, por su parte, Leal (2005), se orienta a la seguridad humana como un concepto asociado dentro de la protección del ser humano en diferentes ámbitos

Cilleros et al (2018), se centra en indicar que la seguridad humana hace parte de la gestión del riesgo y está vinculada desde la perspectiva de la enfermería como ciencia de salud; de una forma más subjetiva, Romero et al (2015), afirma que se trata de la forma como los estudiantes perciben a la seguridad humana y los impactos de esta misma sobre sus condiciones de vida.

Por último, Goyas et al (2018), reflejan que la estimación de los factores en diferentes niveles sobre los que depende la seguridad humana, se entiende como un medio de protección.

Riesgos de incendio

Hahnemann et al (2017), afirman que se presenta una comprensión del riesgo de incendio desde una perspectiva de seguridad y protección, y por su parte Nardi y Cordero (2021), abordan la gestión del riesgo de incendio en las normativas actuales y lo ven como una forma de reforma urbana constante.

Handke (2019) refleja la comprensión a nivel geográfica de los conceptos del riesgo de incendios y las implicaciones sobre los entornos naturales, de manera similar a Acinas (2017), quien muestra que la perspectiva del riesgo de incendio desde la seguridad limitante del riesgo colectivo a la población es lo más importante cuando se presentan emergencias, y finalmente, Arango (2021), afirma que se reconoce el riesgo de incendio como un generador de miedo y control sobre la población y demás.

Tetraedro de fuego

Plata (2015) en su trabajo presenta una perspectiva filosófica de la comprensión de los diferentes elementos que componen el tetraedro de fuego, de manera parecida a lo que formula Britze et al (2020), quienes aplican la explicación teórica, histórica y de los fundamentos del uso del tetraedro de fuego durante emergencias o sitios potenciales de riesgo.

Agún y Rodríguez (2010). exponen el reconocimiento del tetraedro de fuego dentro del ámbito médico y como forma de vinculación de la seguridad en centros médicos y quirófano, no

obstante, Río (2020), indica que la percepción artística y geométrica del tetraedro de fuego y la relación de sus componentes y estructuras con el conocimiento, aportan grandes aprendizajes.

Antecedentes

El diseño de un sistema contra incendios es un aspecto fundamental en cualquier edificio o estructura, y la sede Robledo del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) no es la excepción. Los bloques G y H de esta sede requieren de un sistema eficiente y seguro para prevenir y controlar incendios. En este marco teórico se abordará el diseño de un sistema contra incendios para los bloques G y H de la sede Robledo del ITM, considerando el diseño y montaje de un sistema automático de control y supervisión de nivel de agua en los tanques que surten la red contra incendio del túnel. Este sistema debe ser capaz de detectar y responder rápidamente ante cualquier incendio, con el objetivo de minimizar los daños materiales y humanos. En el presente apartado de los antecedentes, se consideraron trabajos tanto a nivel nacional (la mayoría) como a nivel internacional, que se hayan realizado en universidades o instituciones educativas.

Antecedentes nacionales

El proyecto denominado “guía para el diseño de sistemas de protección contra incendios, enfocado en redes internas de edificaciones”, de la Universidad Católica de Colombia, elaborado por Martínez y Blanco (2016), se trata del desarrollo de una guía permita la creación de sistemas de protección contra incendios según la normativa, que, si bien se enfoca en la mencionada universidad, su aplicación puede realizarse de manera general.

Este proyecto se caracteriza por no ser necesaria la aplicación o creación de un componente físico externo, sino que puede adaptarse a los requerimientos de documentación en las empresas, en este caso, el proyecto se centra en crear una guía de diseño de sistemas contra incendios que sean un soporte para las empresas, dado que son adaptados a los requerimientos que las normativas nacionales e internacionales exigen para garantizar la seguridad dentro de las instalaciones en caso de un incendio y aplicando conocimientos de las redes de tuberías y el uso de la mecánica de fluidos como concepto básico en este tipo de sistemas.

Adicionalmente, el diseño de redes es un factor importante dentro del conocimiento de las normas de seguridad para las empresas, en este caso, el proyecto genera un aporte considerable en aspectos positivos, destacando por ejemplo el aporte sobre los parámetros y variables necesarias para los sistemas de protección contra incendios, así como las condiciones, materiales y otros aspectos relevantes y de conocimiento, sin embargo, el aspecto negativo es

constituir únicamente teoría e información que de cierta forma no es aplicable en su totalidad en el entorno y que puede generar variaciones al momento de implementarlo.

Ahora bien, el estudio llamado: “diseño del sistema contra incendios de extinción y detección para la facultad tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, conforme a la norma NFPA y la NSR-10.” elaborado por Molina y Rodríguez (2017), ambos estudiantes de Ingeniería Mecánica de la misma Universidad.

En este diseño de sistema contra incendio, se afirma que los sistemas de protección contra incendios son un factor importante dentro de los sitios con equipos tecnológicos, debido en gran parte a que presentan una gran cantidad de riesgos intrínsecos como lo son las redes eléctricas y los equipos mismos con capacidad de generar incendios por fallas o sobre cargas, en este caso, se diseña el sistema basado en lo que son las normas NFPA y la NSR-10, además de generar un soporte sobre los diferentes sistemas de protección contra incendios según la necesidad de cada sector o entidad productiva y basándose en los principios de la hidrodinámica y la hidráulica para el diseño.

Los aspectos positivos que aporta el proyecto es la creación de un sistema para sitios tecnológicos y con fuentes de riesgo de incendios, además de plantear y crear conocimiento acerca de los diferentes tipos de sistemas de protección contra incendios que se pueden aplicar en las empresas. Por su parte, un aspecto negativo es la confusión en el uso de las normativas, dado que hay algunas que se enfocan en otros aspectos y no directamente en lo que son los SPCI (sistemas de protección contra incendio).

Por su parte, el estudio titulado: “diseño moderno de sistemas contra incendio de la biblioteca central de la Universidad Industrial De Santander, basado en normas actuales aplicado a colecciones bibliográficas”, elaborado por Redondo y Roza (2010), presentaron un proyecto que se desarrolla dentro de las instalaciones de la Universidad Industrial de Santander, esto, como un plan para llevar a cabo modificaciones y adecuaciones dentro de las instalaciones de la biblioteca.

El proyecto se estructura como una necesidad para la protección de los recursos bibliográficos de la Universidad de Santander, adicionalmente, basado en lo que son las técnicas de prevención del fuego como pilar central, dado que la estructura del sistema PCI es prevenir que ocurra el evento y luego, proceder a formas de mitigación de las situaciones, por tanto, se amplía el proyecto más allá de los cálculos del diseño, para incluir apartados de selección de compuestos de protección y sustancias químicas que permiten la reducción del fuego y la protección de las diferentes estructuras de la empresa.

La propuesta hecha por los autores, es de alto impacto para la investigación porque se realiza dentro de un ámbito universitario y permite un reconocimiento sobre la importancia de la definición de los espacios dentro de los sistemas, dado que son la distribución de espacios y las condiciones del entorno los que pueden afectar de cierta forma al funcionamiento mismo del sistema.

Ahora bien, un estudio similar al anterior, titulado: “análisis de riesgo y optimización del sistema contra incendio de la Universidad Militar Nueva Granada, Sede Calle 100”, desarrollado por Agudelo (2011), propone un proyecto que se basa en la generación de una estrategia que permita optimizar el funcionamiento del SPIC (sistemas de protección contra incendio) que existe en la actualidad dentro de la institución universitaria, esto, se debe a que en su mayoría cuenta con un sistema basado en el uso de mangueras, las cuales se encuentran ubicadas solo una por cada bloque y a su vez dichas mangueras solo logran generar una cobertura de atención en los primeros pisos de cada sitio, donde se genera los riesgos de incendio, evaluando el sistema de red contra incendio existente, planeado modificaciones a la red general, reconociendo la importancia de la ingeniería de protección contra incendio en instalaciones dedicadas a la educación.

Dentro del marco del proyecto, se reconoce que los sistemas de protección contra incendio no solamente deben orientarse desde el diseño y creación, sino que también es necesario generar revisiones periódicas y procesos de adecuación que permitan mejorar los sistemas o bien, que se adapten de mejor manera a los requerimientos de las cambiantes instalaciones de un plantel educativo; sin embargo, los puntos negativos de estos procesos, tiene que ver con la necesidad de revisiones continuas, por la forma en que los cambios podrían afectar otros componentes y elementos del sistema.

Luna (2016), en “diseño de un sistema de protección contra incendios para el teatro de Bogotá de la Universidad Central”, lleva a cabo un proyecto perteneciente al Teatro de la Universidad Central de Bogotá y que es propenso a incendios por su estructura. El autor expone un diseño de un SPCI dentro del Teatro de la Universidad Central y que se encuentra vinculado dentro del seguimiento de las normas internacionales de protección contra incendios y cuya finalidad se abarca para ser un sistema preventivo de los siniestros por incendios, principalmente, se genera una caracterización inicial de espacios con el fin de estudiar cuáles son las necesidades del espacio, también adecuar los sistemas de cableado que son necesarios para prevenir posibles incendios y se adapta el sistema sobre toda fuente creadora de riesgos de incendios en primera medida.

Dentro de los aspectos positivos se tiene que contribuye a la adopción y evaluación de los componentes individuales que pueden generar un riesgo dentro de las edificaciones y que permite que el SPCI se adapte a dichas condiciones, sin embargo, dentro de los aspectos negativos se tiene que se centra en mayor medida en factores preventivos y no abarca aspectos que puedan pasar luego de las situaciones.

Por último, el proyecto denominado “diseño de una red contra incendios para las instalaciones de la Empresa Textil Ritchi”, elaborado por Cifuentes y Garzón (2020) en el marco del desarrollo de la red contra incendios se desarrolla en la mencionada empresa y su producción textilera durante el año 2020. En principio, se llevó a cabo la etapa de caracterización que; dentro de su parte investigativa, constó de la revisión bibliográfica de la normatividad específica de los sistemas contra incendios, para obtener información sobre parámetros y elementos necesarios a tener en cuenta en el desarrollo del diseño; y en su parte descriptiva, enunció las características del espacio físico donde se pretende llevar a cabo el proyecto. Luego, se evaluaron la implementación de tres alternativas que permitan solucionar las problemáticas.

La implementación de PSIC en la industria permite modelar de mejor manera lo que son las derivaciones de los riesgos existentes para incendios y demás, sin embargo, en los aspectos negativos se tiene que los procesos de solución son demorados y no concluyentes respecto a las problemáticas.

Antecedentes internacionales

Peterson (2015), en “Diseño de un programa de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo del sistema hidráulico contra incendios de la universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil basado en NFPA 25”, presenta un proyecto se realiza en la república del Ecuador dentro de la Universidad Salesiana en la región de Guayaquil en el año 2015, como una forma de adaptación de la universidad a las necesidades de cuidado y protección de los estudiantes y otros.

Dentro del marco de desarrollo del proyecto, se tiene que es el diseño de un programa de mantenimiento para los sistemas de protección contra incendios que esté basado en las definiciones y conceptos de lo que es la NFPA 25 y que permita tener un marco del mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo de los posibles riesgos y cuidados que se debe mantener sobre los SPCI de manera que se genere una garantía de seguridad sobre los ocupantes y la infraestructura, donde, se genera un fundamento sobre las normativas nacionales e internacionales como una forma de control sobre este tipo de programas.

Los programas de mantenimiento son otro aspecto vital dentro de los SPCI, puesto que son las formas de garantizar el correcto funcionamiento de las instalaciones y la forma de respuesta a cualquier situación que afecte la integridad de los sistemas, aunque, el mismo se limita únicamente a los sistemas que se basen en una construcción hidráulica y no a los diferentes tipos de SPCI que puede haber.

Por otra parte, y para el caso peruano, el proyecto: “Evaluación y diseño de un sistema de prevención contra riesgo de incendio en el taller de soldadura eléctrica del Instituto Pedro P. Díaz”, realizado por Pérez y Ruelas (2020), proponen un proyecto que se estructura para el año 2020 en el Instituto Pedro Díaz que cuenta con un taller de soldadura eléctrica.

Se estructura el proyecto en base a una forma de prevención del riesgo de incendios en instalaciones eléctricas, principalmente, por los riesgos asociados con los que cuentan este tipo de sitios, principalmente, porque es un Instituto de educación que debe priorizar la seguridad de los estudiantes y demás que comienza con una investigación sobre los riesgos y peligros que pueden mostrar probabilidad de mayor incendio como la baja ventilación y otros.

El estudio de los SPCI en entornos de riesgos es una forma de generar mayor conocimiento sobre los requerimientos y aspectos vinculantes dentro de dichos sistemas, sin embargo, el proyecto se centra también demasiado sobre lo que es prevención, pero limitando demasiado el aspecto en respuestas correctivas.

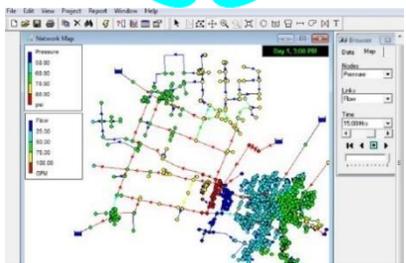
En la actualidad existen diferentes documentos normativos, Softwares de diseño y tipos de sistemas dispuestos a combatir los riesgos de incendios y mitigar sus consecuencias.

Tabla 1. Documentos normativos

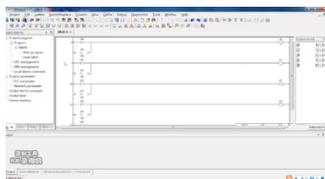
NOMBRE	DESCRIPCION	COBERTURA
<p>NFPA</p> 	<p>La NFPA es una organización fundada en Estados Unidos en 1896, encargada de crear y mantener las normas y requisitos mínimos para la prevención contra incendio, capacitación, instalación y uso de medios de protección contra incendio, utilizados tanto por bomberos, como por el personal encargado de la seguridad.</p>	<p>Internacional</p>
<p>FM</p>	<p>FM (Factory Mutual) es una entidad técnica independiente que certifica el desempeño de los materiales y sistemas por FMI (Factory Mutual Insurance), que asegura los</p>	<p>Internacional</p>

	<p>riesgos privados y mayores. La aprobación de FM se conoce como la aprobación de calidad de producto de más alto grado.</p>	
<p>NSR-10</p> 	<p>El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente es el reglamento colombiano encargado de regular las condiciones con las que deben contar las construcciones con el fin de que la respuesta estructural a un sismo sea favorable</p>	<p>Nacional</p>

Tabla 2. Softwares de diseño

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
<p>EPANET</p>  	<p>Epanet es un programa para computador para el análisis de sistemas de distribución de agua potable. El programa es de dominio público y es desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. El programa es capaz de trabajar con períodos de simulación sobre hidráulica y el comportamiento de la calidad de las aguas dentro de una red presurizada, además de estar diseñada para ser "una herramienta de investigación que mejore nuestro conocimiento del movimiento y destino del agua potable y sus constituyentes en una red de aguas". Si bien fue diseñado para agua potable también puede ser utilizado para el análisis de cualquier fluido no compresible con flujo a presión. La primera versión de EPANET fue lanzada en 1993.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Análisis hidráulicos ● Crear modelos matemáticos de sistemas de distribución de agua ● Resultados de dimensionamiento ● Evalúa el comportamiento e influencia de los niveles de agua ● Evalúa el comportamiento y consumo y

FREE HCP



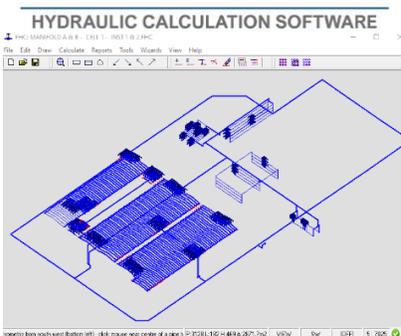
ELITE'S FIRE PROGRAM



El FREE HCP es un software de cálculo gratuito desarrollado por el Señor Alan Ashfield que aparte de este programa ofrece en su página web una multitud de aplicaciones para calculo hidráulicos a base de agua y CO2. Si bien la interface tiende a confundir, es una opción válida en caso de no poseer ningún otro programa. Igualmente, tanto FREEHCP como los otros permite bajar la fuente para modificarlo.

El Elite's Fire Program de Elite Software es un muy conocido software de calculo que permite hacer redes de rociadores tanto a mínima presión para alcanzar el valor de requerimiento como a máxima presión para conocer el máximo caudal de rociadores. Su máquina de inferencia se basa en la solución de matrices de Newton Raphson.

- costos de energía
- Considera diversos factores de demanda de la red
- Modelado de condiciones operativas complejas
- Modela el comportamiento de los químicos utilizados en la red
- Análisis hidráulicos
- Crear modelos matemáticos de sistemas de distribución de agua
- Análisis de cálculos de gases CO2
- Análisis hidráulicos
- Calcula sistemas hasta con 1000 rociadores
- Modela sistemas híbridos de agua y gas
- Utiliza unidades inglesas o métricas

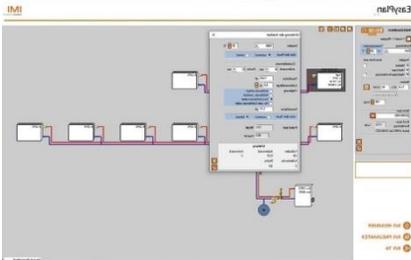


FHC es un software de cálculo y análisis hidráulico de eficacia probada para sistemas de rociadores contra incendios. Ha ayudado a cientos de empresas con sus proyectos de diseño, desde complejos sistemas de techo y portaequipajes para algunas de las instalaciones logísticas más extensas hasta plantas de fabricación de automóviles. Cualquiera que sea el tamaño y la complejidad del proyecto, FHC podrá ayudarlo.

FHC es rápido, preciso, confiable, fácil de aprender y puede calcular cualquier red de tuberías desde un árbol y bucles hasta cuadrículas complejas.

- Analiza velocidades y caídas de presión
- Dimensiona tuberías automáticamente
- Modela bombas contra incendios
- Permite todo tipo de materiales de tuberías
- Proporciona informes completos de presentación de alta calidad al estilo de la NFPA
- Análisis hidráulicos
- Cumple con estándares internacionales como NFPA y FM
- Modela todo el tipo de redes de tubería, como árboles, bucles, cuadrículas, etc.
- Permite múltiples

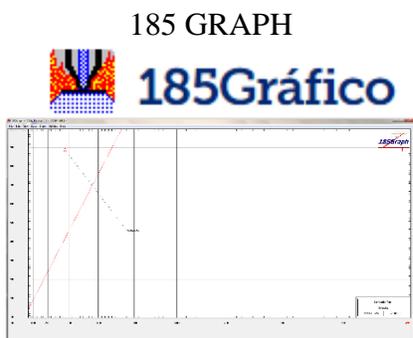
HYDRONICS
IMI Hydronic
Engineering



HYDRONICS es un software que incluye todo lo que necesita para crear y controlar su sistema hidráulico, desde la etapa de diseño hasta el ciclo de vida del edificio, Además de Diseñar la red hidráulica de los sistemas de calefacción y refrigeración capaces de ofrecer un alto rendimiento y minimizar el uso de energía no podría ser más fácil.

tipos de tubería

- Especifica una densidad de diseño global o individual por zona
- Agrega automáticamente accesorios de conexión
- Dimensionamiento automático
- Numeración automática de los nodos de tubería
- Brinda informes fáciles de leer en variedad de formatos
- Análisis hidráulicos
- Optimiza las redes de manera automática
- Su principal campo es de las redes de agua caliente o calefacción
- Permite enlazar en tiempo real el diseño al



185Graph es un programa de software de cálculo hidráulico de rociadores contra incendios basado en gráficos de 1,85 diseñado específicamente para graficar la demanda de rociadores frente al suministro de agua. Calcula la base de la demanda de tubería ascendente con la Calculadora de cuadrícula, la Calculadora de árbol o la Hoja de trabajo cabeza por cabeza y trazará estas demandas contra cualquier suministro de agua. Los suministros de agua se pueden ajustar para pérdida por fricción, elevación y/o chorros de manguera.

- montaje del edificio
- Monitorea en tiempo real todos los sistemas hidráulicos
- Brinda informes diarios

- Análisis hidráulicos
- Recomienda algunas optimizaciones al sistema
- Solo grafica puntos y nodos hidráulicos
- Brinda informes



es una aplicación CAD fiable y potente para diseñadores e ingenieros que les permite crear y diseñar rápida y fácilmente sistemas de rociadores contra incendios. Es una aplicación integral que proporciona una amplia gama de herramientas, objetos y modelos 3D efectivos que brindan un espacio 3D

- Análisis hidráulicos
- Importación y Exportación de archivos DWG

adecuado para diseñar con elevación y pendiente. También le proporciona las herramientas avanzadas para ayudarlo a explorar nuevos diseños y realizar rápidamente cálculos hidráulicos en segundos

- Modelado tridimensional
- Base de datos actualizada de proveedores y marcas reconocidas
- Informes completos y fáciles de leer en formato aceptado por NFPA
- Visualización inmediata de los efectos de cambio de tamaños de tubería
- Numero de ilimitado de tuberías, anillos, bombas y equipos
- Permite importación de modelos 3D y convertidos en objetos inteligentes
- Cálcula los efectos de las cargas sismorresistentes
- Análisis hidráulicos

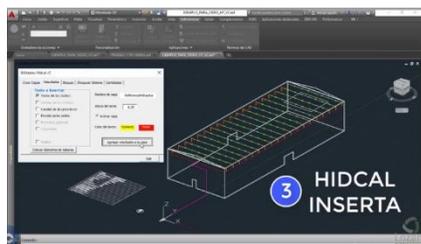
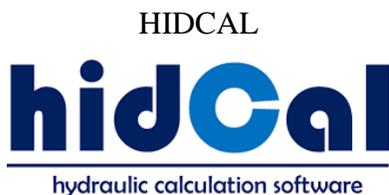
HASS

(Analizador hidráulico de sistemas de rociadores) obtuvo la



licencia por primera vez en 1976 como una herramienta de fácil uso por parte de ingenieros, contratistas de rociadores y revisores por igual. Ahora HASS le brinda las herramientas que necesita para determinar la idoneidad del suministro de agua en función de la demanda del sistema y las tuberías de distribución. Con HASS, puede realizar análisis hidráulicos de acuerdo con NFPA 13, calculando cualquier conexión de nudos y tuberías. Y lo que es más... recibe revisiones importantes, año tras año en el nuevo milenio, con nuevas funciones sin cargo adicional

- Determina la adecuación del suministro de agua para hasta 2000 nodos
- Permite el modelado de todos los sistemas a base de agua
- Calcula las pérdidas de presión
- Analiza el rendimiento de la bomba contra incendios
- Estima las cargas de arriostramiento sísmico
- Prueba de buble para garantizar que no haya obstrucciones



Desde sus modestos inicios en 1980 HIDCAL se ha convertido en el programa más utilizado en Latinoamérica para realizar los cálculos hidráulicos, requeridos para el diseño o evaluación de los sistemas contra incendio a base de agua. HIDCAL ejecuta los cálculos de acuerdo a las reconocidas normas NFPA 13, NFPA 15, NFPA 750 y NFPA 24. Posee la capacidad de leer y

- Análisis hidráulicos
- Recomendaciones a algunas optimizaciones al sistema
- Solo grafica puntos y nodos hidráulicos

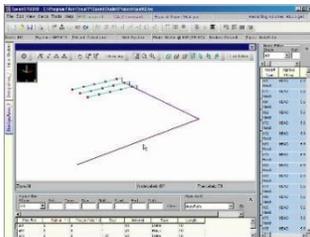
calcular sistemas de extinción dibujados en AutoCAD, así como realizar el cálculo a partir del ingreso manual de los datos. Como ventaja principal, aparte de su integración con AUTOCAD, es que es muy flexible y permite modificar muchos parámetros de cálculo, y eso lo hace especialmente fuerte cuando deben hacerse ajustes por requerimientos de aseguradoras (ejemplo, velocidad máxima permitida) y trae máquinas de cálculos especiales para sistemas de diluvio para que el cálculo sea acorde con la NFPA 15. Aparte, recoge toda la experiencia de uno de los más importantes consultores de incendios de Latinoamérica, el Ing. Lozano y aun siendo en español, es latino, y por ende apegado a la NFPA.

SprinkCAD™ 3D le permite crear diseños de sistemas de rociadores contra incendios, generar informes detallados de fabricación del sistema y realizar cálculos hidráulicos complejos, todo en un paquete de software de diseño BIM. Respaldado por el servicio y soporte de clase mundial de Johnson Controls, SprinkCAD™ 3D es la única fuente de componentes de cálculo y diseño de rociadores contra incendios que le permite hacer más que nunca.

- Brinda informes
- Integración con AutoCAD
- Interfaz sencilla e intuitiva
- Modelado en 2D Y 3D
- Constante actualización de su base de datos

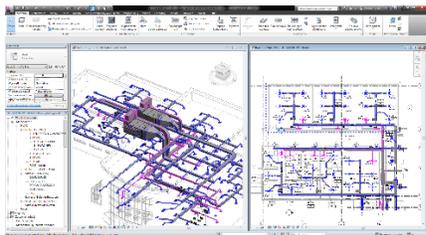
SprinkCAD

sprinkCAD™
3D



- Modelado tridimensional
- Base de datos actualizada de proveedores y marcas reconocidas
- Informes completos y fáciles de leer en formato aceptado por NFPA
- Visualización inmediata de los efectos de cambio de

AUTODESK REVIT MEP



Revit MEP es un software desarrollado por Autodesk que al igual que las otras versiones de Revit sigue la metodología BIM (Building Information Modeling).

Las siglas MEP significan en inglés: Mechanical, Electrical and Plumbing:

Mecánico (Sistemas de ventilación y climatización, protección contra incendios)

Eléctrico (Iluminación, Alta-Baja Tensión)

Plomería (suministro de agua y drenaje)

Este software se enfoca en el diseño de instalaciones y sistemas complejos que involucran diferentes disciplinas mediante el modelado de información para el sector construcción. Gracias a la metodología BIM, Revit MEP

tamaños de tubería

- Numero de ilimitado de tuberías, anillos, bombas y equipos
- Permite importación de modelos 3D y convertidos en objetos inteligentes
- Cálcula los efectos de las cargas sismorresistentes

- Análisis hidráulicos
- Importación y Exportación de archivos DWG
- Modelado tridimensional
- Base de datos actualizada de proveedores y marcas reconocidas
- Informes completos y fáciles de leer en

permite la colaboración y coordinación en tiempo real entre los participantes del proyecto de manera eficaz en el menor tiempo posible.

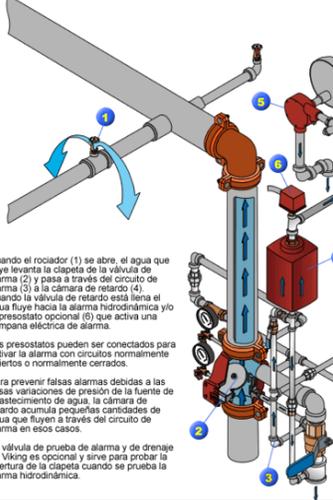
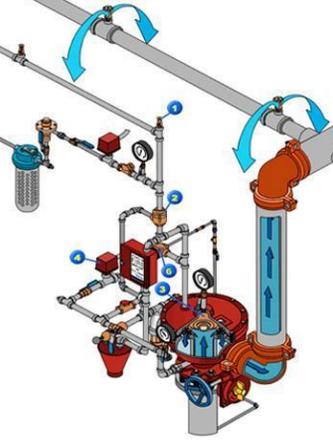
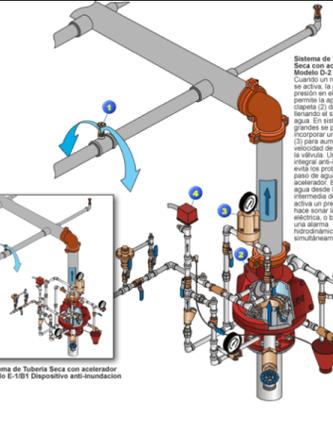
Revit MEP te permite crear instalaciones de cualquier tipo.

Encontrarás proyectos para instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas y especiales para un modelado rápido y eficiente. Así mismo, el software ofrece herramientas para optimizar la productividad, analizar el rendimiento, calcular la presión y flujo dentro de las instalaciones mediante parámetros establecidos.

formato aceptado por NFPA

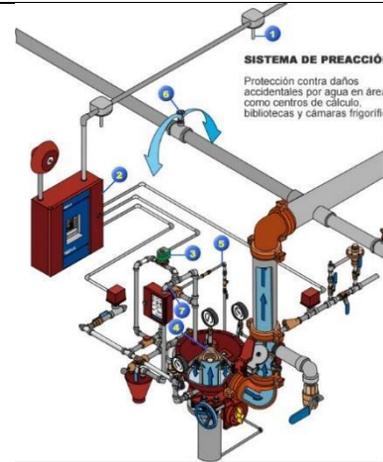
- Visualización inmediata de los efectos de cambio de tamaños de tubería
- Numero de ilimitado de tuberías, anillos, bombas y equipos
- Permite importación de modelos 3D y convertidos en objetos inteligentes
- Cálcula los efectos de las cargas sismorresistentes
- Permite integración en tiempo real con otras disciplinas
- Calcula costos y tiempo de montajes

Tabla 3. Tipos de sistemas contra incendio

NOMBRE	DESCRIPCION	DIAGRAMACION
<p>SISTEMAS DE EXTINCIÓN DE TUBERÍA HÚMEDA</p>	<p>Es un sistema de extinción por aspersión de agua pulverizada. El agua circula en todo momento por la red de aspersores y tuberías, y una vez se accionan las boquillas ésta se descarga sobre el área de cobertura de cada aspersor.</p>	 <p>Cuando el rociador (1) se abre, el agua que fluye levanta la capeta de la válvula de alarma (2) y pasa a través del circuito de alarma (3) a la cámara de retardo (4). Cuando la válvula de retardo está llena el agua fluye hacia la alarma hidrodinámica y/o al presostato opcional (5) que activa una campana eléctrica de alarma.</p> <p>Los presostatos pueden ser conectados para activar la alarma con circuitos normalmente abiertos o normalmente cerrados.</p> <p>Para prevenir falsas alarmas debidas a las falsas variaciones de presión de la fuente de abastecimiento de agua, la cámara de retardo acumula pequeñas cantidades de agua que fluyen a través del circuito de alarma en esos casos.</p> <p>La válvula de prueba de alarma y de drenaje de Viking es opcional y sirve para probar la apertura de la capeta cuando se prueba la alarma hidrodinámica.</p>
<p>SISTEMAS DE EXTINCIÓN DE DILUVIO</p>	<p>Es un sistema en el que el flujo de agua está controlado en todo momento por válvulas normalmente cerradas. Como las boquillas en estos sistemas generalmente son abiertas, toda vez que se abran las válvulas de paso, el agua se descargará a través de todas las boquillas pulverizadoras.</p>	
<p>SISTEMAS DE EXTINCIÓN DE TUBERÍA SECA</p>	<p>A diferencia de los sistemas de diluvio, en los de tubería seca se accionan únicamente los aspersores que se activen con motivo del incendio. Además, hay una cámara de aire que se encuentra en todo momento presurizada, al tanto que las boquillas no descargan el agua hasta que se detecte una pérdida en la presión del aire ocasionada por la rotura de la ampolleta de una boquilla o rociador</p>	 <p>Sistema de Tubería Seca con acelerador Modelo D-2</p> <p>Cuando un rociador se activa, la pérdida de presión en el lado capeta (1) de la boquilla hace que el agua fluya hacia la cámara de retardo (2). En sistemas grandes se puede incorporar un acelerador (3) para aumentar la velocidad de apertura de la válvula. Un sistema integral anti-inundación evita los problemas causados por el agua que fluye hacia el acelerador. El flujo de agua hacia la cámara de retardo (2) activa un presostato que puede ser eléctrico, o bien una alarma hidrodinámica, o ambas.</p> <p>Sistema de Tubería Seca con acelerador Modelo S-1501 Dispositivo anti-inundación</p>

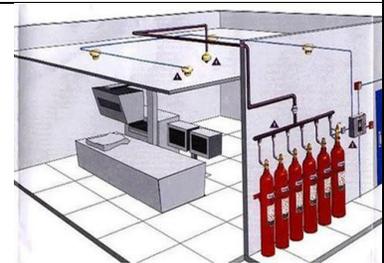
SISTEMAS DE EXTINCIÓN DE PRE- ACCION

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



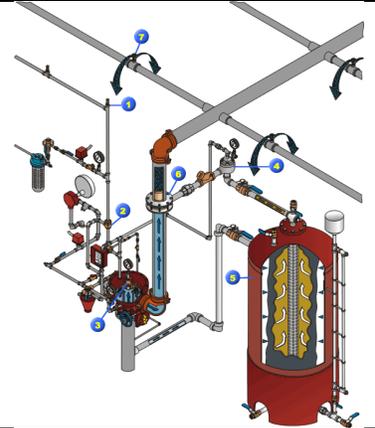
SISTEMAS DE EXTINCIÓN POR GAS

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



SISTEMAS DE EXTINCIÓN CON ESPUMA

Los sistemas de espuma utilizan una mezcla de agua y un concentrado de espuma de baja expansión para extinguir incendios en edificios. La bomba contra incendios distribuye el agua y la mezcla de espuma a través del sistema de tuberías y descarga el spray de espuma a través de los rociadores de espuma.



Requerimientos para la propuesta de diseño

Según la normativa colombiana, las categorías de riesgo y causales de incendio son las siguientes:

Categorías de riesgo: se clasifican según el tipo de material combustible involucrado y el método de extinción más adecuado. Las categorías son:

Incendio clase A: son los ocasionados por la combustión de papel, algunos tipos de plástico, goma, materiales sintéticos, papel y madera. Se pueden extinguir con agua o espuma.

Incendio clase B: son siniestros que implican el uso de materiales inflamables, pinturas, gases, aceites o gasolina. Se pueden extinguir con espuma, polvo químico seco o dióxido de carbono.

Incendio clase C: son los que involucran equipos eléctricos energizados. Se pueden extinguir con polvo químico seco o dióxido de carbono.

Incendio clase D: son los que se producen por la combustión de metales como magnesio, sodio, potasio o aluminio. Se pueden extinguir con polvo especial para metales.

Incendio clase K: son los que se originan por la combustión de aceites y grasas vegetales o animales utilizados en cocinas industriales o comerciales. Se pueden extinguir con agentes húmedos.

Causales de incendio: se refieren a los factores que generan o propician la ocurrencia de un incendio. Algunas causales son:

Las quemaduras en zonas agrícolas, algunos descuidos que generen incendios como colillas de cigarrillo o envases de vidrio abandonados, y las actividades ilícitas que buscan acaparamiento de tierras o fines de deforestación

El recalentamiento de la estufa y la radiación resultante que enciende los materiales combustibles cercanos, y la falta de aislamiento entre las estufas y los pisos y otras bases combustibles.

El corte y soldadura, especialmente las partículas o escorias de materiales derretidos que pueden provocar chispas o llamas.

La falta de mantenimiento y vigilancia de las instalaciones eléctricas, hidráulicas y de gas, que pueden generar cortocircuitos, fugas o explosiones.

La ausencia o deficiencia de sistemas de detección, prevención y extinción de incendios, como detectores, alarmas, extintores, mangueras, hidrantes, rociadores, etc.

Para prevenir los incendios, se recomienda seguir las normas técnicas establecidas en la NTC 1478 y el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR10, así como adoptar medidas de seguridad e higiene en los lugares de trabajo y residencia.

Clasificación de riesgos NFPA 2022

3.3.141 Ocupaciones.

3.3.141.1 Riesgo Extra (Grupo 1) (EH1). Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y la combustibilidad del contenido son muy altas o hay polvo, pelusa u otros materiales presentes, lo que introduce la probabilidad de desarrollar rápidamente incendios con altas tasas de liberación de calor pero con poco o ningún combustible o líquidos inflamables. (AUT-SSD)

3.3.141.2 Riesgo Extra (Grupo 2) (EH2). Ocupaciones o partes de otras ocupaciones con cantidades moderadas a sustanciales de líquidos inflamables o combustibles u ocupaciones donde el blindaje de combustibles es extenso. (AUT-SSD)

3.3.141.3 Riesgo leve. Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y/o combustibilidad del contenido es baja y se esperan incendios con tasas relativamente bajas de liberación de calor. (AUT-SSD)

3.3.141.4 Riesgo ordinario (Grupo 1) (OH1). Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es moderada, las reservas de contenido no superan los 8 pies (2,4 m) y se esperan incendios con tasas moderadas de liberación de calor. (AUT-SSD)

3.3.141.5 Riesgo ordinario (Grupo 2) (OH2). Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos son de moderadas a altas, las reservas de contenidos con tasas moderadas de liberación de calor no exceden los 12 pies (3,7 m) y las reservas de contenidos con altas tasas de liberación de calor no exceden 8 pies (2,4 m). (AUT-SSD)

1. Maquinaria industrial:

- Definición: Se refiere a los equipos y maquinaria utilizados en entornos industriales para la fabricación, producción y otros procesos industriales. Esto puede incluir una

amplia gama de máquinas, como líneas de montaje, sistemas transportadores, robots industriales, entre otras.

- Sobrecalentamiento de motores.
- Chispas generadas por fricción o mal funcionamiento.
- Derrames de lubricantes o aceites inflamables.

2. Químicos:

Definición: Una sustancia química es algún tipo de materia que tiene una composición constante (en términos de moléculas o átomos). También tiene propiedades físicas como densidad, índice de refracción, conductividad, punto de fusión, y punto de ebullición que pueden usarse para caracterizar esta sustancia.

- Almacenamiento inadecuado de sustancias inflamables.
- Reacciones químicas no controladas.
- Derrames de líquidos inflamables cerca de fuentes de ignición.

3. Altos voltajes:

Definición: También conocido como subida de tensión o sobretensión, el alto voltaje es un aumento de la corriente dentro de un circuito eléctrico. Es un fenómeno en el que el voltaje en la instalación es inestable

- Cortocircuitos en equipos de alta potencia.
- Fallos en transformadores o equipos de regulación.
- Uso inadecuado de equipos eléctricos en áreas húmedas.

4. Material combustible:

Definición: Los combustibles son materiales sólidos, líquidos o gaseosos que liberan energía por medio de la combustión y liberan energía luminosa y energía calorífica.

- Acumulación de papel, cartón o madera.
- Residuos de proyectos o experimentos.
- Materiales textiles utilizados en experimentos o en la construcción de prototipos.

5. Fuentes de ignición:

Definición: Usualmente, una fuente de ignición es la energía en forma de calor que hace que el combustible llegue a su temperatura de ignición.

- Uso inadecuado de mecheros Bunsen o equipos similares.
- Soldadura cerca de materiales combustibles.
- Encendedores o fósforos en áreas no designadas.

6. Fallas en el sistema eléctrico:

- Definición: es una condición que impide la operación de uno o más equipos de un sistema eléctrico de potencia, e implica un evento, o conjunto de eventos generadores.

- Cableado expuesto o dañado.
- Sobrecarga de tomacorrientes.
- Equipos eléctricos defectuosos o en mal estado.

7. Equipos de calefacción:

- Definición: Es un método o sistema mediante el cual se aporta calor a alguien o a algo con el fin de mantener o elevar su temperatura.

- Calentadores o estufas cerca de materiales combustibles.
- Fallos en sistemas de calefacción central.
- Fugas de gas:
- Conexiones defectuosas en laboratorios.
- Almacenamiento inadecuado de cilindros de gas.

8. Prácticas inseguras:

- Definición: Es la acción u omisión del trabajador (o persona) que origina un riesgo contra su seguridad y de los demás. Los actos inseguros constituyen el factor humano más importante que causa los accidentes en el ámbito laboral.

- Falta de capacitación en seguridad.
- No seguir protocolos de seguridad en experimentos.
- Uso inadecuado de equipos o herramientas.

Clasificación según la NFPA 13-3.3.141 (2022)

1. Maquinaria industrial:

Riesgo: Ordinario Grupo II.

Justificación: Las máquinas industriales, especialmente si involucran partes móviles y aceites/lubricantes, pueden generar chispas o calor.

2. Químicos:

Riesgo: Extra Grupo II.

Justificación: Los químicos, especialmente los inflamables y reactivos, representan un alto riesgo de incendio.

3. Altos voltajes:

Riesgo: Ordinario Grupo I.

Justificación: Los equipos eléctricos, especialmente a altos voltajes, pueden generar chispas o calor si no se mantienen adecuadamente.

4. Material combustible:

Riesgo: Leve.

Justificación: Materiales como papel, cartón o madera son combustibles comunes, pero no representan un riesgo tan alto como los químicos o maquinarias.

5. Fuentes de ignición:

Riesgo: Leve.

Justificación: Aunque son fuentes directas de ignición, su riesgo depende de la proximidad a otros combustibles.

6. Fallas en el sistema eléctrico:

Riesgo: Ordinario Grupo I.

Justificación: Las fallas eléctricas pueden generar chispas o calor, especialmente si hay un cortocircuito.

7. Equipos de calefacción:

Riesgo: Leve.

Justificación: Si bien pueden generar calor, generalmente están diseñados para ser seguros si se usan correctamente.

8. Fugas de gas:

Riesgo: Ordinario Grupo II.

Justificación: Las fugas de gases inflamables representan un alto riesgo de incendio, especialmente si hay una fuente de ignición cercana.

9. Prácticas inseguras:

Riesgo: Ordinario Grupo I.

Justificación: Las prácticas inseguras pueden aumentar el riesgo de incendio, especialmente si involucran el manejo de equipos o sustancias peligrosas.

Clasificación según la normativa colombiana NSR-10:

La normativa NSR-10, que regula aspectos relacionados con la construcción en Colombia, establece diferentes clasificaciones para edificaciones y espacios en función de su uso, ocupación y riesgo asociado. A continuación, se presenta una interpretación de cómo podrían clasificarse los laboratorios y talleres dentro de una universidad basándonos en dicha normativa:

1. Laboratorios:

Aunque la NSR-10 no hace una mención específica sobre laboratorios, es esencial considerar la naturaleza de las actividades y los materiales manejados en estos espacios. Los laboratorios que manejan sustancias químicas, materiales inflamables o cualquier otro compuesto de alta reactividad, podrían clasificarse dentro del grupo de "ALTA PELIGROSIDAD

(P)". Esta categoría engloba a edificaciones, espacios dedicados al almacenamiento, producción, procesamiento, compra, venta y uso de materiales o productos altamente inflamables, combustibles o potencialmente explosivos.

2. Talleres con Equipos Industriales:

Los talleres que cuentan con maquinaria y equipos industriales, especialmente aquellos que manejan materiales con un riesgo moderado de incendio, podrían clasificarse en el grupo "FABRIL E INDUSTRIAL (F)". En particular, estos talleres podrían pertenecer al subgrupo "F-1: Riesgo moderado", dada la naturaleza de las actividades y los posibles riesgos asociados.

3. Contexto Universitario:

Es importante destacar que, al estar estos laboratorios y talleres ubicados dentro de una institución educativa, también podrían considerarse dentro del grupo "INSTITUCIONAL (I)", específicamente en el subgrupo "I-3: Educación". Esta clasificación refleja la naturaleza educativa y formativa de las actividades realizadas en estos espacios.

Estructura de análisis:

- Revisión documental: Estudiar en detalle la normativa NFPA 13, enfocándose en los requisitos específicos para laboratorios y talleres.
- Inspección visual: Suponiendo que se realice una inspección física, se evaluarían las rutas de evacuación, la ubicación de los gabinetes, la señalización y la condición de los equipos de detección y alarma.
- Identificación de riesgos: Determinar las áreas con mayor probabilidad de incendio, como laboratorios con químicos volátiles o talleres con maquinaria que genera calor.
- Comparación: Confrontar la infraestructura y sistemas actuales con los estándares de la NFPA 13.

Proceso de análisis:

- Recolección de datos: Obtener información sobre los materiales almacenados en los laboratorios, el tipo y estado de la maquinaria en los talleres, y la capacidad y ubicación de los gabinetes clase III.
- Evaluación: Determinar si los sistemas actuales pueden manejar un incendio en las áreas más riesgosas.
- Identificación de deficiencias: Resaltar áreas donde la infraestructura actual no cumple con la normativa y donde podría ser insuficiente para manejar un incendio.

3. Resultados del análisis detallado:

- Los sistemas de detección y alarma están presentes, pero su eficacia depende de su mantenimiento y ubicación.

- Los gabinetes clase III son adecuados para incendios pequeños, pero no para incendios más grandes o en áreas de alto riesgo.
- No hay sistemas de rociadores, lo que es una deficiencia crítica en laboratorios y talleres con alto potencial de incendio.

Conclusiones:

- La universidad ha tomado medidas para proteger contra incendios, pero estas medidas son insuficientes para áreas de alto riesgo.
- La implementación de sistemas de rociadores en laboratorios y talleres es esencial para garantizar la seguridad y cumplir con la NFPA 13.

Puntos débiles del sistema actual:

- Ausencia de rociadores: Sin sistemas de rociadores, un incendio en un laboratorio o taller podría propagarse rápidamente antes de que pueda ser controlado.
- Gabinetes clase III: Aunque útiles, no son suficientes para incendios más grandes o en áreas con materiales altamente inflamables.
- Dependencia del sistema de alarma: Si el sistema de alarma falla o no detecta un incendio rápidamente, podría haber un retraso en la respuesta.

Requisitos cumplidos actualmente:

- Detección y alarma: Estos sistemas están en su lugar, pero su eficacia es incierta sin más detalles sobre su mantenimiento y ubicación.
- Gabinetes clase III: Proporcionan medios básicos de extinción, pero su capacidad es limitada.

Requisitos faltantes según NFPA-13:

- Instalación de rociadores: La norma requiere sistemas de rociadores en áreas con ciertos niveles de riesgo.
- Mantenimiento regular: La NFPA 13 establece requisitos para el mantenimiento y prueba regular de sistemas de rociadores y alarmas.
- Señalización: La norma tiene requisitos específicos para la señalización adecuada de sistemas y componentes.
- Sistemas de respaldo: En caso de fallo del sistema principal, debe haber sistemas de respaldo en su lugar.

Requisitos para la protección contra incendios

NFPA-13 (Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores):

- Requisitos generales: La NFPA-13 establece que cualquier edificio con un alto riesgo de incendio, como laboratorios y talleres que manejan materiales inflamables o maquinaria que genera calor, debe estar equipado con sistemas de rociadores.
- Clasificación de riesgos: La norma clasifica diferentes ocupaciones y usos según el riesgo de incendio. Laboratorios y talleres, debido a la naturaleza de sus operaciones, generalmente caen en las categorías de riesgo ordinario o extra, lo que indica la necesidad de sistemas de rociadores.
- Diseño y ubicación de rociadores: La NFPA-13 proporciona detalles sobre cómo deben diseñarse e instalarse los sistemas de rociadores en función del tipo de riesgo y la ocupación del edificio.

NSR-10 (Norma Colombiana de Sismo resistencia):

- Requisitos generales: Aunque la NSR-10 se centra principalmente en el sismo resistencia, también menciona la importancia de considerar otros riesgos, como incendios, en el diseño estructural.
- Clasificación de edificaciones: La NSR-10 clasifica las edificaciones según su importancia y uso. Edificaciones como universidades, que son esenciales para la comunidad, deben diseñarse considerando múltiples riesgos, incluidos los incendios.
- Integración con otras normativas: La NSR-10 sugiere que, para riesgos específicos como incendios, se deben seguir otras normativas relevantes, como la NFPA.

Sistemas Actuales en el mercado.

Los laboratorios y talleres del Bloque G y H de la universidad presentan riesgos específicos debido a la naturaleza de sus actividades, que incluyen el uso de químicos, maquinaria y otros equipos. Es esencial implementar sistemas de protección contra incendios adecuados, basándonos en la normativa NFPA y NSR-10.

Sistemas de Protección Contra Incendios Seleccionados:

- **Sistemas de Rociadores Automáticos**
- **Sistemas de Detección y Alarma**
- **Gabinetes Clase III**
- **Sistemas de Supresión con Agentes Limpios**
- **Sistemas de Ventilación y Extracción de Humos**
- **Sistema de Extinción de Preacción**
- **Sistema de Extinción de Diluvio**
- **Sistema de Extinción por Espuma**

Análisis Detallado de los Sistemas Seleccionados:

- **Sistemas de Rociadores Automáticos:**

Descripción: Detectan y suprimen incendios liberando agua al detectar calor.

Ventajas: Actuación automática, controla incendios en etapas iniciales, reduce daño y riesgo.

Desventajas: Requiere suministro de agua, posible daño por agua a equipos.

Instalación: Red de tuberías, rociadores, fuente de agua.

Estrategias Pedagógicas: Capacitación sobre mantenimiento y no obstrucción.

Disponibilidad: Amplia.

Certificaciones: NFPA 13 y FM.

- **Sistemas de Detección y Alarma:**

Descripción: Detectan incendios tempranamente y alertan a ocupantes.

Ventajas: Detección temprana, alerta para evacuación.

Desventajas: Falsas alarmas.

Instalación: Sensores, alarmas, panel de control.

Estrategias Pedagógicas: Respuesta adecuada a alarmas.

Precio: Medio.

Disponibilidad: Amplia.

Certificaciones: NFPA 72 y FM

- **Gabinetes Clase III:**

Descripción: Contienen mangueras y extintores para uso manual.

Ventajas: Acceso rápido a equipos de extinción.

Desventajas: Uso manual.

Instalación: Áreas estratégicas.

Estrategias Pedagógicas: Uso de extintores y mangueras.

Precio: Bajo a medio.

Disponibilidad: Amplia.

Certificaciones: Normativas locales, NFPA y FM

- **Sistemas de Supresión con Agentes Limpios:**

Descripción: Usan agentes gaseosos sin dañar equipo sensible.

Ventajas: No daña equipos, actuación rápida.

Desventajas: Precio elevado, áreas selladas requeridas.

Instalación: Sistema de almacenamiento y boquillas.

Estrategias Pedagógicas: Áreas protegidas y actuación durante descarga.

Precio: Alto.

Disponibilidad: Proveedores especializados.

Certificaciones: NFPA 2001 y FM

- **Sistemas de Ventilación y Extracción de Humos:**

Descripción: Eliminan humo y calor en caso de incendio.

Ventajas: Reduce acumulación de humo y calor.

Desventajas: Diseño arquitectónico requerido.

Instalación: Ductos, ventiladores, sistemas de control.

Estrategias Pedagógicas: Mantener vías de ventilación despejadas.

Precio: Medio a alto.

Disponibilidad: Amplia.

Certificaciones: Normativas locales, NFPA y FM

- **Sistema de Extinción de Preacción:**

Descripción: Agua no se introduce hasta que se detecta un incendio.

Ventajas: Reduce descargas accidentales, ideal para áreas sensibles.

Desventajas: Detección doble, retraso en descarga.

Instalación: Similar a sistemas de rociadores, controles adicionales.

Estrategias Pedagógicas: Funcionamiento y áreas protegidas.

Precio: Medio a alto.

Disponibilidad: Amplia.

Certificaciones: NFPA 13, 72 Y FM

- **Sistema de Extinción de Diluvio:**

Descripción: Libera gran cantidad de agua al detectar incendio.

Ventajas: Descarga masiva, incendios de alta intensidad.

Desventajas: Daño por agua.

Instalación: Red de tuberías, rociadores, sistema de detección.

Estrategias Pedagógicas: Áreas protegidas y actuación durante descarga.

Precio: Alto.

Disponibilidad: Amplia.

Certificaciones: NFPA 13, 72 Y FM

- **Sistema de Extinción por Espuma:**

Descripción: Mezcla de agua, aire y concentrado para producir espuma.

Ventajas: Eficaz contra líquidos inflamables, previene reignición.

Desventajas: Suministro de concentrado requerido.

Instalación: Sistema de mezcla, almacenamiento de concentrado, rociadores especiales.

Estrategias Pedagógicas: Funcionamiento y áreas protegidas.

Precio: Alto.

Disponibilidad: Amplia, proveedores especializados.

Certificaciones: NFPA 11.FM.

Entrevista con profesional en el área.

Ingeniero Mecánico Julio Cesar Rodríguez.

Coordinador de diseño de sistemas contra incendio en ASHES FIRE COLOMBIA.

1. Normativa vigente: ¿Cuál es la normativa o regulación vigente en nuestra región para sistemas contra incendios en laboratorios y talleres universitarios?

R//: La normativa vigente en Colombia es la NSR-10 y está a su vez basada en las normas NFPA ya para establecer los criterios específicos de diseño.

2. Tipos de riesgos: Dado que en los laboratorios y talleres se manejan diferentes tipos de materiales y sustancias, ¿cuáles son los principales riesgos de incendio que deberíamos considerar?

R//: Dado que en los talleres se pueden presentar o manejar diferentes sustancias que pueden ser combustibles, uno de los mayores riesgos es que estos combustibles se derramen de sus recipientes en los que vienen empacados y también hay riesgos eléctricos.

3. Sistemas recomendados: ¿Qué tipo de sistema contra incendios recomendaría para un laboratorio universitario, considerando la variedad de sustancias químicas y equipos que se manejan?

R//: se recomiendan extintores multi propósito o sistemas automáticos contra incendio como pueden ser los rociadores de agua.

4. Detección temprana: ¿Qué sistemas de detección temprana son más efectivos para espacios como laboratorios y talleres? ¿Recomendaría detectores de humo, de calor o ambos?

R//: Lo recomendable para laboratorios serían detectores de humo y dependiendo si se tienen equipos dispositivos que manejen altas temperaturas ya sería recomendable en ese caso colocar detectores térmicos o de calor.

5. Extintores: ¿Qué tipo y capacidad de extintores serían los más adecuados para laboratorios y talleres? ¿En qué zonas específicas deberían ser ubicados?

R//: Extintores y multipropósito para fuegos ABC y donde se tengan riesgos eléctricos se deben colocar extintores específicos como extintores de co2. los extintores deben tener una capacidad y una ubicación que depende de lo establecido en la NFPA10 que nos dice que

dependiendo del riesgo que estemos manejando, cuál es la capacidad de extintores si de 10, 20 o 30 libras y la distancia máxima que debe haber entre uno y otro todo eso lo dictamina la NFPA10.

6. Sistemas de supresión: En caso de un incendio más grande, ¿recomendaría algún sistema de supresión automático, como rociadores? Si es así, ¿qué tipo de agente extintor sería el más adecuado?

R//: Los sistemas de supresión más recomendable en este caso es un sistema automático de rociadores donde pues el agente extintor sería el agua.

7. Zonas de seguridad: ¿Cómo deberíamos diseñar y ubicar las zonas de seguridad y las rutas de evacuación en laboratorios y talleres para garantizar una evacuación rápida y segura?

R//: La NSR 10 establece en el caso de seguridad humana que para garantizar una evacuación rápida y segura, se deben diseñar los medios de egreso de tal manera que dependiendo de la cantidad esperada de personas que van a ocupar esos laboratorios o talleres, se deben diseñar las puertas de salida, los medios de evacuación y las rutas de tal manera que tengan la capacidad suficiente para el tránsito de dichas personas, todo eso y basado en la NSR 10 que nos dicta todos los parámetros para diseñar dichos medios de evacuación.

8. Capacitación y protocolos: ¿Qué tipo de capacitación y protocolos de seguridad deberíamos implementar para el personal y estudiantes que trabajan en estos espacios?

R//: La capacitación o los protocolos que se deben dictar al personal, a estudiantes y personal que labora en estas áreas, debe ser una capacitación en qué hacer en caso de emergencia, indicar dónde están las rutas de evacuación, cuáles son los medios de evacuación principales, qué hacer en caso de emergencia, hacia dónde evacuar y cuáles son los puntos de encuentro a los que deben dirigirse en el caso de presentar una emergencia.

9. Mantenimiento: Una vez instalado el sistema contra incendios, ¿cuál sería la frecuencia recomendada para su mantenimiento y revisión? ¿Existen señales específicas de desgaste o fallo que debamos tener en cuenta?

R//: Para el mantenimiento de los sistemas se sugiere seguir la norma NFPA 25 que dictamina los tiempos para mantenimiento y pruebas de los sistemas contra incendio, dependiendo del tipo de sistema o del tipo de dispositivo la norma puede darle frecuencias de mantenimiento que pueden variar cada 3 o 6 meses o hasta cada año, dependiendo del tipo de sistema que estemos usando o al que se le vaya a hacer mantenimiento.

10. Innovaciones tecnológicas: ¿Hay alguna innovación tecnológica reciente en sistemas contra incendios que considere relevante y que podría ser beneficiosa para proteger nuestros laboratorios y talleres?

R//: Adicional a los sistemas basados en agua una de las innovaciones tecnológicas sería colocar sistemas de agente limpio en aquellas áreas que por algún motivo sea difícil aplicar los métodos usuales con agua o en donde el agua pueda causar daños apreciables al momento de su aplicación en esos casos sería mucho más recomendable mirar la posibilidad de un sistema de agente limpio.

Conclusiones de la entrevista

Las conclusiones clave y datos relevantes que se obtuvieron de la entrevista con el profesional en el área de sistemas contra incendios centrándose en los requisitos necesarios para protección de laboratorios y talleres en la universidad.

Según la normativa NSR-10 y las normas NFPA, los principales riesgos son derrames de sustancias combustibles y riesgos eléctricos; por lo tanto, se recomiendan extintores multipropósito y sistemas automáticos de rociadores de agua. Para la detección temprana, se aconsejan detectores de humo y, en áreas de alta temperatura, detectores térmicos. La ubicación y capacidad de los extintores deben seguir las directrices de la NFPA 10. En cuanto a la evacuación, la NSR 10 establece los parámetros para diseñar rutas y medios de egreso adecuados al número de ocupantes. Es crucial que el personal y los estudiantes reciban capacitación en protocolos de emergencia. El mantenimiento debe seguir la norma NFPA 25, con frecuencias que varían según el tipo de sistema. Finalmente, se consideran innovadoras las tecnologías que emplean agentes limpios en áreas donde el agua podría ser problemática.

EJECUCIÓN

02

CAPÍTULO 2. EJECUCIÓN

Ideación

Especificaciones y requerimientos de diseño

Respecto a los diseños, debe aclararse que en vez de hacerlos inmediatamente en 3D con el software se hicieron primero utilizando las convenciones oficiales que salen en la norma NFPA-170 "Norma para símbolos de emergencia y seguridad contra incendios" capítulo 7 "símbolos para uso en dibujos y diagramas de seguros de sistemas de suministro de agua, extinción y rociadores.

Para el proceso de diseño se cuenta con 3 propuestas de sistemas de rociadores, los cuales son:

1. Sistema tipo malla (Gridded Sprinkler System): Consiste en un sistema de rociadores en el que las tuberías principales transversales paralelas están conectadas por múltiples tuberías ramales, lo que provoca que un rociador operativo reciba agua desde ambos extremos de su línea ramal mientras otras tuberías ramales contribuyen a traspasar el agua entre las tuberías principales transversales.

Este sistema de protección contra incendios utiliza una red de sensores y disp.-s interconectados para detectar y controlar incendios de manera eficiente, puesto que se basa en la detección temprana de incendios y la rápida respuesta para minimizar los daños y proteger la vida de las personas.

El sistema de malla para prevenir incendios consta de varios componentes, que incluyen:

- **Sensores de humo y calor:** Estos sensores están ubicados estratégicamente en diferentes áreas de un edificio o instalación. Detectan la presencia de humo o cambios de temperatura que podrían indicar un incendio.
- **Sistemas de alarma:** Cuando se detecta humo o calor, los sensores activan una alarma sonora y visual para alertar a las personas en el área y al personal de seguridad.
- **Sistemas de supresión de incendios:** Estos sistemas están diseñados para controlar y extinguir el fuego de manera rápida y eficiente. Pueden incluir rociadores automáticos, sistemas de extinción de agentes químicos o sistemas de supresión de oxígeno.
- **Sistema de comunicación:** El sistema de malla para prevenir incendios también puede incluir un sistema de comunicación que permite la transmisión de alertas y

mensajes de emergencia a través de diferentes canales, como teléfonos móviles, altavoces o sistemas de megafonía.

- **Sistema de monitoreo y control:** Todos los componentes del sistema están interconectados y son monitoreados en tiempo real a través de una plataforma centralizada. Esto permite una supervisión constante y la capacidad de tomar medidas rápidas en caso de detección de incendios (Grupo Casa Lima, 2023).

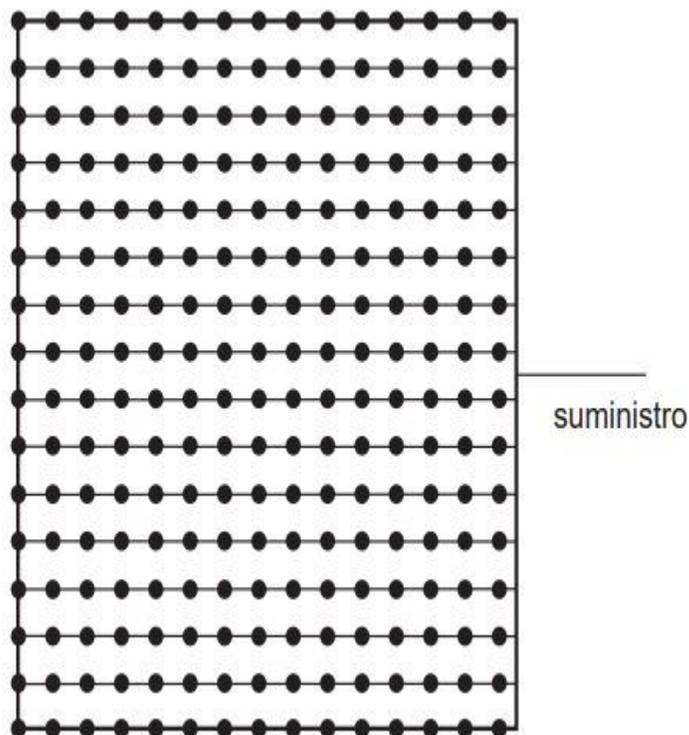


Ilustración 4. Sistema de rociadores en malla NFPA. (2019). Sistema de rociadores en malla.

2. Sistema tipo árbol (Tree Sprinkler System): Consiste en una serie de tuberías conectadas a una fuente de agua, desde las cuales salen ramificaciones en forma de "árbol" con boquillas rociadoras en sus extremos. Estas boquillas rociadoras dispersan el agua en forma de pequeñas gotas, permitiendo que se distribuya de manera uniforme.

Un sistema tipo árbol para prevenir incendios es un enfoque que utiliza la estructura y características de un árbol para implementar medidas de prevención y control de incendios en áreas forestales o urbanas. Este sistema se basa en la idea de que un árbol puede representar una serie de elementos y estrategias que ayudan a prevenir y mitigar los incendios. Su modelo ha sido utilizado ampliamente en sistemas de riego para la agricultura en diversos lugares del mundo (Molano y Rodríguez, 2017).

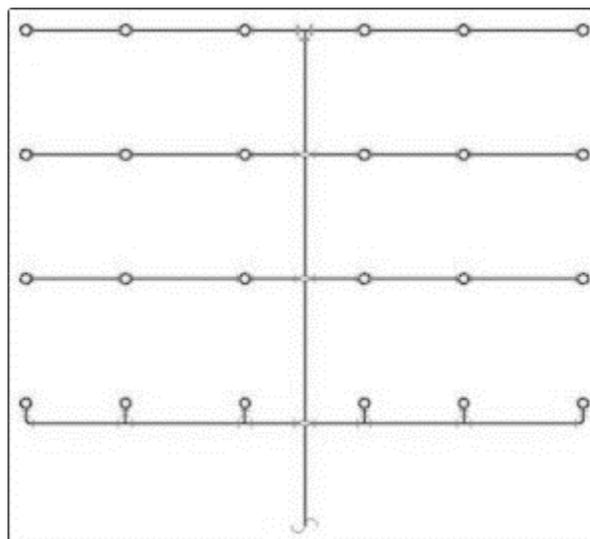


Ilustración 5. Sistema de rociadores en árbol NFPA. (2019). Sistema de rociadores en árbol.

3. Sistema tipo bucle (Looped Sprinkler System): Es un sistema de rociadores en el que múltiples tuberías principales transversales están unidas para proveer más de un recorrido para que el agua fluya hacia otro rociador operativo y las líneas ramales no están unidas (NFPA, 2019).

Un sistema tipo bucle para prevenir incendios es un sistema de seguridad diseñado para detectar y prevenir incendios en un edificio o área determinada. Consiste en una serie de dispositivos interconectados que monitorean constantemente el entorno en busca de señales de fuego o humo.

El sistema de bucle generalmente incluye los siguientes componentes:

1. Detectores de humo: Estos dispositivos están diseñados para detectar la presencia de humo en el aire. Pueden ser detectores de humo fotoeléctricos, que utilizan un haz de luz para detectar partículas de humo, o detectores de humo iónicos, que utilizan una corriente eléctrica para detectar partículas de humo.

2. Detectores de calor: Estos dispositivos están diseñados para detectar cambios bruscos de temperatura que podrían indicar un incendio. Pueden ser detectores de temperatura fija, que se activan cuando la temperatura alcanza un umbral predefinido, o detectores de temperatura de subida rápida, que se activan cuando la temperatura aumenta rápidamente en un corto período de tiempo.

3. Alarmas de incendio: Estas alarmas se activan cuando se detecta humo o calor, y emiten una señal sonora y visual para alertar a las personas en el área sobre la presencia de un incendio.

4. Sistemas de supresión de incendios: Estos sistemas están diseñados para extinguir o controlar un incendio una vez que se ha detectado. Pueden incluir rociadores automáticos, sistemas de extinción de agentes químicos o sistemas de supresión de oxígeno.

5. Paneles de control: Estos paneles son el centro de control del sistema de bucle. Reciben las señales de los detectores y activan las alarmas y los sistemas de supresión de incendios correspondientes. También pueden proporcionar información en tiempo real sobre el estado del sistema (Molano y Rodríguez, 2017).

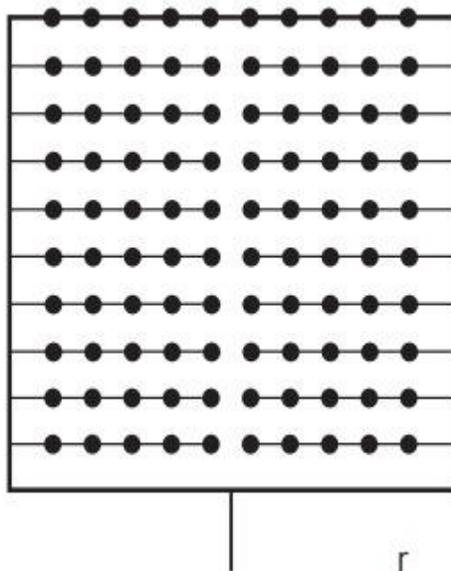


Ilustración 6. Sistema de rociadores en bucle NFPA. (2019). Sistema de rociadores en bucle.

Ahora bien, respecto a los colores que debe llevar la tubería de dichos sistemas, si bien, las normas internacionales de la NFPA asociadas a la protección contra incendios, no exigen que la tubería deba ser pintada de color rojo, sí hacen énfasis en que la tubería debe contar con algún recubrimiento que proteja.



Ilustración 7. Código de colores para tuberías Klein Tools (2023). Código de colores para tuberías.

Funcionamiento:

- Este sistema tiene una estructura jerárquica, similar a un árbol con ramas.
- Una tubería principal (tronco) suministra agua a todo el sistema.
- De esta tubería principal se desprenden tuberías secundarias (ramas) que se extienden hacia las diferentes áreas del edificio.
- Cada tubería secundaria alimenta a los rociadores individuales.
- No hay conexiones entre las tuberías secundarias, por lo que cada una opera de forma independiente.

Características:

- Es el diseño más simple y directo de los tres.

Si la tubería principal se bloquea o se daña, puede afectar el suministro de agua a todas las tuberías secundarias y, por ende, a todos los rociadores.

Tabla 4. Cantidades y precios aproximados diseño en árbol. Elaboración propia.

Cantidades y precios aproximados

BLOQUES G Y H ITM
 PARA: ITM
 FECHA: SEPTIEMBRE 25 DE 2023
 CONTIENE: CANTIDADES Y PRESUPUESTO SISTEMA DE REDES CONTRA INCENDIO (RCI)
 VERSION : 0A
 PRESUPUESTO CON CANTIDADES NETAS PARA SISTEMA CONTRA INCENDIO - DISEÑO EN ARBOL

ITEM	ITEM	DIÁMETRO	UNIDAD	CANT	VALOR UNITARIO	TOTAL
1	SISTEMA CONTRA INCENDIO CON AGUA - SOTANOS					
1.1	TUBERIAS Y ACCESORIOS EN ACERO AL CARBON					
1.1.1	TUBERIA ACERO NEGRO SCH 10 RANURADA UL/FM	4"	ML	500	\$ 104.792	\$ 52.396.000
1.1.3	TUBERIA ACERO NEGRO SCH 10 RANURADA UL/FM	2½"	ML	160	\$ 60.468	\$ 9.674.880
1.1.4	TUBERIA ACERO NEGRO SCH 40 ROSCADA UL/FM	1½"	ML	360	\$ 34.181	\$ 12.305.160
1.1.5	TUBERIA ACERO NEGRO SCH 40 RANURADA UL/FM	1"	ML	2.900	\$ 37.851	\$ 109.767.900
1.1.6	ACOPLE RANURADO RIGIDO EN HIERRO DUCTIL DE 4" UL/FM - INSTALACION RAPIDA ESTILO 009	4"	UN	112	\$ 101.081	\$ 11.321.072
1.1.7	ACOPLE RANURADO RIGIDO EN HIERRO DUCTIL DE 2 ½" UL/FM - INSTALACION RAPIDA ESTILO 009	2½"	UN	56	\$ 72.770	\$ 4.075.120
1.1.8	ACOPLE RANURADO RIGIDO EN HIERRO DUCTIL DE 1½" UL/FM - INSTALACION RAPIDA ESTILO 009	1½"	UN	140	\$ 58.831	\$ 8.236.368
1.1.9	ACOPLE RIGIDO RANURADO IGS UL/FM ESTILO 108	1"	UN	200	\$ 43.776	\$ 8.755.200
1.1.10	ACOPLE RANURADO FLEXIBLE EN HIERRO DUCTIL DE 4" UL/FM ESTILO 75	4"	UN	16	\$ 100.971	\$ 1.615.536
1.1.11	TEE EN HIERRO DUCTIL RANURADO DE 4" UL/FM FIRELOCK	4"	UN	12	\$ 235.977	\$ 2.831.725
1.1.12	TEE EN HIERRO DUCTIL RANURADO DE 1½" UL/FM FIRELOCK	1½"	UN	8	\$ 111.251	\$ 890.010
1.1.13	CODO EN HIERRO DUCTIL RANURADO DE 1½" UL/FM FIRELOCK	1½"	UN	16	\$ 111.251	\$ 1.780.020
1.1.14	CODO EN HIERRO DUCTIL RANURADO DE 1" UL/FM - FIRELOCK	1"	UN	288	\$ 54.660	\$ 15.742.034
1.1.15	TAPON EN HIERRO DUCTIL RANURADO UL/FM FIRELOCK 365PSI	4"	UN	16	\$ 40.235	\$ 643.760
1.1.16	TEE MECÁNICA RANURADA UL/FM ESTILO 920	4" X 1½"	UN	44	\$ 165.629	\$ 7.287.664
1.1.17	TEE MECÁNICA RANURADA UL/FM ESTILO 920N	1½" X 1"	UN	1.308	\$ 123.367	\$ 161.363.777
1.1.18	TEE MECÁNICA RANURADA UL/FM ESTILO 921	4" X 2½"	UN	4	\$ 155.367	\$ 621.468
1.1.19	TEE MECÁNICA RANURADA UL/FM ESTILO 921	2½" X 1"	UN	384	\$ 125.367	\$ 48.140.928
1.1.20	JUNTA FLEXIBLE METALICA UL/FM	4"	UN	8	\$ 98.200	\$ 785.600
1.2	ESTACION DE CONTROL Y DRENAJE					
1.2.1	MODULO DE CONTROL DE ZONA VICTAULIC UMC UL/FM (incluye Valv Control,Cheque,Sensor,Valv Prueba, Valv alivio)	4"	UN	4	\$ 3.160.975	\$ 12.643.901
1.2.2	MODULO DE CONTROL DE PREACCION VICTAULIC SERIE 769N	4"	UN	4	\$ 4.160.975	\$ 16.643.901
1.3	VALVULAS					
1.3.1	VALVULA DE GLOBO 300 PSI 1 1/2" (DRENAJE RISER) UL/FM	1½"	UN	4	\$ 697.698	\$ 2.790.790
1.3.2	VALVULA DESAIREADORA UL/FM	2½"	UN	4	\$ 850.698	\$ 3.402.790
1.4	PLAQUETAS DE IDENTIFICACION					
1.4.1	PLAQUETA DE IDENTIFICACION EN ACRILICO VALVULAS (0,04 x 0,08)	-	UN	16	\$ 28.764	\$ 460.226
1.4.2	PLAQUETA DE IDENTIFICACION EN ACRILICO ESTACION DE CONTROL ROCIADORES (0,04 x 0,08)	-	UN	16	\$ 28.764	\$ 460.226
1.6	ROCIADORES					
1.6.1	NIPLE ACERO AL CARBON REDUCTOR IGS PARA ROCIADOR L=30CM	1" X 1/2"	UN	44	\$ 60.486	\$ 2.661.385
1.6.2	NIPLE ACERO AL CARBON REDUCTOR IGS PARA ROCIADOR L=30CM	1" X 3/4"	UN	121	\$ 60.486	\$ 7.318.808
1.6.3	ROCIADOR TIPO PENDENT K=5,6 RESPUESTA RAPIDA (QR) Ø - 1/2", COBERTURA ESTANDAR TEMPERATURA ORDINARIA, ACABADO CROMADO, INCLUYE ESCUDO ROCIADOR EN ACERO INOXIDABLE UL/FM	1/2"	UN	44	\$ 47.055	\$ 2.070.440
1.6.4	ROCIADOR TIPO PENDENT K=8,0 RESPUESTA RAPIDA (QR) Ø - 3/4", COBERTURA ESTANDAR TEMPERATURA ORDINARIA, ACABADO CROMADO, INCLUYE ESCUDO ROCIADOR EN ACERO INOXIDABLE UL/FM	3/4"	UN	121	\$ 55.055	\$ 6.661.709
1.6.5	BOQUILLA ABIERTA DE PREACCION K5,6 UL/FM	3/4"	UN	4	\$ 56.055	\$ 224.222
1.8	PINTURA DE TUBERIA					
1.8.1	PINTURA DE TUBERIA DE 1" EN ESMALTE ROJO BERMELLON	1"	ML	3.068	\$ 2.704	\$ 8.295.872
1.8.2	PINTURA DE TUBERIA DE 1 1/2" EN ESMALTE ROJO BERMELLON	1½"	ML	360	\$ 4.420	\$ 1.591.200
1.8.3	PINTURA DE TUBERIA DE 2 1/2" EN ESMALTE ROJO BERMELLON	2½"	ML	180	\$ 7.124	\$ 1.282.320
1.8.4	PINTURA DE TUBERIA DE 4" EN ESMALTE ROJO BERMELLON	4"	ML	560	\$ 12.116	\$ 6.784.960
	VALOR TOTAL SISTEMA CONTRA INCENDIO INCLUYE AII SIN IVA (PRESUPUESTO ESTIMADO DE INGENIERIA)					\$ 531.526.971

Planos por pisos

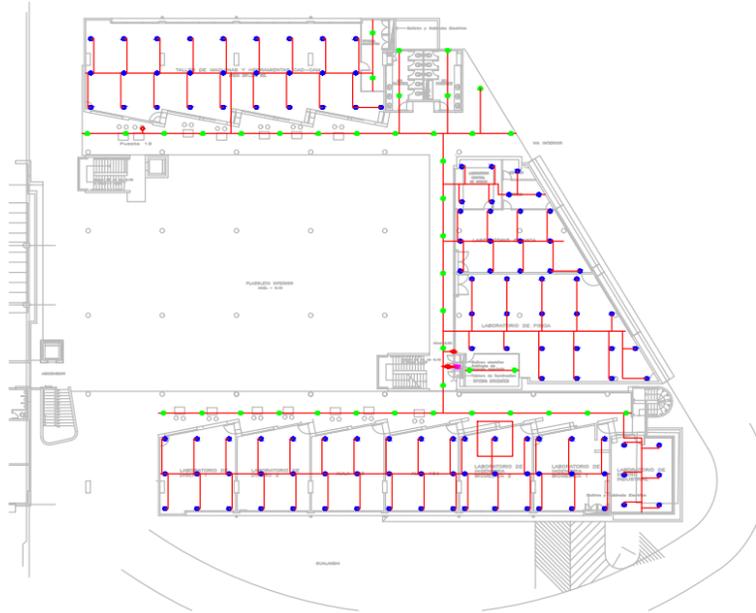


Ilustración 8. Plano árbol piso 1 Elaboración propia.

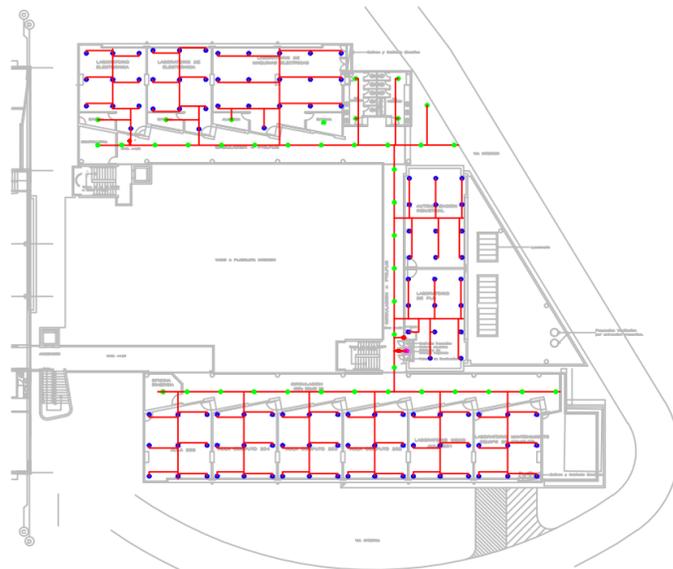


Ilustración 9. Plano árbol piso 2. Elaboración propia.

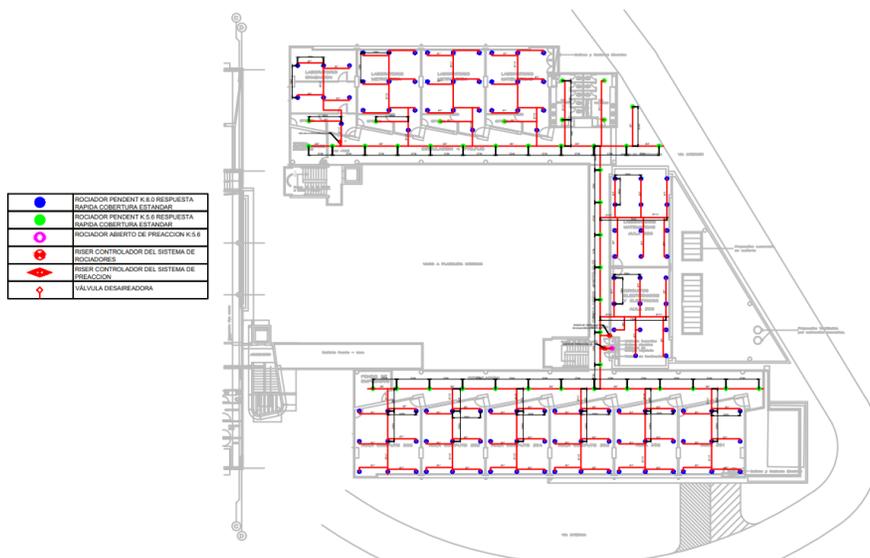


Ilustración 10. Plano árbol piso 3. Elaboración propia.

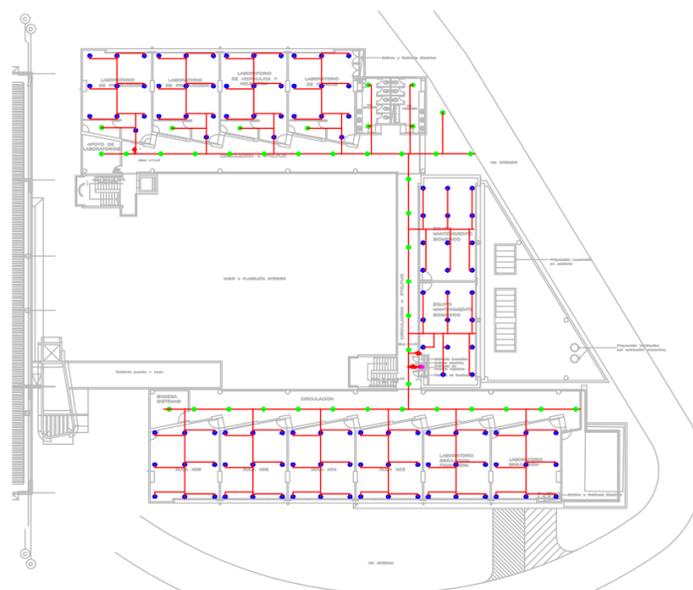


Ilustración 11. Plano árbol piso 4. Elaboración propia.

Diseño de sistema de rociadores de los bloques G y H en bucle:

Funcionamiento:

- En este sistema, varias tuberías principales están conectadas en un bucle cerrado.

- Las tuberías ramales se conectan a este bucle y alimentan a los rociadores.
- El agua puede fluir en cualquier dirección alrededor del bucle, lo que proporciona más de un recorrido para que el agua llegue a un rociador operativo.
- Las líneas ramales no están conectadas entre sí.

Características:

- Ofrece redundancia, ya que, si una sección del bucle se daña o se bloquea, el agua aún puede fluir alrededor del bucle y llegar a los rociadores.
- Puede ayudar a equilibrar la presión del agua en todo el sistema.

En resumen, mientras que el sistema en árbol es más simple y directo, los sistemas en malla y en bucle ofrecen redundancia y pueden ser más adecuados para edificios más grandes o con requisitos más complejos. La elección entre estos sistemas dependerá de las necesidades específicas del edificio y de los objetivos de diseño.

Cantidades y precios aproximados

Tabla 5. Cantidades y precios diseño en bucle Elaboración propia

BLOQUES G Y H ITM
 PARA: ITM
 FECHA: SEPTIEMBRE 25 DE 2023
 CONTIENE: CANTIDADES Y PRESUPUESTO SISTEMA DE REDES CONTRA INCENDIO (RCI)
 VERSION : 0A
PRESUPUESTO CON CANTIDADES NETAS PARA SISTEMA CONTRA INCENDIO - DISEÑO EN BUCLE

ITEM	ITEM	DIÁMETRO	UNIDAD	CANT	VALOR UNITARIO	TOTAL
1	SISTEMA CONTRA INCENDIO CON AGUA - SOTANOS					
1.1	TUBERIAS Y ACCESORIOS EN ACERO AL CARBON					
1.1.2	TUBERIA ACERO NEGRO SCH 10 RANURADA UL/FM	4"	ML	560	\$ 104.792	\$ 58.683.520
1.1.3	TUBERIA ACERO NEGRO SCH 40 ROSCADA UL/FM	1½"	ML	1.368	\$ 34.181	\$ 46.759.608
1.1.4	TUBERIA ACERO NEGRO SCH 40 RANURADA UL/FM	1"	ML	650	\$ 37.851	\$ 24.603.150
1.1.5	ACOPLE RANURADO RIGIDO EN HIERRO DUCTIL DE 4" UL/FM - INSTALACION RAPIDA ESTILO 009	4"	UN	450	\$ 101.081	\$ 45.486.450
1.1.6	ACOPLE RANURADO RIGIDO EN HIERRO DUCTIL DE 1½" UL/FM - INSTALACION RAPIDA ESTILO 009	1½"	UN	640	\$ 58.831	\$ 37.651.969
1.1.7	ACOPLE RIGIDO RANURADO IGS UL/FM ESTILO 108	1"	UN	175	\$ 43.776	\$ 7.660.800
1.1.8	ACOPLE RANURADO FLEXIBLE EN HIERRO DUCTIL DE 4" UL/FM ESTILO 75	4"	UN	16	\$ 100.971	\$ 1.615.536
1.1.9	TEE EN HIERRO DUCTIL RANURADO DE 4" UL/FM FIRELOCK	4"	UN	12	\$ 235.977	\$ 2.831.725
1.1.10	TEE EN HIERRO DUCTIL RANURADO DE 1½" UL/FM FIRELOCK	1½"	UN	12	\$ 111.251	\$ 1.335.015
1.1.11	CODO EN HIERRO DUCTIL RANURADO DE 1½" UL/FM FIRELOCK	1½"	UN	184	\$ 111.251	\$ 20.470.234
1.1.12	CODO EN HIERRO DUCTIL RANURADO DE 1" UL/FM - FIRELOCK	1"	UN	48	\$ 54.660	\$ 2.623.672
1.1.13	TAPON EN HIERRO DUCTIL RANURADO UL/FM FIRELOCK 365PSI	4"	UN	4	\$ 40.235	\$ 160.940
1.1.14	TEE MECÁNICA RANURADA UL/FM ESTILO 920	4" X 1½"	UN	40	\$ 165.629	\$ 6.625.149
1.1.15	TEE MECÁNICA RANURADA UL/FM ESTILO 920N	1½" X 1"	UN	102	\$ 123.367	\$ 12.583.414
1.1.16	TEE MECÁNICA RANURADA UL/FM ESTILO 921	4" X 1"	UN	176	\$ 155.367	\$ 27.344.592
1.1.17	JUNTA FLEXIBLE METALICA UL/FM	4"	UN	4	\$ 98.200	\$ 392.800
1.2	ESTACION DE CONTROL Y DRENAJE					
1.2.1	MODULO DE CONTROL DE ZONA VICTAULIC UMC UL/FM (incluye Valv.Control,Cheque,Sensor,Valv Prueba, Valv alivio)	4"	UN	4	\$ 3.160.975	\$ 12.643.901
1.2.2	MODULO DE CONTROL DE PREACCION VICTAULIC SERIE 769N	4"	UN	4	\$ 4.160.975	\$ 16.643.901
1.3	VALVULAS					
1.3.1	VALVULA DE GLOBO 300 PSI 1 1/2" (DRENAJE RISER) UL/FM	1½"	UN	4	\$ 697.698	\$ 2.790.790
1.3.2	VALVULA DESAIREADORA UL/FM	2½"	UN	4	\$ 850.698	\$ 3.402.790
1.4	PLAQUETAS DE IDENTIFICACION					
1.4.1	PLAQUETA DE IDENTIFICACION EN ACRILICO VALVULAS (0,04 x 0,08)	-	UN	16	\$ 28.764	\$ 460.226
1.4.2	PLAQUETA DE IDENTIFICACION EN ACRILICO ESTACION DE CONTROL ROCIADORES (0,04 x 0,08)	-	UN	16	\$ 28.764	\$ 460.226
1.6	ROCIADORES					
1.6.1	NIPLE ACERO AL CARBON REDUCTOR IGS PARA ROCIADOR L=30CM	1" X 1/2"	UN	44	\$ 60.486	\$ 2.661.385
1.6.2	NIPLE ACERO AL CARBON REDUCTOR IGS PARA ROCIADOR L=30CM	1" X 3/4"	UN	121	\$ 60.486	\$ 7.318.808
1.6.3	ROCIADOR TIPO PENDENT K=5,6 RESPUESTA RAPIDA (QR) Ø - 1/2", COBERTURA ESTANDAR TEMPERATURA ORDINARIA, ACABADO CROMADO, INCLUYE ESCUDO ROCIADOR EN ACERO INOXIDABLE UL/FM	1/2"	UN	44	\$ 47.055	\$ 2.070.440
1.6.4	ROCIADOR TIPO PENDENT K=8,0 RESPUESTA RAPIDA (QR) Ø - 3/4", COBERTURA ESTANDAR TEMPERATURA ORDINARIA, ACABADO CROMADO, INCLUYE ESCUDO ROCIADOR EN ACERO INOXIDABLE UL/FM	3/4"	UN	121	\$ 55.055	\$ 6.661.709
1.6.5	BOQUILLA ABIERTA DE PREACCION K:5,6 UL/FM	3/4"	UN	4	\$ 56.055	\$ 224.222
1.8	PINTURA DE TUBERIA					
1.8.1	PINTURA DE TUBERIA DE 1" EN ESMALTE ROJO BERMELLON	1"	ML	650	\$ 2.704	\$ 1.757.600
1.8.2	PINTURA DE TUBERIA DE 1 1/2" EN ESMALTE ROJO BERMELLON	1½"	ML	1.368	\$ 4.420	\$ 6.046.560
1.8.3	PINTURA DE TUBERIA DE 4" EN ESMALTE ROJO BERMELLON	4"	ML	560	\$ 12.116	\$ 6.784.960
	VALOR TOTAL SISTEMA CONTRA INCENDIO INCLUYE AII SIN IVA (PRESUPUESTO ESTIMADO DE INGENIERIA)					\$ 366.756.091

Piso 1

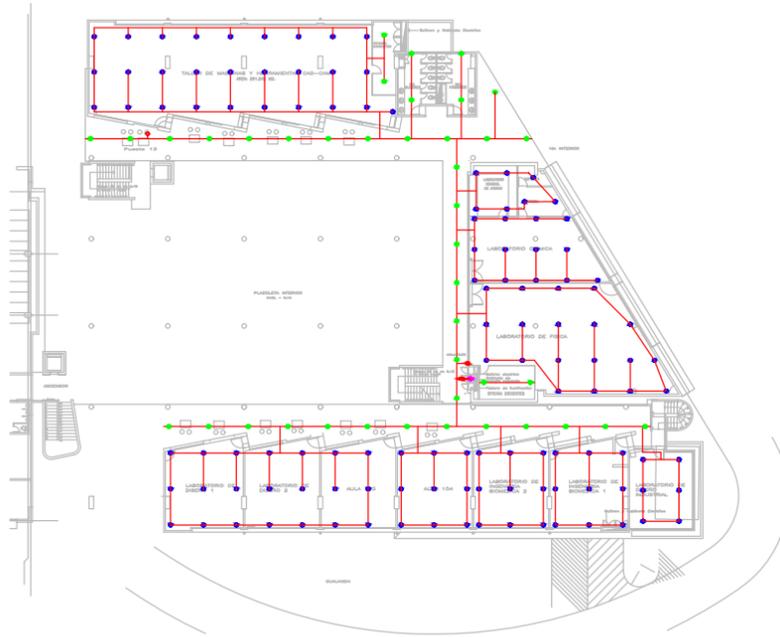


Ilustración 12. Plano en bucle piso 1. Elaboración propia

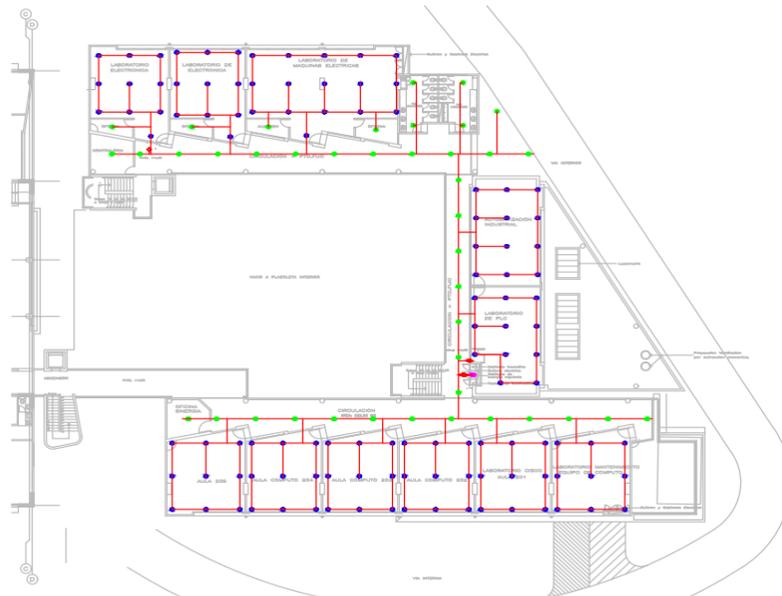


Ilustración 13. Plano en bucle piso 2. Elaboración propia.

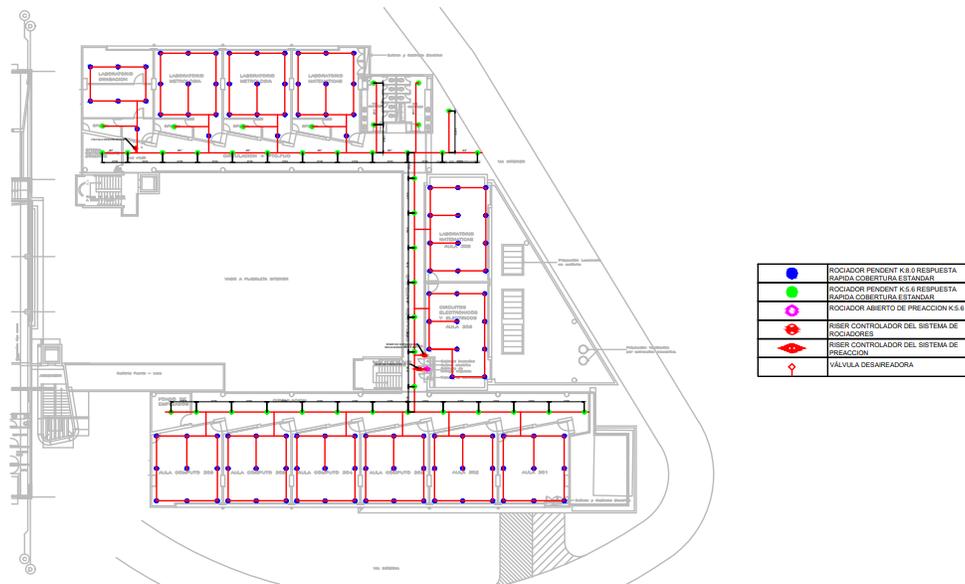


Ilustración 14. Plano en bucle piso 3. Elaboración propia.

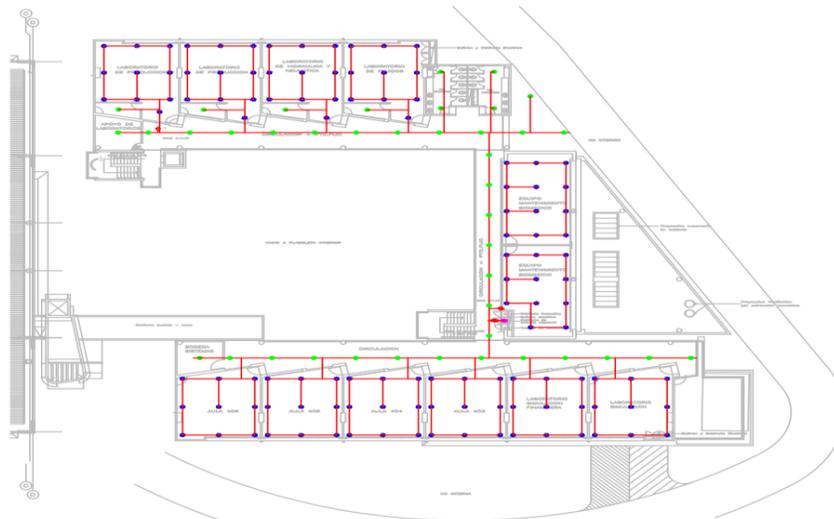


Ilustración 15. Plano en bucle piso 4. Elaboración propia.

Diseño de sistema de rociadores de los bloques G y H en malla:

Funcionamiento:

- Este sistema tiene una estructura jerárquica, similar a un árbol con ramas.



- Una tubería principal (tronco) suministra agua a todo el sistema.
- De esta tubería principal se desprenden tuberías secundarias (ramas) que se extienden hacia las diferentes áreas del edificio.
- Cada tubería secundaria alimenta a los rociadores individuales.
- No hay conexiones entre las tuberías secundarias, por lo que cada una opera de forma independiente.

Características:

- Es el diseño más simple y directo de los tres.
- Si la tubería principal se bloquea o se daña, puede afectar el suministro de agua a todas las tuberías secundarias y, por ende, a todos los rociadores.

Cantidades y precios aproximados

Tabla 6. Cantidades y precios estimados del diseño en malla. Elaboración propia.

BLOQUES G Y H ITM
PARA: ITM
FECHA: SEPTIEMBRE 25 DE 2023
CONTIENE: CANTIDADES Y PRESUPUESTO SISTEMA DE REDES CONTRA INCENDIO (RCI)
VERSION : DA
PRESUPUESTO CON CANTIDADES NETAS PARA SISTEMA CONTRA INCENDIO - DISEÑO EN MALLA

ITEM	ITEM	DIÁMETRO	UNIDAD	CANT	VALOR UNITARIO	TOTAL
1	SISTEMA CONTRA INCENDIO CON AGUA - SOTANOS					
1.1	TUBERIAS Y ACCESORIOS EN ACERO AL CARBON					
1.1.1	TUBERIA ACERO NEGRO SCH 10 RANURADA UL/FM	4"	ML	560	\$ 104.792	\$ 58.683.520
1.1.2	TUBERIA ACERO NEGRO SCH 40 ROSCADA UL/FM	1½"	ML	1.368	\$ 34.181	\$ 46.759.608
1.1.3	TUBERIA ACERO NEGRO SCH 40 RANURADA UL/FM	1"	ML	995	\$ 37.851	\$ 37.661.745
1.1.4	TUBERIA ACERO NEGRO SCH 40 RANURADA UL/FM	1"	ML	995	\$ 37.851	\$ 37.661.745
1.1.5	ACOPLE RANURADO RIGIDO EN HIERRO DUCTIL DE 4" UL/FM - INSTALACION RAPIDA ESTILO 009	4"	UN	450	\$ 101.081	\$ 45.486.450
1.1.6	ACOPLE RANURADO RIGIDO EN HIERRO DUCTIL DE 1½" UL/FM - INSTALACION RAPIDA ESTILO 009	1½"	UN	640	\$ 58.831	\$ 37.651.969
1.1.7	ACOPLE RIGIDO RANURADO IGS UL/FM ESTILO 108	1"	UN	250	\$ 43.776	\$ 10.944.000
1.1.8	ACOPLE RANURADO FLEXIBLE EN HIERRO DUCTIL DE 4" UL/FM ESTILO 75	4"	UN	16	\$ 100.971	\$ 1.615.536
1.1.9	TEE EN HIERRO DUCTIL RANURADO DE 4" UL/FM FIRELOCK	4"	UN	12	\$ 235.977	\$ 2.831.725
1.1.10	TEE EN HIERRO DUCTIL RANURADO DE 1½" UL/FM FIRELOCK	1½"	UN	12	\$ 111.251	\$ 1.335.015
1.1.11	CODO EN HIERRO DUCTIL RANURADO DE 1½" UL/FM FIRELOCK	1½"	UN	184	\$ 111.251	\$ 20.470.234
1.1.12	CODO EN HIERRO DUCTIL RANURADO DE 1" UL/FM - FIRELOCK	1"	UN	24	\$ 54.660	\$ 1.311.836
1.1.13	TAPON EN HIERRO DUCTIL RANURADO UL/FM FIRELOCK 365PSI	4"	UN	4	\$ 40.235	\$ 160.940
1.1.14	TEE MECÁNICA RANURADA UL/FM ESTILO 920	4" X 1½"	UN	40	\$ 165.629	\$ 6.625.149
1.1.15	TEE MECÁNICA RANURADA UL/FM ESTILO 920N	1½" X 1"	UN	102	\$ 123.367	\$ 12.583.414
1.1.16	TEE MECÁNICA RANURADA UL/FM ESTILO 921	4" X 1"	UN	176	\$ 155.367	\$ 27.344.592
1.1.17	JUNTA FLEXIBLE METALICA UL/FM	4"	UN	4	\$ 98.200	\$ 392.800
1.2	ESTACIÓN DE CONTROL Y DRENAJE					
1.2.1	MODULO DE CONTROL DE ZONA VICTAULIC UMC UL/FM (incluye Valv.Control,Cheque.Sensor,Valv.Prueba, Valv.alivio)	4"	UN	4	\$ 3.160.975	\$ 12.643.901
1.2.2	MODULO DE CONTROL DE PREACCION VICTAULIC SERIE 769N	4"	UN	4	\$ 4.160.975	\$ 16.643.901
1.3	VALVULAS					
1.3.1	VALVULA DE GLOBO 300 PSI 1 1/2" (DRENAJE RISER) UL/FM	1½"	UN	4	\$ 697.698	\$ 2.790.790
1.3.2	VALVULA DESAIREADORA UL/FM	2½"	UN	4	\$ 850.698	\$ 3.402.790
1.4	PLAQUETAS DE IDENTIFICACIÓN					
1.4.1	PLAQUETA DE IDENTIFICACION EN ACRILICO VALVULAS (0,04 x 0,08)	-	UN	16	\$ 28.764	\$ 460.226
1.4.2	PLAQUETA DE IDENTIFICACION EN ACRILICO ESTACION DE CONTROL ROCIADORES (0,04 x 0,08)	-	UN	16	\$ 28.764	\$ 460.226
1.6	ROCIADORES					
1.6.1	NIPLE ACERO AL CARBON REDUCTOR IGS PARA ROCIADOR L=30CM	1" X 1/2"	UN	44	\$ 60.486	\$ 2.661.385
1.6.2	NIPLE ACERO AL CARBON REDUCTOR IGS PARA ROCIADOR L=30CM	1" X 3/4"	UN	121	\$ 60.486	\$ 7.318.808
1.6.3	ROCIADOR TIPO PENDENT K=5,6 RESPUESTA RAPIDA (QR) Ø - 1/2", COBERTURA ESTANDAR TEMPERATURA ORDINARIA, ACABADO CROMADO, INCLUYE ESCUDO ROCIADOR EN ACERO INOXIDABLE UL/FM	1/2"	UN	44	\$ 47.055	\$ 2.070.440
1.6.4	ROCIADOR TIPO PENDENT K=8,0 RESPUESTA RAPIDA (QR) Ø - 3/4", COBERTURA ESTANDAR, TEMPERATURA ORDINARIA, ACABADO CROMADO, INCLUYE ESCUDO ROCIADOR EN ACERO INOXIDABLE UL/FM	3/4"	UN	121	\$ 55.055	\$ 6.661.709
1.6.5	BOQUILLA ABIERTA DE PREACCION K5,6 UL/FM	3/4"	UN	4	\$ 56.055	\$ 224.222
1.8	PINTURA DE TUBERIA					
1.8.1	PINTURA DE TUBERIA DE 1" EN ESMALTE ROJO BERMELLON	1"	ML	995	\$ 2.704	\$ 2.690.480
1.8.2	PINTURA DE TUBERIA DE 1 1/2" EN ESMALTE ROJO BERMELLON	1½"	ML	1.368	\$ 4.420	\$ 6.046.560
1.8.3	PINTURA DE TUBERIA DE 4" EN ESMALTE ROJO BERMELLON	4"	ML	560	\$ 12.116	\$ 6.784.960
	VALOR TOTAL SISTEMA CONTRA INCENDIO INCLUYE AIU SIN IVA (PRESUPUESTO ESTIMADO DE INGENIERIA)					\$ 382.718.930

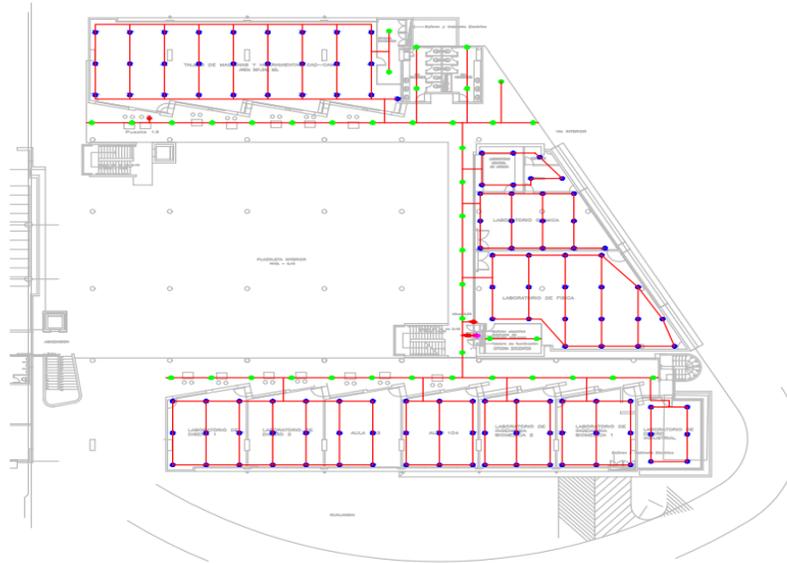


Ilustración 16. Plano en malla piso 1. Elaboración propia.

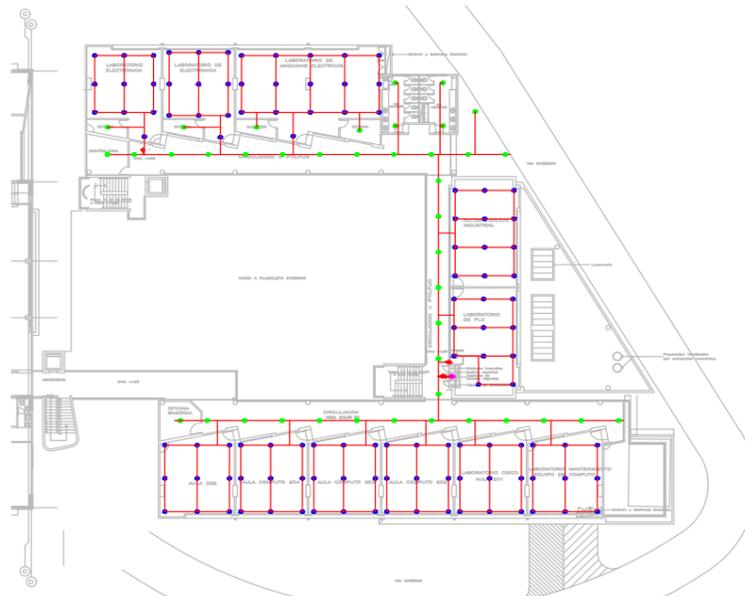


Ilustración 17. Plano en malla piso 2. Elaboración propia

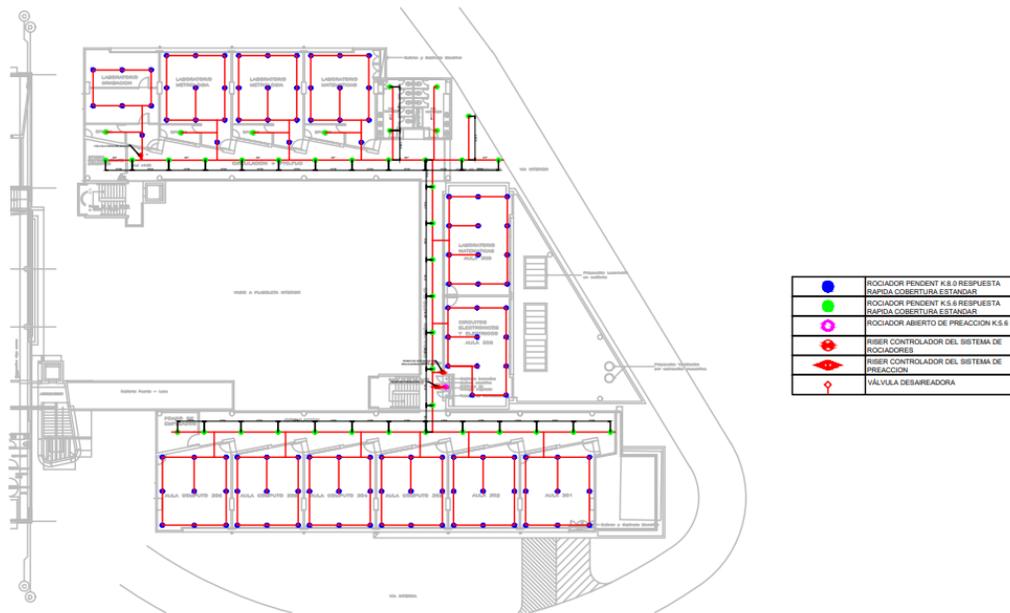


Ilustración 18. Plano en malla piso 3. Elaboración propia.

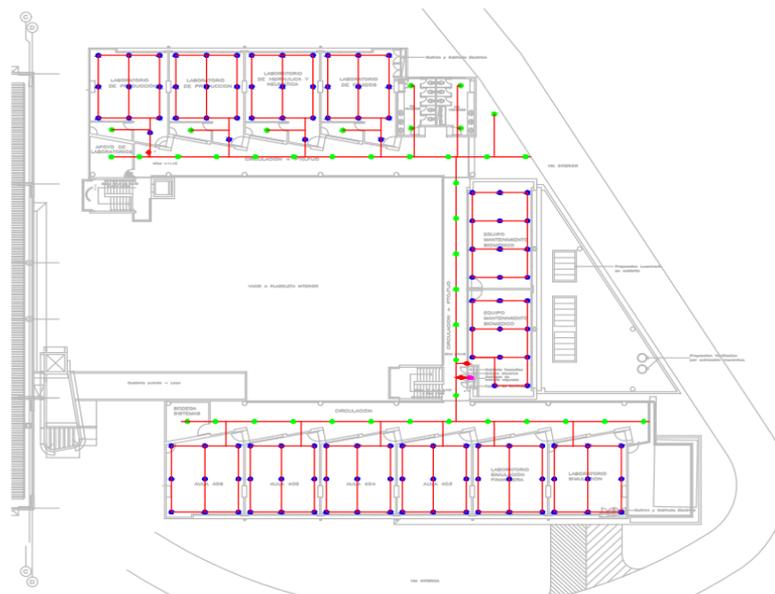


Ilustración 19. Plano en malla piso 4. Elaboración propia.

Piezas y componentes tubos SCH 10 – 40

Descripción: Es una tubería de acero al carbono con un grosor de pared estándar, conocido como "Schedule 40" (SCH40). Se utiliza comúnmente en sistemas de rociadores contra incendios debido a su resistencia y durabilidad.

Fabricación: Se produce mediante la extrusión de acero al carbono en forma de tubo, seguido de un proceso de laminado en caliente o en frío para alcanzar el grosor deseado. Luego, se somete a pruebas y tratamientos de superficie para prevenir la corrosión.



Diámetro Nominal NPS	Diámetro Exterior	Espesor de Pared	PESO TUBO DE 6 m. NEGRO	PESO TUBO DE 6 m. GALVANIZADO	Presión de Prueba
Pulg	Pulg	Pulg	Kg	Kg	psi
3/4"	1.050"	0.083"	7,68	7,96	700
1"	1.315"	0.109"	12,54	12,91	700
1 1/4"	1.660"	0.109"	16,14	16,62	1000
1 1/2"	1.900"	0.109"	18,66	19,19	1000
2"	2.375"	0.109"	23,58	24,29	1000
2 1/2"	2.875"	0.120"	31,56	32,43	1000
3"	3.500"	0.120"	38,76	39,79	1000
4"	4.500"	0.120"	50,22	51,58	1200
6"	6.625"	0.134"	83,10	85,12	1000



COMPOSICIÓN QUÍMICA	
ELEMENTO	GRADO A
Carbono	0.25% máximo
Manganeso	0.95% máximo
Fósforo	0.035% máximo
Azufre	0.035% máximo

Ilustración 20. Schedule 40" (SCH40) Victaulic. (2023). Schedule 40" (SCH40)

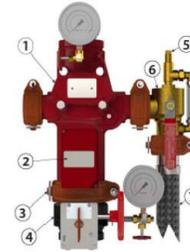
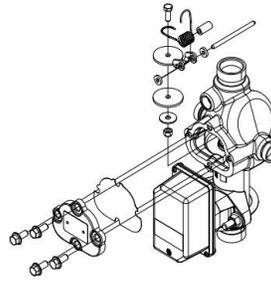
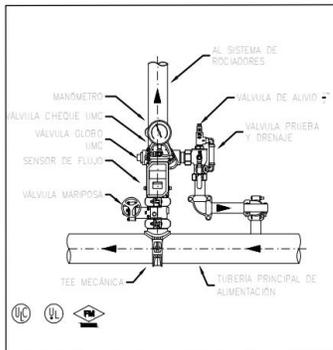
Riser controlador del sistema de rociadores

Descripción: Es el componente principal de un sistema de rociadores que regula el flujo de agua. Conecta la fuente de agua principal con la red de distribución del sistema.

Fabricación: Se fabrica utilizando acero fundido o forjado, y puede incluir válvulas, manómetros y otros componentes. Se ensambla y prueba para garantizar su

funcionamiento

adecuado.



Item	Descripción para tamaños de 1 1/4 - 6 pulgadas
1	Cuerpo UMC con placa de cubierta extraíble.
2	Sensor de flujo
3	Union rígida ranurada
4	Válvula de control con supervisión interna (opcional)
5	Válvula de alivio de presión ajustable (ARV)
6	Conjunto universal de prueba y drenaje (UTD)
7	Conjunto de manguera de drenaje flexible trenzada de acero inoxidable (Conexiones ranuradas x ranuradas)

DETALLE ESTACIÓN DE CONTROL Y DRENAJE UMC

Ilustración 21. Riser controlador. Victaulic. (2023). Riser controlador.

Riser controlador del sistema de preacción

Descripción: Similar al riser controlador estándar, pero diseñado para sistemas de preacción, donde el agua se mantiene fuera de las tuberías hasta que se detecta un incendio, momento en el cual el sistema se activa.

El riser controlador del sistema de preacción se activa cuando se detecta un incendio. Esto puede ocurrir por medio de un detector de humo, un detector de calor o un detector de llamas. Una vez que se detecta un incendio, el sistema de preacción se activa y el agua comienza a fluir por las tuberías.

El proceso de activación del riser controlador del sistema de preacción es el siguiente:

- El detector de incendios detecta el incendio y envía una señal al panel de control del sistema de preacción.
- El panel de control del sistema de preacción envía una señal al riser controlador.
- El riser controlador abre una válvula que permite que el agua fluya por las tuberías.

El agua fluye por las tuberías hasta las boquillas de los sistemas de rociadores. Las boquillas de los sistemas de rociadores se activan automáticamente cuando se calientan a una temperatura determinada.

Fabricación: Se fabrica de manera similar al riser controlador estándar, pero incluye componentes adicionales, como detectores y válvulas solenoides, para controlar el flujo de agua basado en la detección de incendios.

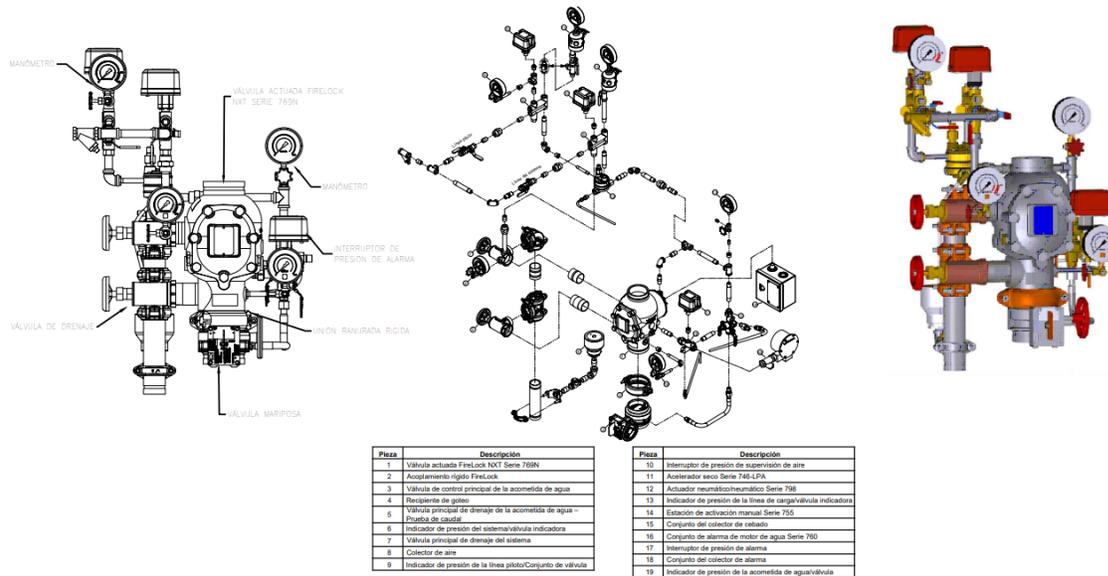


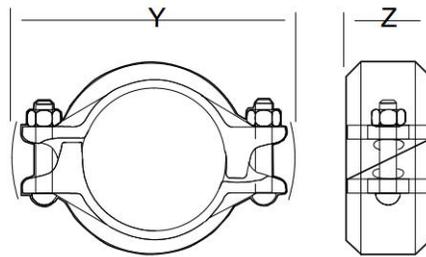
Ilustración 22. Riser controlador del sistema de preacción. Victaulic. (2023). Riser controlador del sistema de preacción

Unión ranurada rígida

Descripción: Es un conector utilizado para unir dos segmentos de tubería en sistemas ranurados. Proporciona una conexión rígida que no permite movimiento.

Fabricación: Se produce fundiendo hierro dúctil o acero, y luego se mecaniza para crear

la ranura y las roscas necesarias. Finalmente, se recubre para prevenir la corrosión.



Size		Pipe End Separation ²	Bolt/Nut	Dimensions			Weight	
Nominal inches DN	Actual Outside Diameter inches mm	Allowable inches mm	Qty	Size inches mm	X inches mm	Y inches mm	Z inches mm	Approximate (Each) lbs kg
1	1.315	0.05	2	3/8 x 2	2.36	4.22	1.84	1.6
DN25	33.7	1.2			60	107	47	0.7
1 1/4	1.660	0.05	2	3/8 x 2	2.69	4.62	1.84	1.6
DN32	42.4	1.2			68	117	47	0.7
1 1/2	1.900	0.05	2	3/8 x 2	2.94	5.81	1.84	1.6
DN40	48.3	1.2			75	148	47	0.7
2	2.375	0.07	2	1/2 x 2 1/2	3.35	5.78	1.84	2.3
DN50	60.3	1.7			85	147	47	1.0
2 1/2	2.875	0.07	2	1/2 x 2 3/4	3.88	6.38	1.84	2.6
	73.0	1.7			98	162	47	1.2
DN65	3.000	0.07	2		4.21	6.81	1.84	3.6
	76.1	1.7		M12 x 70.0	107	168	47	1.6
3	3.500	0.07	2	1/2 x 2 1/2	4.54	6.81	1.84	3.0
DN80	88.9	1.7			115	173	47	1.4
4	4.500	0.16	2	1/2 x 2 3/4	5.81	8.21	2.07	5.3
DN100	114.3	4.1			148	209	53	2.4

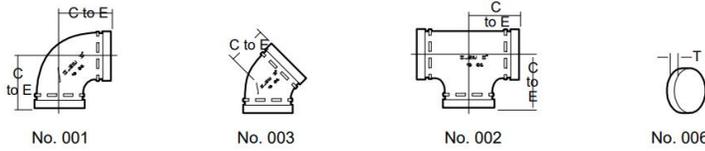
Ilustración 23. Unión ranurada rígida. Victaulic. (2023). Unión ranurada rígida

Accesorios ranurados

Descripción: Son componentes que cambian la dirección del flujo de agua o dividen el flujo en sistemas ranurados.

Fabricación: Se fabrican fundiendo hierro dúctil o acero en moldes con la forma deseada.

Luego, se mecanizan para crear las ranuras y se recubren para resistir la corrosión.



Nominal Size Inches DN	Actual Outside Diameter Inches mm	No. 001 90° Elbow		No. 003 45° Elbow		No. 002 Straight Tee		No. 006 Cap	
		C to E Inches mm	Approximate Weight Each lb kg	C to E Inches mm	Approximate Weight Each lb kg	C to E Inches mm	Approximate Weight Each lb kg	T Inches mm	Approximate Weight Each lb kg
1 1/4	1.860	—	—	—	—	—	—	0.82	0.3
DN32	45.4	—	—	—	—	—	—	21	0.1
1 1/2	1.900	—	—	—	—	—	—	0.82	0.4
DN40	48.3	—	—	—	—	—	—	21	0.2
2	2.375	2.75	1.6	2.00	1.4	2.75	2.4	0.88	0.6
DN50	60.3	70	0.7	51	0.6	70	1.1	22	0.3
2 1/2	2.875	3.00	2.1	2.25	2.2	3.00	3.4	0.88	1.0
DN65	73.0	76	1.0	57	1.0	76	1.5	22	0.5
3	3.500	3.38	3.4	2.50	3.1	3.38	5.1	0.88	1.2
DN80	88.9	86	1.5	64	1.4	86	2.3	22	0.5
4	4.500	4.00	5.7	3.00	5.1	4.00	7.5	—	—
DN100	114.3	102	2.7	76	2.2	102	3.1	25	1.1

DETALLE ACCESORIOS RANURADOS

Ilustración 24. Accesorios ranurados. Victaulic. (2023). Accesorios ranurados.

Tees mecánicas ranuradas

Descripción: Es un tipo especial de tee que permite la conexión de una tubería lateral a una tubería principal sin necesidad de cortar o roscar la tubería principal.

Fabricación: Se produce fundiendo hierro dúctil o acero en moldes específicos. Luego, se mecaniza para crear las ranuras y se recubre para resistir la corrosión.

2 x 1/2 (a) # 60	15	920N	500	1.50	2.00	2.53	—	1.61	5.35	2.75	3.1	—
	20	920N	3450	38.1	51	64	—	41	136	70	1.5	—
3/4 (a) # 20	15	920N	500	1.50	1.97	2.53	—	1.61	5.35	2.75	3.1	—
	20	920N	3450	38.1	50	64	—	41	136	70	1.5	—
1 (a) # 25	15	920N	500	1.50	1.85	2.53	—	1.61	5.35	2.75	3.0	—
	25	920N	3450	38.1	47	64	—	41	136	70	1.4	—
1 1/4 (a) # 32	15	920N	500	1.75	2.05	2.75	3.00	1.61	5.35	3.00	3.5	3.2
	32	920N	3450	44.5	52	70	76	41	136	83	1.7	1.5
1 1/2 (a) # 40	15	920N	500	1.75	2.03	2.75	3.12	1.61	5.35	3.25	3.6	3.2
	40	920N	3450	44.5	52	70	79	41	136	83	1.7	1.5
2 1/2 x 1/2 (a) # 65	15	920N	500	1.50	2.21	2.74	—	1.82	5.64	2.75	3.0	—
	20	920N	3450	38.1	56	70	—	46	143	70	1.4	—
3/4 (a) # 20	15	920N	500	1.50	2.18	2.74	—	1.82	5.64	2.75	3.0	—
	20	920N	3450	38.1	55	70	—	46	143	70	1.4	—
1 (a) # 25	15	920N	500	1.50	2.06	2.74	—	1.82	5.64	2.75	2.9	—
	25	920N	3450	38.1	52	70	—	46	143	70	1.4	—
1 1/4 (a) # 32	15	920N	500	1.75	2.30	3.00	3.25	1.82	6.29	3.00	3.5	3.2
	32	920N	3450	44.5	58	76	83	46	160	76	1.7	1.5
1 1/2 (a) # 40	15	920N	500	2.00	2.28	3.00	3.25	1.92	6.26	3.25	3.6	3.3
	40	920N	3450	50.8	58	76	83	46	159	83	1.7	1.6
76.1 x 1/2 (a) # 15	15	920N	300	1.50	2.22	2.75	—	2.25	6.46	3.18	3.9	—
	20	920N	2065	38.1	56	70	—	57	164	81	1.8	—
3/4 (a) # 20	15	920N	300	1.50	2.19	2.75	—	2.25	6.46	3.18	3.9	—
	20	920N	2065	38.1	56	70	—	57	164	81	1.8	—
1 (a) # 25	15	920N	300	1.50	2.07	2.75	—	2.25	6.46	3.18	3.8	—
	25	920N	2065	38.1	53	70	—	57	164	81	1.7	—
1 1/4 (a) # 32	15	920N	500	1.75	2.30	3.00	3.31	1.92	6.29	3.00	3.5	3.2
	32	920N	3450	44.5	56	76	84	49	160	76	1.6	1.5
1 1/2 (a) # 40	15	920N	500	2.00	2.28	3.00	3.31	1.92	6.29	3.25	3.5	3.3
	40	920N	3450	50.8	58	76	84	49	160	83	1.6	1.5
3 x 1/2 (a) # 80	15	920N	500	1.50	2.92	3.05	—	2.28	6.15	2.75	3.4	—
	20	920N	3450	38.1	64	78	—	58	156	70	1.6	—
3/4 (a) # 20	15	920N	500	1.50	2.49	3.05	—	2.28	6.15	2.75	3.4	—
	20	920N	3450	38.1	63	78	—	58	156	70	1.6	—
1 (a) # 25	15	920N	500	1.50	2.38	3.06	—	2.28	6.15	2.75	3.3	—
	25	920N	3450	38.1	61	78	—	58	156	70	1.5	—
1 1/4 (a) # 32	15	920N	500	1.75	2.55	3.25	3.56	2.28	6.15	3.00	3.8	3.7
	32	920N	3450	44.5	65	83	90	58	156	76	1.8	1.8
1 1/2 (a) # 40	15	920N	500	2.00	2.78	3.50	3.56	2.28	6.15	3.25	4.1	3.8
	40	920N	3450	50.8	71	89	90	58	156	83	1.9	1.8
2 (a) # 50	15	920N	500	2.50	2.75	3.50	3.56	2.28	6.75	3.88	4.9	4.6
	50	920N	3450	63.5	70	89	90	58	172	99	2.3	2.1
3 1/2 x 2 (a) # 90	15	920N	500	2.50	3.00	—	—	3.75	2.44	6.72	3.88	—
	20	920N	3450	63.5	76	—	—	62	171	99	—	3.8



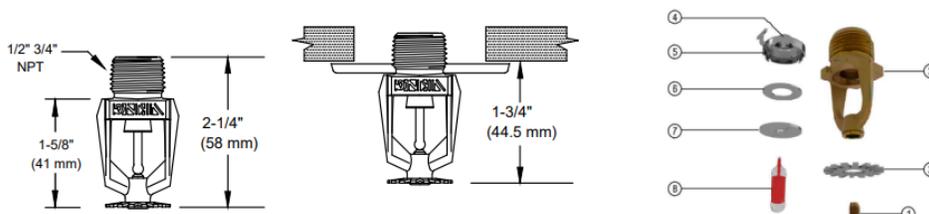
DETALLE TEES MECANICAS

Ilustración 25. Tees mecánicas ranuradas. Victaulic. (2023). Tees mecánicas ranuradas.

Rociadores K:56 Y K:8.0

Descripción: Es un tipo de rociador que cuelga del techo y dispersa agua hacia abajo y alrededor en caso de incendio.

Fabricación: Se fabrica utilizando latón o bronce. La cabeza del rociador se forma mediante fundición y luego se ensambla con un bulbo de vidrio que contiene un líquido que se expande con el calor. Cuando se alcanza una temperatura específica, el bulbo se rompe, activando el rociador.



Ref	Description	Material
1	Tornillo de compresión	Brass CW612N, CW508L, UNS-C36000
2	Deflector	Stainless steel UNS S30400
3	Cuerpo del rociador	CW602N, UNS-C84400 or QM brass
4	Junta del tapón	Polytetrafluoroethylene (PTFE)
5	Capuchón de pipa	Stainless steel UNS-S44400
6	Arandela	Nickel alloy
7	Disco de tapón	Stainless steel UNS-S30100
8	Bulb	Glass, nominal 0.10" (3 mm) diameter

Sprinkler Temperature Classification	Sprinkler Nominal Temperature Rating ¹	Maximum Ambient Ceiling Temperature ²	Bulb Color
Ordinary	135 °F (57 °C)	100 °F (38 °C)	Orange
Ordinary	155 °F (68 °C)	100 °F (38 °C)	Red
Intermediate	175 °F (79 °C)	150 °F (65 °C)	Yellow
Intermediate	200 °F (93 °C)	150 °F (65 °C)	Green
High	286 °F (141 °C)	225 °F (107 °C)	Blue

DETALLE ROCIADORES

Ilustración 26. Rociadores K:56 Y K:8.0. Victaulic. (2023). Rociadores K:56 Y K:8.0.

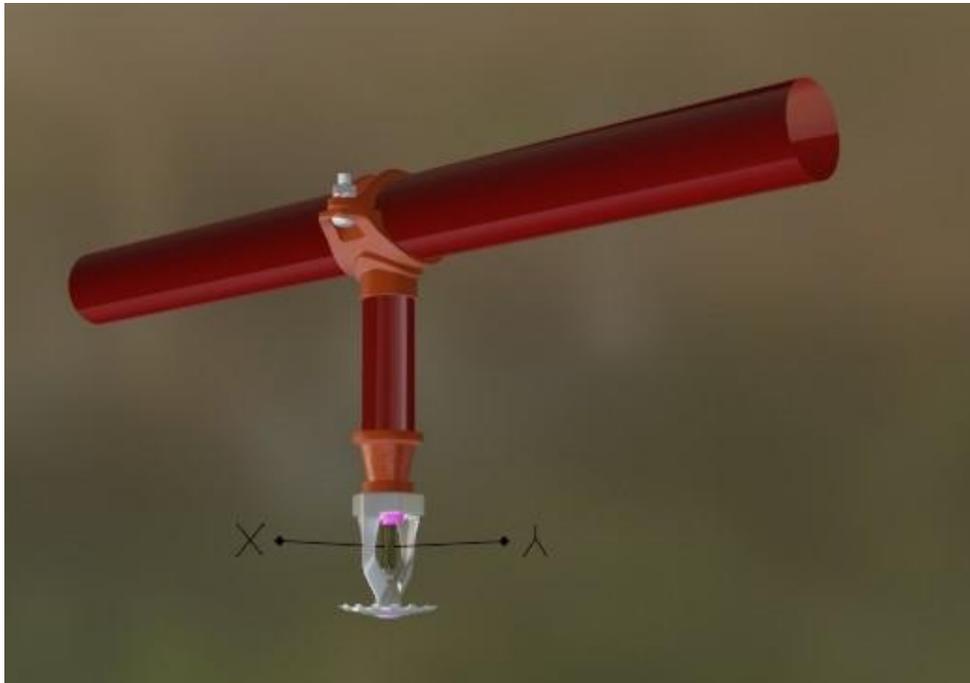


Ilustración 27. representación de instalación de rociadores pendent. Elaboración propia.

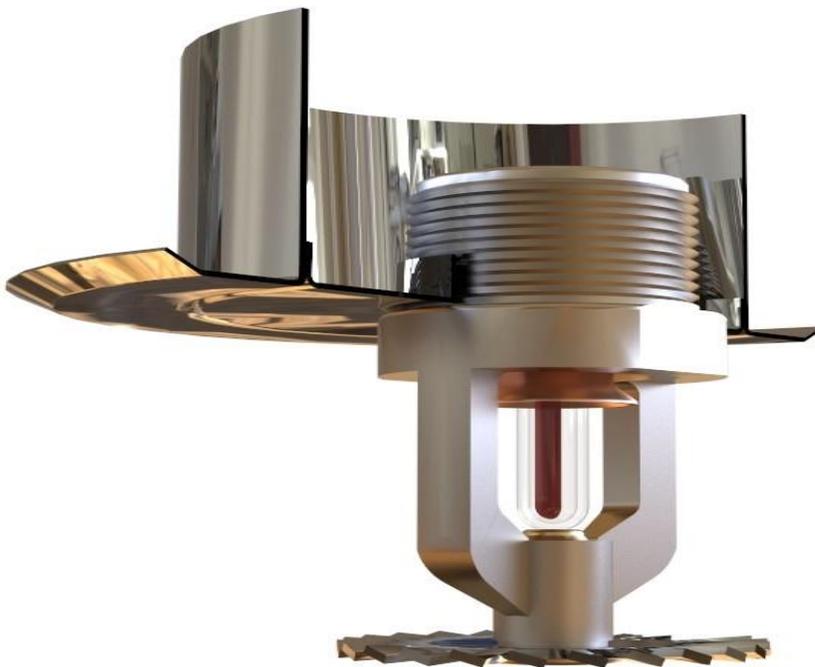


Ilustración 28. representación de rociadores pendent. Elaboración propia.

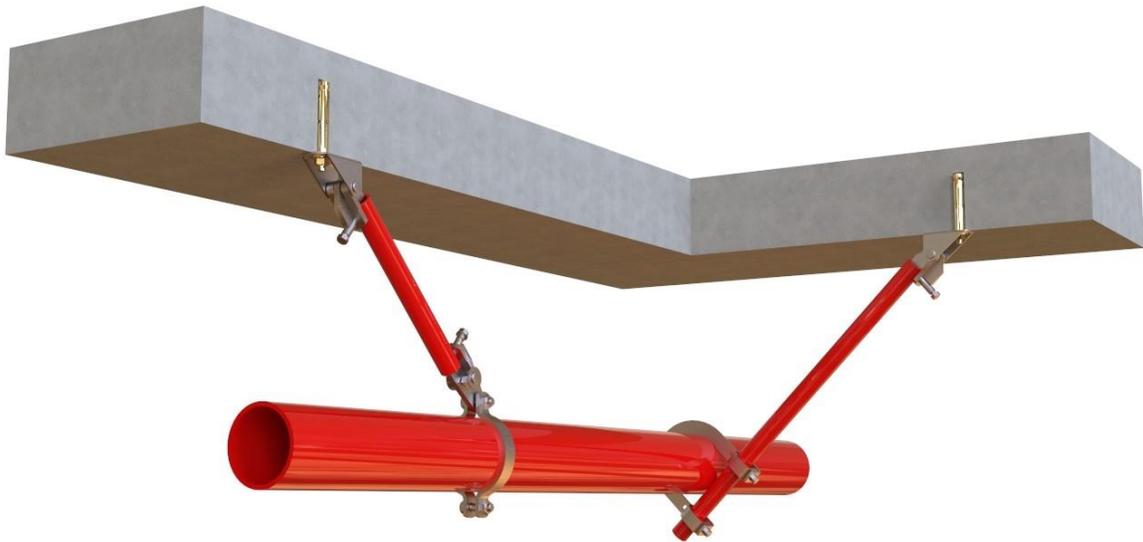


Ilustración 29. representación de diseño e instalación de soportes *sismorresistentes*. Elaboración propia.

Análisis de los 4 sistemas

1. Sistema de rociadores en árbol (Tree Sprinkler System):

Costo: 532 millones de pesos colombianos.

Ventajas:

- **Simplicidad:** Es el diseño más directo y sencillo de los tres, lo que puede facilitar su instalación y mantenimiento.
- **Adaptabilidad:** Es más fácil hacer cambios o expansiones en áreas específicas sin afectar todo el sistema.

Desventajas:

- **Falta de redundancia:** Si la tubería principal se daña o se bloquea, puede afectar el suministro de agua a todos los rociadores.
- **Costo:** Es el diseño más costoso de los tres.

2. Sistema de rociadores en malla (Gridded Sprinkler System):

Costo: 385 millones de pesos colombianos.

Ventajas:

- **Redundancia:** Si una sección de la tubería se bloquea o se daña, el agua aún puede llegar al rociador desde el otro extremo.
- **Cobertura eficiente:** Asegura que cada rociador reciba suficiente agua en caso de incendio.
- **Adaptabilidad:** Es más fácil adaptar y expandir áreas específicas del sistema en malla.

Desventajas:

- **Complejidad:** Requiere un diseño y una instalación más detallados, lo que puede complicar futuras modificaciones.

3. Sistema de rociadores en bucle (Looped Sprinkler System):

Costo: 366 millones de pesos colombianos.

Ventajas:

- **Redundancia:** Si una sección del bucle se daña o se bloquea, el agua aún puede fluir alrededor del bucle y llegar a los rociadores.
- **Presión equilibrada:** Puede ayudar a equilibrar la presión del agua en todo el sistema, lo que es beneficioso para edificios grandes.
- **Costo:** Es el diseño menos costoso de los tres.

Desventajas:

- **Complejidad:** Aunque es menos costoso que el sistema en malla, sigue siendo más complejo que el sistema en árbol.

4. Sistema de rociadores híbrido (diseño propio)

Ventajas:

- **Redundancia Superior:** La doble alimentación y las conexiones adicionales entre las tuberías secundarias garantizan una redundancia sin precedentes, a diferencia del sistema en bucle, donde solo hay redundancia en el bucle, este diseño ofrece redundancia tanto en la fuente de alimentación como en la distribución.
- **Distribución Eficiente del Agua:** Aprovecha las ventajas del sistema en malla para garantizar que cada rociador reciba agua suficiente, pero con la simplicidad del sistema en árbol.

- **Adaptabilidad Máxima:** Al combinar las características de los sistemas en árbol y malla, este diseño es altamente adaptable y puede ser modificado o expandido con facilidad, similar al sistema en malla, pero con una más intuitiva.
- **Simplicidad con Eficiencia:** Aunque combina características de dos sistemas, mantiene la simplicidad del diseño tipo árbol, facilitando su instalación y mantenimiento, mientras que ofrece la eficiencia en cobertura del sistema en malla.
- **Costo-Efectividad:** Aunque no se proporcionó un costo específico para este diseño, la combinación de características podría resultar en un sistema que ofrece la mejor relación calidad-precio, brindando características premium a un costo potencialmente menor que el sistema en árbol tradicional.

Desventajas:

- **Tiempo de instalación:** Dado que el sistema combina características de dos diseños diferentes, podría requerir un poco más de tiempo para su instalación en comparación con sistemas más simples. Sin embargo, este tiempo adicional garantiza una implementación adecuada y segura.
- **Requiere Especialización:** La instalación y el mantenimiento podrían requerir técnicos con experiencia en ambos sistemas (árbol y malla) para garantizar que se aprovechen al máximo las ventajas de cada diseño. Aunque esto podría verse como una limitación, también asegura que el sistema sea manejado por profesionales altamente capacitados.
- **Espacio Adicional:** La doble alimentación y las conexiones adicionales podrían requerir un poco más de espacio en comparación con sistemas más sencillos. Sin embargo, este espacio adicional es una pequeña concesión para la redundancia y eficiencia que ofrece.
- **Planificación Detallada:** Para maximizar las ventajas de este diseño combinado, se requiere una planificación detallada durante la fase de diseño. Aunque esto podría aumentar el tiempo de diseño, garantiza un sistema optimizado y eficiente.

Elección: Sistema de rociadores en híbrido (Diseño propio)

Argumento técnico:

1. **Doble Alimentación:** La incorporación de dos fuentes de alimentación garantiza una redundancia sin precedentes, asegurando que el sistema permanezca operativo incluso si una fuente se ve comprometida.

2. **Fusión Efectiva de Sistemas:** Al combinar las características de los sistemas tipo árbol y malla, se logra una distribución uniforme del agua a todos los rociadores, maximizando la eficiencia en la respuesta ante incendios.
3. **Optimización del Flujo:** La estructura combinada permite un flujo de agua constante y equilibrado, reduciendo las posibilidades de puntos de baja presión en el sistema.
4. **Adaptabilidad Modular:** El diseño permite modificaciones o expansiones en áreas específicas sin afectar la integridad del sistema completo, facilitando futuras adaptaciones o escalabilidad.
5. **Minimización de Vulnerabilidades:** Al fusionar características de ambos sistemas y agregar doble alimentación, se reducen las vulnerabilidades tradicionales asociadas con cada sistema individual.
6. **Eficiencia en la Utilización de Recursos:** Aunque combina características de dos sistemas, el diseño garantiza una utilización óptima de recursos hídricos y de infraestructura.
7. **Diseño Centrado en la Seguridad:** La estructura del sistema está diseñada para maximizar la seguridad, garantizando una distribución adecuada del agua en caso de incendio y minimizando los riesgos asociados con fallos del sistema.
8. **Eficiencia Espacial:** A pesar de su complejidad técnica, el diseño aprovecha el espacio de manera efectiva, garantizando redundancia y eficiencia sin comprometer el espacio utilizable.
9. **Enfoque Ecológico:** Al garantizar una distribución uniforme del agua, el diseño contribuye a la conservación del agua, reduciendo el desperdicio.
10. **Preparación para Futuras Adaptaciones:** El diseño está estructurado de tal manera que puede integrar futuras tecnologías o adaptaciones, asegurando su relevancia y eficacia a lo largo del tiempo.

Referente a la textura, obedece al carbón liso brillante de acuerdo a la normatividad, del mismo que la tubería, obedece al acero al carbón.

El proceso de fabricación de cada parte de un sistema contra incendios para la universidad puede variar dependiendo de los componentes específicos del sistema. Sin embargo, a continuación, se presenta un planteamiento general del proceso de fabricación para algunas partes comunes de un sistema contra incendios:

1. Detectores de humo:

- Adquisición de los componentes electrónicos necesarios, como sensores de humo, circuitos integrados y conectores.
- Diseño del circuito electrónico y desarrollo del software de detección de humo.
- Montaje de los componentes en una placa de circuito impreso.
- Pruebas de funcionamiento y calibración de los detectores de humo.
- Ensamblaje final del detector de humo, incluyendo la carcasa y los conectores.

2. Rociadores automáticos:

- Adquisición de los componentes necesarios, como boquillas de rociado, válvulas y tuberías.
- Diseño del sistema de rociadores, incluyendo la distribución de las boquillas y la ubicación de las válvulas.
- Fabricación de las boquillas de rociado y las válvulas según las especificaciones de diseño.
- Ensamblaje de las boquillas, válvulas y tuberías para formar el sistema de rociadores.
- Pruebas de funcionamiento y calibración del sistema de rociadores.

Para elaborar los diseños y planos de bocetos se implementaron las convenciones o símbolos permitidos por la normativa NFPA-170

	ROCIADOR PENDENT K:8.0 RESPUESTA RAPIDA COBERTURA ESTANDAR
	ROCIADOR PENDENT K:5.6 RESPUESTA RAPIDA COBERTURA ESTANDAR
	ROCIADOR ABIERTO DE PREACCION K:5.6
	RISER CONTROLADOR DEL SISTEMA DE ROCIADORES
	RISER CONTROLADOR DEL SISTEMA DE PREACCION
	VÁLVULA DESAIREADORA

Ilustración 30. Convenciones de Sistema de rociadores. NFPA-170. (2019). Sistema de rociadores.

3. Soportes sismorresistentes:

Los soportes sismorresistentes son esenciales en las instalaciones de tuberías contra incendios, especialmente en zonas propensas a terremotos. Estos soportes están diseñados para proteger las tuberías y otros componentes del sistema contra los daños que pueden ser causados por movimientos sísmicos.

1. Objetivo de los Soportes Sismorresistentes:

- Proporcionar estabilidad a las tuberías durante y después de un evento sísmico.
- Prevenir la ruptura de las tuberías y conexiones debido a movimientos bruscos.
- Asegurar que el sistema de rociadores contra incendios siga siendo operativo después de un terremoto.

2. Tipos de soportes:

- **Soportes Rígidos:** Estos soportes fijan firmemente las tuberías en su lugar y son adecuados para áreas donde se espera un movimiento sísmico mínimo.
- **Soportes Flexibles o Colgantes:** Permiten cierto grado de movimiento de las tuberías. Son esenciales en zonas con alta actividad sísmica.

Cálculos sismo-resistentes

Objetivo

Establecer los parámetros de diseño para el cálculo de arriostamiento de balanceo para el sistema de protección contra incendios diseñado para proteger los bloques G y H (laboratorios y talleres del Instituto Tecnológico Metropolitano Sede Robledo).

El propósito del arriostamiento de balanceo es garantizar que la red de tuberías tenga la capacidad de absorber los movimientos debidos a las cargas horizontales producidas durante un terremoto y garantizar que la protección contra incendios permanezca en condiciones de trabajo después de un terremoto.

Alcance

Los siguientes son los alcances de este documento:

Tubería de refuerzo para minimizar el movimiento diferencial incontrolado entre la tubería y la estructura a la que está unida.

Determine la carga de diseño sísmico horizontal (H) en una ubicación de refuerzo de balanceo.

Determinar la aceleración horizontal (factor "G") esperada de un terremoto en el área donde se encuentra el Instituto Tecnológico Metropolitano Sede Robledo.

Usar tipos apropiados de perchas de tubería y arriostamiento de balanceo, correctamente ubicados y unidos a la estructura para minimizar el potencial de extracción.

Para el desarrollo de este cálculo se considerarán como referencia los siguientes documentos normativos:

Factory Mutual.

FM 1-2 Terremotos.

FM 1-11 Fuego después de terremotos.

FM 2-0 Directrices de instalación para aspersores automáticos.

FM 2-8 Protección del terremoto para sistemas de protección contra incendios a base de agua

NFPA.

NFPA 13. Estándar para la instalación de sistemas de rociadores

Tabla 7. Glosario de términos

Glosario de términos

Diseño de estrés permitido (TEA):	Un método de diseño de miembros estructurales de tal manera que las tensiones calculadas producidas por las cargas normales de diseño por gravedad (por ejemplo, el peso del edificio y las cargas vivas de ocupación habituales) no excedan las tensiones permitidas que generalmente están por debajo del límite elástico del material. (Apéndice A Glosario de Términos FM 2-8)
Elástico	Un modo de comportamiento estructural en el que una estructura desplazada por una fuerza volverá a su estado original tras la liberación de la fuerza. (Apéndice A Glosario de Términos FM 2-8)
Refuerzo de cuatro vías	Arriostamiento de balanceo destinado a resistir el movimiento diferencial del sistema de tuberías en todas las direcciones horizontales. Más a menudo utilizado en tubería vertical. Cuando se aplica a tuberías horizontales, es esencialmente un soporte lateral y uno longitudinal en la misma ubicación. (Apéndice A Glosario de Términos FM 2-8)
Soporte lateral	Una abrazadera oscilante destinada a resistir el movimiento diferencial perpendicular al eje de una tubería horizontal. A veces se conoce como un soporte transversal. (Apéndice A Glosario de Términos FM 2-8)
Soporte longitudinal	Una abrazadera estabilizadora destinada a resistir el movimiento diferencial paralelo al eje de una tubería horizontal. (Apéndice A Glosario de Términos FM 2-8)
Aprobado por FM:	Un producto que ha sido aprobado y cumple con los requisitos de un estándar de aprobación específico y ha sido incluido en la Guía de aprobación, un recurso en línea de aprobaciones de FM. (Apéndice A Glosario de Términos FM 2-8)
S_{DS}	El parámetro de aceleración de respuesta espectral de diseño en un período corto (0,2 segundos) (con una amortiguación del 5% y ajustado para los efectos de la clase de sitio [suelo]), expresado como una parte de la aceleración gravitacional (g).

Localización del proyecto

El instituto tecnológico metropolitano, se encuentra ubicada en la ciudad de Medellín barrio Robledo. como se ve en la Imagen 1.



Ilustración 31. Ubicación del ITM. Google Maps. (2023). ITM. Institución Universitaria Tecnológico Metropolitano.

Descripción

Dado que, durante un terremoto las tuberías de los sistemas de rociadores pueden moverse violentamente, pueden verse seriamente comprometidas, generando grandes descargas de agua debido a su ruptura y causando daños a sistemas de edificios no estructurales, techos o equipos. Después de un terremoto, la amenaza de incendio aumenta debido a la mayor presencia de fuentes de ignición (liberación de gases inflamables o líquidos inflamables), por lo tanto, si el sistema no está adecuadamente soportado, podría ser difícil de controlar y convertirse en un incendio incontrolado y causar grandes pérdidas.

Por lo tanto, el diseño del soporte sísmico tiene por objeto:

- Mejorar en gran medida la probabilidad de que los sistemas de protección contra incendios permanezcan en orden después de un terremoto.
- Minimizar posibles daños por agua debido a fugas en el sistema de protección contra incendios.

Cargas sísmicas horizontales para el diseño de arriostramientos de balanceo

El primer paso es determinar la carga de diseño sísmico horizontal (H) en una ubicación de arriostamiento lateral basada en la siguiente ecuación:

$$H=G* Wp$$

Dónde:

G = la aceleración horizontal (factor "G") esperada de un terremoto.

Wp = el peso de la tubería llena de agua ubicada dentro de la zona de influencia para esa ubicación de refuerzo de balanceo.

El factor "G" mínimo, basado en el método de análisis de diseño de tensión permitida (ADS) según la siguiente ecuación:

$$G=(0.9)* S_{DS}$$

El factor "G" se determina en función de los valores genéricos de SDS:

Fm Global Zonas sísmicas de 50 años: G = 0.9 (basado en SDS = 1.3g)

Fm Global Zonas sísmicas de 100 años: G = 0.65 (basado en SDS = 0.9g)

Fm Global Zonas sísmicas de 250 años: G = 0.4 (basado en SDS = 0.55g)

Fm Global Zonas sísmicas de 500 años: G = 0.4 (basado en SDS = 0.55g)

De acuerdo con el Mapa Mundial de Terremotos de FM Global, el instituto tecnológico metropolitano sede Robledo está ubicado en una zona sísmica de 50 años, por lo tanto, el factor "G" es 0.9.

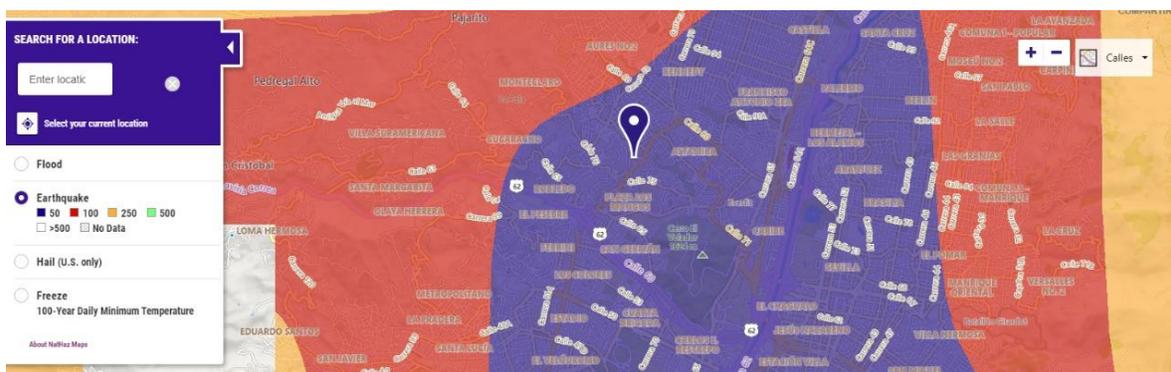


Ilustración 32. Factor G de 0.9. Elaboración propia.

Cálculo de cargas de diseño

Para calcular las cargas de diseño, se asume un factor de aceleración horizontal "G" = 0.9 para aplicar al peso de la tubería dentro de la zona de influencia. El peso de la tubería de acero llena de agua para los aceros de sch 10 y 40 se indica en el cuadro.

Tabla 8¹. Peso de la tubería de acero llena de agua

Schedule 10	
1 (25)	1.8 (26)
1 ¼ (32)	2.5 (37)
1 ½ (40)	3.0 (44)
2 (50)	4.2 (62)
2 ½ (65)	5.9 (87)
3 (80)	7.9 (116)
4 (100)	11.8 (173)
6 (150)	23.0 (338)
8 (200)	40.1 (589)
Schedule 40	
1 (25)	2.1 (31)
1 ¼ (32)	2.9 (43)
1 ½ (40)	3.6 (53)
2 (50)	5.1 (75)
2 ½ (65)	7.9 (116)
3 (80)	10.8 (159)
4 (100)	16.4 (241)
6 (150)	31.7 (465)
8 (200)	47.7 (700)

¹ Extraído de la Tabla 3.1.5 FM 2-8 Earthquake Protection

TRABAJO DE GRADO SISTEMA CONTRA INCENDIO PARA LOS TALLERES Y LABORATORIOS DE LOS BLOQUES G Y H DEL ITM SEDE ROBLEDO
 RICHARDO RESTREPO TAFUR



LISTADO DE CANTIDADES SISTEMA CONTRA INCENDIO

ITEM	BLOQUES G Y H DEL ITM SEDE ROBLEDO	UNIDAD	PISO 1	PISO 2	PISO 3	PISO 4	TOTAL	VALOR UNITARIO	TOTAL
SISTEMA CONTRA INCENDIO									
1.1	TUBERIAS Y ACCESORIOS								
1.1.1	TUBO DE ACERO NEGRO SCH. 40 UL/1M Ø 4"	ML	20	0	0	0	20	\$ 104.750	\$ 2.095.000
1.1.2	TUBO DE ACERO NEGRO SCH.40 UL/1M Ø 3"	ML	230	231	231	231	923	\$ 28.500	\$ 26.506.500
1.1.3	TUBO DE ACERO NEGRO SCH.40 UL/1M Ø 3 1/2"	ML	385	355	359	357	1.456	\$ 34.181	\$ 50.056.136
1.1.4	TUBO DE ACERO NEGRO SCH.40 UL/1M Ø 3"	ML	637	638	634	634	2.533	\$ 37.851	\$ 96.498.073
1.1.5	TUBO DE ACERO NEGRO SCH.40 UL/1M Ø 3"	ML	1	1	1	1	4	\$ 33.700	\$ 134.600
1.1.6	TAPON BARRIADO UL/1M Ø 4"	UN	1	0	0	0	1	\$ 40.235	\$ 40.235
1.1.7	CODO 90° BARRIADO UL/1M Ø 3"	UN	38	38	38	38	152	\$ 151.200	\$ 23.596.800
1.1.8	CODO 90° BARRIADO UL/1M Ø 3 1/2"	UN	24	40	48	48	160	\$ 111.251	\$ 18.010.160
1.1.9	CODO 90° ROSCADO Ø 3" UL/1M	UN	170	162	168	168	668	\$ 70.500	\$ 47.096.400
1.1.10	TEE BARRIADA UL/1M Ø 3"	UN	37	37	37	37	148	\$ 225.200	\$ 33.329.600
1.1.11	TEE BARRIADA UL/1M Ø 3 1/2"	UN	40	39	40	40	159	\$ 111.251	\$ 17.688.952
1.1.12	TEE ROSCADA Ø 3" UL/1M	UN	200	168	169	172	709	\$ 84.200	\$ 59.637.800
1.1.13	REDUCCION CONCENTRICA ROSCADA Ø 3" x 3/4" UL/1M	UN	121	114	114	118	467	\$ 60.480	\$ 28.246.968
1.1.14	REDUCCION CONCENTRICA ROSCADA Ø 3" x 1/2" UL/1M	UN	41	40	41	43	165	\$ 63.480	\$ 10.475.190
1.1.15	UNION BARRIADA BUEIDA Ø 4" UL/1M	UN	4	0	0	0	4	\$ 101.081	\$ 406.324
1.1.16	UNION BARRIADA BUEIDA Ø 3" UL/1M	UN	143	143	143	143	572	\$ 100.600	\$ 57.543.200
1.1.17	UNION BARRIADA BUEIDA Ø 3 1/2" UL/1M	UN	178	216	228	228	850	\$ 58.811	\$ 50.006.121
1.1.18	UNION BARRIADA FLEXIBLE Ø 4" UL/1M	UN	4	0	0	0	4	\$ 100.971	\$ 405.884
1.1.19	UNION BARRIADA FLEXIBLE Ø 3" UL/1M	UN	40	40	40	40	160	\$ 100.750	\$ 16.120.000
1.1.20	TEE MECANICA BARRIADA Ø 4" x 3" UL/1M	UN	1	0	0	0	1	\$ 175.300	\$ 175.300
1.1.21	TEE MECANICA BARRIADA Ø 3 1/2" x 3" UL/1M	UN	22	19	20	20	81	\$ 162.200	\$ 13.143.200
1.1.22	TEE MECANICA ROSCADA Ø 3" x 3" UL/1M	UN	70	70	70	72	282	\$ 154.500	\$ 43.569.000
1.1.23	TEE MECANICA ROSCADA Ø 3 1/2" x 3" UL/1M	UN	220	224	226	232	902	\$ 182.200	\$ 164.814.400
1.1.24	TEE MECANICA ROSCADA Ø 3" x 3/2" UL/1M	UN	1	1	1	1	4	\$ 168.400	\$ 675.600
VALVULAS									
1.2	VALVULA DESARRIADORA	UN	1	1	1	1	4	\$ 850.698	\$ 3.402.792
1.2.1	VALVULA GLOBO Ø 1" DRENAJE UL/1M	UN	1	1	1	1	4	\$ 697.698	\$ 2.790.792
1.2.2	VALVULA GLOBO Ø 1" DRENAJE Ø 1/2" UL/1M	UN	1	1	1	1	4	\$ 1.500.000	\$ 6.000.000
PARAGUAS DE IDENTIFICACION									
1.3	ETIQUETA PLACA IDENTIFICA PARA PISOS CONTRA INCENDIO	UN	2	2	2	2	8	\$ 55.000	\$ 440.000
ROBORES									
1.4	VALVULA MANDRISA BARRIADA Ø 3" UL/1M	UN	1	1	1	1	4	\$ 1.507.000	\$ 6.028.000
1.4.1	VALVULA OROSCA BARRIADA Ø 3" UL/1M	UN	1	1	1	1	4	\$ 1.875.000	\$ 7.500.000
1.4.2	SENSOR DE FUGA Ø 3" UL/1M	UN	1	1	1	1	4	\$ 477.893	\$ 1.911.572
1.4.3	MANDRINETOS UL/1M	UN	2	2	2	2	8	\$ 141.151	\$ 1.129.208
1.4.4	VALVULA GLOBO Ø 1" DRENAJE UL/1M	UN	1	1	1	1	4	\$ 758.200	\$ 3.032.800
ROBORES									
1.5	ROBORES								
1.5.1	ROBORES PENDIENT RESPUESTA RAPIDA K.8 UL/1M	UN	121	116	115	118	470	\$ 72.500	\$ 34.075.000
1.5.2	ROBORES PENDIENT RESPUESTA RAPIDA K.8 UL/1M	UN	43	43	43	43	172	\$ 67.300	\$ 11.441.000
SOportes									
1.6	SOportes								
1.6.1	SOPORTE TIPO PERA Ø 3"	UN	90	90	90	90	360	\$ 23.683	\$ 8.527.334
1.6.2	SOPORTE TIPO PERA Ø 3 1/2"	UN	140	148	159	151	604	\$ 13.843	\$ 8.384.000
1.6.3	SOPORTE TIPO PERA Ø 3"	UN	329	278	305	337	1.249	\$ 16.813	\$ 20.917.506
1.6.4	SOPORTE CANAL EN "C" Ø 3"	UN	10	0	0	0	10	\$ 35.700	\$ 357.000
1.6.5	SOPORTE SISMORRESISTENTE 4 MAS Ø 4"	UN	20	0	0	0	20	\$ 55.000	\$ 1.100.000
1.6.6	SOPORTE SISMORRESISTENTE LONGITUDINAL Ø 3"	UN	18	18	18	18	72	\$ 438.610	\$ 31.681.720
1.6.7	SOPORTE SISMORRESISTENTE TRANSVERSAL Ø 3"	UN	28	28	28	28	112	\$ 370.304	\$ 41.488.032

Ilustración 33. Listado de cantidades y precios sistema contra incendio. Elaboración propia.

Cantidades y precios.

Según la cotización realizada junto con la empresa de mi asesor externo y profesional en el área, es de \$1.014.105.744, (mil catorce millones ciento cinco mil setecientos cuarenta y cuatro pesos).

Esto abarca todos los elementos y equipos necesarios para llevar a cabo la implementación y el montaje basados en el diseño de red contra incendio tipo híbrido.

Resultados del cálculo de arriostamiento de balanceo

Los resultados para el cálculo del soporte sismorresistente se encuentran en adjuntados en archivo de Drive en los anexos, teniendo en cuenta lo observado en los numerales anteriores y de acuerdo con los planos del sistema de extinción.

Resultados del cálculo hidráulicos

Gráfico 1. Cálculo hidráulico piso 1. Elaboración propia.

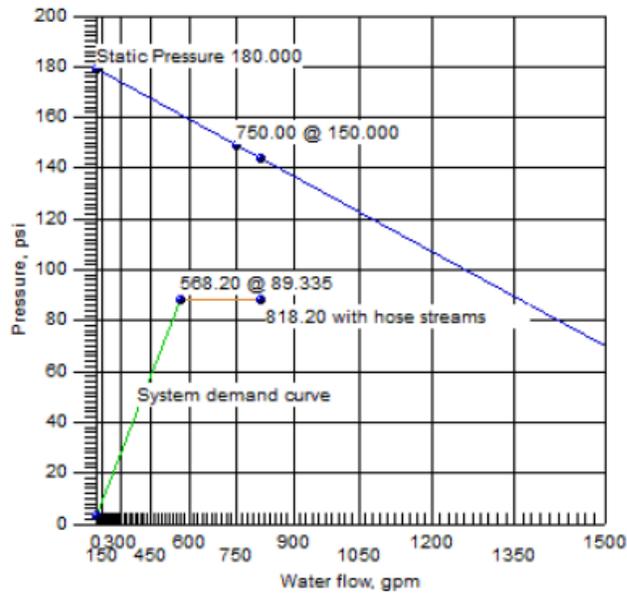


Gráfico 2. Cálculo hidráulico piso 2. Elaboración propia.

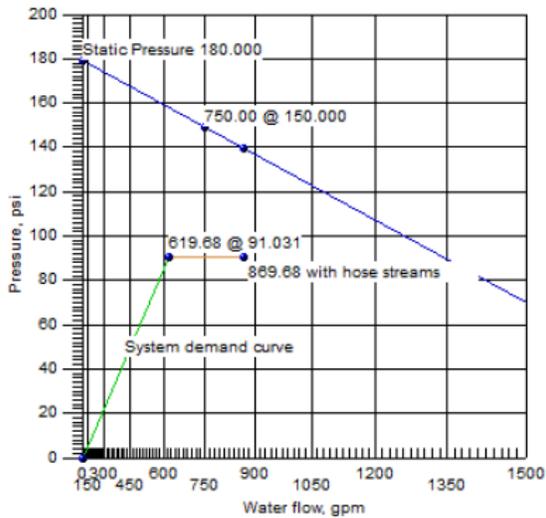


Gráfico 3. Cálculo hidráulico piso 3. Elaboración propia.

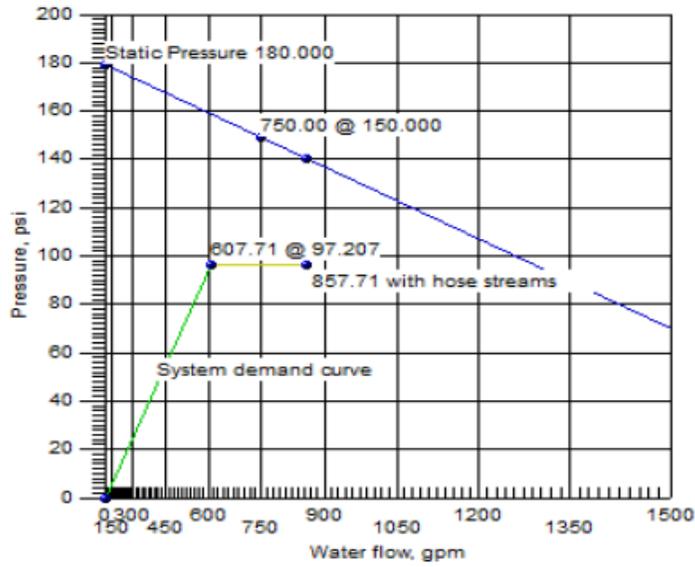
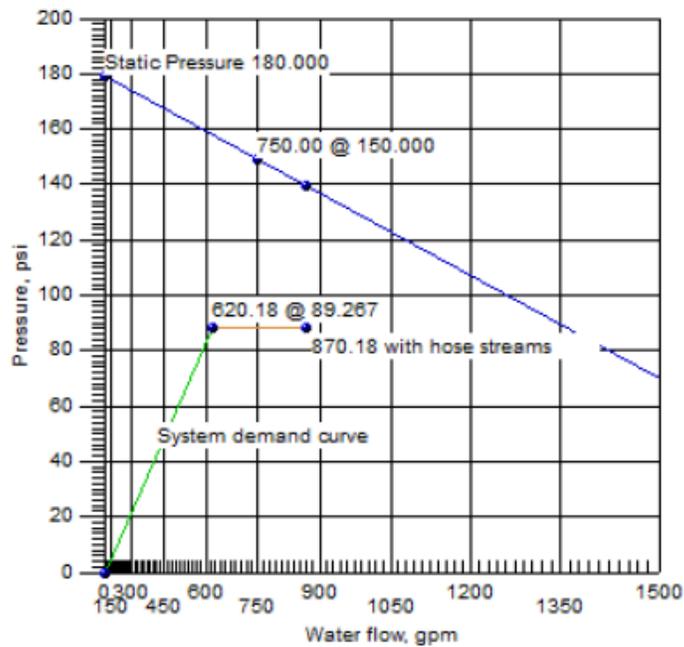


Gráfico 4. Cálculo hidráulico piso 4. Elaboración propia.



Resultados del cálculo hidraulicos

La curva de demanda del sistema es una curva que muestra la cantidad de agua que un sistema contra incendios necesita proporcionar para combatir un incendio.

En la gráfica, el eje X representa el caudal de agua en galones por minuto (gpm) y el eje Y representa la presión del agua en libras por pulgada cuadrada (psi).

La línea azul de la gráfica muestra la capacidad de la bomba contra incendios. La línea verde muestra la demanda del sistema de rociadores contra incendios. La línea roja muestra la demanda total del sistema, que incluye la demanda del sistema de rociadores y el caudal de las mangueras.

Los resultados de los calculos hidraulicos (anexos) muestran las demandas de caudal y presión de cada sistema, adicional por seguridad se adiciona 250 gpm de mangueras por normativa, estos calculos se hicieron con los datos obtenidos de la bomba existente en la institución, con una capacidad de 750 gpm y una presión estática de 180 psi, es capaz de satisfacer la demanda de flujo y presión del sistema de rociadores del piso 4, que es el más demandante.

La presión requerida para el sistema es de 89.267 psi, y la bomba proporciona un margen de seguridad sustancial de 61.089 psi sobre esta demanda. Esto indica que el sistema de rociadores en el piso 4 está bien dentro de los límites operativos de la bomba existente, asegurando una eficacia adecuada del sistema contra incendios para este nivel del edificio.

Planos diseño RCI

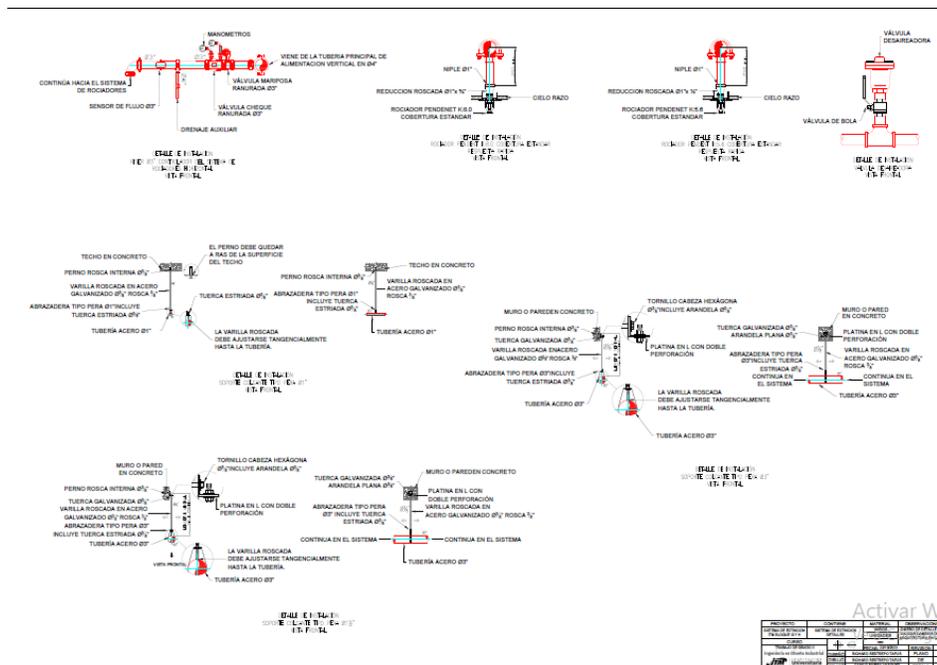


Ilustración 34. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-Detalles 01

Elaboración propia.

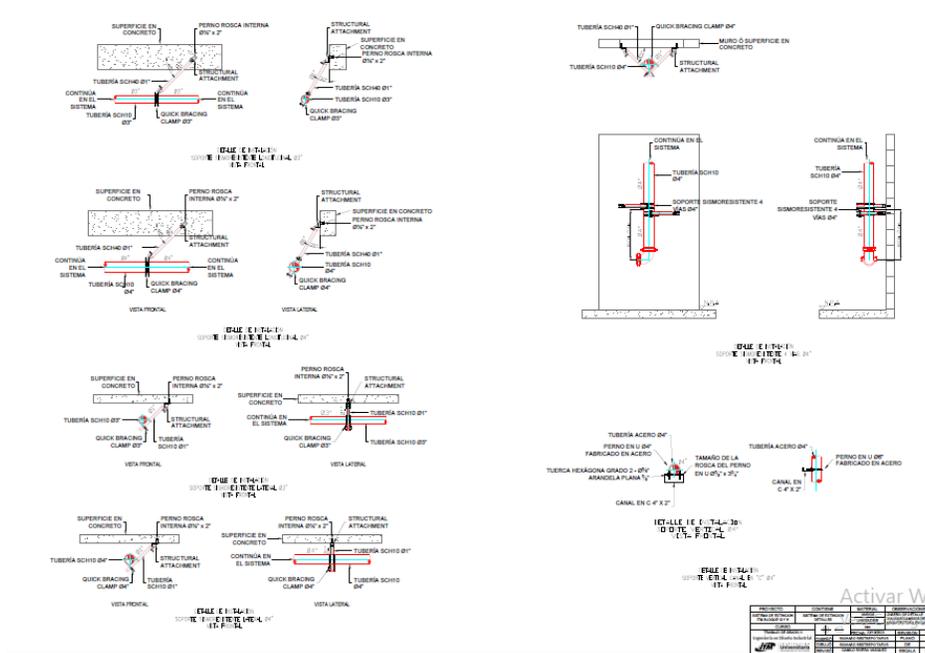


Ilustración 35. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-Detalles 02.

Elaboración propia.

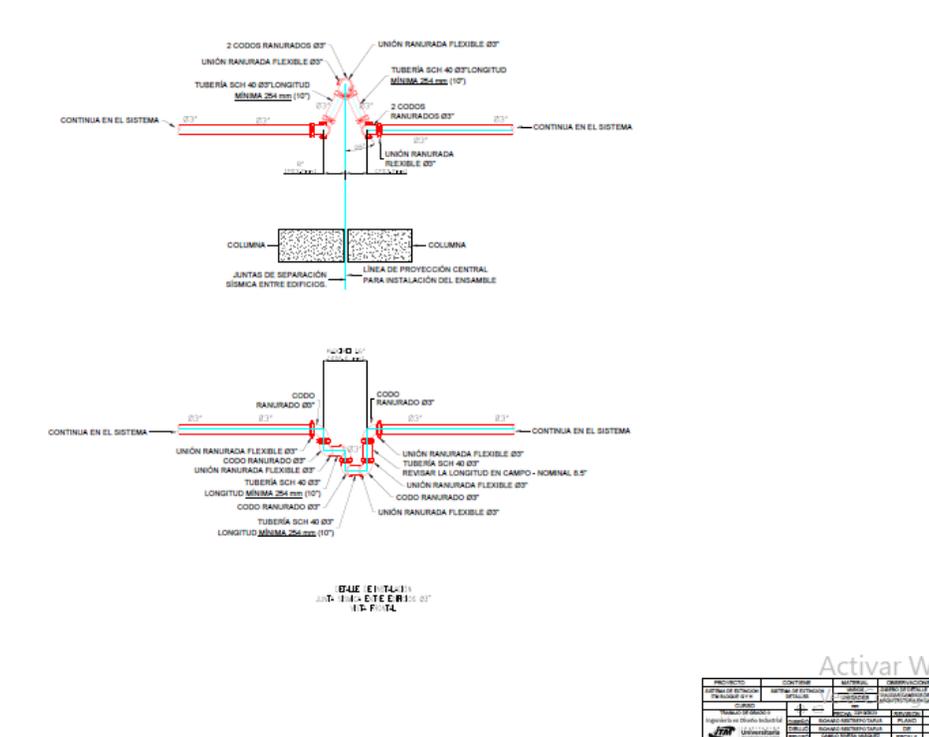




Ilustración 36. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-Detalles 03.
Elaboración propia.

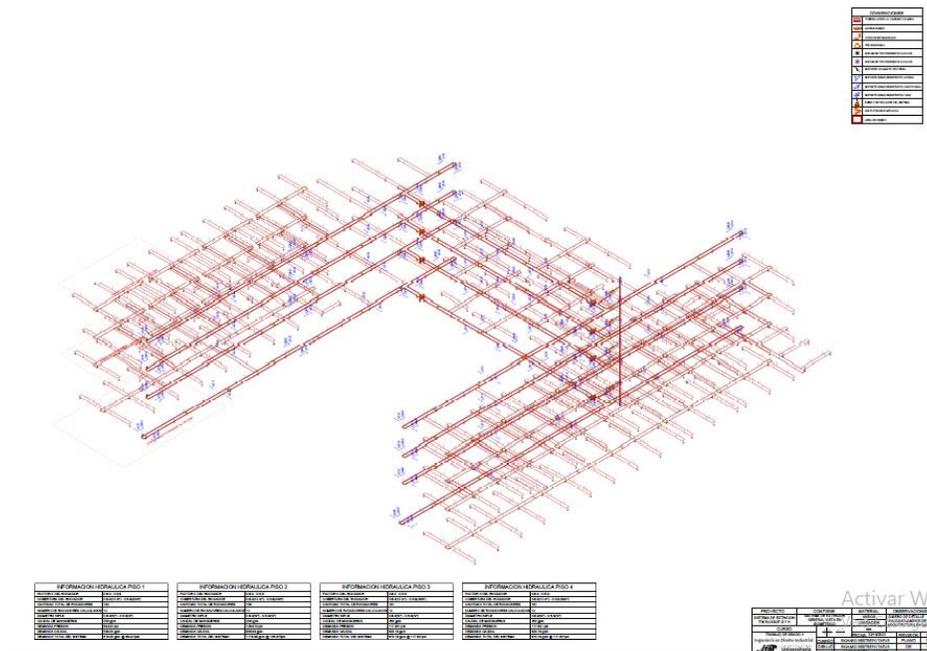


Ilustración 37. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-General Isometrico
.Elaboración propia.



Ilustración 38. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-Piso 1 Isometrico. Elaboración propia.



Ilustración 39. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-Piso 1 Planta. Elaboración propia.





Ilustración 40. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-Piso 2 Isometrico. Elaboración propia.

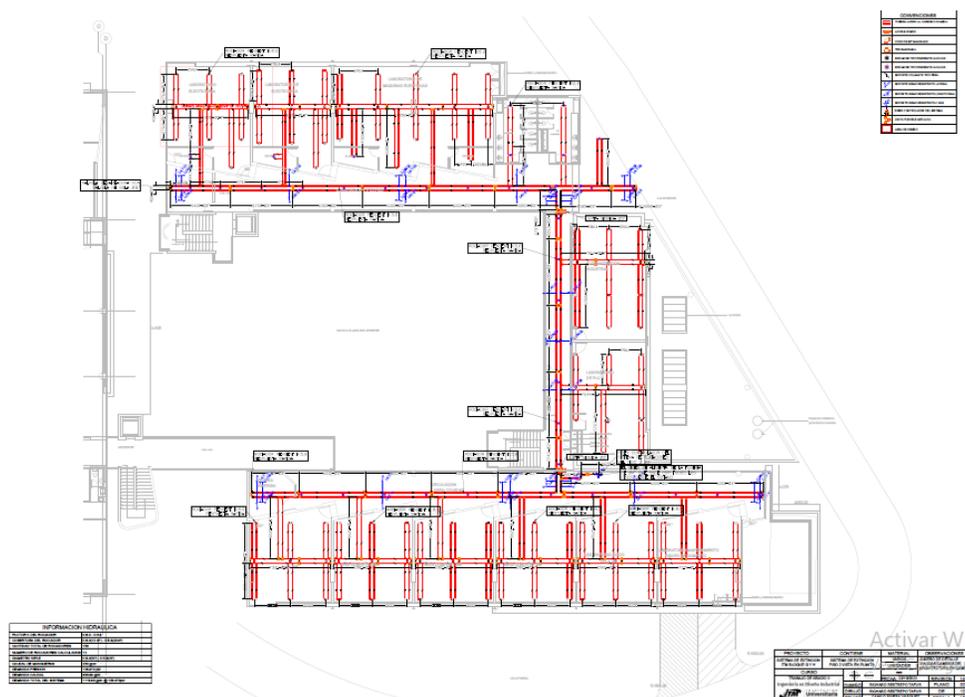


Ilustración 41. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-Piso 2 Planta. Elaboración propia.



Ilustración 42. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-Piso 3 Isometrico. Elaboración propia.

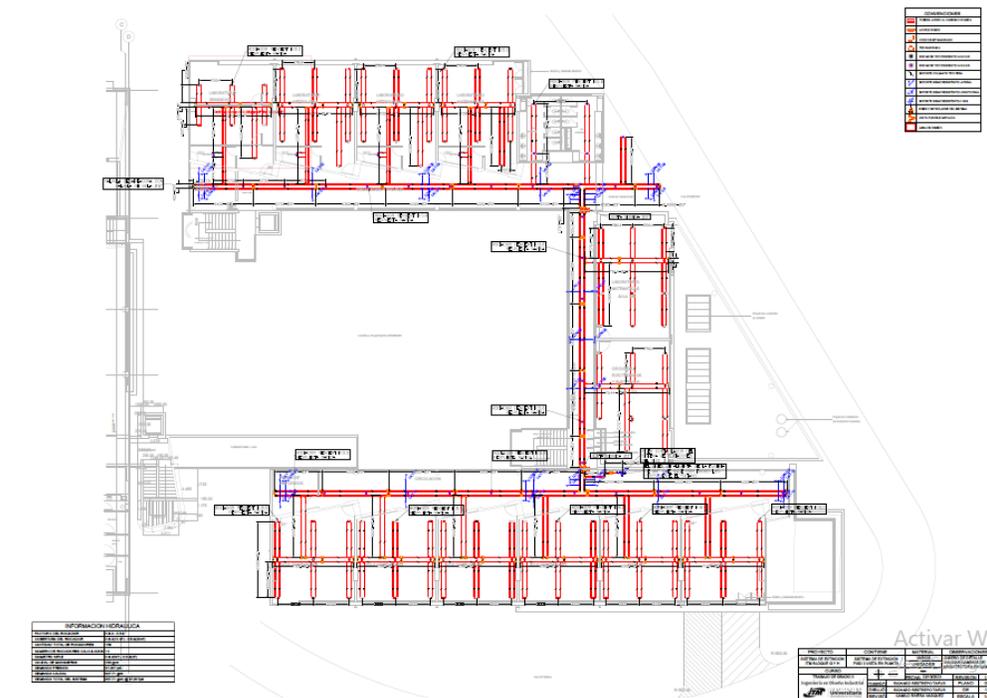


Ilustración 43. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-Piso 3 Planta. Elaboración propia.





Ilustración 45. Planos Diseño Rci - Itm Robledo - Bloques G Y H 22.10.23-Piso 4 Planta.
Elaboración propia.



Ilustración 46. Renderizado sistema contra incendio en taller metal mecanico - itm Robledo.
Elaboración propia.





Ilustración 47. Renderizado Rociador pendent.
Elaboración propia.

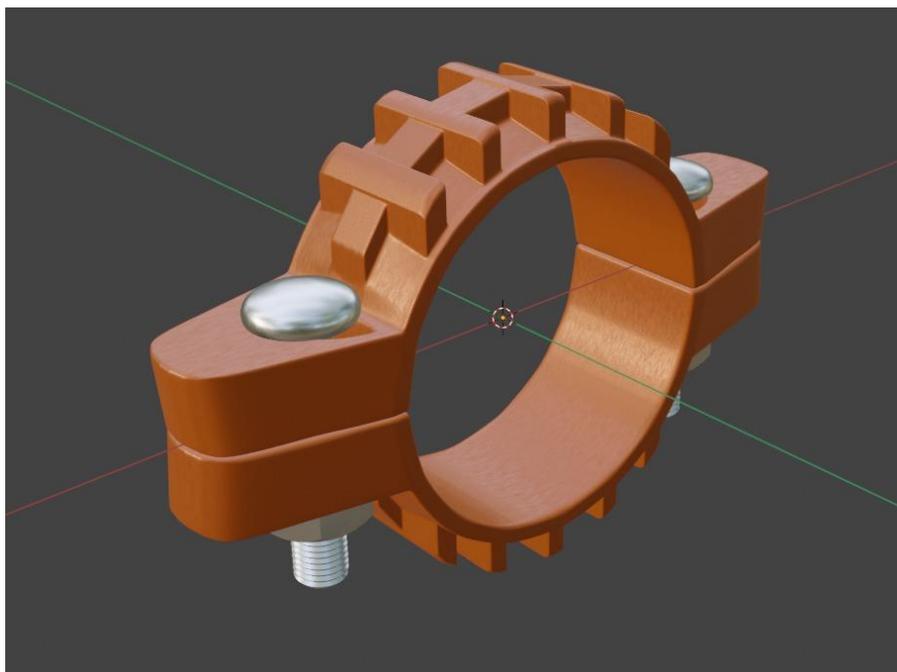


Ilustración 48. Renderizado Acoples ranurados.
Elaboración propia.





Ilustración 49. Modelado del taller metal mecanico bloque G-itm Robledo.
Elaboracion propia.

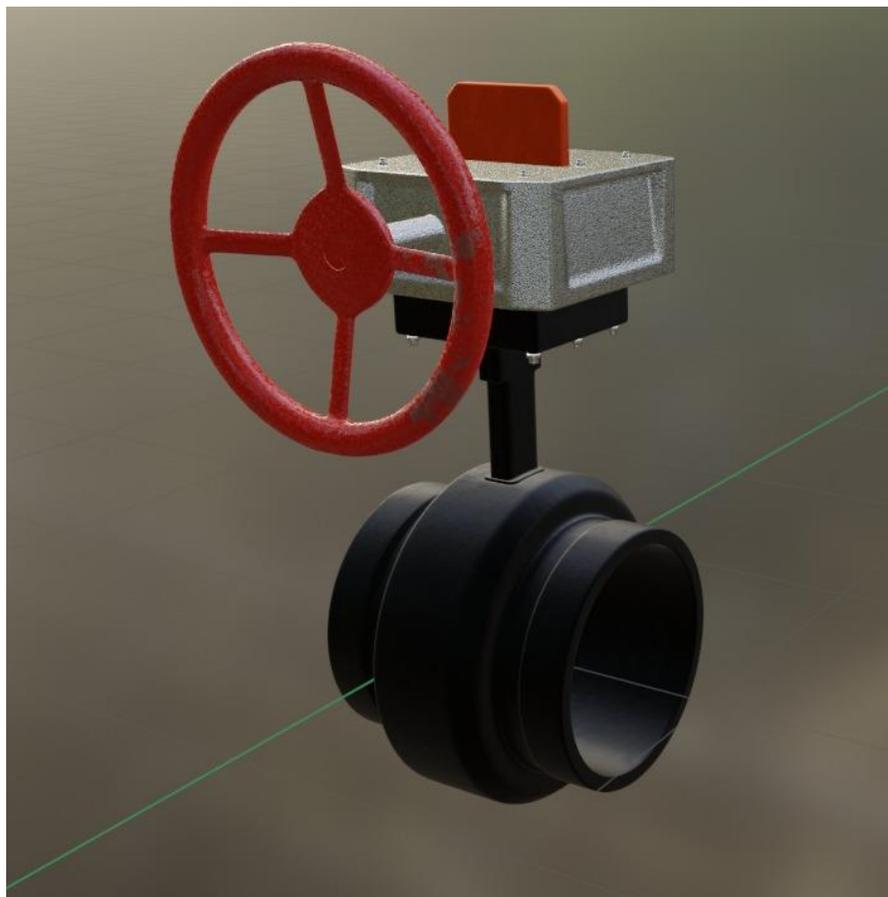


Ilustración 50. Renderizado válvula mariposa para riser.
Elaboración propia.

Público objetivo

El sistema de control de incendios dirigido al departamento de área física e infraestructura de la universidad ITM está diseñado para satisfacer las necesidades de seguridad y protección contra incendios de la institución. El público objetivo de este sistema incluye al personal de seguridad, administradores de instalaciones, personal de mantenimiento y cualquier persona involucrada en la gestión y prevención de incendios en el campus.

El sistema de control de incendios está diseñado para ser utilizado por profesionales con conocimientos técnicos en seguridad contra incendios y gestión de emergencias, siendo ellos los responsables de garantizar la seguridad de los estudiantes, profesores y personal en caso de un incendio o emergencia relacionada.

Además, el sistema también puede ser utilizado por los bomberos y equipos de respuesta a emergencias que podrían ser llamados en caso de un incendio en el campus. Dicho personal operativo puede utilizar el sistema para obtener información en tiempo real sobre la ubicación del incendio, los puntos de acceso y las rutas de evacuación, lo que les permite tomar decisiones informadas y responder de manera efectiva.

En este sentido, el sistema de control de incendios está dirigido a profesionales de seguridad, administradores de instalaciones, personal de mantenimiento y equipos de respuesta a emergencias que trabajan en el departamento de área física e infraestructura de la universidad ITM, siendo el objetivo principal el garantizar la seguridad y protección contra incendios en el campus.

Conclusión

El diseño combinado de rociadores tipo árbol y malla con doble alimentación no solo representa una solución avanzada y eficiente en el ámbito de sistemas contra incendios, sino que también se destaca como una propuesta genuinamente innovadora en el campo de la protección contra incendios. Al fusionar las características más destacadas de ambos sistemas y agregar una doble alimentación, se introduce una nueva dimensión en la forma en que se aborda la seguridad contra incendios. Esta innovación garantiza un equilibrio óptimo entre redundancia, distribución uniforme del agua y adaptabilidad, asegurando una

respuesta eficaz en situaciones críticas y una adaptabilidad a las estructuras cambiantes de edificios modernos.

Desde una perspectiva técnica y económica, esta innovación no solo optimiza la utilización de recursos, sino que también redefine las expectativas en términos de lo que un sistema contra incendios puede lograr. Aunque puede requerir una inversión inicial más alta, su naturaleza pionera, la durabilidad y eficiencia garantizan un retorno de inversión a largo plazo. En resumen, el sistema combinado no solo emerge como la opción más viable frente a las demandas actuales y futuras, sino que también se posiciona como un referente en innovación, estableciendo nuevos estándares en la protección contra incendios y la seguridad de las infraestructuras.

Conclusiones del asesor externo (experto en sistemas contra incendio)

En la creación del diseño innovador sistema de rociadores contra incendios, se contó con la valiosa asesoría de un experto en la materia (**Alexander Carvajal Murcia – Gerente regional de Ashes Fire Colombia, ingeniero civil certificado por la normativa internacional NFPA**). Su experiencia ha sido clave en el desarrollo del proyecto, aportando una visión técnica avanzada y una perspectiva innovadora. El enfoque fue diseñar un sistema combinado de rociadores tipo árbol y malla con doble alimentación, buscando superar los estándares de seguridad actuales y que se pudiera adaptar a las necesidades de los edificios modernos. A continuación, se presentan las conclusiones del asesor, que destacan la eficacia y el carácter innovador de nuestro sistema.

Este sistema combinado de rociadores, que mezcla los tipos árbol y malla con doble alimentación, es una solución realmente innovadora y efectiva para la protección contra incendios. Aquí te explico por qué es una gran elección:

1. **Más Seguro y Confiable:** Con dos fuentes de agua, si una falla, la otra sigue funcionando. Esto hace que el sistema sea muy confiable, especialmente en emergencias.
2. **Cobertura Completa:** Al combinar dos sistemas, asegura que el agua se distribuya bien por todo el lugar. Esto es vital para controlar rápidamente cualquier incendio.
3. **Flexible y Adaptable:** Si necesitas hacer cambios o agregar más rociadores, este sistema se adapta fácilmente. Es perfecto para edificios que pueden cambiar con el tiempo.

4. **Fácil de Mantener:** Aunque es un diseño avanzado, no es complicado de instalar ni de mantener, lo que ahorra tiempo y dinero.
5. **Ideal para Zonas Sísmicas:** Está diseñado para resistir terremotos, lo cual es crucial en áreas propensas a estos eventos.
6. **Cumple con las Normas de Seguridad:** Sigue todas las reglas de seguridad, asegurando que estás protegido.
7. **Ecológico y Ahorrador:** Utiliza el agua de manera eficiente, lo cual es bueno para cuidar el medio ambiente.
8. **Innovador y Preparado para el Futuro:** Este sistema no solo resuelve los problemas actuales, sino que también está listo para incorporar nuevas tecnologías. Esto significa que no se quedará desactualizado.

En resumen, este sistema combinado no solo es una opción segura y eficiente, sino que también es una innovación en el campo de la protección contra incendios. Es una solución moderna y avanzada, ideal para una variedad de edificios y necesidades.

DIVULGACIÓN

03



CAPÍTULO 3. DIVULGACIÓN

Anexo infográfico(s)

Se anexan los calculos hidraulicos, calculos de soportes sismicos, lista de cantidades y presupuesto.

Anexo presentación para sustentación pública.



CONCLUSIONES

La protección contra incendios en los laboratorios y talleres del Bloque G y H de la universidad es esencial para garantizar la seguridad de los ocupantes y la integridad de los equipos y materiales. La selección y análisis detallado de los sistemas presentados proporciona una base sólida para tomar decisiones informadas sobre la implementación de medidas de sistemas de protección contra los diversos riesgos que pueden acontecer en el entorno universitario.

Se consideraron diferentes factores, como la distribución de los espacios, la cantidad de personas que transitan por los edificios y la vulnerabilidad de los materiales de construcción.

Además, se identificaron las principales amenazas de incendios y se establecieron medidas preventivas para minimizar los riesgos, diseñando rutas de evacuación y puntos de encuentro para garantizar la seguridad de las personas en caso de incendio.

En cuanto a la implementación del sistema, se realiza una evaluación técnica y económica, que permite determinar la viabilidad del proyecto, estableciendo los costos de instalación y mantenimiento del sistema, así como el tiempo estimado de implementación.

Referencias

- Acinas Acinas, M. (2007). Información a la población en situaciones de emergencia y riesgo colectivo. *Psychosocial Intervention*, 16(3), 303-321.
- Agudelo, D. C. (2011). Análisis de riesgo y optimización del sistema contra incendio de la Universidad Militar Nueva Granada, sede calle 100. Universidad Militar Nueva Granada. <http://hdl.handle.net/10654/3278>.
- Agún González, J. J., & Rodríguez Berges, O. (2010). Is it possible to have a fire in an operating theatre?. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 56(218), 72-84.
- Arango López, D. (2021). La ciudad en llamas. Incendios y régimen de fuego en Valparaíso. 1843-1906. *Memorias: Revista Digital de Historia y Arqueología desde el Caribe*, (45), 93-118.
- Britez, C., Carvalho, M., & Helene, P. (2020). Acciones y efectos nocivos del fuego sobre estructuras de concreto. Una breve reseña. *Revista ALCONPAT*, 10(1), 1-21.
- Cifuentes Medina, D., & Garzón Delgadillo, P. A. (2020). Diseño de una red contra incendios para las instalaciones de la empresa Textil Ritchi SAS (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América).
- Cilleros-Pino, L., Díaz-Hernández, M., & Hernández-Rodríguez, J. E. (2018). Los cuidados a la sociedad. La Seguridad Humana y la gestión del riesgo desde la perspectiva enfermera. *Index de Enfermería*, 27(4), 221-224.
- Colombiano, E. (13 de Septiembre de 2012). Incendio en biblioteca de la Nacional en Medellín. https://www.elcolombiano.com/historico/incendio_en_biblioteca_de_la_nacional_en_medellin-ECEC_208863.
- Goyas Céspedes, L., Zambrano Noles, S. P., & Goyas Céspedes, L. (2018). Hábitat seguro, vivienda adecuada y digna, y disfrute de la ciudad en Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 10(2), 202-208.
- Google Maps. (2023). ITM. Institución Universitaria Tecnológico Metropolitano. Google Maps
- Grupo Casa Lima. (2023). Sistemas contra Incendio: ¿Qué es?, ¿Cuáles son?, Tipos. Grupo Casa Lima. <https://grupocasalima.com/blog/sistemacontraincendi/sistemas-contra-incendio-que-es-cuales-son-los-tipos/>

- Hahnemann, A., Corrêa, C., & Rabbani, E. (2017). Evaluación de seguridad contra incendio: método alternativo aplicado a edificaciones brasileñas. *Revista Alconpat*, 7(2), 186-199.
- Handke, M. (2019). La (des) contextualización del conocimiento geográfico en el manejo del riesgo de incendios forestales en Chile como un desafío para la gobernanza. *Revista de Geografía Norte Grande*, (74), 65-91.
- Hernández Hostaller, N. (2017). Indicador PER para fuego forestal y red de sensores para detección temprana de incendios forestales en Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 30(2), 48-57.
- Hernández-Hostaller, N. (2016). Evaluación de tecnologías de sensores para la detección temprana de incendios forestales. *Revista Tecnología en Marcha*, 29(4), 123-138.
- Klein Tools (2023). Código de colores para tuberías. Klein Tools.
<https://www.kleintools.com/catalog>
- Leal Moya, L. (2005). Seguridad humana: La responsabilidad de proteger. *Boletín mexicano de derecho comparado*, 38(114), 1117-1138.
- Luna, E. M. (2016). Diseño de un sistema de protección contra incendios para el teatro de Bogotá de la Universidad Central. <http://hdl.handle.net/10554/19624>.
- Martínez-Jamaica, J. F. & Blanco-Duarte, M. A. (2016). Guía para el diseño de sistemas de protección contra incendios, enfocada en redes internas de edificaciones. Universidad Católica de Colombia.
- Mejía, S. M., García, W., & Bruschetta, F. (2017). Sistema de detección y monitoreo permanente por imagen de incendios y contaminación atmosférica en la ciudad de Cochabamba. *Acta Nova*, 8(2), 216-228.
- Molano Pinzón, J. A. y Rodríguez Leguizamón, L. F. (2017). Diseño del sistema contra incendios de extinción y detección para la facultad tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José De Caldas, conforme a la norma NFPA Y LA NSR-10. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11349/6037>.
- Nardi, L. D., & Cordero Fernández, M. (2021). Gestión del riesgo de incendio en Hispanoamérica y Filipinas: reformas urbanas, medidas normativas y circulación de saberes (siglos XV-XIX). *Memorias: revista digital de historia y arqueología desde el Caribe*, (45), 11-39.
- NFPA. (2019). Normas para la instalación de sistemas rociadores. NFPA.

- Peña Casanova, M., Lauriano da Silva, J., Febles Díaz, O., & Anías Calderón, C. (2018). Sistema para detección y aislamiento de fallas. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 12(2), 58-73.
- Pérez Llerena, K. F. & Ruelas Polanco, M. C. (2020). Evaluación y diseño de un sistema de prevención contra riesgo de incendio en el taller de soldadura eléctrica del Instituto Pedro P. Díaz. Universidad Tecnológica del Perú.
- Petersen Ramírez, C. E. (2015). Diseño de un programa de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo del sistema hidráulico contra incendios de la universidad. Politécnica Salesiana Sede Guayaquil basado en NFPA 25.
- Plata Pineda, O. (2015). La interpretación de Sharon Ann Lloyd de la teoría política de Thomas Hobbes. *Praxis Filosófica*, (40), 85-112.
- Redondo Conrado, A. J. & Rozo Saavedra, M. C. (2010). Diseño moderno de sistemas contra incendio de la biblioteca central de la universidad industrial de Santander, basado en normas actuales aplicado a colecciones bibliográficas. Universidad Industrial de Santander.
- Restrepo, R. (2023). Gabinete contra incendio clase III. Obtenido de ITM. Sede Robledo.
- Restrepo, R. (2023). Taller diseño industrial. Obtenido de bloque H - 104 ITM. Sede Robledo.
- Restrepo, R. (2023). Taller máquinas - herramientas. Obtenido de bloque G - 101 ITM. Sede Robledo.
- Río, M. B. L. (2020). Las ideas arquetípicas de Jung y la geometría en el arte: una aproximación a los procesos psicológicos en la creación artística. *Sincronía*, (78), 591-620.
- Romero, A., Salinas, M., Salom, G., Sánchez, A., & Espig, H. (2015). Victimización y percepción de inseguridad en estudiantes de medicina. *Salus*, 19(1), 3-11.
- Roses Periago, M. (2012). Seguridad humana y salud pública. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 31(5), 351-358.
- Sánchez, B., & Rojas, R. (2005). Fault detection and diagnosis using robust transition structures. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 28(1), 59-67.
- Tiempo, E. (18 de Julio de 2017). Incendio en Facultad de Comunicaciones de la Universidad de Antioquia. Obtenido de El Tiempo: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-19108245>.

- Tiempo, E. (9 de Marzo de 2021). Incendio afectó campus principal de la Universidad de Nariño. Obtenido de El Tiempo: <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/incendio-afecto-campus-principal-de-la-universidad-de-narino-578295>
- Tiempo, E. (2021). Incendio afectó campus principal de la Universidad de Nariño. <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/incendio-afecto-campus-principal-de-la-universidad-de-narino-578295>.
- Victaulic. (2023). Riser controlador. *Victaulic*. <https://www.victaulic.com/>
- Victaulic. (2023). Schedule 40" (SCH40). *Victaulic*. <https://www.victaulic.com/>
- Victaulic. (2023). Riser controlador del sistema de preaccion. *Victaulic*. <https://www.victaulic.com/>
- Victaulic. (2023). Unión ranurada rígida. *Victaulic*. <https://www.victaulic.com/>
- Victaulic. (2023). Tees mecanicas ranuradas. *Victaulic*. <https://www.victaulic.com/>
- Victaulic. (2023). Accesorios ranurados. *Victaulic*. <https://www.victaulic.com/>
- Victaulic. (2023). Rociadores K:56 Y K:8.0. *Victaulic*. <https://www.victaulic.com/>

ANEXOS

Son los documentos o material que no hacen propiamente parte del informe, pero que, a juicio del autor y docente, pueden ser de utilidad para complementar la información o apoyar al lector en la comprensión del contenido del trabajo. Este material puede comprender:

- Cuestionarios en blanco, evidencias de ejercicios o talleres aplicados
- Esquemas, dibujos, fotografías, tablas y gráficos que no se hayan insertado en el cuerpo del trabajo, pero que revistan de interés para el lector
- Cesión de derechos: Autorización para la divulgación en la Biblioteca ITM

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE DEL PROYECTO DE AULA EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL.

Medellín, Xxx XX Xxx
Señores
Departamento de Diseño
ITM
Estimados:

Yo/ Nosotros RICHARD RESTREPO TAFUR identificado con la cédula N° 1036658881 de ITAGUI autores del proyecto de aula titulado “Diseño de sistema contra incendios para los bloques G y H de la sede Robledo del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM)”, presentado y aprobado en el semestre 23-02 como requisito para aprobar la asignatura (código) DIW2104-1 perteneciente al programa de Ingeniería en Diseño Industrial.

Por medio de la presente, autorizamos al Departamento de Diseño del Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín para que, con fines académicos, divulgue y promueva la apropiación social del conocimiento, la producción intelectual de los estudiantes ITM, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en la página Web, de la Biblioteca General y en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio el ITM.
- Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en el formato vigente declarado por la institución desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Cordialmente,

Richard Restrepo Tafur
C.C.1.036.658.881
De: Itagui