



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS
PARA LA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE CORTINAS EN LA
EMPRESA DOOPLER. CIA LTDA. EN LA CIUDAD DE QUITO
MEDIANTE SOFTWARE ESPECIALIZADO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingenieros Mecánicos

AUTORES: LUIS GONZALO QUISPE RODRÍGUEZ
GABRIEL AGUSTÍN VERA ENRÍQUEZ

TUTOR: CARLOS IVÁN MALDONADO DÁVILA

Quito-Ecuador

2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Luis Gonzalo Quispe Rodríguez con documento de identificación N° 1720598828 y Gabriel Agustín Vera Enríquez con documento de identificación N° 1719088732; manifestamos que:

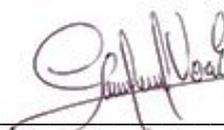
Somos los autores y responsables del presente de trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 17 de marzo del año 2022

Atentamente,



Luis Gonzalo Quispe Rodríguez
1720598828



Gabriel Agustín Vera Enríquez
1719088732

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

Nosotros, Luis Gonzalo Quispe Rodríguez con documento de identificación N° 1720598828 y Gabriel Agustín Vera Enríquez con documento de identificación N° 1719088732, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Diseño y simulación de un sistema contra incendios para la industria de fabricación de cortinas en la empresa Doopler. Cia Ltda. en la ciudad de Quito mediante software especializado”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Mecánicos, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

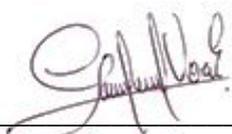
En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 17 de marzo del año 2022

Atentamente,



Luis Gonzalo Quispe Rodríguez
1720598828



Gabriel Agustín Vera Enríquez
1719088732

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Carlos Iván Maldonado Dávila con documento de identificación N° 1711156073, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS PARA LA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE CORTINAS EN LA EMPRESA DOOPLER. CIA LTDA. EN LA CIUDAD DE QUITO MEDIANTE SOFTWARE ESPECIALIZADO, realizado por Luis Gonzalo Quispe Rodríguez con documento de identificación N° 1720598828 y por Gabriel Agustín Vera Enríquez con documento de identificación N° 1719088732, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 17 de marzo del año 2022

Atentamente,



Ing. Carlos Iván Maldonado Dávila, MSc
1711156073

DEDICATORIA

El presente proyecto técnico de titulación está dedicado, a mis padres Luis Quispe y Aeropajita Rodríguez, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, quienes a pesar de los problemas y adversidades siempre me han apoyado y gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mis hermanos Ana Lucía y Fausto por estar siempre presentes, acompañándome y brindándome apoyo moral en todo momento, a mi enamorada Gabriela Hernández por todo su cariño, paciencia y siendo un pilar incondicional en logro de esta meta, y como dejar de lado a todos mis familiares y amigos que siempre han estado ahí dando ánimos para seguir adelante.

Y finalmente dedico este trabajo a Dios, por brindarme salud y fuerzas permitiéndome llegar hasta este momento tan importante de mi vida y de mi formación profesional.

Luis Gonzalo Quispe Rodríguez

DEDICATORIA

El estar hoy en este punto de llegada es gracias al esfuerzo de mis padres, Rodrigo Vera y Vilma Enríquez; que siempre me han apoyado y han estado a mi lado presentes frente a cualquier adversidad con una palabra de apoyo y su amor incondicional para hacerme avanzar en mi meta; sin su constancia no hubiese llegado a este momento de alegría en mi vida.

A mis hermanos, Dr. Rodrigo Vera que siempre creyó en mis capacidades y nunca dejo de darme su apoyo en cada momento y enseñarme a ser el hombre que soy ahora; y a mi hermano Francisco de Jesús Vera que desde el cielo nos cuida y nos cubre con su manto de amor y bendición.

A la persona que me dio su brazo y su vida en el camino final de este logro, mi esposa Alejandra Cano que nunca dudo en creer y ser mi apoyo incondicional cuando ya daba la batalla por perdida ahí estaba para darme fuerza a seguir.

A cada persona que me dio su confianza y que pudo ver mi crecimiento como hombre y profesional los llevaré en mi mente y corazón.

A Dios por las bendiciones que diste a mi familia, el tenerlos con salud a mi lado y poder tenerlos para disfrutar a mi lado esta alegría inmensa.

Gabriel Agustín Vera Enríquez

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por brindarnos la sabiduría y siempre guiar nuestros pasos en los momentos más difíciles, nos gustaría agradecer a nuestros padres, familiares y amigos por siempre estar presentes y brindarnos su ayuda incondicional.

Queremos brindar nuestro profundo agradecimiento a quienes conforman la Universidad Politécnica Salesiana, a la Carrera de Ingeniería Mecánica y a todos los docentes quienes con sus enseñanzas y experiencias llenas de conocimientos hicieron que podamos crecer día a día como profesionales, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación y apoyo rotundo.

Finalmente, expresar nuestro sincero agradecimiento al Ing. Carlos Maldonado, colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento y enseñanza permitió el desarrollo de este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	i
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	ii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN	3
PROBLEMA.....	5
ANTECEDENTES.....	6
OBJETIVOS.....	7
CAPÍTULO 1	8
MARCO TEÓRICO EN BASE A NORMATIVA NFPA, UNE Y GLOBAL	8
1.1 Antecedentes de la investigación.....	8
1.1.1 Análisis Meseri.....	8
1.2 Normativa NFPA.....	9
1.2.1 Norma NFPA 101.....	9
1.2.2 Norma NFPA 1.....	10

1.2.3	Norma NFPA 13.....	11
1.2.4	Norma NFPA 14.....	11
1.2.5	Norma NFPA 20.....	11
1.2.6	Norma NFPA 24.....	12
1.2.7	Norma NFPA 25.....	12
1.2.8	Norma NFPA 72.....	13
1.3	Normas Global.....	13
1.4	Normas UNE	13
1.5	Norma INEN-ISO 3864.....	14
1.6	Código municipal 001 (NEC 16).....	15
1.7	Principios y análisis de protección contra incendios	15
1.7.1	Código seguridad humana	15
1.8	Sistemas de detección y alarma	16
1.8.1	Sistema de alarma de incendios	16
1.8.2	Norma NFPA 72.....	16
1.9	Sistemas de protección para las diferentes ocupaciones	16
1.9.1	Regla Técnica Metropolitana de Quito (RTQ 3).....	17
1.10	Comportamiento humano	17
1.11	Prevención de incendios	18
CAPÍTULO 2.....		19
SISTEMAS DE EXTINCIÓN, CONFINAMIENTO DE LOS INCENDIOS Y		
COMISIONAMIENTO DEL SISTEMA.....		19
2.1	Sistemas de extinción	19
2.1.1	Sistema de extinción a base de agua	19
2.1.2	Parámetros para la extinción (norma NFPA 24)	20
2.1.3	Sistemas de supresión (alcance).....	20
2.1.4	Normas NFPA 13 y 14 (alcances).....	23

2.1.5	Norma NFPA 20 (alcance).....	23
2.1.6	Norma NFPA 25 (alcance).....	26
2.2	Sistema de extinción sin agua.....	26
-	Norma NFPA 10.....	26
2.3	Confinamiento de los incendios	27
2.4	Comisionamiento del sistema.....	27
CAPÍTULO 3		28
CONCEPTOS DE DISEÑO Y CÁLCULOS HIDRÁULICOS PARA LA ELABORACIÓN Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS		28
3.1	Conceptos de diseño	28
3.1.1	Ocupación.....	28
3.1.2	Riesgo.....	28
3.1.3	Sistema de supresión de incendios	28
3.1.4	Selección del rociador	29
3.1.5	Área de cobertura de protección por rociador	30
3.1.6	Caudal de un rociador	30
3.1.7	Presión mínima requerida del rociador	31
3.1.8	Número de rociadores a determinar en el área de diseño.....	31
3.1.9	Número de rociadores en un ramal	31
3.1.10	Selección de la tubería.....	32
3.1.11	Caudal nominal del sistema.....	32
3.1.12	Volumen de cisterna.....	32
3.1.13	Determinación del cabezal mínimo dinámico (TDH) para una bomba	33
3.1.14	Pérdida por fricción (HF)	33
3.1.15	Pérdidas menores en accesorios (HG).....	34
3.1.16	Presión estática (HS)	34
3.1.17	Potencia teórica de la bomba principal	34

3.1.18	Curva característica de una bomba contra incendios	34
3.1.19	Potencia de la bomba jockey	35
3.1.20	Determinación del diámetro	35
3.2	Cálculos hidráulicos	37
-	Identificación de la clasificación de la ocupación y el riesgo	37
-	Tamaño del área de operación del rociador	37
-	Densidad de descarga	37
-	Área de cobertura del rociador	38
-	Número total de rociadores.....	38
-	Número de rociadores en un ramal.....	38
-	Caudal de un rociador.....	38
-	Presión mínima requerida del rociador.....	38
-	Caudal nominal del sistema.....	39
-	Volumen de la cisterna	39
3.2.1	Resumen de cálculos hidráulicos	39
3.3	Programa de simulación (Pipe Flow Expert).....	39
3.4	Resultados.....	40
CAPÍTULO 4.....		41
SISTEMA DE MANTENIMIENTO, PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DEL DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO		41
4.1	Inspección, prueba y mantenimiento	41
4.2	Señalización.....	41
4.3	Presupuesto referencial.....	42
4.4	Análisis del diseño obtenido.....	45
4.5	Posibles escenarios de falla	45
-	Fallo de rociador.....	46
4.6	Cronograma de actividades	48

CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
ANEXOS.....	56
Anexo 1. Materiales y dimensiones de tuberías o tubos para sistemas de protección de incendios.....	56
Anexo 2. Materiales y dimensiones de los accesorios para sistemas protección de incendios.....	57
Anexo 3. Hoja técnica del rociador K 5.6 montante, colgante y colgante embutidos.	58
Anexo 4. Valoraciones para coeficiente C de Hazen-Williams.	59
Anexo 5. Evaluación de riesgos Meseri.	60
Anexo 6. Cálculos hidráulicos del sistema.....	62
Anexo 7. Plano de la red contra incendios.	64
Anexo 8. Diseño en software especializado (Pipe Flow Expert).	65
Anexo 9. Resultados obtenidos mediante la simulación.	66
Anexo 10. Tabla de recomendación de mantenimiento del sistema contra incendios.	72
Anexo 11. Sistema de señalización.	76
Anexo 12. Proforma referencial de costos.	77
Anexo 13. Cronograma de actividades.	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tamaños mínimos de tuberías.....	21
Tabla 2. Presión y capacidad de bombas contra incendios.	22
Tabla 3. Cédulas de tubería para riesgo ordinario.....	36
Tabla 4. Sistema de señalización complementaria.	42
Tabla 5. Requerimientos de materiales para la instalación del SCI.	43
Tabla 6. Presupuesto de implementación del sistema contra incendios.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Rociador pulverizador montante y colgante.	29
Figura 3.2. Área de protección y distancia máxima de rociadores pulverizadores estándar colgantes y montantes para riesgo ordinario.	30
Figura 3.3. Curvatura característica de las bombas contra incendios.	35
Figura 3.4. Determinación del diámetro de tubería mediante el método de la velocidad.	36
Figura 3.5. Curva de densidad / área.	37
Figura 3.6. Simulación mediante software Pipe Flow del SCI Doopler Cia Ltda.	40
Figura 4.1. Gráfico de resultados simulación principal	46
Figura 4.2. Fallo de rociador en el ramal.	47
Figura 4.3. Fallo de 2 rociadores.	47
Figura 4.4. Fallo por taponamiento de ramal	48

RESUMEN

En la actualidad, las redes de apoyo ante incendios son necesarias para obedecer con los estándares de seguridad industrial. El diseño de un sistema propiamente dicho tiene presente la descripción y explicación de los elementos de instrumentación seleccionados, estos se explican por medio de planos y simulaciones, además del cumplimiento de normas NFPA (National Fire Protection Association).

Es imprescindible instalar un sistema contra incendios con el objetivo de proteger activos fijos y humanos en una empresa que maneja procesos industriales, debido a que los accidentes a veces no pueden anticiparse con facilidad, por esta razón, emerge la obligación de incluir medidas efectivas a fin de cubrir una emergencia.

Este proyecto tiene como finalidad proveer un sistema de extinción de incendios a la empresa industrial “DOOPLER CIA LTDA” ubicada en la ciudad de Quito, para cumplir con este objetivo se analiza la zona de almacenamiento de la planta, que actualmente cuenta con una bomba de agua que no satisface las necesidades de potencia y abastecimiento desde la cisterna para el sistema.

Para resolver este inconveniente se desarrolla un diseño de la instrumentación utilizando el método cualitativo de investigación con el estudio de las normas y estándares NFPA para estos sistemas, así como el cálculo de los parámetros hidráulicos utilizando ciertas consideraciones de la mecánica de fluidos para posteriormente la elaboración de un plano de montaje. Esto permite justificar la necesidad de un cambio de bomba de mayor potencia para cubrir con las presiones y caudales de cada punto simulado en el programa Pipe Flow Expert.

PALABRAS CLAVE: Hidráulico, incendio, NFPA, simulación, sistema.

ABSTRACT

Nowadays, fire protection systems are necessary to reach industrial safety standards. The design of a system itself considers the description and explanation of the instrumentation elements, these are explained by means of drawings and simulations, in addition to compliance with NFPA (National Fire Protection Association) standards.

It is necessary to install a fire protection system for the protection of fixed and human assets in a company that handles industrial processes, due to sometimes accidents cannot be easily anticipated, that is the need to have effective measures to cover an emergency.

The objective of this project is to provide a fire-fighting system to the company "DOOPLER CIA LTDA" that perform its operations in the industrial sector of the city of Quito, to meet this objective, an analysis of the storage area of the plant has to be conducted, which currently has a water pump that does not meet the power and supply needs from the cistern for the system.

To solve this inconvenience, an instrumentation design is developed using the qualitative research method with the study of the NFPA standards for these systems, as well as the calculation of the hydraulic parameters using certain considerations of fluid mechanics for later design of an assembly drawing. This makes it possible to justify the need to change a pump with greater power to cover the pressures and flows of each point simulated in the Pipe Flow Expert software.

KEYWORDS: Hydraulic, fire, NFPA, simulation, system.

INTRODUCCIÓN

Las instalaciones de protección contra incendios están conformadas por equipamiento consistente en una edificación. La seguridad es importante al momento de diseñar e implementar un sistema, razón por la cual la investigación está enfocada en las normas NFPA y las ordenanzas municipales del distrito metropolitano.

“DOOPLER CIA LTDA.” requiere la instalación de un sistema contra incendios para su nueva área de trabajo, en donde los materiales que se almacenan pueden ser una condición de riesgo laboral. Esto impulsa el estudio de la normativa NFPA 13 para el diseño y ubicación de los accesorios de liberación, mientras se realiza el cálculo de las variables adecuadas para el espacio de protección.

Actualmente, la estructura de los sistemas de resguardo contra incendios se realiza con programas de simulación y diseño asistido por computadora como AutoCAD; un software adecuado que permite diagramar variables usadas para implementar dicho sistema y en el caso de no cumplir con las normas regulatorias se puede rediseñar la estructura para lograr el objetivo de trabajo.

La simulación del sistema diseñado será realizada en el software especializado Pipe Flow Expert, el mismo que permite ejecutar cálculos de sistemas hídricos con la finalidad de satisfacer con las referencias de funcionamiento y diseño basado en la norma.

El presente proyecto está enfocado en el estudio de normas y estándares que permitan encontrar una solución óptima para el cliente, la realización del cálculo apropiado usando los criterios de mecánica de fluidos y diseño estructural con el fin de presentar una simulación de toda la investigación realizada.

PROBLEMA

La seguridad contra incendios presenta muchos problemas y riesgos complejos en la mayoría de los países de América y, el nuestro no es la excepción debido a las dificultades para aplicar las directrices y normas necesarias para evitar riesgos de incendio. Por lo tanto, las medidas adecuadas que se deben tomar pueden variar según las circunstancias del fenómeno. En cualquier caso todas las actividades humanas y laborales se encuentran propensas a sufrir riesgos o amenazas inoportunas de toda índole ya sean naturales o por circunstancias no planeadas, por ende el comportamiento humano ante cualquier tipo de amenaza normalmente lo impulsa a evacuar el lugar de peligro; por lo que es importante buscar un mecanismo que logre apaciguarlo.

El no tener ejemplos funcionales de edificaciones reales generan una limitación frente a conflictos de diseño a gran escala, debido a que un ejemplo teórico con pocos elementos reales no muestra las restricciones existentes en obra ya tangible y real.

ANTECEDENTES

La investigación y aplicación de los sistemas de protección contra incendios remonta a la antigüedad en Roma, donde los decretos de construcción de Nerón aludían el uso de materiales a prueba de fuego en las paredes externas de las casas. Entonces, comenzaron a aparecer normativas que exigían el uso de la piedra en la construcción de muros entre los edificios, con el objetivo de cortar incendios provocados por posibles accidentes. Durante la revolución industrial, la forma de protección contra incendios cambió según las normas técnicas. En esta época se comenzaron a construir fábricas a gran escala con capacidad para almacenar grandes maquinarias en bodegas, además el aumento de población provocó la construcción de grandes edificios con procesos industriales avanzados, más bien esto habla del desarrollo de los métodos constructivos, y el uso de materiales como el acero y algunas aleaciones, así como nuevas tecnologías de protección contra incendios. Después de una serie de incendios espectaculares en los Estados Unidos a fines del siglo XIX, nació un organismo rector con normas contra incendios NFPA, seguros e ingeniería avanzada para el resguardo ante incendios.

OBJETIVOS

GENERAL

- Diseñar y simular un sistema de protección de incendios para la empresa fabricantes de cortinas DOOPLER CIA LTDA en la ciudad de Quito mediante software especializado.

ESPECÍFICOS

- Evaluar la situación actual de la red contra incendios de la empresa DOOPLER CIA LTDA. con un enfoque en sus especificaciones de diseño y construcción actual.
- Establecer los requisitos de diseño con base en la normativa vigente en la ordenanza municipal 470 del Municipio de Quito para el diseño de un sistema contra incendios para la empresa DOOPLER CIA LTDA.
- Evaluar el funcionamiento mecánico del sistema contra incendio para la empresa DOOPLER CIA LTDA mediante simulación en software especializado.
- Analizar el costo beneficio para la viabilidad de implementación del sistema contra incendio en la empresa de fabricación de cortinas DOOPLER CIA LTDA.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO EN BASE A NORMATIVA NFPA, UNE Y GLOBAL

1.1 Antecedentes de la investigación

El estudio de un riesgo contra fuegos requiere de algunas técnicas o estrategias que deben aplicarse al instalar o manejar un sistema de medida y control de siniestros, entre las cuales se considera, en primer lugar, las soluciones claras y objetivas por parte del experto seguido del uso de un método objetivo que se adhiera a los requerimientos planteados con anterioridad. Con este método se pretende compilar los argumentos suficientes para justificar la razón sobre la ejecución de dicha estrategia, en el caso del método Meseri básicamente considera los bloques de carga de fuego y de protección, con el fin de realizar un diseño adecuado mejorando las expectativas en todas las áreas de la empresa.

1.1.1 Análisis Meseri

El análisis Meseri es un método de valoración del peligro, que se fundamenta en la individualidad de varios elementos que exacerbaban el riesgo de fuego y de los elementos que reducen y previenen el riesgo.

Dicho análisis permite a la persona experta la fácil valoración del peligro en un sistema simplificado, es fácil de aplicar y permite calificar el riesgo en pocos minutos [1]. Pertenece a uno de los métodos de riesgo efectuados en base a la consideración de diversos factores es conocido como “esquema de puntos” este tipo de estimaciones permite obtener una visión general sobre el proceso de principio a fin. Por consiguiente, se define como un método que recopila gran cantidad de información en un espacio mínimo considerando todos los aspectos.

El análisis de riesgo y exposición de incendios para instalaciones industriales es consistente con la fase de inspección de riesgos y recolección sistemática de información respecto a fuentes de ignición, combustibles, trabajos en desarrollo, tipos de edificios, equipamientos de preservación, planes de resguardo y más. La evaluación de los riesgos identificados es fundamental para finalizar el análisis y desarrollar recomendaciones de control [2].

Siendo útiles para emitir un informe preciso en el cual se expresen los resultados correctos sobre aquellos sucesos, además de incidir en las medidas adecuadas, para reducir las probabilidades de extensión del incendio.

1.2 Normativa NFPA

El sistema de códigos y normativa NFPA (National Fire Protection Association) corresponde a una fase abierta alusiva a los materiales utilizados en la industria referente a la protección de incendios, a través de pautas precisas para prevenir este tipo de eventos siendo una de las normativas utilizadas por el personal especializado en esta área, sus estándares se consideran óptimos para los expertos en el control de incendios. La NFPA es una entidad conocida alrededor del mundo y es una base confiable de conocimientos técnicos, información y recomendaciones con el fin de otorgar soluciones a la protección y prevención de incendios [3].

Es la fuente principal del conocimiento en seguridad, representa a un sistema descrito mediante códigos y normas, en ellas se reflejan algunos principios destinados a la protección y capacitación contra incendios. Hace referencia a la descripción de un código considerado como un recurso que infiere en el conocimiento en seguridad contra incendios y seguridad eléctrica u otros temas afines en donde, se describen algunas condiciones específicas para enfrentar una emergencia.

1.2.1 Norma NFPA 101

El objetivo de la norma NFPA 101 es suministrar requerimientos básicos para la protección contra incendios, como el diseño y conservación de la infraestructura para el resguardo de los residentes. La clasificación de una ocupación según NFPA 101 se estipula en el sector terciario de la economía proporcionando ramas de atención tales como: educacional, espacio público, lugares donde se practica la salud, centros para personas privadas de la libertad, turismo, industriales, viviendas y hoteles [4].

La norma se centra en proveer un estudio de protección contra incendios, los mismos que mantengan una amplia circulación y sea de aplicación general. La misma proporciona un grado de seguridad dando la oportunidad de modificar si, de acuerdo con el juicio de la autoridad competente, su aplicación puede representar peligro aun siendo en una condición normal que se pasa en la empresa. El código de seguridad humana especifica los requisitos mínimos de protección contra incendios, con ciertas consideraciones para la función, el diseño, la operación

y el mantenimiento de los edificios para garantizar la subsistencia [4]. Mantiene como finalidad suministrar las estipulaciones básicas con respecto a la protección contra incendios manteniendo las observaciones dirigidas a la función y otros aspectos, generando seguridad a los residentes. La norma NFPA 101 aporta la seguridad en las diferentes entidades mostrando eficiencia en su aplicación para el cuidado de los residentes proveyendo de conocimientos y cómo deben actuar ante un incendio.

1.2.2 Norma NFPA 1

Se estipula en Wisconsin como medida por la necesidad de mejorar la seguridad contra incendios entorno a la construcción, esta norma se adapta y puede ser aplicado a cualquier tipo de edificación deseada, ofreciendo lineamientos establecidos para su uso óptimo. La norma NFPA 1 proporciona a los funcionarios del código de incendios un paquete completo de criterios para garantizar la seguridad pública de manera rutinaria. El código aborda las exigencias mínimas para la construcción, operación y mantenimiento de edificios [5].

Permite a los encargados de manejar los códigos de incendio el programa completo siendo de esta manera garantizar la seguridad pública continuamente, además los inspectores de incendios deben contar con información precisa para enfrentarse a un problema aun cuando este tenga que ver con el manejo de materiales peligrosos, para la facilidad de manejo por parte del supervisor manteniendo la seguridad pública.

Las normas son un conjunto de herramientas que permiten interactuar a los inspectores concediendo facilidad para la obtención de información necesaria en el momento requerido, abarcando el proceso de instalaciones en edificios, la norma admite llevar un registro de mantenimiento del sistema y que es lo que debe tomarse con prioridad para un mejor desempeño. Está destinado a la inspección de edificios permanentes y temporales, investigación de incendios y materiales peligrosos, revisión de planes de construcción, educación sobre incendios y seguridad de vida de los bomberos [6]. Ayuda a los encargados de la seguridad contra incendios y a dueños de edificios la accesibilidad a una visión amplia de experiencia técnica, proporcionando datos de expertos que manejan grandes industrias, en una base de datos limitada la cual mantiene su organización minuciosa.

1.2.3 Norma NFPA 13

La norma NFPA 13 se encuentra en constante revisión para el mejoramiento de los sistemas de defensa de rociadores, esta norma ha pasado al estar en constante actualización y destaca la experiencia de extinción de incendios utilizando nuevas tecnologías basados en agua para combatir incendios. NFPA 13, instalación de sistemas de rociadores, menciona los detalles para el apropiado posicionamiento de los extintores automáticos [7]. Esta normativa reorganiza las consideraciones de planificación y diseño de los sistemas de pulverización, su ubicación y sus complementarios como suspensión y arriostamiento, tuberías subterráneas y protección sísmica.

1.2.4 Norma NFPA 14

La NFPA 14, “Instalación de Sistemas de Tubos Verticales y Mangueras”, describe el plan e implantación para el sistema de tuberías, especifica la manera de instalación de sistemas de montantes y mangueras con los lineamientos para la protección contra incendios [7]. Varias de las disposiciones para el montaje de las tuberías y mangueras son el monitoreo e inspección continua. Los gabinetes para incendios deben ser dimensionadas de tal manera que permita el montaje del equipo y de ninguna forma se debe interferir con el propósito del breve uso de la conexión de manguera, la manguera y otro elemento en el momento del incendio [7]. Lo primordial de esta norma es promover la seguridad y subsistencia de las personas.

1.2.5 Norma NFPA 20

NFPA 20, “Instalación de Bombas Centrífugas Contra Incendio”, establece el modo de instalación de bombas estacionarias, contiene requisitos para colocarlas de forma adecuada, siendo esta la que proporciona una guía básica para evitar fallas y además provee los conocimientos para poner a prueba estos sistemas [8]. Aporta un modelo conveniente para un servicio correcto, para la instalación de los diferentes tipos de bombas contra incendios manejando un mínimo porcentaje de error al realizar la verificación de funcionamiento.

Esta norma tiene requisitos de instalación para una gran variedad de bombas contra incendios también tiene una guía para evitar equívocos en el montaje.

La NFPA 20 abarca los tipos de bombas para la instalación adecuada y dotación de líquido de protección contra incendios, los alcances incluyen el abastecimiento, succión, descarga, equipo

auxiliar, fuentes de alimentación, controladores y motores: eléctricos o diésel, además de una prueba de aprobación [9].

1.2.6 Norma NFPA 24

La NFPA 24 es una norma de instalación de tuberías y accesorios en el sistema privado de incendios, explica el funcionamiento en redes subterráneas y tuberías expuestas que alimentan los sistemas de rociadores automáticos. Esta norma abarca la ubicación e identificación de los empalmes para el cuerpo de bomberos, la protección de tuberías del servicio de incendios y válvulas que controlan los suministros de agua [10]. La norma cubre la localización y reconocimiento de las conexiones del cuerpo de bomberos.

1.2.7 Norma NFPA 25

Esta norma implementa las exigencias para la evaluación constante así como ensayos de mantenimiento de los sistemas de protección de incendios basados en agua, su uso abarca a todo el mundo y brinda requisitos para procurar la operatividad de los sistemas de supresión [11]. El agua es fundamental para los sistemas de extinción, en la actualidad los diferentes tamaños de incendios se apagan con espuma, gas y, otros productos químicos. Sin embargo, el agua tiene el componente H₂O que sofoca el fuego de una forma rápida. La NFPA 25 aplica sistemas de pulverizadores, tuberías verticales, mangueras, rociadores de agua fijos, hidrantes particulares, neblina de agua y espuma.

En la norma se encuentran lineamientos para los ensayos como pruebas de flujo de bombas y técnicas de evaluación de inspección de rociadores, pruebas de válvulas, evaluación interna de tuberías y pruebas de flujo directo para interruptores de retorno [11].

Se realiza una inspección periódica del sistema de cuidado ante incendios a base de agua, se revisa que estén los materiales en buenas condiciones y los suministros de agua las cisternas se mantengan en su óptima capacidad.

1.2.8 Norma NFPA 72

Establece el correcto uso e instalación de alarmas de incendio estipulando la altura recomendada en un rango de (1.07 m y 1.22 m) con relación al piso, y su localización es a 1.5 m como máximo de distancia con respecto a la salida de cada piso.

1.3 Normas Global

Las normas Global son reconocidas a nivel mundial, ya que proveen servicios de ensayos y certificación en sistemas de protección contra incendios. Estas normas establecen los estándares para constructores y productores de accesorios contra fuego. Varias entidades reguladoras alrededor del mundo avalan ensayos con estas normas, entre las cuales está la OSHA (Occupational Safety and Health Administration).

1.4 Normas UNE

Es una especificación técnica de aplicación reiterativa, siendo esta aprobada por el organismo reconocido a nivel nacional e internacional, la misma permite accesibilidad primordial a España y a los países con los cuales mantiene acuerdos, su implementación es voluntaria la misma se basa en los resultados obtenidos y con respecto al avance tecnológico.

Las normas UNE en conjunto con la reglamentación electrotécnica para bajo voltaje, estimulando su análisis y síntesis correspondiente para llevarlo a su aplicación, con el objetivo de alcanzar la certificación necesaria para desempeñar una actividad individual.

Estas reglas son enviadas para su análisis técnico las mismas que mantienen un tiempo de 6 meses para ponerlas a prueba consiste en la remisión a norma UNE, que dan a este nuevo reglamento un enfoque técnico, acorde a la normativa europea [3]. Mantiene indicaciones de las reglas que permiten a la ordenanza mantener un enfoque técnico, de acuerdo con la estructura planteada por el ente encargado. Documento implementado como recurso para aprender en los campus virtuales que contienen estudios de Economía y Administración de Empresas proporcionando una guía sobre responsabilidad social dirigido a organizaciones que visualicen más allá de las normas y leyes básicas establecidas en un régimen.

Este documento debe ser reconocido para usos comunes y cíclicos, además de portar reglas y criterios para el desarrollo de actividades o la búsqueda de resultados, como objetivo debe conseguir un nivel óptimo de ordenamiento en un contexto determinado [3].

Se establece por medio de un acuerdo y la aprobación dada por un ente aceptado para implantar, para usos básicos y reiterativos, manteniendo una estructura de reglas y criterios observados en las actividades, el mismo que procura obtener un nivel oportuno de leyes establecidas para el tema a estudiar. Para la aplicación de sistemas eléctricos es importante mantener diferentes normas de seguridad siendo estas las que permiten mantener un control de calidad, abriendo puertas para tratados con otros países.

La aplicación de las normas que referencia el reglamento electrotécnico para baja tensión aumentará el prestigio y la garantía de las instalaciones, eliminará barreras técnicas con otros países de la Unión Europea y potenciará la figura del instalador y su integración en el mercado único, dentro del denominado nuevo enfoque, desarrollado por la política comunitaria en materia de armonización [3].

El empleo de estas normas con respecto al reglamento electrotécnico para baja tensión provee un excedente de eficiencia, permitiendo suprimir barreras, proporcionando una relación con la Unión Europea estimulando la personalidad del instalador y su integración en el mercado para incitar la competitividad y el comercio, basados en nuevos enfoques manteniendo especificaciones técnicas y requisitos esenciales. Las normas UNE conservan eficiencia en los temas aplicados siendo las mismas que manejan una estructura que procura la manera correcta de su ejecución técnica, obteniendo un avance dentro del mercado único, el mismo que otorga calidad para el excedente de elección de mercancías.

1.5 Norma INEN-ISO 3864

Establece parámetros referenciales con el objetivo de identificación de señalética para prevención, prohibición, sitio seguro e información de lugares y espacios públicos con la finalidad de prevenir percances, proteger contra incendios e informar sobre peligros a la salud en las actividades de una planta y trabajo [12].

Entrega lineamientos de colores, formas, tamaños e iluminación reflectiva que debe tener cada simbología usada en un ámbito laboral, se tiene que recalcar que esta norma no se puede implementar en señalética para carreteras y vías.

1.6 Código municipal 001 (NEC 16)

El presente código presenta los requisitos en la protección contra incendios para las alarmas de incendio, rociadores y asuntos de seguridad humana dentro del Distrito Metropolitano de Quito, el código maneja los extractos de algunas normas NFPA y hace referencia a una amplia gama de interrogante relacionadas con la protección contra incendios [6].

1.7 Principios y análisis de protección contra incendios

Los incendios son parte de una experiencia de civilización. Sin embargo, la utilidad del fuego no forma parte de la ingeniería del fuego, al contrario, en la ingeniería del fuego tenemos en cuenta el poder destructivo del fuego, que debe ser controlado para que nuestro mundo logre seguir prosperando. A lo largo de los años, el trabajo se ha limitado a las brigadas de bomberos, pero a medida del avance de la tecnología, los ingenieros han destinado su esfuerzo, conocimiento y experiencia para trabajar en la regulación de incendios destructivos [13].

1.7.1 Código seguridad humana

El propósito de la seguridad humana es brindar requisitos para la protección contra incendios, revisar que estén bien diseñados los edificios con sus respectivos sistemas de defensa para asegurar la vida de los habitantes. El código de seguridad humana es una fuente utilizada en la creación de estrategias para la seguridad en un edificio para sus ocupantes. De suma importancia para arquitectos, ingenieros, propietarios y administradores de los edificios [14]. Esta norma cubre desde rociadores, alarmas, iluminación de emergencia, barreras corta humo y protección contra riesgos especiales, se aplica tanto en diseño de edificios antiguos y modernos. El código de seguridad humana es uno de los más importantes del ocupante de edificios y se enfoca en tres aspectos:

1. La evacuación de los edificios
2. La estabilidad estructural y,
3. Los equipos de protección contra incendios.

Tiene un enfoque flexible adaptable al empleo no tradicional de los edificios, diseños vanguardistas, tecnologías, materiales y prácticas de construcción.

Es necesario conocer las normas a fin de evitar cualquier accidente producido por el desconocimiento del reglamento NFPA 101 protegiendo la vida mediante la arquitectura.

1.8 Sistemas de detección y alarma

Los métodos de localización y anunciación están diseñados principalmente con el objetivo de proteger la vida y en segundo lugar con el propósito de resguardar la propiedad. Los incendios tienen en su principal enemigo y aliado al tiempo, y los sistemas de detección y alarma son una parte fundamental en el manejo del tiempo [13].

1.8.1 Sistema de alarma de incendios

El sistema de alerta de fuego debe ser implementado en los establecimientos que superan los 500 m² de acuerdo con las normativas establecidas por los bomberos.

Los sistemas de detección y alerta de incendios son un método de protección activa, estos trabajarán en conjunto con los sistemas de extinción, y su función principal es la de percibir existencia de un incendio y alertar a todos los ocupantes acerca del mismo para que puedan tomar las medidas de precaución a tiempo y en el mejor de los casos se pueda tomar acción para extinguir el fuego [15].

Los sistemas de alarmas deberán mantener su conexión única dando uso de tuberías metálicas que serán empleadas para proteger las instalaciones, además debe mantener su distancia de cables eléctricos y de cualquier aparato que pueda causar interferencia electromagnética. Uno de los beneficios de usar sistemas de detección de incendio está la activación pronta de la supresión y puertas cortafuego para la compartimentación de las áreas, sistemas de control de humo, sistemas de comunicación de emergencias [16]. Se encarga de remitir una señal de alarma para activar el sistema de notificación, si se muestra una emergencia estos dispositivos se activarán indicando al panel que debe empezar y de igual forma el audio y las cámaras.

1.8.2 Norma NFPA 72

La normativa NFPA 72 detalla los códigos de señales y alarmas antiincendios, su disposición e instalación, rendimiento e inspección, prueba y mantenimiento de los sistemas de anunciación y comunicación de emergencia, incluso los Sistemas de Notificación Masiva (SNM) [16].

1.9 Sistemas de protección para las diferentes ocupaciones

La seguridad contra incendios de una edificación o estructura se consigue cuando se evalúa todo como un conjunto. No solo es importante la comprensión de los sistemas de extinción

contra incendios, ya sean automáticos o manuales, debe analizarse simultáneamente con la forma en que se realizan la evacuación, la construcción y la separación, sus elementos y acabados internos, métodos de alarma contra incendios y aviso a los ocupantes, iluminación interior, ascensores, señalización, sistemas de aire acondicionado y calefacción, entre otros [17].

1.9.1 Regla Técnica Metropolitana de Quito (RTQ 3)

La RTQ 3, es una regla técnica centrada en la prevención de incendios, hace relación con las edificaciones o establecimientos con las actividades que desarrollan, es un instrumento técnico usado en el combate ante incendios en el Distrito Metropolitano de Quito [18].

Rige los criterios de diseño para nuevas edificaciones especificando sus actividades, además de ajustes a los locales y establecimientos ya existentes.

1.10 Comportamiento humano

La mayor parte de las conductas se encuentran establecidas mediante un plan de acción ajustadas a las normas y a las diversas situaciones en un determinado momento. La conducta humana es relativa, se manifiesta de forma diferente en cada etapa y se condiciona a través de patrones. Dentro de las situaciones de emergencia el comportamiento humano juega un papel importante.

Este conocimiento se integra sistemáticamente y contribuye al logro y desarrollo efectivo de las personas y organizaciones para su sostenibilidad y existencia [19]. La lógica se va plasmando de manera ordenada ayudando a efectivizar el desarrollo en la humanidad, permitiendo el estudio de las organizaciones y como mantienen su comunicación proporcionando una estructura continua para sobrevivir.

Es un conjunto de procedimientos en una relación interpersonal, siendo estas oportunas en respuesta a situaciones que establece una conducta acorde a las normas preestablecidas. En resumen, todas las personas están condicionadas por muchos aspectos del entorno y, a menudo, las organizaciones utilizan la regulación clásica para promover las actitudes y comportamientos deseados por la organización [19]. Es la estimación de emitir y receptor cariño, estos elementos son condicionados por aspectos sociales, es básico observar en empresas el fomentar cualidades deseadas para la institución.

1.11 Prevención de incendios

El objetivo principal de la prevención de incendios consiste en analizar las condiciones y las actividades que influyen directamente al momento de detectar una situación de riesgo. Son diversas las formas, normas y reglamentos técnicos que inciden en un programa de seguridad contra incendios. La prevención de incendios es una actividad participativa de bomberos, propietarios o responsables de los edificios y establecimientos y funcionarios que deban intervenir en los procesos de supervisión administrativa [20]. Este tipo de planes se realizan bajo la participación de diversas áreas o departamentos a fines, con el propósito de establecer y garantizar las pautas precisas concernientes con la accesibilidad a los establecimientos a su vez contribuye a una reducción ante la vulnerabilidad de los incendios y del impacto negativo que se puede llegar a generar.

CAPÍTULO 2

SISTEMAS DE EXTINCIÓN, CONFINAMIENTO DE LOS INCENDIOS Y COMISIONAMIENTO DEL SISTEMA

2.1 Sistemas de extinción

Los sistemas de eliminación de incendios son instalaciones que tienen como fin la prevención y control del fuego en caso de un siniestro dentro de cualquier tipo de inmueble.

Son un medio de protección, haciendo uso de elementos extintores contenidos en recipientes con diversas capacidades o sistemas de tuberías manuales o automáticos que permiten controlar el incendio hasta la llegada del departamento de bomberos [21].

Es indispensable contar con estos sistemas de protección, puesto que evitan la existencia de daños indeseados y protegen la vida de las personas.

2.1.1 Sistema de extinción a base de agua

El funcionamiento de sistemas de mitigación emplea una variedad de agentes que poseen propiedades que sirven para contrarrestar el fuego. Agente extintor se refiere a la sustancia en estado sólido, líquido o gaseoso, que en contacto con el siniestro y cantidad apropiada lograra mitigarlo [22]. Cada agente de supresión cuenta con una propiedad diferente que al ser empleados neutralizan el fuego y controlan la propagación de este.

El agente más utilizado es el agua debido a que tiene una importante cantidad de cualidades que hace que sea un agente adecuado para la eliminación de incendios. El agua es el agente extintor empleado con mayor frecuencia gracias a su disponibilidad, precio bajo y alta eficacia, es utilizada en gran número de edificaciones [23].

Para emplear agentes extintores, es necesario contar con reservas especiales. Las instalaciones con sistemas en base de agua deben asegurar una disponibilidad permanente, una adecuada distribución de caudales y presiones, además de un medio de extinción específico para cada situación [23]. Un sistema hidrodinámico de suspensión de incendios debe estar disponible y en óptimas condiciones cuando sea necesario.

2.1.2 Parámetros para la extinción (norma NFPA 24)

Es importante crear y seguir normas que ayuden a la prevención y protejan a las personas en caso de posibles incendios. La norma NFPA 24 expone importantes parámetros para la extinción contra incendios. También incluye información sobre las conexiones para cuerpo de bomberos, instalación, uso de tuberías y accesorios; en consecuencia, es una de las más importantes en la protección contra incendios [10].

Brinda información acerca del manejo y selección de varios implementos necesarios para evitar situaciones de riesgo en las que sea posible un incendio. Dentro de los tipos de accesorios permitidos se encuentra la tubería plástica de PVC, PVC-O y PE y sus accesorios, predestinados al servicio de mitigación de incendios en redes de distribución [24]. Es indispensable conocer los materiales y accesorios adecuados dispuestos en la norma NFPA 24 para obtener protección frente a incendios.

2.1.3 Sistemas de supresión (alcance)

El propósito de la estructura de supresión es proveer protección contra incendios en propiedades, a través de un agente extintor. Para ello existen distintas formas de hacerlo, a través de aspersores, mangueras e hidrantes [25]. Existen diferentes agentes de extinción de incendios basados en agua, debido a la facilidad de uso y disponibilidad. Para la instalación y mantenimiento de estos sistemas existen varios requisitos planteados principalmente en las normas NFPA.

- Red privada de incendios

La red privada de incendios provee protección contra el fuego a través de requerimientos de instalación de tanques dispuestos en las normas NFPA 20 y 24.

La cisterna es el medio de almacenamiento y provisión de agua para suministrar a los compartimentos de extinción, es así como permite el suministro a la red de supresión de incendios y tiene relación con el sistema de agua potable doméstico, pero la reserva de incendios no pueda ser utilizada por la red de agua potable doméstico [26].

La red privada contra incendios debe contar con múltiples reservas de agua, las cisternas son un eficiente tipo de almacenamiento, debido a que estas pueden ser abastecidas con el mismo sistema de la propiedad.

- **Tamaños mínimos de tuberías**

Con el fin de garantizar la fiabilidad de la instalación de los sistemas de protección de incendios, se deben acatar las medidas estipuladas en las normas NFPA. Esto es importante para asegurar la estabilidad y facilitar la regulación del funcionamiento.

En la tabla 1 se muestra un compendio sobre la tubería usas en conexiones de bombas centrífugas contra incendios planteadas en la norma NFPA 20, de acuerdo con la capacidad en galón por minuto de la bomba, el tamaño permitido de la tubería será de diferente medida.

Tabla 1. Tamaños mínimos de tuberías [26].

Tamaños mínimos de tuberías (Nominal)							
Clasificación de la bomba (GPM)	Succión (pulg)	Descarga (pulg)	Válvula de alivio (pulg)	Descarga de válvula de alivio (pulg)	Dispositivo de medición (pulg)	Cantidad y tamaño de válvulas de manguera (pulg)	Suministro de cabezal de manguera (pulg)
25	1	1	¾	1	1 ¼	1-1 ½	1
50	1 ½	1 ¼	1 ¼	1 ½	2	1-1 ½	1 ½
100	2	2	1 ½	2	2 ½	1-2 ½	2 ½
500	5	5	3	5	5	2-2 ½	4
1000	8	6	4	8	6	4-2 ½	6
2000	10	10	6	10	8	6-2 ½	8
5000	16	14	8	14	10	20-2 ½	12

- **Caudales mínimos y presión**

Así mismo, los caudales y la presión deben encontrarse en los estándares de capacidad establecidos en las normas, de esta manera se garantiza el suministro necesario. Estos regímenes dependen de varios factores, en la tabla 2 se indican los valores permitidos.

Tabla 2. Presión y capacidad de bombas contra incendios [26].

Tipo de bomba	Intervalos de presión		Rango de capacidad	
	Psi	kPa	GPM	L/s
Extremo de succión horizontal	40-186	276-1282	25-750	1.6-31.5
Succión en línea	40-186	276-1282	25-750	1.6-31.5
Caja hendida (horizontal y vertical)	40-294	276-2027	150-5000	9.5-31.5
Turbina vertical	25-510	179-3516	250-5000	15.8-315.4

- **Tipos de tuberías / accesorios**

Tuberías

En el anexo 1 se lista las tuberías o tubos adecuados para instalaciones de redes contra incendios.

Accesorios

Los accesorios que se usan en sistemas de protección se ajustan con las normas mencionada en el anexo 2.

- **Anclajes**

El anclaje es un elemento importante para garantizar estabilidad en este tipo de instalaciones, permite la carga y soporte de los implementos necesarios. Es necesario la instalación de tuberías y accesorios en la red contra incendios, así como anclajes mecánicos para sujetar tuberías y componentes del sistema mencionado [27]. Implementar anclajes es imprescindible, estos son el soporte para implementar las tuberías en los sistemas contra incendios.

- **Protección de pintura**

Las diferentes empresas destinadas a la fabricación de pintura entregan una opción de protección pasiva contra el fuego, es decir pintura con capacidades superiores a soportar el ataque del fuego [28]. Los grandes productores de pintura han generado este agente extintor como una opción para evitar la propagación del incendio, dando tiempo para una evacuación segura. La pintura intumescente es una alternativa idónea de protección pasiva contra incendios.

Esta reacción es una protección pasiva contra incendios, evita la propagación del fuego y reduce la gravedad de los daños. La intumescencia es una propiedad en productos de resinas y elementos sólidos frente a la presencia de fuego o calor donde poseen mejor dispersión de calor [28]. El término intumescencia se refiere a un aumento de volumen de un cuerpo, por lo que es evidente que este tipo de pintura al expandirse evitará la acción del fuego.

2.1.4 Normas NFPA 13 y 14 (alcances)

Para efectuar la instalación de un agente de extinción, hay que tener en cuenta las normas en las que se estipula las indicaciones precisas. La NFPA 13 tiene por objeto proporcionar requisitos de diseño, instalación y prueba de los sistemas de pulverización; dado que estos sistemas de suspensión se activan en caso de incendio para lograr un control del siniestro [29].

NFPA 13 ayuda a diseñadores, ingenieros, contratistas e instaladores para trabajar de manera inteligente con rociadores de incendio para cualquier tipo de edificación [29]. Las indicaciones de esta norma han optimizado el proceso de montaje y manejo de rociadores, ayudando a los encargados del desarrollo de este sistema.

Por otro lado, la NFPA 14 entrega parámetros mínimos para la instalación de tuberías verticales y sistemas de mangueras [30].

2.1.5 Norma NFPA 20 (alcance)

La NFPA 20 entrega requisitos de implementación para todo tipo de bombas contra incendio, unidades motrices, controladores, accesorios además brinda orientación sobre cómo evitar fallas en la instalación y cómo probar estos sistemas. El alcance llega a cubrir la selección e instalación de bombas que abastecen agua a sistemas privados de protección [32].

- Condición de diseño

La instalación de la bomba de agua deberá tener un diseño óptimo, que proteja el suministro y evite la contaminación. El abastecimiento de agua debe ser suficiente en cantidad, calidad, presión y disponibilidad de entrega a los elementos de erradicación de incendio, de acuerdo con la ordenanza RTQ-7 [31]. Es necesario que el suministro de líquidos sea confiable, de esta forma satisfacer las medidas y capacidades especificadas de todos los implementos.

- **Selección**

La norma NFPA 20 plantea las directrices para la elección e implementación de bombas de suministro.

La selección debe entregar valores mínimos de un 65 % de presión nominal, además de un 150 % de la capacidad del caudal nominal, tomando en cuenta que el incremento de presión hacia el cierre no debe sobre pasar el 140 % del valor de este [33].

Las bombas constituyen una parte vital del sistema, por lo que deberán seleccionarse en base a las condiciones planteadas en esta norma, bajo las cuales se plantea su instalación y funcionamiento. El equipo de bombeo colocado para el suministro de agente extintor se determina acorde a las características de la bomba centrífuga y en relación con la presión de descarga y velocidad [33]. Para seleccionar las características y dimensiones correctas es importante tener en cuenta las medidas precisas de las bombas centrífugas.

- **Caudales**

El caudal es la capacidad que tienen las tuberías de proporcionar el líquido o agente extintor y, está dado en galones por minuto (gpm). Las tuberías y accesorios del componente de bombeo deben proporcionar el caudal requerido de 750 gpm necesario a la demanda, cumpliendo los diámetros mínimos permitidos en la norma NFPA [33]. Los índices mínimos de los caudales aceptados serán los especificados en la NFPA 20.

- **Tipos de bombas**

Las bombas en sistemas contra incendios son necesarias cuando la red normal de agua no puede proporcionar la presión requerida para contrarrestar el fuego.

Es una maquina generadora de presión utilizada para transferir fluidos de un punto a otro por movimiento centrifugo o desplazamiento positivo utilizando la energía del medio impulsor (motor eléctrico, motor de combustión interna a diese, gasolina, entre otros, turbina de gas/vapor) [33].

Esta bomba funciona a través de energía de algún motor, genera presión para evitar la propagación de incendios. Según Torres existen varios tipos de bombas:

- Bomba horizontal de carcasa partida
- Bomba vertical de carcasa partida

- Bomba vertical en línea
- Bomba vertical de turbina
- Bomba final de succión
- Bomba de desplazamiento positivo
- Bomba multietapa de eje horizontal y vertical

- **Condiciones de requerimiento de presión y caudal**

La bomba contra incendio tiene las siguientes capacidades nominales en gpm y deberán ser nominadas a presiones de 40 psig (2.7 bar) o más para bombas horizontales y, 26 psig (1.79 bar) para bombas verticales tipo turbina.

El suministro de agua disponible se calculará de acuerdo con la relación de flujo de 150 % capacidad nominal de la bomba contra incendios [32].

- **Diferencia entre bombas normadas y listadas**

Las bombas contra incendios proporcionan el flujo y presión de agua necesaria por los sistemas de mitigación, por lo que es uno de los elementos principales del sistema. Ante la NFPA 20 en uno de sus anexos establece el punto que no prohíbe el uso de bombas de abastecimiento de agua pública y privada, por lo tanto, dichas bombas podrían ser utilizadas para la protección contra incendios si se consideraran confiables [34].

- **Bombas normadas**

Una bomba normada es toda que satisface todas las normas requeridas por la NFPA. Cuando se usa el término normado en un modo genérico, debe incluir todos los estándares de la norma NFPA, incluido los códigos, prácticas recomendadas y guías.

- **Bombas listadas**

Una bomba listada cuenta con una evaluación exhaustiva. Todos los accesorios listados incluido las bombas deben mantener una inspección periódica y aprobar un estándar designado o a su vez haber aprobado un ensayo que demuestre que es adecuada para un propósito específico.

La NFPA 20 exige que las bombas en servicio sean listadas, para esto es necesario un ensayo del modelo de la bomba y sus componentes [33].

Las bombas deben ser listadas, lo que implica que debe pasar por un estricto proceso para verificar que se mantienen condiciones que se deben seguir para su adecuado funcionamiento.

2.1.6 Norma NFPA 25 (alcance)

Dictamina la revisión, prueba y mantenimiento de sistemas de seguridad contra incendios. Brinda los requisitos mínimos para la calificación de tuberías, hidrantes, sprinkles, tanques de almacenamiento y bombas de servicio privado de incendios y sus accesorios [35]. Aquí se estipulan las normativas para el mantenimiento y control de todos los implementos necesarios para la instalación de sistemas contra incendios.

Es indispensable realizar mantenimientos y revisiones cada periodo de tiempo, en la norma NFPA se disponen algunas indicaciones para realizar esta actividad a las tuberías, bombas, hidrantes, entre otras. Tanto las tuberías que se encuentran en el exterior y los hidrantes deben inspeccionarse por año y después de cada operación [35].

Para las bombas, el propósito de la inspección es verificar que toda la unidad esté en condiciones operativas idóneas y libres de daño físico [35].

2.2 Sistema de extinción sin agua

Se basa en el uso de agentes gaseosos como el dióxido de carbono CO₂ y la absorción de calor que tiene la particularidad de no provocar daños materiales ni eléctricos, los gases que se utilizan en este sistema se encuentran en instalaciones fijas de extinción. Estos sistemas son adecuados para áreas compuestas de combustibles líquidos u otros materiales que tienden a incendiarse cuando hay fuego. Normalmente, cuando se detecta un incendio en un área protegida con un sistema de extinción seco, se emite una señal eléctrica que activa los agentes extintores y liberan los gases [36].

- Norma NFPA 10

Brinda directrices dirigidas al funcionamiento de extintores portátiles, es importante mantenerlo siempre en condiciones óptimas para su uso en caso de emergencias. La NFPA 10 proporciona conceptos aplicables a la selección, instalación, inspección, mantenimiento, recarga y prueba de extintores [37]. Esta normativa facilita estándares para un adecuado manejo de los extintores portátiles.

2.3 Confinamiento de los incendios

Las normas NFPA 101 se refieren al código de seguridad humana y es el documento más utilizado para crear estrategias para la seguridad de personas y propiedades. Proporciona los requisitos mínimos de protección, con consideraciones para el diseño, operación y mantenimiento de edificaciones para resguardar la vida de su personal [14]. Esta norma plantea requisitos para el resguardo de los individuos y edificios en los que habitan, para el funcionamiento del sistema contra incendios.

2.4 Comisionamiento del sistema

Proporciona información sobre las mejores prácticas en la puesta en servicio y las pruebas de integración de sistemas de seguridad humana y contra incendios [38]. Esta se desarrolla como una respuesta al (NIBS) Instituto Nacional de Ciencias de la Construcción. Esto cubre las críticas de puesta en marcha de la construcción de sistema de seguridad humana y contra incendios para ayudar a verificar que los sistemas estén diseñados e instalados tal como fueron diseñados [38].

Es planteada con el objetivo de generar procesos adecuados en el manejo de los sistemas de protección contra incendios.

CAPÍTULO 3

CONCEPTOS DE DISEÑO Y CÁLCULOS HIDRÁULICOS PARA LA ELABORACIÓN Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS

3.1 Conceptos de diseño

El desarrollo del diseño implica un análisis minucioso, por lo que se debe tomar en cuenta un proceso detallado para determinar los principales requerimientos ante la elaboración de un sistema de mitigación de fuegos.

3.1.1 Ocupación

De acuerdo con la norma NFPA 101 donde expresa diferentes tipos de ocupaciones y la ordenanza metropolitana 470, regla técnica metropolitana (RTQ 3), donde se determina al área de implementación del sistema contra incendios como una **ocupación de almacenamiento**, ya que en dicha edificación se guarda, conserva y proteger material sintético para cortinas en estanterías metálicas y de igual manera se protege productos y mercadería.

3.1.2 Riesgo

El resultado obtenido mediante la aplicación del método de valoración de riesgos Meseri en el área de almacenamiento en la empresa Doopler, ha determinado el grado de incendio que enfrenta la empresa, obteniendo como resultado lo siguiente:

Un valor de exposición de 5.90, con una calificación de riesgo medio, clasificándolo en un tipo de riesgo ordinario grupo 2.

3.1.3 Sistema de supresión de incendios

Uno de los sistemas de lucha contra incendios establecido por RTQ 3 para este tipo de ocupaciones es un sistema de rociadores automáticos y de acuerdo con lo establecido en la RTQ 7 esto se lo ejecutará conforme a la norma NFPA 13.

3.1.4 Selección del rociador

Los rociadores son definidos por la capacidad de controlar o extinguir un incendio, por lo que deben ser seleccionados pensando en la proporción apropiado de protección frente a incendios, la existencia humana y el patrimonio.

Se selecciona el rociador de acuerdo del tipo de ocupación y densidad de descarga, por lo que para el presente diseño se utilizará rociadores pulverizadores montantes y/o colgantes estándar tipo K 5.6.

- Rociadores pulverizadores montantes y/o colgantes estándar

Los rociadores montantes y/o colgantes son dispositivos pulverizadores con respuesta y cobertura estándar que cuenta con una cápsula de cristal. Estos rociadores están diseñados para pulverizar agua en un área máxima de cobertura de 21 m². Suelen usarse en sistemas de clase de riesgo leve, ordinario y extraordinario [39].

En la figura 3.1 se aprecia la posición de instalación del rociador montante donde la descarga del fluido se produce hacía arriba del deflector, mientras que un rociador colgante fue diseñado con el objetivo que el agente extintor fluya hacía abajo contra el deflector.

El anexo 3 muestra la hoja de datos técnicos del K 5.6 Serie TY-B con respuesta y cobertura estándar para rociadores montantes, colgantes y colgantes embutidos.

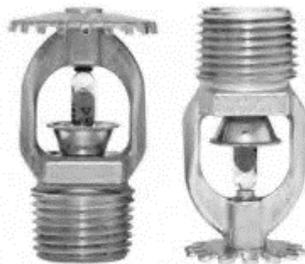


Figura 3.1. Rociador pulverizador montante y colgante [40].

La cobertura protectora máxima permitida para los rociadores debe estar de acuerdo con el valor que se muestra en la figura 3.2.

Tipo de construcción	Tipo de sistema	Área de Protección		Espaciamiento máximo	
		pie ²	m ²	pie	m
Todas	Todos	130	12	15	4.6

Figura 3.2. Área de protección y distancia máxima de rociadores pulverizadores estándar colgantes y montantes para riesgo ordinario [29].

El área de cobertura del rociador no debe exceder los 225 ft² (20 m²) en ningún caso. En la separación no debe haber más de la mitad de la distancia entre los rociadores y pared, ya que el espacio permitido es de 2.3 m. La distancia mínima entre la pared y la boquilla es de 10.2 cm.

3.1.5 Área de cobertura de protección por rociador

Los rociadores deben ubicarse, espaciarse y posicionarse para proporcionar el correcto uso y protección al área de cobertura, lo cual se determinará mediante la expresión siguiente:

$$A_s = S \cdot L \quad (3.1)$$

Donde,

S = distancia entre rociadores (ft)

L = distancia entre ramales (ft)

3.1.6 Caudal de un rociador

Es el caudal mínimo de descargar de un rociador y se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Q_r = A_p \cdot \delta \quad (3.2)$$

en donde se tiene que;

A_p = área de protección del rociador (ft²)

δ = densidad de descarga (gpm/ft²)

3.1.7 Presión mínima requerida del rociador

Es la presión mínima que se debe disponer a un aspersor en su base para que pueda liberar una tasa de flujo necesitado. Dicha presión se encuentra expresada de la siguiente manera:

$$P = \left(\frac{Q_r}{K} \right)^2 \quad (3.3)$$

donde,

Q_r = caudal de un rociador (gpm)

K = factor de un rociador

3.1.8 Número de rociadores a determinar en el área de diseño

En un área de diseño se debe determinar el número total de rociadores que se debe implementar para la protección ante un incendio. Esto se determinará mediante la siguiente expresión:

$$N^{\circ} \text{ total de rociadores} = \frac{\text{Área de diseño}}{\text{Área de protección por rociador}} \quad (3.4)$$

3.1.9 Número de rociadores en un ramal

Utilizando la siguiente expresión, es posible determinar el número de rociadores que se pueden considerar para cada ramal:

$$N^{\circ} \text{ de rociadores en el ramal} = \frac{1.2 \cdot \sqrt{A_d}}{S} \quad (3.5)$$

donde,

A_d = área de diseño o aplicación (m²)

S = distancia entre rociadores (m)

3.1.10 Selección de la tubería

Para la conducción de agente extintor del sistema de rociadores se utilizará tubería sugerida por la norma NFPA 13 como se presenta en el anexo 1, seleccionando de esta manera la tubería ANSI/ASTM A 53 cédula 40.

3.1.11 Caudal nominal del sistema

Se denomina al valor máximo de caudal dentro de las condiciones nominales de funcionamiento. Y se encuentra expresada de la siguiente manera:

$$Q_n = A_d \cdot \delta \quad (3.6)$$

donde

A_d = área de diseño o aplicación (ft²)

δ = densidad de descarga (gpm/ft²)

3.1.12 Volumen de cisterna

Se lo puede definir como la capacidad de almacenamiento total que admitirá la cisterna.

$$V_c = Q_n \cdot t_a \quad (3.7)$$

Donde,

Q_n = Caudal nominal del sistema (gpm)

t_a = tiempo de ataque con agente extintor (min)

3.1.13 Determinación del cabezal mínimo dinámico (TDH) para una bomba

Se procede a determinar el TDH (Cabezal dinámico total) utilizando la siguiente ecuación:

$$TDH = hf + hg + hr + hs \quad (3.8)$$

Teniendo que:

hf = pérdidas por fricción (psig)

hg = pérdidas menores (psig)

hr = presión requerida (psig)

hs = presión estática (psig)

3.1.14 Pérdida por fricción (HF)

La pérdida por fricción en la tubería está determinada por la fórmula de Hazen-Williams, de la siguiente manera:

$$p = \frac{4.52 \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.18}} \quad (3.9)$$

dónde:

p = resistencia friccional (psig/m de tubería)

Q = flujo (gpm)

C = coeficiente de pérdida de fricción

d = diámetro interno real de la tubería (plg)

Los valores del coeficiente C de Hazen-Williams para diferentes tuberías o tubos se expone en el anexo 4.

3.1.15 Pérdidas menores en accesorios (HG)

Las pérdidas menores ocurren cuando existe un cambio de velocidad y dirección del fluido por medio de accesorios (tés, codos, válvulas, entre otros), o cuando la trayectoria se encuentra obstruida y son determinadas basándose en la fórmula de Hazen-Williams.

3.1.16 Presión estática (HS)

Se la define como la presión del sistema cuando no fluye el agua la cual se encuentra medida en psig/mca.

3.1.17 Potencia teórica de la bomba principal

La potencia de la bomba principal se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$Potencia\ de\ la\ bomba = \frac{Q \cdot THD}{76 \cdot \eta} \quad (3.11)$$

Donde

Q = caudal o flujo (gpm)

THD = cabezal dinámico (psig)

η = eficiencia de la bomba (%)

3.1.18 Curva característica de una bomba contra incendios

En la figura 3.3 se puede observar la curva de una bomba contra incendios y de acuerdo con NFPA 20:

- La bomba debe rendir un 150 % respecto al flujo nominal.
- Con caudal cero, la presión no debe superar el 140 % de la presión nominal.
- Al 150 % de la tasa nominal de flujo, la presión no debe caer al 65 % de la presión nominal.

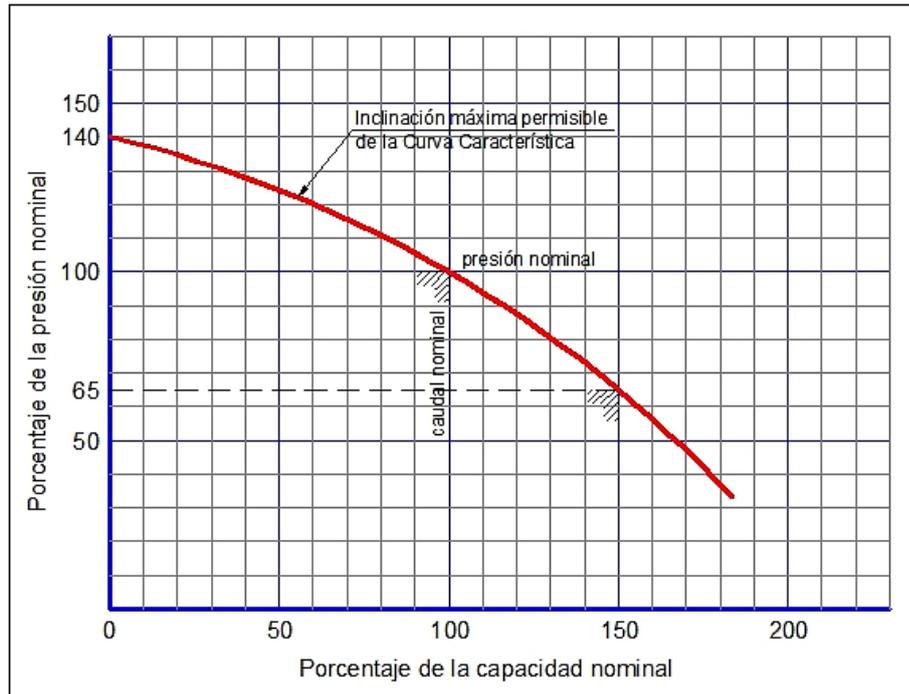


Figura 3.3. Curvatura característica de las bombas contra incendios [41].

3.1.19 Potencia de la bomba jockey

La presión total del sistema debe superar las pérdidas totales del sistema, por lo que potencia de la bomba jockey debe hallar entre el 5 % y 10 % de la presión de trabajo de la bomba contra incendios principal [42].

3.1.20 Determinación del diámetro

Para la determinación del diámetro de tubería se lo puede realizar mediante dos métodos, los cuales son:

- Método de la velocidad; en el cual se utiliza la velocidad como dato, para determinar el dimensionamiento de tubería para agua, empleando un calculador de ingeniería como se presenta en la figura 3.4.

Vapor	<h2>Velocidad</h2> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Inscríbese en la Revista por e-mail! </div> <h3>Introducir Datos</h3> <div style="text-align: right; margin-bottom: 5px;">Unidades Imperial ▼</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Grado de Tubería</td> <td colspan="2">ANSI Sch40</td> </tr> <tr> <td>Longitud de la Tubería [?]</td> <td>3.25</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Rango de Flujo del Líquido</td> <td>26</td> <td>GPM</td> </tr> <tr> <td>Velocidad Máxima Permisible [?]</td> <td>3</td> <td>m/s</td> </tr> </table> <p style="text-align: right; font-size: small;">Mostrar Opciones Avanzadas</p> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <input type="button" value="Calcular"/> Limpiar </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; margin-top: 10px; background-color: #e0f0e0;"> <h4>Resultados</h4> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Tamaño de Tubería</td> <td>NPS1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Diámetro Interno Tubería</td> <td>1.049</td> <td>in</td> </tr> <tr> <td>Velocidad del Agua</td> <td>6.58072</td> <td>mile/h</td> </tr> <tr> <td>Caída de Presión</td> <td>1.94846</td> <td>psi</td> </tr> <tr> <td>Longitud Equivalente a una Tubería Horizontal</td> <td>10.6627</td> <td>ft</td> </tr> </table> </div>	Grado de Tubería	ANSI Sch40		Longitud de la Tubería [?]	3.25	m	Rango de Flujo del Líquido	26	GPM	Velocidad Máxima Permisible [?]	3	m/s	Tamaño de Tubería	NPS1		Diámetro Interno Tubería	1.049	in	Velocidad del Agua	6.58072	mile/h	Caída de Presión	1.94846	psi	Longitud Equivalente a una Tubería Horizontal	10.6627	ft
Grado de Tubería		ANSI Sch40																										
Longitud de la Tubería [?]		3.25	m																									
Rango de Flujo del Líquido		26	GPM																									
Velocidad Máxima Permisible [?]		3	m/s																									
Tamaño de Tubería		NPS1																										
Diámetro Interno Tubería		1.049	in																									
Velocidad del Agua		6.58072	mile/h																									
Caída de Presión		1.94846	psi																									
Longitud Equivalente a una Tubería Horizontal		10.6627	ft																									
Recuperación de Condensado																												
Agua																												
Diseño de Tubería																												
Dimensionamiento de Tubería por Caída de Presión																												
Dimensionamiento de Tubería por Velocidad																												
Caída de Presión en la Tubería																												
Velocidad del Agua a Través de la Tubería																												
Rango de Flujo del Agua a Través de la Tubería																												
Grosor del Aislamiento																												
Orificios y Válvulas																												
Aire																												
Gas																												
Tablas de vapor																												
Términos de Uso																												
Soluciones por Productos																												

Figura 3.4. Determinación del diámetro de tubería mediante el método de la velocidad [43].

- Método por tablas; donde se emplea la tabla estipulada en la norma NFPA 13, la misma que se aprecia en la tabla 3.

Tabla 3. Cédulas de tubería para riesgo ordinario [29].

Acero			Cobre		
1 pulg.	25 mm	2 rociadores	1 pulg.	25 mm	2 rociadores
1 ¼ pulg.	32 mm	3 rociadores	1 ¼ pulg.	32 mm	3 rociadores
1 ½ pulg.	40 mm	5 rociadores	1 ½ pulg.	40 mm	5 rociadores
2 pulg.	50 mm	10 rociadores	2 pulg.	50 mm	12 rociadores
2 ½ pulg.	65 mm	20 rociadores	2 ½ pulg.	65 mm	25 rociadores
3 pulg.	80 mm	40 rociadores	3 pulg.	80 mm	45 rociadores
3 ½ pulg.	90 mm	65 rociadores	3 ½ pulg.	90 mm	75 rociadores
4 pulg.	100 mm	100 rociadores	4 pulg.	100 mm	115 rociadores
5 pulg.	125 mm	160 rociadores	5 pulg.	125 mm	180 rociadores
6 pulg.	150 mm	275 rociadores	6 pulg.	150 mm	300 rociadores
8 pulg.	200 mm	Ver sección 4.5	8 pulg.	200 mm	Ver sección 4.5

3.2 Cálculos hidráulicos

Los cálculos se los realizan de acorde a las normas NFPA, las cuales especifican valores que se deben estipular bajo las circunstancias de trabajo.

- Identificación de la clasificación de la ocupación y el riesgo

Por medio de la RTQ 3 se identificó el área como una ocupación de almacenamiento y, tras el análisis del método Meseri (ver anexo 5) se considera un riesgo ordinario II.

- Tamaño del área de operación del rociador

Se establece un área de operación de 1500 ft² (139.36 m²).

- Densidad de descarga

De acuerdo con la curva densidad/área mostrada en la figura 3.5, para un área de diseño de 1500 ft² (139.36 m²) y riesgo ordinario grupo II,

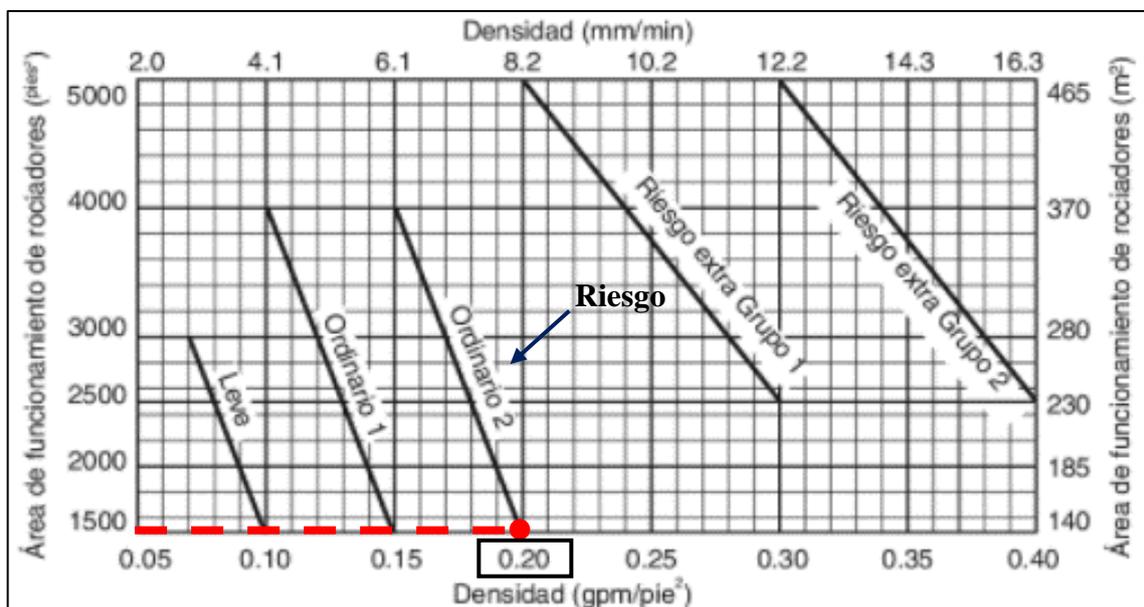


Figura 3.5. Curva de densidad / área [29].

el valor de la densidad mínima requerida de descarga es 0.20 gpm/ft² (8.2 mm/min).

- **Área de cobertura del rociador**

$$A_s = S \cdot L$$

$$A_s = 10 \text{ ft} \cdot 13 \text{ ft}$$

$$A_s = 130 \text{ ft}^2 \text{ (12.08 m}^2\text{)}$$

- **Número total de rociadores**

$$N^\circ \text{ de rociadores a calcular} = \frac{A_d}{A_p}$$

$$N^\circ \text{ de rociadores a calcular} = \frac{1500 \text{ ft}^2}{130 \text{ ft}^2}$$

$$N^\circ \text{ de rociadores a calcular} = 11,54 \approx 12$$

- **Número de rociadores en un ramal**

$$N^\circ \text{ de rociadores en el ramal} = \frac{1.2 \cdot \sqrt{A_d}}{S}$$

$$N^\circ \text{ de rociadores en el ramal} = \frac{1.2 \cdot \sqrt{1500 \text{ ft}^2}}{15 \text{ ft}}$$

$$N^\circ \text{ de rociadores en el ramal} = 3$$

- **Caudal de un rociador**

$$Q_r = A_p \cdot \delta$$

$$Q_r = 130 \text{ pies}^2 \cdot 0.20 \frac{\text{gpm}}{\text{ft}^2}$$

$$Q_r = 26 \text{ gpm}$$

- **Presión mínima requerida del rociador**

$$P = \left(\frac{Q_r}{K} \right)^2$$

$$P = \left(\frac{26 \text{ gpm}}{5.6 \frac{\text{gpm}}{\text{psig}^{1/2}}} \right)^2$$

$$P = 21,56 \text{ psig}$$

- **Caudal nominal del sistema**

$$Q_n = A_d \cdot \delta$$

$$Q_n = 1500 \text{ ft}^2 \cdot 0.20 \frac{\text{gpm}}{\text{ft}^2}$$

$$Q_n = 300 \text{ gpm}$$

- **Volumen de la cisterna**

$$V_c = Q_n \cdot t_a$$

$$V_c = 300 \text{ gpm} \cdot 90 \text{ min}$$

$$V_c = 27000 \text{ gal}$$

3.2.1 Resumen de cálculos hidráulicos

En el anexo 6 se puede apreciar el resumen de los cálculos obtenidos para el sistema de protección de incendios.

3.3 Programa de simulación (Pipe Flow Expert)

Pipe Flow Expert es un software especializado para realizar cálculos hidráulicos donde su interfaz permite ejecutar simulaciones de fluidos compresible e incompresible, bajo parámetros de cálculo basados en ecuaciones de mecánica de fluidos, con ayuda de valores tabulados de tuberías de diferente material, diámetro, espesor.

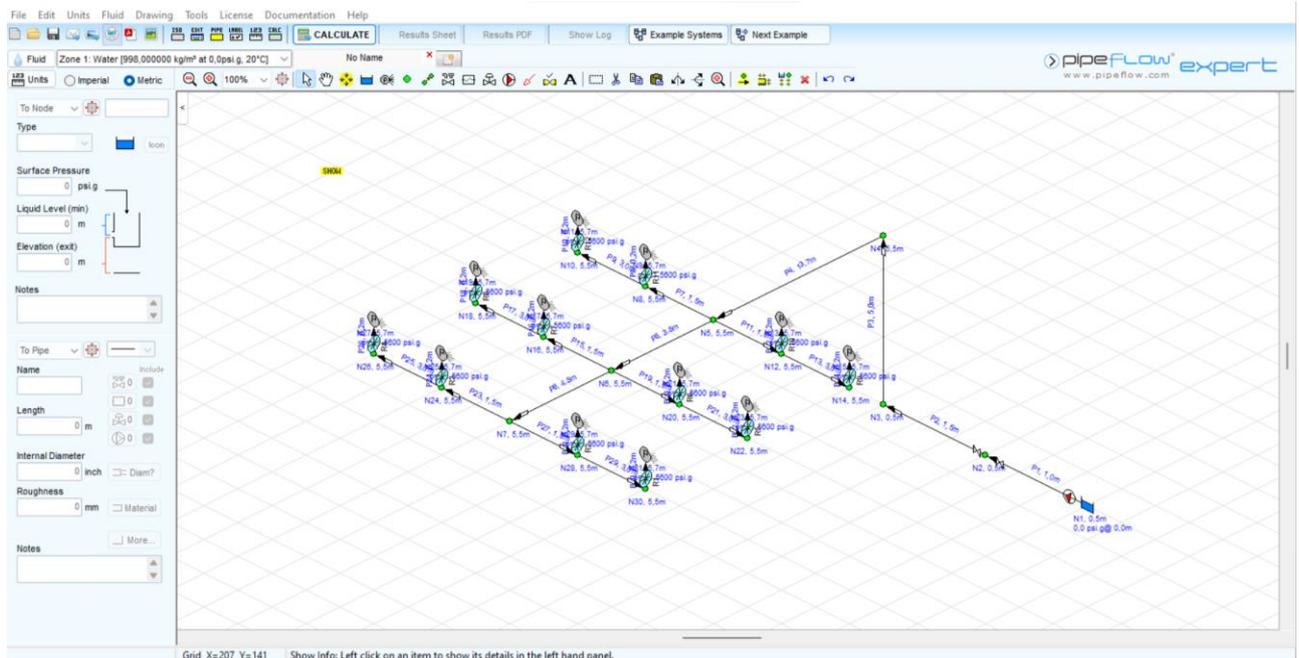


Figura 3.6. Simulación mediante software Pipe Flow del SCI Doopler Cia Ltda.

En el anexo 7 se expone el plano del diseño de la red contra incendios a implementarse en la compañía delimitada el área de diseño mediante la norma NFPA 13.

Mientras que en los anexos 8 y 9 se aprecia la simulación del sistema en el software especializado con los sus respectivos valores obtenidos mediante el programa Pipe Flow.

3.4 Resultados

Los resultados de los cálculos hidráulicos obtenidos mediante el software de ingeniería Pipe Flow Expert pueden ser apreciados en el anexo 9.

Donde la zona de demanda de mayor flujo es en el tramo A-B con 330 gpm, con una presión máxima 68.89 psig y una velocidad de 4.37 m/s, para así alimentar a los 12 rociadores con un caudal mínimo de 26 gpm y una presión mínima de 26.51 m/s necesaria para que el rociador pueda operar.

CAPÍTULO 4

SISTEMA DE MANTENIMIENTO, PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DEL DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO

4.1 Inspección, prueba y mantenimiento

Para garantizar una respuesta eficiente ante emergencias es necesario asegurar la confiabilidad de la operación de los equipos de seguridad contra incendios, por lo que realizar procedimientos de inspección, prueba de funcionamiento y mantenimiento de los accesorios más vulnerables es esencial para que el sistema tenga un desempeño correcto frente a cualquier suceso.

En cuanto al mantenimiento requerido del sistema contra incendios, la normativa presente en la NFPA 25 proporciona parámetros establecidos por cada tipo de sistema y componente, proporcionando acciones de inspección y plazos recomendados para realizarlos. Al seguir estas recomendaciones se logra evitar fallos inesperados en un futuro, así prologando la vida útil de los equipos existentes en el sistema.

En el anexo 10 se detalla una tabla de recomendaciones de mantenimiento ante posibles fallos en los sistemas y sus respectivos componentes.

4.2 Señalización

La función de las señales contra incendio es básicamente informar e indicar con claridad la ubicación de los equipos, las rutas de evacuación y los caminos a seguir que conforma en sistema contra incendios del área a proteger.

Por este motivo, las señaléticas de incendios son esencial, ya que proporcionan seguridad e información en situaciones de peligro, permitiendo salvaguardar de mejor manera el personal y la propiedad.

El anexo 11 muestra los significados generales de las geometrías, los colores de seguridad y los colores contrastantes implementados en los sistemas de señalización de seguridad.

Existe señalización complementaria que ayuda a introducir cuadros de información específica en cualquier tipo de señalización de información principal, en la tabla 4 se especifica la forma, el color y el uso específico del tipo de señalización complementaria

Tabla 4. Sistema de señalización complementaria [12].

Figura geométrica	Significado	Color de fondo	Color de contraste	Color de la información de seguridad complementaria
 rectángulo	Información complementaria	Blanco Color de seguridad de la señal de seguridad	Negro Negro o Blanco	Cualquiera

El contraste de brillo debe lograrse entre la señal de seguridad y su fondo. Además, es importante que las señales en caso de incendio sean fotoluminiscentes para producir luz, ya que el humo producido puede reducir considerablemente las condiciones de visibilidad [12].

4.3 Presupuesto referencial

Para el cálculo de un costo referencial de todo el sistema contra incendios diseñado para la compañía Doopler, se basó en el cálculo de metro lineal de tubería, número de accesorios por ramales y elementos extras.

En tabla 5 se detalla un listado de los elementos, accesorios y cantidades necesarias de cada uno respectivamente para la instalación del sistema contra incendios.

Tabla 5. Requerimientos de materiales para la instalación del SCI.

Requerimiento de materiales			
Ítem	Descripción	Unidades	Cantidad
1	Tubería ASTM A 53 SH40 diámetro 3"	M	24.8
2	Codo ranurado diámetro 3" x 90°	Ud.	3
3	Tee ranurada diámetro 3"	Ud	1
4	Unión ranurada flexible diámetro 3"	Ud.	25
5	Cruz ranurada diámetro 3"	Ud.	5
6	Unión reductora ranurada de 3" a 1 ¼" de diámetro	Ud.	10
7	Unión reductora ranurada de 3" a 2" de diámetro	Ud.	1
8	Disco de corte	Ud.	3
9	Lubricante	L.	1
10	Tubería ASTM A 53 SH40 diámetro 2"	M.	4,5
11	Tee ranurada diámetro 2"	Ud.	1
12	Unión ranurada flexible diámetro 2"	Ud.	1
13	Unión reductora ranurada de 2" a 1 ¼" de diámetro	Ud.	2
14	Tubería ASTM A 53 SH40 diámetro 1 ¼"	M.	18
15	Tee roscada diámetro 1 ¼"	Ud.	12
16	Bushing reductor de 1 ¼" a 1" de diámetro	Ud.	24
17	Tubería ASTM A 53 SH40 diámetro 1"	M.	39.6
18	Codo roscado diámetro 1" x 90°	Ud.	25
19	Tee roscadas diámetro 1"	Ud.	1
20	Tapón hembra roscado diámetro 1"	Ud.	25
21	Pintura	L.	5
Soportes			
22	Soportes tipo pera diámetro 3"	Ud.	5
23	Varilla roscada 3/8" x 1 m	M.	10
24	Taco multiuso 3/8" x 2 ½"	Ud.	70
25	Broca Sds 3/8" x 6	Ud.	4
26	Soportes tipo pera diámetro 2"	Ud.	1
27	Soportes tipo pera diámetro 1 ¼"	Ud.	12
28	Soportes tipo pera diámetro 1"	Ud.	13
29	Soporte tipo ménsula de ángulo de 3"	Ud.	3
Puntos de rociadores			
30	Neplos de 1" x 30 cm	Ud.	25
31	Bushing de 1" a ½" de diámetro	Ud.	25
32	Rociador Estándar K=5.6	Ud.	25
33	Permatéx	Ud.	3

En la tabla 6 se ilustra el presupuesto de implementación del sistema de protección de incendios, tomando en cuenta el proceso de instalación junto con la mano de obra calificada, prueba del sistema y agrando un porcentaje de imprevistos.

Tabla 6. Presupuesto de implementación del sistema contra incendios.

Ítems	Descripción de mano de obra	Unidad	Cantidad	Valor Unitario en dólares	Valor Total en dólares
1	Provisión e instalación de tubería cédula 40 ASTM A-53 diámetro 3", incluye mano de obra y aplicación de pintura.	m	24.80	27.28	676.59
2	Provisión e instalación de tubería cédula 40 ASTM A 53 diámetro 2", incluye mano de obra y aplicación de pintura.	m	26.04	9.31	242.35
3	Provisión e instalación de tubería Cédula 40 ASTM A 53 1 ¼", incluye mano de obra y aplicación de pintura.	m	18.00	8.38	150.87
4	Provisión e instalación de tubería Cédula 40 ASTM A 53 diámetro 1", incluye mano de obra y aplicación de pintura.	m	39.60	6.06	239.90
5	Rociadores K 5,6	u	25.00	5.20	130.00
6	Puntos de salida de 1" de diámetro para rociadores (arreglo de alturas).	u	25.00	4.90	122.50
7	Válvula check ranurada diámetro 3".	u	1.00	54.00	54.00
8	Válvula supervisión diámetro 3".	u	1.00	170.00	170.00
9	Banco de pruebas diámetro 3".	u	1.00	550.00	550.00
10	Soportes para tubería tipo pera de 3", 2", 1 ¼" y 1".	u	31.00	2.85	88.35
11	Soporte tipo ménsula ángulo 3"	u	3.00	7.00	21.00
12	Válvula de control de temperatura y presión diámetro ½", presión máxima 175 psig.	u	1.00	25.00	25.00
13	Pruebas hidrostáticas.	u	1.00	250.00	250.00
14	Mano de obra.	gbl	1.00	1.675,48	1.675,48
15	Imprevistos 10 %.	u	1.00	439.60	439.60
		u			-
		u			-
				SUBTOTAL	4.835,64
				IVA 12%	580.28
				TOTAL	5.415,92

4.4 Análisis del diseño obtenido

La base de parámetros para el diseño se enfoca en normas establecidas (NFPA) donde los valores y tablas guías son ya escritas para realizar un diseño óptimo y dentro de estándares funcionales es así como se realizó un diseño dentro de 139.35 m².

Los parámetros seleccionados fueron:

- Tipo de riesgo: ordinario grupo II
- Tipo de ocupación: almacenamiento
- Área de protección de rociador: 12.08 m²
- Total de rociadores: 12 rociadores estándar K = 5.6
- Caudal de la bomba: 330 gpm
- Presión mínima requerida: 21.56 psig

Dados estos parámetros el diseño fue realizado en el software especializado Pipe Flow, el mismo que permite realizar simulaciones de sistemas complejos hidráulicos con tuberías, accesorios, bombas de presión y cisternas.

Como antecedente se tiene que el sistema contra incendios existente en la planta posee una motobomba a Diesel de 13 hp.

Realizada la simulación se pudo obtener que, para el sistema diseñado y cálculos teóricos los valores resultantes van acorde a los valores teóricos, demostrando que el diseño bajo los parámetros establecidos es funcional y viable para su implementación. Las velocidades en los puntos finales donde se ubican los rociadores presentan valores entre 2.86 m/s a 3.7 m/s, dichos valores necesitan de mayor potencia de caudal que el suministrado por la bomba existente en la planta de Doopler Cia Ltda Quito.

4.5 Posibles escenarios de falla

La facilidad que se tiene en la actualidad para obtener valores simulados dentro de softwares especializados admite generar casos de posibles errores o fallos, el mismo que permite anticipar los problemas que no se tomaron en cuenta al momento de la elaboración del proyecto y, es así

como se logra mitigar posibles daños que puedan surgir en el sistema ya implementado en un área específica.

El escenario planteado en la figura 4.1 muestra el resultado de la simulación principal.

Universidad Politécnica Salesiana - DOOPLER CIA. LTDA. - Quispe-Vera

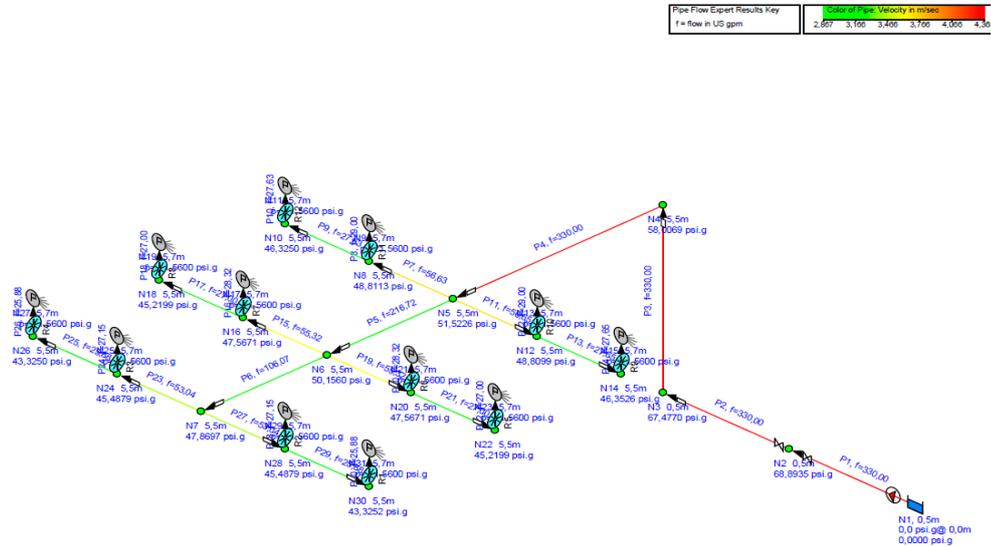


Figura 4.1. Gráfico de resultados simulación principal

- **Fallo de rociador**

Un rociador perteneciente al sistema contra incendios es el punto de liberación de presión al momento de su activación para la mitigación del siniestro. Al tener una falla de un rociador se tiene un aumento de presión en los ramales paralelos, además de la línea principal de distribución; es así como el área sin protección tendrá una menor barrera de contención frente al incendio como se muestra en la figura 4.2.

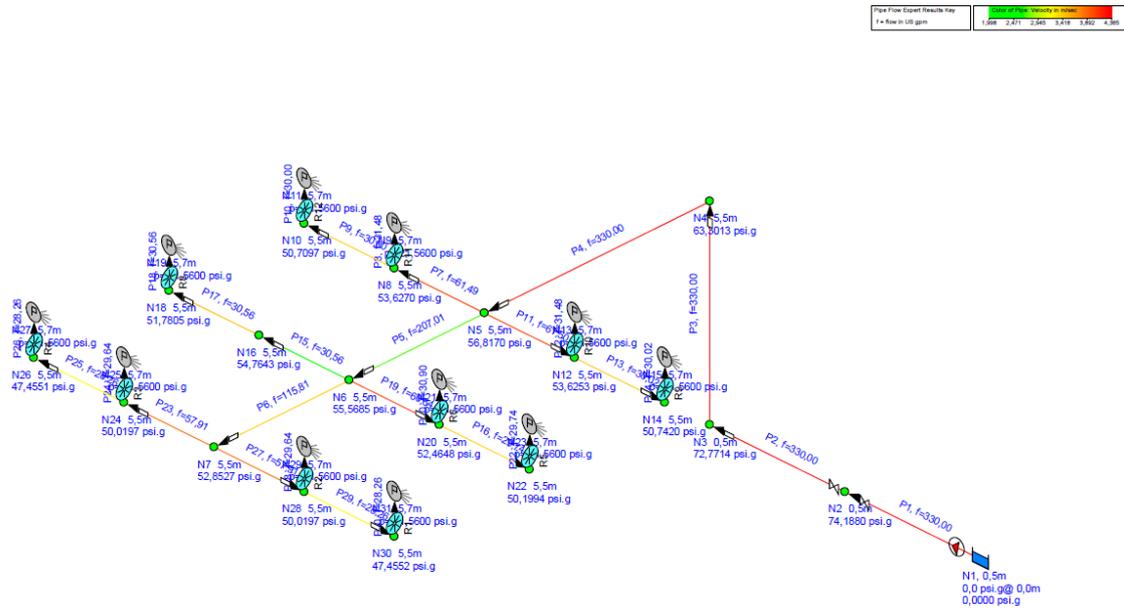


Figura 4.2. Fallo de rociador en el ramal.

En la figura 4.3 se presenta un posible fallo de varios rociadores dentro del sistema contra incendios, lo cual es perjudicial, ya que se genera una presión muy elevada en cada ramal, haciendo que esta presión sobrecargue a los demás rociadores existentes.

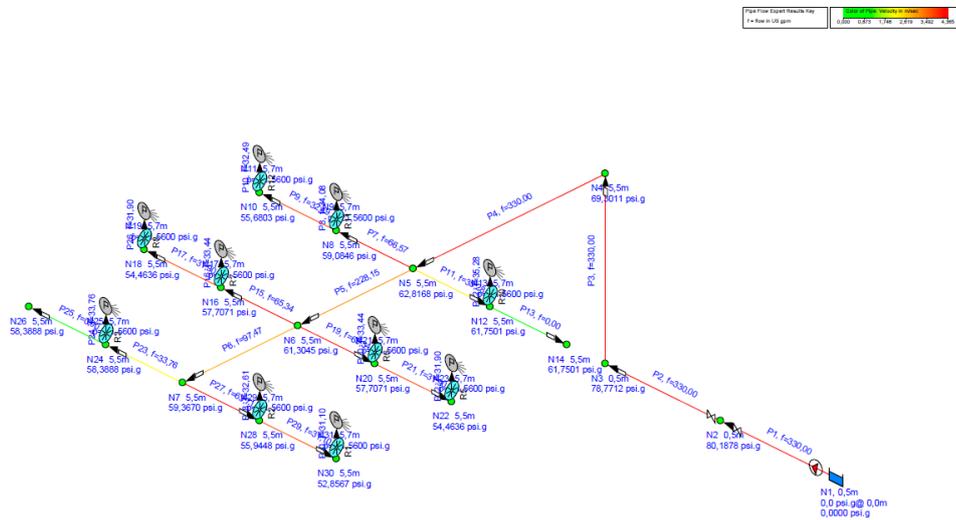


Figura 4.3. Fallo de 2 rociadores.

- **Fallo en tubería de ramal**

Al presentarse un fallo por taponamiento de la tubería en cualquier ramal del sistema como se detalla en la figura 4.4, da cabida a un aumento de presión muy representativo, el mismo que

puede sobrepasar los valores nominales de funcionamiento del rociador generando un mal funcionamiento de cobertura y mitigación frente a cualquier siniestro presentado.

DOOLPER CIA. LTDA. - Sistema Contra Incendios - Quispe - Vera

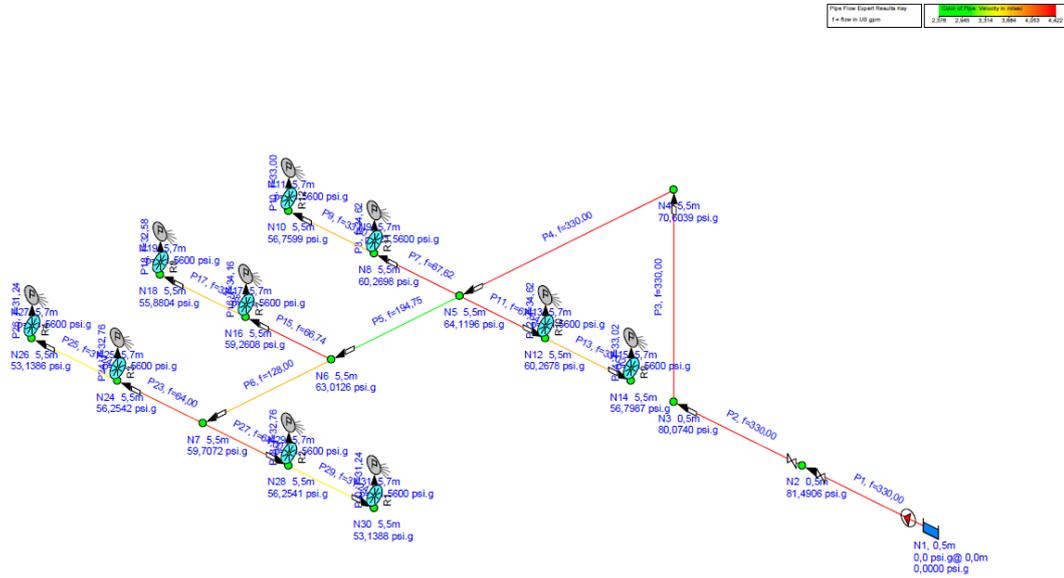


Figura 4.4. Fallo por taponamiento de ramal

4.6 Cronograma de actividades

El cronograma de actividades para la elaboración del presente proyecto se encuentra detallada en el anexo 13.

CONCLUSIONES

- Para la implementación del sistema de rociadores, se requiere realizar cambios importantes dado que, el sistema contra incendios actualmente instalado no satisface las necesidades de funcionamiento tanto en potencia, caudal, abastecimiento desde cisterna.
- El uso adecuado de los conceptos del RTQ 3 sobre diseño e implementación de sistemas de resguardo contra incendios da como resultado áreas de almacenamiento clasificada en el Grupo de Riesgo Común II en términos de iniciación y propagación del fuego. Se ha planteado la necesidad de diseñar y simular sistemas de rociadores. Por tanto, se establece como agente extintor a usar el agua.
- Los cálculos hidráulicos en conjunto con el diseño realizado en el software especializado, logró definir todos los parámetros para los sistemas de bombeo y distribución de la red contra incendios. Haciendo que la selección de diámetros de tubería sea de 1", 1 ¼", 2" y 3", además de un total de 12 rociadores en el área de diseño en base al tipo de amenaza del área y un caudal nominal de 330 gpm que satisface al sistema.
- Para la evaluación de funcionamiento del sistema contra incendios diseñado se utilizó un software especializado (Pipe Flow) con el que se pudo corroborar que los valores obtenidos en los cálculos hidráulicos tienen concordancia con los obtenidos por medio del software, teniendo un porcentaje de error entre datos del 0.11 %.
- Otorga los criterios de factibilidad del proyecto mediante la estimación de los costos derivados del proceso de diseño, simulación e implementación del proyecto, además de los beneficios derivados del mismo, dejando la decisión a los directores de DOOPLER CIA. LTDA., en la medida en que consideren los detalles aquí especificados al momento de la instalación de este sistema diseñado. Comparando las recomendaciones de costo proporcionadas por las empresas que se ocupan del tema con los costos calculados para la encuesta anterior, se pueden concluir que un valor promedio de \$ 5.415,92 dólares

entran en los parámetros para implementar un sistema de prevención contra incendio para la compañía.

RECOMENDACIONES

- Para futuros proyectos donde se busca implementar sistemas contra incendios, es recomendable enfocar la investigación en el área y el tipo de almacenamiento donde el material almacenado o el bien proteger nos dará parámetros claros para el diseño, así logrando determinar de una mejor manera el tipo de agente extintor y un sistema de protección automático, para lograr una detección, extinción y control eficiente.
- Para la simulación contra incendios en cualquier software especializado se recomienda tener una noción o guía básica de los conceptos y formas de aplicación en diversos ámbitos; como el industrial, domiciliario o de almacenamiento.
- Es recomendable implementar sistemas de extinción por rociadores debido al fácil diseño con parámetros que se los puede establecer rápidamente con tablas y valores existentes en las normas, que permiten consolidar un sistema eficaz que cumpla las ordenanzas y lineamientos establecidos por los entes reguladores de la ciudad.
- Capacitar continuamente a la brigada contraincendios para familiarizar y mejorar significativamente la capacidad de respuesta ante un incidente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] F. García Rodríguez, «Tecnología de la Seguridad,» 29 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://serviciostc.com/metodo-simplificado-meseri/#:~:text=Con%20este%20m%C3%A9todo%20se%20pretende,algunos%20minutos%20calificar%20el%20riesgo..> [Último acceso: 21 Junio 2021].
- [2] J. Moyano Alulema, J. Lema Chulli, Á. Guamán Lozano, A. García Flores y G. Miño, «Metodologías Meseri, índice de incendios y explosiones, ALOHA, para determinar zonas de seguridad en estaciones de servicios de combustibles.,» *Knowledge E*, vol. 2020, pp. 329-346, 26 Enero 2020.
- [3] J. Moreno Gil, J. C. Gómez de Zamora Cámara y D. M. Romo García, Guía de las Normas UNE del REBT, España: Paraninfo, 2007, p. 224.
- [4] CFIA, «Guía para uso de NFPA 101,» pp. 1-9, Noviembre 2018.
- [5] Tegian, «Tegian,» [En línea]. Available: <https://www.telgian.com/es/nfpa-1-fire-code-correlating-committee-selects-telgians-leonard-ramo.html>. [Último acceso: Junio 2021].
- [6] NFPA, NFPA 1, Fire Code, Quincy, Massachusetts: NFPA, 2018.
- [7] E. R. Ladines Freire, DISEÑO DE UN SISTEMA HIDRAULICO CONTRA INCENDIOS EN LA EMPRESA SEMILLERO DEL SABER APLICANDO LAS NORMAS NFPA 13 Y 14, Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Industrial, 2020.
- [8] E. I. Quintanilla Sarmiento, Diseño para la normalización de red de incendios según normas NFPA en plasco filial CCU., Viña del Mar: Universidad Técnica Federico Santa María, Facultad de Ingeniería Industrial, 2019.
- [9] K. R. Radonich Fuentes, Desarrollo de procedimientos para configuración y producción de casas de bombeo según NFPA 20, Santiago de Chile: Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Mecánica, 2018.
- [10] NFPA, NFPA 24, Norma para la Instalación de Tuberías para Servicio Privado de Incendios y sus Accesorios, Quincy, Massachusetts: NFPA, 2019.
- [11] NFPA, «NFPA.org,» 2020. [En línea]. Available: <https://catalog.nfpa.org/NFPA-25-Norma-para-la-Inspeccion-Prueba-y-Mantenimiento-de-Sistemas-de-Proteccion-contraincendios-a-Base-de-Agua-Español-P14622.aspx>. [Último acceso: Junio 2021].
- [12] INEN, Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3864, Quito, 2013, pp. 1-24.

- [13] NFPA, Manual de Protección Contra Incendios, Quinta ed., vol. 1, Quincy, Massachusetts: NFPA, 2012.
- [14] NFPA, NFPA 101, Código de Seguridad Humana, Quincy, Massachusetts: NFPA, 2018.
- [15] R. J. Cerna Quispe, Diseño de un sistema de detección y alarma de incendios para una planta pesquera, Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ingeniería Mecatrónica, 2020.
- [16] J. M. Placeres, «Diseño de sistemas de detección y alarma de incendio,» *Revista Negocios de Seguridad*, pp. 144-148, 2018.
- [17] NFPA, Manual de Protección Contra Incendios, Quinta ed., vol. 2, Quincy, Massachusetts: NFPA, 2012.
- [18] Cuerpo de Bomberos de Quito, «RTQ 3, Prevención de Incendios,» de *Ordenanza Municipal No. 470, Resolución A042*, Quito, 2021, pp. 4-29.
- [19] C. E. Cobo, «El Comportamiento Humano,» Salamanca, 2003.
- [20] A. Peinado Moreno, Inspección y Prevención de Incendios, Albacete: Libros en La Red, 2001.
- [21] P. Vázquez Méndez , «Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios,» 02 Abril 2009. [En línea].
- [22] R. V. Carbo Gutierrez y V. A. Suarez Romero, Diseño de un Sistema de Extinción por CO2 Manual/Automático para los cuartos de transformador, tableros y fusibles del bloque D de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ingeniería Mecánica, 2020.
- [23] Melisam Fire Group, «Melisam,» 2020. [En línea]. Available: <https://melisam.com/sistemas-de-extincion-a-base-de-agua/>. [Último acceso: Agosto 2021].
- [24] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, «Código NEC-HS-CI,» Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2019/12/nec-hs-ci.pdf>. [Último acceso: Agosto 2021].
- [25] M. Á. Blanco Duarte y J. F. Martínez Jamaica, Guía para el diseño de sistemas de protección contra incendios, enfocada en redes internas de edificaciones, Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, 2016.
- [26] T. D. Torres Salazar, Estructura y diseño técnico de sistema de Protección Contra Incendios en una Industria de Plástico Bajo Norma NFPA, Quito: Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Del Trabajo y Comportamiento Humano, 2019.

- [27] H. G. Andino Sandoval, «INFORME DE NECESIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA RED CONTRA INCENDIOS, EN EL PROYECTO “AMPLIACIÓN DEL EDIFICIO MATRIZ: EDIFICIO DE PARQUEADEROS Y OFICINAS DE LA CONTRALORIA GENERAL DEL ESTADO”.,» 2014.
- [28] Pyrco, «Pyrco Instalación y Mantenimiento,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.pyrco.com.ec/proteccion-pasiva-contra-incendios-pintura-intumescente-o-retardante-de-fuego.html>.
- [29] NFPA, NFPA 13, Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores, Quincy, Massachusetts: NFPA, 2016.
- [30] NFPA, NFPA 14, Normas para la Instalación de Sistemas de Tubería Vertical y Mangueras, Quincy, Massachusetts: NFPA, 2019.
- [31] F. Gallo Carvajal, «Anraci,» 04 Septiembre 2017. [En línea]. Available: <https://anraci.org/wp-content/uploads/2017/09/4.-Modelo-de-Presentaci%C3%B3n-ANRACI-Bombas-Contra-Incendio-NFPA-20.pdf>. [Último acceso: Septiembre 2021].
- [32] NFPA, NFPA20, Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias para Protección Contra Incendios, Quincy, Massachusetts: NFPA, 2019.
- [33] A. Galán, «EL BLOG DE LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS,» 27 Febrero 2017. [En línea]. Available: <https://elblogdelaseguridadcontraincendios.es/la-importancia-de-una-bomba-listada-nfpa/>. [Último acceso: Septiembre 2021].
- [34] Fire-Blog, «Fire/Safety Report,» 24 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://firereport.net/errores-y-omisiones-en-el-diseno-e-instalacion-de-bombas-contra-incendios-2/>.
- [35] F. M. Bósquez Yáñez, Diseño de un sistema contra incendios en base a la normativa NFPA, para la empresa metalúrgica ecuatoriana Adelca C.A, Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2013.
- [36] G. S. Ferrufino Midence, O. D. Jarquín Robles y C. F. Sequeira Limas, Evaluación de riesgos por puesto de trabajo y actividades de la empresa BRENNTAG Nicaragua S.A. en base a la norma OHSAS 18001 y las normas NFPA, Managua: Universidad Nacional de Ingeniería, 2020.
- [37] NFPA, NFPA 10, Norma para extintores de incendios portátiles, Quincy, Massachusetts: NFPA, 2018.
- [38] NFPA, NFPA 3, Prácticas Recomendadas para el Comisionamiento y Pruebas Integradas de Sitemas de Protección Contra Incendios y Seguridad Humana, Quincy, Massachusetts: NFPA, 2012.

- [39] Helios, «Helios,» 10 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://www.helios.com.co/post/tipos-de-rociadores-sprinkler-contraincendio#:~:text=Los%20rociadores%20montantes%20y%20colgantes,hoteles%2C%20centros%20comerciales%2C%20f%C3%A1bricas%2C>.
- [40] Tyco-Fire, Rociadores montantes, colgantes y colgantes embutidos con factor K 5,6 Serie TY-B de respuesta y cobertura estándar., Lansdale, 2013.
- [41] L. Alvaro, «ContraIncendio,» 16 Mayo 2017. [En línea]. Available: <https://www.contraincendio.com.ve/bombas-contraincendio/>.
- [42] Cuerpo de Bomberos , «Regla Técnica Metropolitana 7,» de *Prevención de Incendios: Sistemas de extinción de incendios*, Quito, 2021, pp. 3-11.
- [43] TLV, «TVL Compañía Especialista en Vapor,» [En línea]. Available: https://www.tlv.com/global/LA/calculator/water-pressure-loss-through-piping.html?advanced=on&fbclid=IwAR0yPHmyOmfwjzfbBoOYUzaDPEpUGqF_pH_o5vjHWontAWYeF2r19b6H8dYA.

ANEXOS

Anexo 1. Materiales y dimensiones de tuberías o tubos para sistemas de protección de incendios.

Materiales y dimensiones	Norma
Tubería ferrosa (soldada y sin costura)	
· Especificación para tuberías de acero negro y revestido en zinc por inmersión en caliente (galvanizado), soldadas y sin costura para uso en protección contra incendios	ASTM A795
· Especificación para tuberías, de acero, negro y por inmersión en caliente, revestido en zinc, soldadas y sin costura	ANSI/ASTM A53
· Tuberías de acero forjado soldadas y sin costura	ANSI/ASME B36.10M
· Especificación para tuberías de acero soldadas por resistencia eléctrica	ASTM A135
Tubo de cobre (Trafilado, sin costura)	
· Especificación para tubos de cobre sin costura	ASTM B75
· Especificación para tubos de cobre para agua sin costura	ASTM B88
· Especificación de los requisitos generales para tubos de cobre forjado sin costura y tubos de aleación de cobre	ASTM B251
· Fundentes para aplicaciones de soldadura de tubos de cobre y aleación de cobre	ASTM B813
· Metal de relleno para soldadura con latón (clasificación bcup-3 o bcup-4)	AWS A5.8
· Metal para soldar, sección uno: aleaciones para soldar que contienen menos que 0.2 % de plomo y que tienen temperaturas de solidado mayores que 400°F	ASTM B32
· Materiales de aleación	ASTM B446
CPVC	
· Especificación de tuberías no metálicas para tuberías de cloruro de polivinilo clorado (CPVC) especialmente enumeradas	ASTM F442
Tubería de latón	
· Especificación para tuberías de latón rojo sin costura, tamaños estándar	ASTM B43
Acero Inoxidable	
· Especificación para tuberías de acero inoxidable austenítico trabajando en frío con gran intensidad sin costura, soldadas	ASTM A312 / 312M

Anexo 2. Materiales y dimensiones de los accesorios para sistemas protección de incendios.

Materiales y dimensiones	Norma
Hierro fundido	
· <i>Accesorios roscados de hierro gris, clases 125 y 250</i>	ASME B16.4
· <i>Bridas y accesorios embridados de tuberías de hierro gris, clases 25, 125 y 250</i>	ASME B16.1
Hierro maleable	
· <i>Accesorios roscados de hierro maleable, clases 150 y 300</i>	ASME B16.3
Acero	
· <i>Accesorios de acero forjado, soldados a tope, elaborados en fábrica</i>	ASME B16.9
· <i>Soldadura a tope de extremos</i>	ASME B16.25
· <i>Especificación para accesorios de tuberías de acero forjado al carbono y aleación de acero para servicio de temperatura alta y moderada</i>	ASTM A234
· <i>Bridas de tuberías y accesorios embridados, NPS ½ a NPS 4 métricas/pulgadas estándar</i>	ASME B16.5
· <i>Accesorios forjados, soldados a encaje y roscados</i>	ASME B16.11
Cobre	
· <i>Accesorios de presión de juntas de soldadura de aleaciones de cobre y cobre forjado</i>	ASME B16.22
· <i>Accesorios de presión de juntas de soldadura de aleaciones de cobre fundido</i>	ASME B16.18
CPVC	
· <i>Especificación para accesorios roscados de tuberías de plástico de cloruro de poli(vinilo clorado) (CPVC), cédula 80</i>	ASTM F437
· <i>Especificación para accesorios de tipo casquillo de tuberías de plástico de cloruro de poli(vinilo clorado) (CPVC), cédula 40</i>	ASTM F438
· <i>Especificación para accesorios de tipo casquillo de tuberías de plástico de cloruro de poli(vinilo clorado) (CPVC), cédula 80</i>	ASTM F439
Accesorios de bronce	
· <i>Accesorios roscados de aleaciones de cobre fundido, clases 125 y 250</i>	ASME B16.15
Acero Inoxidable	
· <i>Especificación para accesorios de tuberías de acero inoxidable austenítico forjado</i>	ASTM A403 / A403M



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

Descripción general

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

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

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

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

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

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

AVISO

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

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

Número de identificación del rociador (SIN)

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

Datos Técnicos

Homologaciones

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

Presión máxima de trabajo

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

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

Coefficiente de descarga

K = 5,6 GPM/psi^{1/2} (80,8 LPM/bar^{1/2})

Temperaturas nominales

135 °F (57 °C)
 155 °F (68 °C)
 175 °F (79 °C)
 200 °F (93 °C)
 288 °F (141 °C)
 360 °F (182 °C)†

†Homologaciones UL, C-UL y Vds solamente



Acabados

Rociador: bronce natural, cromado, blanco puro (RAL 9010) y blanco señales (RAL 9003).

Placa embellecedora embutida: revestimiento blanco, cromado o enchapado en bronce

Características físicas

Cuerpo.....Bronce
 Botón.....Bronce/Cobre
 Conjunto de selloAcero inoxidable con TEFLÓN
 Ampolla Vidrio
 Tornillo de compresiónBronce
 DeflectorBronce

Anexo 4. Valoraciones para coeficiente C de Hazen-Williams.

Tubería o tubo	Valor C
Hierro fundido o dúctil sin revestimiento inferior	100
Acero negro (sistemas secos, incluyendo pre-acción)	100
Acero negro (sistemas húmedos, incluyendo inundación)	120
Galvanizado (todos)	120
Plástico (listados todos)	150
Hierro fundido o dúctil, con revestimiento inferior de cemento	140
Tubo de cobre o acero inoxidable	150

Anexo 5. Evaluación de riesgos Meseri.

EVALUACIÓN DE RIESGOS CONTRA INCENDIOS

Nombre de la Empresa:		DOOPLER CIA LTDA		Fecha:	25/8/2021	Área:	302,56 m ²	
Persona que realiza evaluación:		Luis Gonzalo Quispe Rodríguez Gabriel Agustín Vera Enríquez						
Concepto		Coefficiente	Puntos	Concepto		Coefficiente	Puntos	
CONSTRUCCIÓN				DESTRUCTIBILIDAD				
N° de pisos	Altura			Por calor				
1 o 2	menor de 6m	3	3	Baja	10	0		
3,4, o 5	entre 6 y 15m	2		Media	5			
6,7,8 o 9	entre 15 y 28m	1		Alta	0			
10 o más	más de 28m	0		Por humo				
Superficie mayor sector incendios				Baja	10	5		
de 0 a 500 m ²		5	5	Media	5			
de 501 a 1500 m ²		4		Alta	0			
de 1501 a 2500 m ²		3		Por corrosión				
de 2501 a 3500 m ²		2		Baja	10	0		
de 3501 a 4500 m ²		1		Media	5			
más de 4500 m ²		0	Alta	0				
Resistencia al Fuego				Por Agua				
Resistente al fuego (hormigón)		10	5	Baja	10	0		
No combustible (metálica)		5		Media	5			
Combustible (madera)		0		Alta	0			
Falsos Techos				PROPAGABILIDAD				
Sin falsos techos		5	5	Vertical				
Con falsos techos incombustibles		3		Baja	5	3		
Con falsos techos combustibles		0		Media	3			
			Alta	0				
FACTORES DE SITUACIÓN				Horizontal				
Distancia de los Bomberos				Baja	5	0		
menor de 5 km		5 min.	10	Media	3			
entre 5 y 10 km		5 y 10 min.	8	Alta	0			
entre 10 y 15 km		10 y 15 min.	6	SUBTOTAL (X) _			52	
entre 15 y 25 km		15 y 25 min.	2	FACTORES DE PROTECCIÓN				
más de 25 km		25 min.	0	Concepto		SV	CV	Puntos
Accesibilidad de edificios				Extintores portátiles (EXT)	1	2	2	
Buena		5	3	Bocas de incendio equipadas (BIE)	2	4	4	
Media		3						
Mala		1						

Muy mala	0		Columnas hidratantes exteriores (CHE)	2	4	2	
PROCESOS			Detección automática (DTE)	0	4	0	
Peligro de activación			Rociadores automáticos (ROC)	5	8	5	
Bajo	10	5	Extinción por agentes gaseosos (IFE)	2	4	2	
Medio	5		SUBTOTAL (Y) _ _				15
Alto	0		CONCLUSIÓN (Coeficiente de Protección frente al incendio)				
Carga Térmica			$P = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{26} + 1 \text{ (BCI)}$				
Bajo	10	0	P= 5,90				
Medio	5						
Alto	0						
Combustibilidad			OBSERVACIONES: Cada vez que se hacen mejoras dentro de los factores X y Y disminuimos los riesgos de incendios; este método permite cuantificar los daños y su aplicación frecuente minimiza los daños a personas.				
Bajo	5	3	Realizado por:				
Medio	3						
Alto	0						
Orden y Limpieza			Revisado por:				
Alto	10	5	Aprobado por:				
Medio	5						
Bajo	0						
Almacenamiento en Altura							
menor de 2 m.	3	2					
entre 2 y 4 m.	2						
más de 6 m.	0						
FACTOR DE CONCENTRACIÓN							
Factor de concentración \$/m²							
menor de 500	3	0					
entre 500 y 1500	2						
más de 1500	0						

TABLA DE RESULTADOS MESERI

Valor del Riesgo	Calificación del Riesgo	Tipo de Riesgo	Grupo
Entre 0 y 2	Muy grave	Extra	2
Entre 2,1 y 4	Grave	Extra	1
Entre 4,1 y 6	Medio	Ordinario	2
Entre 6,1 y 8	Leve	Ordinario	1
Entre 8,1 y 10	Muy leve	Leve	-

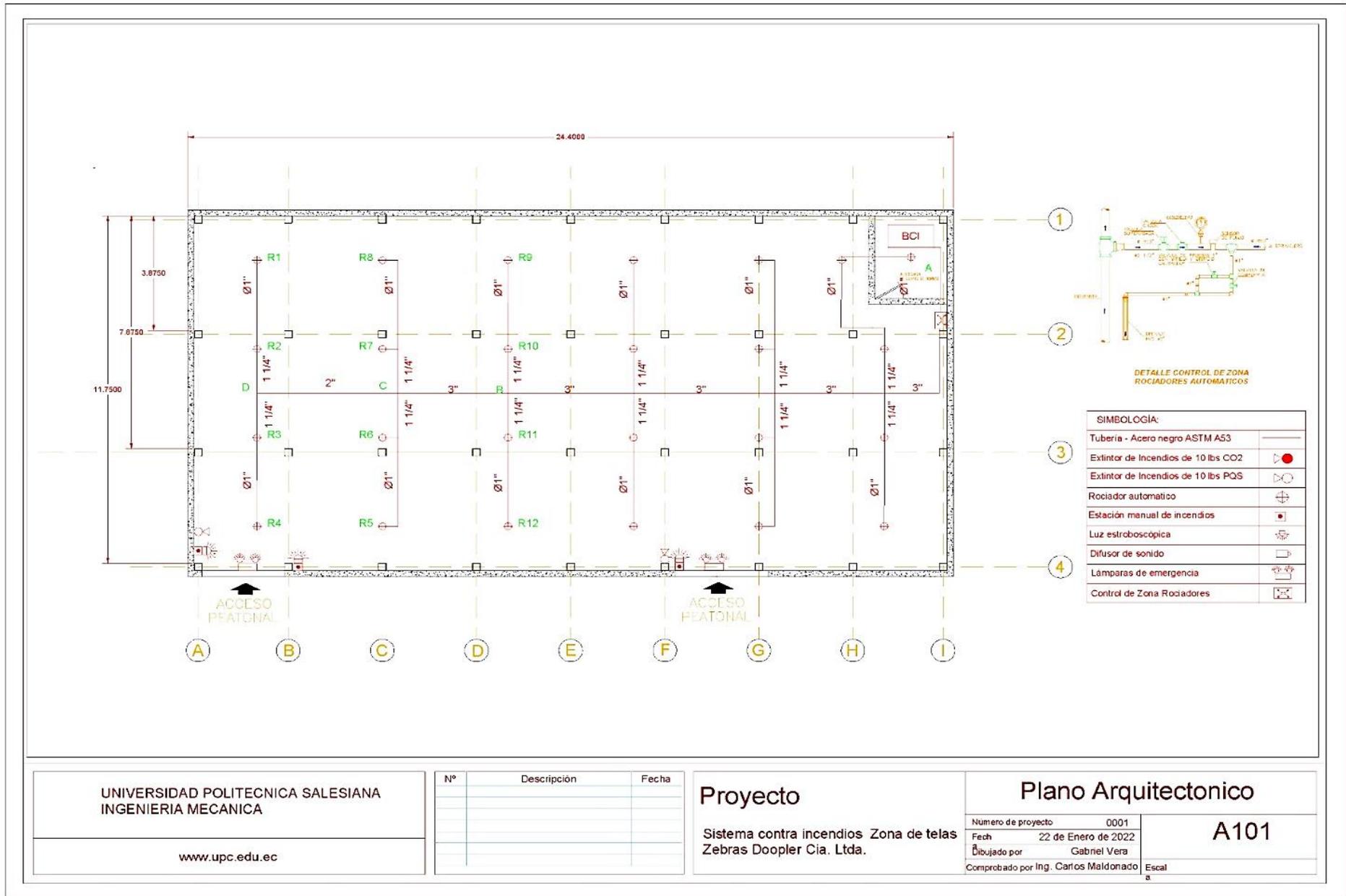
Anexo 6. Cálculos hidráulicos del sistema.

VERSIÓN NFPA 13 Edición 2019				
Capítulo 13 Almacenamiento Misceláneo				
Nombre del proyecto	DOOPLER CIA LTDA.			
Tipo de Riesgo	Ordinario Grupo II			
Altura de almacenamiento sobre el piso Tabla 13.2.1	menor igual a 1,5	m		
Curva de diseño Fig. 13.2.1	OH2			
Densidad	0,2	GPM/pies ²		
Área de diseño o aplicación	1500	pies ²	139,35	m ²
Área de protección por rociador (tabla)	130	pies ²	12,077	m ²
Tipo de rociador	Estándar			
Espaciamiento	15	pies	4,573	m
Número de rociadores	12	Unidades		
Número de rociadores en el ramal	3	Unidades		
Caudal de un rociador	26	GPM		
Presión mínima requerida	21,56	psi		
Distancia mínima entre rociadores estándar	1,8	m	5,906	pie
Distancia mínima desde una pared	0,102	m	0,335	pie
Factor K	5,6	GPM/(psi) ^(1/2)		
Tiempo de suministro	90	min		
Caudal Nominal	300	GPM		
Caudal de suministro	330	GPM		
Volumen de cisterna	27000,00	GAL	102,21	m ³
CÁLCULO PARA 12 MINUTOS				
Tiempo de suministro	12	min		
Caudal Nominal	300	GPM		
Volumen de cisterna	3600	GAL	13,63	m ³

TRAMOS	CAUDAL GPM	LONGITUD metros	DIÁMETRO Pulgada	PÉRDIDAS PSI	VELOCIDAD m/s
R1 - R2	26	3,25	1	2,57	2,94
R2 - D	52	1,5	1 1/4	2,51	3,39
D - R3	52	1,5	1 1/4	2,51	3,39
R3 - R4	26	3,25	1	2,57	2,94
D - C	104	4,5	2	2,55	3,03
R8 - R7	26	3,75	1	2,57	2,94
R7 - C	52	1,5	1 1/4	2,51	3,39
C - R6	52	1,5	1 1/4	2,51	3,39
R6 - R5	26	3,75	1	2,57	2,94
C - B	208	3,5	3	1,58	2,75
R9 - R10	26	3,25	1	2,57	2,94
R10 - B	52	1,5	1 1/4	2,51	3,39
B - R11	52	1,5	1 1/4	2,51	3,39
R11- R12	26	3,25	1	2,57	2,94
B-A	330	20,7	3	16,08	4,36
HF = FRICCIÓN				50,69	
HG = MENOR				33,12	
HR= REQUERIDA				21,56	
HS = ESTÁTICA				7,81	
TDH (PSI)				113,18	
TDH (MCA)				79,70	

PARÁMETROS DE LA MOTOBOMBA		
POTENCIA NOMINAL	33,60	HP
CAUDAL NOMINAL	330	GPM
CAUDAL 150 %DEL CAUDAL NOMINAL	495	GPM
PRESIÓN NOMINAL	113,18	PSI
PARÁMETROS DE LA BOMBA JOCKEY		
POTENCIA NOMINAL	1,5	HP
CAUDAL NOMINAL	5	GPM
PRESIÓN NOMINAL	123,18	PSI

Anexo 7. Plano de la red contra incendios.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
INGENIERÍA MECÁNICA

www.upc.edu.ec

Nº	Descripción	Fecha

Proyecto

Sistema contra incendios Zona de telas
Zebras Doopler Cia. Ltda.

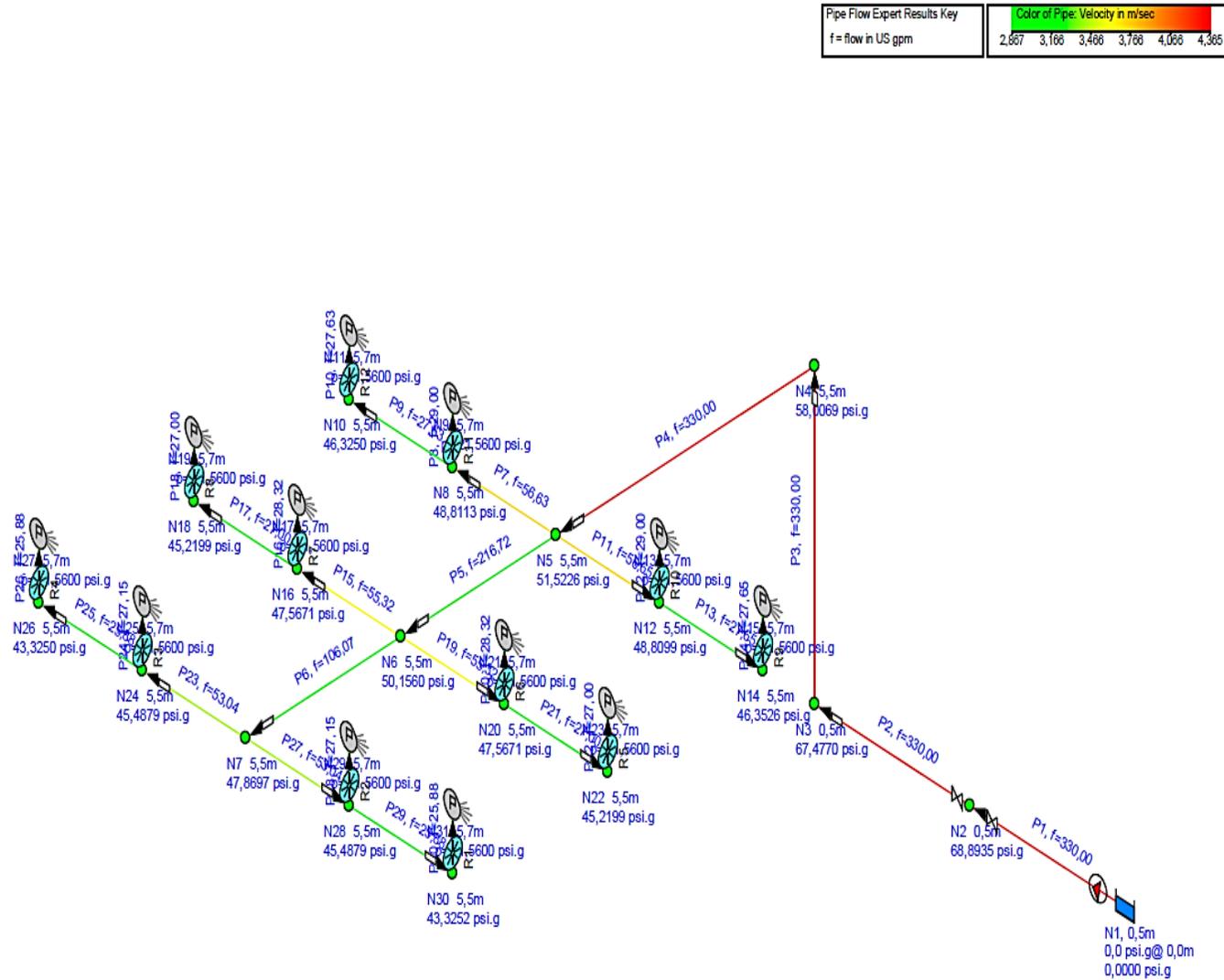
Plano Arquitectónico

Numero de proyecto 0001
Fecha 22 de Enero de 2022
Dibujado por Gabriel Vera
Comprobado por Ing. Carlos Maldonado

A101

Escala
a

Anexo 8. Diseño en software especializado (Pipe Flow Expert).



Anexo 9. Resultados obtenidos mediante la simulación.

Pump Data

Pipe Id	Pipe Name	Pump Name	Speed rpm	Pref. Op from US GPM	Pref. Op To US GPM	Flow In/Out US GPM	Velocity m/sec	Suction Pressure psi. g	Discharge Pressure psi. g	Pump Head (+) m. hd Fluid	Pump NPSHr m.hd (absolute)	Pump NPSHa m.hd (absolute)	Pump Efficiency Percentage	Pump Power Kilowatts
1	P1	Pump	Set Flow Rate			330,00	4,365	0,0000	71,9801	50,708	Not known	10,108	Not known	Not Known

Pipe Data

Pipe Id	Material	Inner Diameter inch	Length m	Mass Flow kg/sec	Velocity m/sec	Friction Loss m.hd	Comp. Loss m.hd	Entry Pressure psi.g	Exit Pressure psi.g
1	3" Steel (ANSI) Sch. 40	3,068	1,000	20,7781	4,365	0,231	none	0,0000	68,8935
2	3" Steel (ANSI) Sch. 40	3,068	1,500	20,7781	4,365	0,347	none	68,8935	67,4770
3	3" Steel (ANSI) Sch. 40	3,068	5,000	20,7781	4,365	1,157	none	67,4770	58,0069
4	3" Steel (ANSI) Sch. 40	3,068	13,700	20,7781	4,365	3,169	none	58,0069	51,5226
5	3" Steel (ANSI) Sch. 40	3,068	3,500	13,6457	2,867	0,359	none	51,5226	50,1560
6	2" Steel (ANSI) Sch. 40	2,067	4,500	6,6789	3,091	0,870	none	50,1560	47,8697

7	1-1/4" Steel (ANSI) Sch. 40	1,380	1,500	3,5658	3,703	0,680	none	51,5226	48,8113
8	1" Steel (ANSI) Sch. 40	1,049	0,200	1,8260	3,281	0,101	18,897	48,8113	21,5600
9	1" Steel (ANSI) Sch. 40	1,049	3,048	1,7398	3,126	1,408	none	48,8113	46,3250
10	1" Steel (ANSI) Sch. 40	1,049	0,200	1,7398	3,126	0,092	17,154	46,3250	21,5600
11	1-1/4" Steel (ANSI) Sch. 40	1,380	1,500	3,5667	3,704	0,680	none	51,5226	48,8099
12	1" Steel (ANSI) Sch. 40	1,049	0,200	1,8259	3,281	0,101	18,896	48,8099	21,5600
13	1" Steel (ANSI) Sch. 40	1,049	3,000	1,7407	3,128	1,387	none	48,8099	46,3526
14	1" Steel (ANSI) Sch. 40	1,049	0,200	1,7407	3,128	0,092	17,173	46,3526	21,5600
15	1-1/4" Steel (ANSI) Sch. 40	1,380	1,500	3,4834	3,617	0,650	none	50,1560	47,5671
16	1" Steel (ANSI) Sch. 40	1,049	0,200	1,7834	3,205	0,097	18,025	47,5671	21,5600
17	1" Steel (ANSI) Sch. 40	1,049	3,000	1,7000	3,055	1,325	none	47,5671	45,2199
18	1" Steel (ANSI) Sch. 40	1,049	0,200	1,7000	3,055	0,088	16,380	45,2199	21,5600
19	1-1/4" Steel (ANSI) Sch. 40	1,380	1,500	3,4834	3,617	0,650	none	50,1560	47,5671

20	1" Steel (ANSI) Sch. 40	1,049	0,200	1,7834	3,205	0,097	18,025	47,5671	21,5600
21	1" Steel (ANSI) Sch. 40	1,049	3,000	1,7000	3,055	1,325	none	47,5671	45,2199
22	1" Steel (ANSI) Sch. 40	1,049	0,200	1,7000	3,055	0,088	16,380	45,2199	21,5600
23	1-1/4" Steel (ANSI) Sch. 40	1,380	1,500	3,3394	3,468	0,599	none	47,8697	45,4879
24	1" Steel (ANSI) Sch. 40	1,049	0,200	1,7098	3,072	0,089	16,567	45,4879	21,5600
25	1" Steel (ANSI) Sch. 40	1,049	3,000	1,6297	2,929	1,222	none	45,4879	43,3250
26	1" Steel (ANSI) Sch. 40	1,049	0,200	1,6297	2,929	0,081	15,052	43,3250	21,5600
27	1-1/4" Steel (ANSI) Sch. 40	1,380	1,500	3,3394	3,468	0,599	none	47,8697	45,4879
28	1" Steel (ANSI) Sch. 40	1,049	0,200	1,7098	3,072	0,089	16,567	45,4879	21,5600
29	1" Steel (ANSI) Sch. 40	1,049	3,000	1,6297	2,929	1,222	none	45,4879	43,3252
30	1" Steel (ANSI) Sch. 40	1,049	0,200	1,6297	2,929	0,081	15,052	43,3252	21,5600

Node Data

Node Id	Node Type	Node	Elevation m	Liquid Level m	Press. at Node psi.g	HGL at Node m.hd Fluid	Demand In (Mass) kg/sec	Demand Out (Mass) kg/sec	Total Flow In (Mass) kg/sec	Total Flow Out (Mass) kg/sec
1	Tank	N1	0,500	0,000	0,0000	0,500	N/A	N/A	0,0000	20,7781
2	Join Point	N2	0,500	N/A	68,8935	49,034	0,0000	0,0000	20,7781	20,7781
3	Join Point	N3	0,500	N/A	67,4770	48,036	0,0000	0,0000	20,7781	20,7781
4	Join Point	N4	5,500	N/A	58,0069	46,365	0,0000	0,0000	20,7781	20,7781
5	Join Point	N5	5,500	N/A	51,5226	41,797	0,0000	0,0000	20,7781	20,7781
6	Join Point	N6	5,500	N/A	50,1560	40,834	0,0000	0,0000	13,6457	13,6457
7	Join Point	N7	5,500	N/A	47,8697	39,223	0,0000	0,0000	6,6789	6,6789
8	Join Point	N8	5,500	N/A	48,8113	39,887	0,0000	0,0000	3,5658	3,5658
9	Demand Pressure	N9	5,700	N/A	21,5600	20,889	N/A	N/A	1,8260	0,0000
10	Join Point	N10	5,500	N/A	46,3250	38,135	0,0000	0,0000	1,7398	1,7398
11	Demand Pressure	N11	5,700	N/A	21,5600	20,889	N/A	N/A	1,7398	0,0000
12	Join Point	N12	5,500	N/A	48,8099	39,886	0,0000	0,0000	3,5667	3,5667
13	Demand Pressure	N13	5,700	N/A	21,5600	20,889	N/A	N/A	1,8259	0,0000
14	Join Point	N14	5,500	N/A	46,3526	38,154	0,0000	0,0000	1,7407	1,7407
15	Demand Pressure	N15	5,700	N/A	21,5600	20,889	N/A	N/A	1,7407	0,0000
16	Join Point	N16	5,500	N/A	47,5671	39,010	0,0000	0,0000	3,4834	3,4834

17	Demand Pressure	N17	5,700	N/A	21,5600	20,889	N/A	N/A	1,7834	0,0000
18	Join Point	N18	5,500	N/A	45,2199	37,356	0,0000	0,0000	1,7000	1,7000
19	Demand Pressure	N19	5,700	N/A	21,5600	20,889	N/A	N/A	1,7000	0,0000
20	Join Point	N20	5,500	N/A	47,5671	39,010	0,0000	0,0000	3,4834	3,4834
21	Demand Pressure	N21	5,700	N/A	21,5600	20,889	N/A	N/A	1,7834	0,0000
22	Join Point	N22	5,500	N/A	45,2199	37,356	0,0000	0,0000	1,7000	1,7000
23	Demand Pressure	N23	5,700	N/A	21,5600	20,889	N/A	N/A	1,7000	0,0000
24	Join Point	N24	5,500	N/A	45,4879	37,545	0,0000	0,0000	3,3394	3,3394
25	Demand Pressure	N25	5,700	N/A	21,5600	20,889	N/A	N/A	1,7098	0,0000
26	Join Point	N26	5,500	N/A	43,3250	36,022	0,0000	0,0000	1,6297	1,6297
27	Demand Pressure	N27	5,700	N/A	21,5600	20,889	N/A	N/A	1,6297	0,0000
28	Join Point	N28	5,500	N/A	45,4879	37,545	0,0000	0,0000	3,3394	3,3394
29	Demand Pressure	N29	5,700	N/A	21,5600	20,889	N/A	N/A	1,7098	0,0000
30	Join Point	N30	5,500	N/A	43,3252	36,022	0,0000	0,0000	1,6297	1,6297
31	Demand Pressure	N31	5,700	N/A	21,5600	20,889	N/A	N/A	1,6297	0,0000

Component

Pipe Id	Pipe Name	Inner Diameter inch	Comp. Name	Comp. Type	Comp. Value	Flow US GPM	Mass Flow kg/sec	Comp. Loss m.hd
8	P8	1,049	R11	Sprinkler K imperial	5,5995	29,00	1,8260	18,8966
10	P10	1,049	R12	Sprinkler K imperial	5,5995	27,63	1,7398	17,1541
12	P12	1,049	R10	Sprinkler K imperial	5,5995	29,00	1,8259	18,8956
14	P14	1,049	R9	Sprinkler K imperial	5,5995	27,65	1,7407	17,1734
16	P16	1,049	R7	Sprinkler K imperial	5,5995	28,32	1,7834	18,0246
18	P18	1,049	R8	Sprinkler K imperial	5,5995	27,00	1,7000	16,3796
20	P20	1,049	R6	Sprinkler K imperial	5,5995	28,32	1,7834	18,0246
22	P22	1,049	R5	Sprinkler K imperial	5,5995	27,00	1,7000	16,3796
24	P24	1,049	R3	Sprinkler K imperial	5,5995	27,15	1,7098	16,5674
26	P26	1,049	R4	Sprinkler K imperial	5,5995	25,88	1,6297	15,0516
28	P28	1,049	R2	Sprinkler K imperial	5,5995	27,15	1,7098	16,5674
30	P30	1,049	R1	Sprinkler K imperial	5,5995	25,88	1,6297	15,0516

Anexo 10. Tabla de recomendación de mantenimiento del sistema contra incendios.

Sistema	Componente	Actividad	Posible Fallas	Prueba	Mantenimiento	Periodicidad
Sistema de almacenamiento	Cisterna	Verificar el estado de las paredes.	Posible desgaste en las paredes internas.	N/A	Reparación de las paredes.	Trimestral
		Examinar existencia de sedimentos en el agua.	Material particulado en el agua.	N/A	Limpieza de la cisterna.	
		Inspeccionar el suministro de agente extintor (agua).	Descompensación del suministro de agua.	Prueba del sensor de nivel de la cisterna.	Mantenimiento del sensor de nivel de agua.	
Línea de succión	Válvula de pie	Verificar la válvula de retención.	Válvula no funciona correctamente.	Prueba de retención de válvula.	Limpieza, reparación y/o cambio del componente.	Cada 5 años
		Observar el estado de la canastilla de malla (filtro).	Suciedad presente en la canastilla.	N/A	Limpieza de la canastilla.	
	Tubería de succión	Inspección visual.	- Fugas. - Corrosión.	N/A	Ajuste de las juntas y limpieza de corrosión.	Anual
	Manómetro	Comprobación de la calibración.	Lectura errónea.	Prueba de presión.	Reparación y/o cambio del elemento.	
Sistema de bombeo	Motobomba	Visualización de los sistemas de control (presostatos y manómetros).	Registro equívoco de presión.	Prueba de equipos por 25 minutos.	Reparación y/o cambio del elemento.	Anual
		Comprobación de la válvula de supervisión manual.	Válvula no actúa correctamente.	N/A	Limpieza, reparación y/o cambio del componente.	
		Revisión del nivel de combustible.	Falla de suministro de combustible.	N/A	Compensación de combustible.	

		Revisión del nivel de aceite lubricante.	- Falta de suministro. - Goteo de lubricante. - Filtro sucio.	N/A	- Compensación de suministro. - Ajuste del tapón. - Limpieza o cambio de filtro.	
		Inspección del tablero de control.	- Partículas de polvo en el tablero. - Cables sueltos.	N/A	- Limpieza completa del tablero. - Reajuste del sistema eléctrico.	Semanal
		Batería.	Batería descargada.	N/A	Recarga y/o cambio de batería.	Anual
		Examinar el funcionamiento del matrimonio.	Desgaste de juntas.	N/A	Alineación.	
		Revisión de cojinetes.	- Falla prematura de cojinetes. - Vibración. - Ruido.	N/A	Reemplazo de cojinetes.	
		Chequeo de la turbina o impulsor.	Ligero goteo.	N/A	Reemplazo de sello mecánico.	
		Visualización de los sistemas de control (presostatos y manómetros).	Registro equivoco de presión.	Prueba de equipos por 25 minutos.	Reparación y/o cambio del elemento.	
	Bomba Jockey	Comprobación de la válvula de supervisión manual.	Válvula no actúa correctamente.	N/A	Limpieza, reparación y/o cambio del componente.	Anual
		Revisión de cojinetes y sellos.	- Falla prematura de cojinetes y sellos. - Vibración. - Ruido.	N/A	Reemplazo de cojinetes y sellos.	
		Chequeo de la turbina o impulsor.	Ligero goteo.	N/A	Reemplazo de sello mecánico.	

Sistema de extinción	Tubería	Verificación visual.	- Corrosión. - Fugas. - Obstrucción interna con suciedad.	Pruebas hidrostáticas y/o de flujo.	- Remover corrosión. - Ajustar accesorios o reemplazo de ellos. - Limpieza de la tubería.	Anual
		Prueba de presión.	Presión baja.		Mantenimiento del sistema de bombeo.	5 años
	Rociadores	Inspección visual a nivel de piso.	- Fugas. - Corrosión que perjudica al desempeño del rociador. - Daño físico. - Perdida de fluido en el elemento sensible de calor. - Carga que perjudica el desempeño. - Pintura que no sea de fábrica.		Reemplazo de rociador.	Anual
	Gabinetes y mangueras	Verificación del estado de las válvulas de control.	- Mangos de válvulas faltantes o dañados. - Fugas en las válvulas. - Válvulas no funcionan. - Roscas de válvulas dañadas. - Obstrucción por suciedad.	Pruebas de estados de válvulas.	Reparación y/o cambio del elemento.	Anual y después de cada uso
		Verificación del estado de las mangueras	- Moho, cortes, abrasiones y deterioro. - Acoples de roscas dañados. - Obstrucción en la boquilla. - No funciona correctamente.	Pruebas hidrostáticas.	Limpieza, reparación y/o cambio de componentes.	

		Verificación de los gabinetes.	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultad para abrirse. - Vidrio agrietado o roto. - Obstrucciones visibles. 	N/A	Reparación y/o cambio del elemento.	
Sistema de detección	Central de monitoreo y central remota	Inspección del tablero de la central de monitoreo.	<ul style="list-style-type: none"> - Apreciación de errores en la central de monitoreo. <ul style="list-style-type: none"> - Desconexión de alimentación de energía principal y secundarias. - Fallo de los fusibles. - Polvo y suciedad en la caja de la central remota. 	Pruebas de correcto funcionamiento de los elementos de detección de incendios.	Limpieza y reparación de los problemas.	Semanal / Anual
	Estaciones manuales	Inspección visual a nivel de suelo.	<ul style="list-style-type: none"> - Polvo y suciedad en los elementos. <ul style="list-style-type: none"> - Falsas alarmas. - Desconexión de los elementos de anunciación. - Deterioro de los elementos de detección. 		Limpieza, reparación y/o cambio de los elementos.	Semestral
	Detectores de humo					
	Luz estroboscópica					
Sirenas						
Sistema estructural	Soportes	Inspección visual.	Desprendimiento del apoyo.	N/A	Reparación y/o cambio del elemento.	Cuatrimestral

Anexo 11. Sistema de señalización.

Figura geométrica	Significado	Color de seguridad	Color de contraste	Color del símbolo gráfico	Ejemplo de uso
 Círculo con una barra diagonal	Prohibición	Rojo	Blanco*	Negro	Señal que indica una acción específica que es prohibida. - No fumar - No correr
 Círculo	Acción Obligatoria	Azul	Blanco*	Blanco*	Señal que indica una determinada acción a ser cumplida. - Usar protección auditiva - Obligatorio uso de mascarilla
 Triángulo equilátero con esquinas exteriores redondeadas	Precaución	Amarillo	Negro	Negro	Señal que indica una fuente específica de daño potencial. - Precaución alta tensión - Precaución gas inflamable
 Cuadrado	Condición Segura	Verde	Blanco*	Blanco*	Señal que indica una instalación o acción de seguridad. - Punto de encuentro - Salida
 Cuadrado	Equipo Contra Incendios	Rojo	Blanco*	Blanco	Señal que indica la ubicación o identificación de un equipo contra incendios. - Extintor de incendios - Alarma de incendios

* El color blanco incluye el color para material fosforescente en condiciones de luz del día cuyas propiedades se definen en la norma ISO 3864-4.

Anexo 12. Proforma referencial de costos.



RUC: 1792238447001
 Dirección: VALLADOLID N24-611 Y AV. LA CORUNA
 Teléfono: 02228315
 Email: ventas2@dismaconcobre.com,ventas4@dismaconcobre.com
 www.dismaconcobre.com

CLIENTE: CONSUMIDOR FINAL
OBSERVACION: SR. GABRIEL VERA
DIRECCIÓN: LA VICENTINA
OBRA:
FECHA: 2022-01-12

Nº COTIZACIÓN
 00100028281

Página 1 de 2

RUC: 9999999999
VENDEDOR: Carla Carate
TELÉFONO: 022228315
VALIDEZ: 8 días

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V. UNITARIO	DESCUENTO	V. TOTAL
5.00	31810 TUBO HN ACERO C-40 3 x 5.80m	149.64	20.00	598.56
3.00	1501110 CODO RANURADO 3 x 90	6.46	20.00	15.50
1.00	1502410 TEE RANURADA 3	9.97	20.00	7.98
25.00	1502910 UNION RANURADA FLEXIBLE 3"	3.71	20.00	74.20
5.00	1501810 CRUZ C/RANURA 3"	12.00	20.00	48.00
10.00	1500744 REDUCCION RANURADA 3 x 1 1/4	3.17	20.00	25.36
1.00	1500747 REDUCCION RANURADA 3 x 2	3.17	20.00	2.54
1.00	31808 TUBO HN ACERO C-40 2 x 5.8m	62.03	20.00	49.62
1.00	1502408 TEE RANURADA 2	5.11	20.00	4.09
1.00	1502908 UNION RANURADA FLEXIBLE 2"	2.81	20.00	2.25
2.00	1500727 REDUCCION RANURADA 2 X 1 1/4	3.00	20.00	4.80
3.00	31806 TUBO HN ACERO C-40 1 1/4 x 5.8m	51.95	20.00	124.68
12.00	33006 TEE HN 1 1/4	6.63	20.00	63.65
24.00	39515 BUSHING HN 1 1/4 x 1	1.79	20.00	34.37
7.00	31805 TUBO HN ACERO C-40 1 x 5.8m	39.78	20.00	222.77
25.00	32305 CODO HN 1 x 90	1.87	20.00	37.40
1.00	33005 TEE HN 1	3.21	20.00	2.57
25.00	37305 TAPONES HN HH 1	1.08	20.00	21.60
5.00	FC-90 ABRAZADERA CONTRA INCENDIOS 3" - 3 9/16"	4.02	20.00	16.08
10.00	AP10-980 VARILLA ROSCADA M10mm X 3000mm	4.70	20.00	37.60
70.00	AP910SFA TACO DE EXPANSION POR GOLPE SUPRAFIX 10mm	0.40	20.00	22.40
4.00	338302 BROCA PARA HORMIGON 10MM. 3/8	2.50	20.00	8.00
2.00	FC-60 ABRAZADERA CONTRA INCENDIOS 2 - 2 3/8"	3.27	20.00	5.23
12.00	FC-40 ABRAZADERA CONTRA INCENDIOS 1 1/4	2.34	20.00	22.46
13.00	FC-35 ABRAZADERA CONTRA INCENDIOS 1 - 1 3/8"	2.76	20.00	28.70
5.00	345092 ABRAZADERA 90 ANCLAJE REF C/CAUCHO	3.20	20.00	12.80
5.00	345028 TORNILLO TORABCON M 8x35 MACHO	0.81	20.00	3.24
5.00	NX10X50 TACO NEXUS 10#	0.15	20.00	0.60
25.00	36905 NEPLO HN 1 x 30cm.	2.70	20.00	54.00
25.00	39509 BUSHING HN 1 x 1/2	1.28	20.00	25.60
25.00	401207 SPLINKER TYCO 1/2 K5.6 155F BR UP SR	8.98	20.00	179.60
3.00	504012 PERMATEX 11.0 onz. # 2	5.10	20.00	12.24
5.00	331226 DISCO PARA C/METAL 7 X 1/16 X 7/8	2.90	20.00	11.60



RUC: 1792238447001
Dirección: VALLADOLID N24-611 Y AV. LA CORUNA
Teléfono: 02228315
Email: ventas2@dismaconcobre.com,ventas4@dismaconcobre.com
www.dismaconcobre.com

CLIENTE: CONSUMIDOR FINAL
OBSERVACION: SR. GABRIEL VERA
DIRECCIÓN: LA VICENTINA
OBRA:
FECHA: 2022-01-12

Nº COTIZACIÓN
00100028281

Página 2 de 2

RUC: 9999999999
VENDEDOR: Carla Carate
TELÉFONO: 022228315
VALIDEZ: 8 días

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V. UNITARIO	DESCUENTO	V. TOTAL
1.00	326910 BANCO DE PRUEBA TYCO 3" UL/FM	791.00	20.00	632.80
SON: DOS MIL SETECIENTOS DOS 44/100 Dólares				
		SUBTOTAL 12%		3,016.11
		SUBTOTAL 0%		0.00
		DESCUENTO		603.22
		SUBTOTAL		2,412.89
		IVA		289.55
		TOTAL \$		2702.44

CLIENTE

VENDEDOR

Anexo 13. Cronograma de actividades.

ACTIVIDADES	INICIO SEMANA	FINAL SEMANA	Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
CAPÍTULO 1																																										
Antecedentes de investigación	1	2	■	■																																						
Análisis Meseri	2	3		■	■																																					
Normativa NFPA	3	5			■	■	■																																			
Normas Global	4	5			■	■																																				
Normas UNE	5	6				■	■																																			
Norma INEN-ISO 3864	6	7					■	■																																		
Código municipal 001	6	7					■	■																																		
Principio y Análisis de protección contra incendios	8	10						■	■	■																																
Sistema de detección y alarma	9	10							■	■																																
Sistema de protección para las diferentes ocupaciones	10	11								■	■																															
Comportamiento humano	11	12									■	■																														
Prevención de incendios	11	13										■	■	■																												
CAPÍTULO 2																																										
Sistema de extinción	13	15											■	■	■																											
Sistema de extinción sin agua	14	16												■	■	■	■																									
Confinamiento de incendios	15	17													■	■	■	■																								
Comisionamiento del sistema	16	18														■	■	■																								
CAPÍTULO 3																																										
Conceptos de diseño	18	20															■	■	■																							
Cálculos hidráulicos	21	28																■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Simulación	29	37																																								
Resultados	36	37																																								
CAPÍTULO 4																																										
Inspección, prueba y mantenimiento	37	37																																								
Señalización	37	38																																								
Presupuesto	37	38																																								
Análisis del diseño	38	39																																								
Posibles escenarios	29	37																																								
CONCLUSIONES	40	40																																								
RECOMENDACIONES	40	40																																								